

QUESTION 16/2

Elaboration de manuels
à l'intention des pays
en développement



UIT-D

COMMISSION D'ÉTUDES 2 2^e PÉRIODE D'ÉTUDES (1998-2002)

Manuel sur les nouvelles technologies et les nouveaux services

FASCICULE 2
Réseaux
et services numériques

Bureau de développement des télécommunications (BDT)

Union internationale des télécommunications



LES COMMISSIONS D'ÉTUDES DE L'UIT-D

Les commissions d'études de l'UIT-D ont été créées aux termes de la Résolution 2 de la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT) organisée à Buenos Aires, Argentine, en 1994. Pour la période 1998-2002, la Commission d'études 1 est chargée d'examiner onze Questions dans le domaine des stratégies et politiques de développement des télécommunications. La Commission d'études 2 est, elle, chargée d'étudier sept Questions dans le domaine du développement et de la gestion des services et réseaux de télécommunication. Au cours de cette période, pour permettre de répondre dans les meilleurs délais aux préoccupations des pays en développement, les résultats des études menées à bien au titre de chacune de ces deux Questions sont publiés au fur et à mesure au lieu d'être approuvés par la CMDT.

Pour tout renseignement

Veillez contacter:

Mme Fidélia AKPO
Bureau de Développement des Télécommunications (BDT)
UIT
Place des Nations
CH-1211 GENÈVE 20
Suisse
Téléphone: +41 22 730 6073
Fax: +41 22 730 5884
E-mail: fidelia.akpo@itu.int

Pour commander la présente publication

Les commandes ne sont pas acceptées par téléphone. Veillez les envoyer par télécopie ou par e-mail.

UIT
Service des ventes
Place des Nations
CH-1211 GENÈVE 20
Suisse
Téléphone: +41 22 730 6141 anglais
Téléphone: +41 22 730 6142 français
Téléphone: +41 22 730 6143 espagnol
Fax: +41 22 730 5194
Télex: 421 000 uit ch
Télégramme: ITU GENEVE
E-mail: sales@itu.int

La Librairie électronique de l'UIT: www.itu.int/publications

© UIT 2001

Tous droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

Manuel sur les nouvelles technologies et les nouveaux services

*FASCICULE 2
Réseaux
et services numériques*

Bureau de développement des télécommunications (BDT)

Union internationale des télécommunications



FASCICULE 2

Réseaux et services numériques**TABLE DES MATIÈRES**

	<i>Page</i>
CHAPITRE 1 – Introduction	1
1.1 Généralités	1
1.2 Vers une nouvelle architecture de communication	6
1.3 Architecture de communication du futur	6
1.3.1 Couche contenu et applications utilisateur	7
1.3.2 Couche commande des communications et applications.....	7
1.3.3 Connectivité.....	7
1.4 Structure du Fascicule 2.....	8
1.5 Liste d'abréviations	9
CHAPITRE 2 – Réseaux et services numériques	11
2.1 Réseau téléphonique public commuté (RTPC)	11
2.1.1 Réseaux d'accès	12
2.1.2 Niveau central local	12
2.1.3 Niveau central interurbain	12
2.1.4 Signalisation	13
2.2 Réseau numérique à intégration de services (RNIS).....	14
2.2.1 Etat du marché du RNIS	17
2.2.2 Services RNIS.....	17
2.2.3 Configuration RNIS de référence	17
2.2.4 Interfaces RNIS	18
2.2.4.1 Interface S ₀	18
2.2.4.2 Interface S _{2M}	19
2.2.5 Protocoles de signalisation RNIS	20
2.2.5.1 Système de signalisation d'abonné numérique N° 1 (DSS1)....	21
2.2.5.2 Système de signalisation N° 7	22
2.3 Réseaux intelligents	22
2.3.1 Concepts des réseaux intelligents et besoins	22
2.3.2 Considérations relatives à l'introduction de services RI dans le réseau....	25
2.3.3 Fonctions RI et ensembles de capacités.....	26
2.3.4 Points de référence et interfaces	29
2.3.5 Modèle conceptuel RI – Plan fonctionnel global.....	30
2.3.6 Rôle futur du RI.....	30
2.4 Réseau à commutation par paquets	32
2.4.1 Introduction.....	32
2.4.2 Structure de base X.25.....	32
2.4.3 Principes de la transmission par paquets	33
2.4.4 Couches X.25.....	35
2.5 Relais de trame.....	38
2.5.1 Introduction.....	38
2.5.2 Définition.....	38
2.5.3 Description générale.....	39

	<i>Page</i>	
2.5.4	Applications	40
2.5.5	Format de trame	40
2.5.6	Opérations de la couche liaison de données avec relais de trame	41
	2.5.6.1 Opération sur une liaison.....	41
	2.5.6.2 Opération sur plusieurs liaisons.....	41
2.5.7	Largeur de bande à la demande.....	42
2.5.8	Rejet de trafic.....	42
2.5.9	Notification d'encombrement.....	42
2.6	Réseaux ATM	42
2.6.1	Eléments de réseau ATM.....	42
2.6.2	Fonctionnement d'un réseau ATM.....	45
2.6.3	Routage ATM	50
2.6.4	Emulation d'un réseau local	52
2.6.5	Exemples de réseaux ATM.....	53
	2.6.5.1 Caractéristiques du trafic ATM.....	55
	2.6.5.2 Commande de réseau neuronal au nœud ATM	56
2.7	Interfonctionnement entre réseaux	59
2.7.1	Généralités	59
2.7.2	Principes applicables à l'interfonctionnement faisant intervenir uniquement la capacité de transmission.....	60
	2.7.2.1 Composition et décomposition des sous-réseaux	60
	2.7.2.2 Principes d'interfonctionnement des sous-réseaux	60
2.7.3	Catégories d'interfonctionnement	60
	2.7.3.1 Interfonctionnement par mappage de commande d'appel	60
	2.7.3.2 Interfonctionnement par point d'accès.....	61
2.7.4	Relations avec la gestion.....	61
2.7.5	Exemples d'interfonctionnement.....	61
	2.7.5.1 Interfonctionnement RNIS-RNIS.....	61
	2.7.5.2 Interfonctionnement RNIS-réseau en mode paquet.....	64
	2.7.5.2.1 Scénario d'intégration minimale de la Recomman- dation X.31 (X.31 cas A)	64
	2.7.5.2.2 Scénario d'intégration maximale de la Recom- mandation X.31 (X.31 cas B)	65
	2.7.5.3 Scénario européen d'intégration maximale.....	66
2.7.6	Recommandations relatives à l'interfonctionnement	67
2.8	Types de nouveaux services	67
2.8.1	Services RNIS-BE	67
2.8.2	Services à large bande.....	68
2.8.3	Exemples de nouveaux services à large bande	69
2.8.4	Services multimédias	73
2.9	Orientations futures	73
2.9.1	Services de réseau intelligent.....	74
2.9.2	Exemples de nouveaux services RI.....	75
	2.9.2.1 Un nouveau rôle pour les services RI «classiques» (l'étape de la «réutilisation»).....	76
	2.9.2.2 Exemple de service: un service simple de «paiement à la séance de navigation».....	77
	2.9.2.3 Exemple de service: appel Internet en instance «naviguer et converser»	77
	2.9.2.4 Exemple de service: gestion de service RI au moyen du web..	79

		<i>Page</i>
	2.9.2.5	Extension vers le réseau IPO (étape «interfonctionnement») .. 79
	2.9.2.5.1	Exemple de service: «Réacheminement PoP» pour un accès à l'Internet optimisé..... 80
	2.9.2.5.2	Exemple de service: services d'extrémité pour Voix sur IP 81
	2.9.2.5.3	Exemple de service: service de noms de domaine intelligent 82
	2.9.2.6	Suivi de l'évolution des normes (phase «interfonction- nement»)..... 83
2.10	Normes de l'UIT.....	83
	2.10.1	RNIS 83
	2.10.1.1	Structure générale..... 83
	2.10.1.2	Capacités de service 84
	2.10.1.3	Aspects généraux et fonctions globales du réseau 84
	2.10.1.4	Aspects des interfaces utilisateur-réseau 85
	2.10.1.5	Aspects interfaces entre réseaux..... 86
	2.10.1.6	Exploitation et autres aspects 86
	2.10.1.7	Gestion de réseau 86
	2.10.1.8	Signalisation 87
	2.10.2	Réseau intelligent..... 87
	2.10.2.1	Structure générale..... 87
	2.10.2.2	Capacités de service 87
	2.10.2.3	Aspects de l'interface RI..... 87
	2.10.2.4	Gestion et signalisation 88
	2.10.3	Réseau à commutation de paquets 88
	2.10.3.1	Structure générale et capacités de service 88
	2.10.3.2	Systèmes de messagerie 88
	2.10.3.3	Aspects généraux et fonctions globales du réseau 88
	2.10.3.4	Aspects de l'interface utilisateur-réseau 89
	2.10.3.5	Réseautage OSI 90
	2.10.3.6	Exploitation et autres aspects 90
	2.10.3.7	Gestion de réseau 90
	2.10.3.8	Signalisation 91
	2.10.4	Relais de trame 91
	2.10.4.1	Structure générale..... 91
	2.10.4.2	Fonctions et caractéristiques générales du réseau 91
	2.10.4.3	Aspects de l'interface utilisateur-réseau 91
	2.10.4.4	Exploitation et autres aspects 91
	2.10.4.5	Signalisation 91
	2.10.5	Réseaux en mode ATM 91
	2.10.5.1	Structure générale..... 91
	2.10.5.2	Capacités de service 92
	2.10.5.3	Aspects généraux et fonctions globales du réseau 92
	2.10.5.4	Aspects de l'interface utilisateur-réseau 93
	2.10.5.5	Exploitation et autres aspects 93
	2.10.5.6	Gestion de réseau 93
	2.10.5.7	Signalisation..... 93
	2.10.6	Interfonctionnement entre réseaux..... 94
	2.10.6.1	Aspects des interfaces interréseaux 94
	2.10.6.2	Signalisation 95

	<i>Page</i>
2.10.7 Type de service	95
2.10.7.1 RNIS.....	95
2.10.7.2 Réseau en mode ATM.....	95
2.11 Liste des abréviations	96
ANNEXE 2A – Etude de cas consacrée à la Chine	100
CHAPITRE 3 – Réseaux cellulaires et services mobiles numériques.....	115
3.1 Système mondial de télécommunications mobiles (GSM)	115
3.1.1 Introduction.....	115
3.1.2 Canaux logiques et physiques.....	116
3.1.3 Transmission de signaux de parole et de données	117
3.1.4 Transmission des signaux de commande	118
3.1.5 Questions de synchronisation	119
3.1.6 Modulation à déplacement minimal par filtre gaussien (MDMG).....	120
3.1.7 Modèles de canaux à large bande	120
3.1.8 Emission discontinue	121
3.1.9 Résumé.....	122
3.2 Télécommunications mobiles internationales (IMT-2000).....	124
3.2.1 Introduction.....	124
3.2.2 Le système IMT-2000.....	125
3.2.3 Le marché des mobiles.....	127
3.2.4 La technique IMT	129
3.2.5 Conclusions.....	130
3.2.6 Recommandations UIT concernant actuellement les IMT.....	130
3.2.7 Publications de l'UIT	132
3.2.8 Recommandations de l'ETSI concernant le système GSM.....	132
3.3 Convergence fixe-mobile	133
3.3.1 Introduction.....	133
3.3.2 Approche vers la convergence fixe-mobile	134
3.3.3 Conclusions.....	135
3.4 Liste des abréviations	136
CHAPITRE 4 – Réseaux d'accès	139
4.1 Réseau d'accès.....	139
4.1.1 Architecture fonctionnelle d'un réseau d'accès	139
4.1.2 Etude de la structure cible du réseau d'accès	140
4.1.3 Scénarios de mise en œuvre: solution proposée.....	145
4.1.4 Normes de l'UIT-T.....	148
4.2 Accès hertzien	149
4.2.1 Introduction.....	149
4.2.2 Catégories fondamentales.....	150
4.2.2.1 Boucle locale hertzienne.....	151
4.2.2.2 Accès hertzien fixe sur grande distance	156
4.2.2.3 Accès Internet à grande vitesse à l'aide de la technologie de transmission de données par paquets.....	157
4.2.2.4 Accès hertzien à large bande	158
4.2.2.4.1 Introduction.....	158
4.2.2.4.2 Architecture du système d'accès hertzien à large bande.....	158
4.2.2.5 Réseaux locaux hertziens	159
4.2.2.6 Conclusion.....	160

	<i>Page</i>
4.2.3 Solutions techniques en matière de radiocommunication.....	160
4.2.3.1 Systèmes hyperfréquences point à multipoint (PMP)	160
4.2.3.2 Systèmes cellulaires numériques.....	162
4.2.3.3 Nouveaux systèmes d'accès hertzien fixe (FWA).....	164
4.2.3.4 Technologies sans fil.....	165
4.2.3.5 Technologies satellitaires	167
4.2.4 Recommandations et publications de l'UIT	167
4.2.5 Liste d'abréviations.....	169
ANNEXE 4A – Systèmes européens d'accès hertzien à large bande	172
CHAPITRE 5 – Gestion des réseaux et des services	181
5.1 Nécessité d'une nouvelle approche de la gestion des réseaux.....	181
5.2 Le RGT: normes et références	181
5.3 Principes du RGT.....	183
5.4 Mise en œuvre du RGT.....	189
5.5 Evolution des outils de gestion	191
5.5.1 TeleManagement Forum (TM Forum)	191
5.5.2 Organisation internationale de normalisation (ISO).....	192
5.5.3 Groupe de gestion d'objets (OMG).....	193
5.5.4 Consortium TINA (TINA-C).....	194
5.5.5 JAVA.....	195
5.6 Conclusion	196
5.7 Liste des abréviations.....	197
ANNEXE 5A –Système de test et de mesure pour lignes (système MIRABEL de Thomson CSF)	199
CHAPITRE 6 – Aspects de planification	209
6.1 Aspects radioélectriques.....	209
6.1.1 Gestion et utilisation du spectre.....	209
6.1.1.1 Aspects généraux du spectre radioélectrique	209
6.1.1.2 Gestion internationale du spectre	210
6.1.1.3 Gestion nationale du spectre.....	210
6.1.1.4 Besoins de spectre pour la gestion de l'environnement.....	210
6.1.2 Coexistence entre les systèmes; coordination des fréquences entre pays voisins.....	212
6.1.2.1 Coexistence et brouillage	212
6.1.2.2 Attribution de fréquences.....	213
6.1.2.3 Assignation de fréquence	213
6.1.2.4 Coordination internationale des fréquences	213
6.1.3 Planification de l'introduction des nouveaux systèmes de radiocom- munication	214
6.1.3.1 Principes et définitions.....	214
6.1.3.2 Planification en vue de l'introduction de nouveaux systèmes ou de nouvelles technologies.....	214
6.1.3.3 Outils de planification pour l'optimisation des réseaux.....	215
6.1.3.3.1 Outils techniques	215
6.1.3.3.2 Outils économiques	215
6.2 Aspects autres que de radiocommunication.....	215
6.2.1 Prévision de la demande de services et du trafic	215
6.2.2 Numérotage.....	218
6.2.3 Outils de planification pour l'optimisation des réseaux	219

	<i>Page</i>
6.3 Aspects communs aux réseaux radioélectriques et autres que radioélectriques.....	219
6.3.1 Expérience actuelle en matière de réglementation et de politique générale.....	219
6.3.2 Fixation des normes et innovation.....	221
6.4 Elaboration de plans de développement.....	224
6.4.1 Relation avec d'autres publications de l'UIT.....	224
6.4.2 Tournants dans le développement des télécommunications.....	225
6.4.3 Nouvelles technologies et planification des réseaux.....	225
6.5 Définition des scénarios de développement à court, à moyen et à long terme.....	227
6.6 Evaluation économique.....	227
6.7 Plans de développement pour les réseaux locaux de transmission: solution possible.....	228
6.7.1 Objectifs des plans de développement.....	229
6.7.2 Portée.....	229
6.7.3 Facteurs internes et externes.....	230
6.7.4 Etablissement de priorités pour la mise en œuvre des nouvelles technologies.....	231
6.7.5 Fourniture de l'équipement.....	231
6.7.6 Amélioration de la liaison et du réseau.....	232
6.7.7 Conclusion.....	233
6.8 Liste de publications de l'UIT et d'autres ouvrages pertinents.....	234
6.9 Liste d'abréviations.....	235
ANNEXE 6A – Planification du réseau dans les pays en développement – Méthode adoptée par Alcatel.....	236
ANNEXE 6B – Exemple de stratégie pour la planification de l'infrastructure locale de l'information.....	247
CHAPITRE 7 – Aspects relatifs aux ressources humaines.....	255
7.1 Introduction.....	255
7.2 Organisation.....	255
7.2.1 Développer l'orientation favorisant les mécanismes du marché.....	255
7.2.2 Accentuer l'aspect commercial.....	256
7.2.3 Prise en compte des questions de genre.....	256
7.3 Incidence des nouvelles technologies sur les effectifs.....	256
7.4 Formation aux nouvelles technologies.....	258
7.5 Gestion du changement.....	258
7.6 Activités de l'UIT liées au développement des ressources humaines.....	259
7.6.1 Introduction.....	259
7.6.2 Centre de formation virtuel.....	260
7.6.3 MANDEVTEL (Développement de la gestion des télécommunications).....	263
7.6.4 Centres d'excellence.....	264
7.6.5 Université mondiale des télécommunications/Institut mondial de formation aux télécommunications (GTU/GTTI).....	265
7.6.6 Gestion du projet DRH.....	267
7.7 Transfert des connaissances.....	269
7.8 Publications de l'UIT.....	269
ANNEXE 7A – Exemple original de transfert des connaissances.....	270
ANNEXE 7B – Système de formation professionnelle de l'UIT-D/Cable & Wireless.....	274

	<i>Page</i>
CHAPITRE 8 – Aspects financiers et économiques	275
8.1 Généralités	275
8.1.1 Importance de la planification économique	275
8.1.2 Objet du présent chapitre	275
8.1.3 Avantage d'une analyse précise des nouveaux services	275
8.2 Méthodes d'analyse économique	276
8.2.1 Critères d'évaluation	276
8.2.2 Analyse du cycle de vie	276
8.2.3 Méthodes de comptabilité	277
8.3 Considérations stratégiques	277
8.3.1 Impératifs de rentabilité	277
8.3.2 Bénéfice global pour les télécommunications nationales ou pour l'économie nationale	277
8.3.3 Objectifs en termes de délai pour atteindre le seuil de rentabilité; conséquences sur la mise en œuvre du réseau	278
8.4 Considérations liées au capital	278
8.4.1 Estimation du capital nécessaire	278
8.4.2 Financement de l'équipement des locaux d'abonnés	278
8.4.3 Financement des investissements	278
8.5 Paramètres de l'étude	280
8.5.1 Paramètres économiques	280
8.5.2 Durée de vie économique	281
8.5.3 Estimation des paramètres méconnus	281
8.5.4 Incidence sur les services existants	281
8.6 Analyse des risques	281
8.6.1 Identification des facteurs de risques	281
8.6.2 Quantification des risques	282
8.7 Analyse économique	282
8.7.1 Coûts	282
8.7.2 Recettes	282
8.7.3 Flux de trésorerie	283
8.7.4 Rentabilité	283
8.8 Considérations tarifaires	283
8.8.1 Introduction	283
8.8.2 Questions clés	283
8.9 Réexamen à la lumière de l'expérience acquise	285
8.9.1 Nouveau calcul de la rentabilité	285
8.9.2 Réexamen des tarifs	285
8.10 Dispositions transitoires en vue de l'application de taxes de répartition orientées vers les coûts	285
8.11 Publications et rapports de l'UIT	285
ANNEXE 8A – Lignes directrices pour les négociations bilatérales des dispositions transitoires en vue de l'application de taxes orientées vers les coûts de 1999 à 2001	290

Remerciements

Il convient de remercier les personnes dont les noms suivent pour leurs contributions et leur aide à l'élaboration du présent Manuel.

Mme F. Akpo, BDT
M. S. Berman (Bell Lab, Lucent)
M. Bhatnagar, ABU
M. G. Cayla (Lucent Technologies)
M. L. Chae Sub, Président du GT 1/13 de l'UIT-T
M. J. Costa, Nortel Networks
M. Distler, France
M. J. Embro, Erisson
M. J.-C. Faure (BDT)
M. M. Ghazal, Liban, Rapporteur pour la Question 2/2, ultérieurement 16/2
Dr N. Gospic, Consultant BDT
M. C. Hyde, ICO Global Communications
Dr M. Jankovic
M. H. Jieping, Chine
M. R. Katic, CYPTT
M. N. Kisrawi, Président de la Commission d'études 2 de l'UIT-D
M. J. Magill, Probe Communications, Consultant BDT
M. P. Mège, THALES (précédemment Thomson)
M. B. Moore, Charter Telecomms Consultants Ltd, Consultant BDT
M. A. Nehme, Ericsson
Dr B. Odadzic, CYPTT
M. F. Rahe, Alcatel
Dr I. Reljin, CYPTT
M. Savchuk (Institut ukrainien)
M. Y. Shmaliy, Ukraine
M. R. Simic, CYPTT
M. W. Widl, Suède
M. P. Touré, BDT
Mme B. Wilson, BDT
M. M. Zaragoza, BDT

Avertissement

Le texte de ce Manuel a été établi par un grand nombre de personnes bénévoles appartenant à plusieurs administrations et entreprises privées. Elles ont présenté des exemples de leurs produits, de leurs systèmes, de leurs modèles d'équipement et de leurs études de cas.

La mention de telles ou telles compagnies ou de tels ou tels produits ne doit pas être interprétée comme une homologation ou une recommandation de l'UIT.

PRÉFACE

1 Historique

Dans la Société mondiale de l'information (GIS, *Global Information Society*) et l'Economie mondiale de l'information (GIE, *Global Information Economy*), telles que nous les connaissons aujourd'hui, le secteur des télécommunications est appelé à jouer un rôle de premier plan en tant qu'industrie de pointe du XXI^e siècle. Pour répondre aux exigences de ce siècle qui s'ouvre et pour combler le fossé de la communication qui existe entre pays industrialisés et pays en développement, le partage des connaissances en matière de technologie et de services de télécommunication est un impératif de la plus haute importance. Cela a été reconnu par la première Conférence mondiale de développement des télécommunications (Buenos Aires, 21 – 29 mars 1994) et confirmé par la deuxième Conférence mondiale de développement des télécommunications (La Valette, 23 mars – 1^{er} avril 1998), qui a mis en place deux Commissions d'études:

- La Commission d'études 1, chargée de la stratégie et des politiques de télécommunication.
- La Commission d'études 2, chargée du développement et de la gestion des services et des réseaux de télécommunication.

La Question 2/2 de la première période d'études, devenue la Question 16/2 de la Commission d'études 2 dans la période d'études actuelle, a pour objet l'élaboration de nouveaux manuels ou la révision de manuels existants, l'objectif étant de diffuser des connaissances et du savoir-faire dans les domaines précités. Le Manuel «Nouvelles technologies et nouveaux services» est un des moyens qui conduiront à la réalisation de cet objectif.

2 But du Manuel

Le développement rapide des télécommunications, depuis le stade de la technologie jusqu'à celui des marchés, amène dans son sillage des produits, des équipements, des systèmes, des réseaux et des services nouveaux qui interviennent dans la vie de tous les jours. Il serait plutôt ambitieux de vouloir faire en sorte que le présent Manuel couvre tous les aspects des nouvelles technologies et des nouveaux services, et qu'il réponde aux besoins de tous les protagonistes de ce secteur.

Le but du Manuel est le suivant: faire un tour d'horizon de la technologie et des services qui constituent l'environnement, en évolution, des télécommunications, en présentant les caractéristiques et les possibilités générales offertes par les divers réseaux et les nouveaux services sur le marché, sans traiter des particularités techniques qui relèvent de la normalisation. D'une manière générale, les technologies et les nouveaux services ainsi passés en revue sont en conformité avec les Recommandations de l'UIT.

Le Manuel aborde également les questions de genre s'agissant de la préparation et de l'introduction de nouveaux services.

3 Pourquoi le Manuel est-il nécessaire?

Le secteur des télécommunications a connu des changements décisifs au cours de la décennie écoulée, sous l'influence d'une globalisation et d'une libéralisation toujours plus grande d'un marché dans lequel la maîtrise des capacités des réseaux est devenue un facteur stratégique dans la concurrence pour satisfaire les exigences croissantes de la clientèle. L'évolution rapide de l'intelligence des réseaux découle principalement de la convergence entre les télécommunications et les technologies de l'information, dont la conséquence est le développement de divers services multimédias. Dans ces conditions, les réseaux de télécommunication deviennent de plus en plus complexes, leur mise en œuvre et leur exploitation sont des opérations toujours plus ardues, et cette situation est appelée à durer. Par ailleurs, il sera de plus en plus important de posséder la compétence nécessaire pour intégrer dans les réseaux existants des solutions intelligentes, à haute capacité, afin de répondre aux besoins des usagers et aux impératifs de coût-efficacité.

Le perfectionnement des réseaux existants ou des réseaux nouveaux doit satisfaire à trois exigences:

- *davantage de capacité;*
- *davantage de puissance; et*
- *efficacité accrue.*

Pour résumer les forces qui sont derrière ces exigences, et aussi pour éclairer les idées qui sont à la base du Manuel, nous pouvons énoncer ce qui suit:

- Avec un déficit de capacité (par exemple, largeur de bande, volume en paquets, etc.), les opérateurs des réseaux sont dans l'impossibilité de satisfaire la demande des usagers, même pour le service universel, et surtout pour les services nouveaux et de haute qualité. Pour optimiser un investissement, il faut davantage de créativité et une planification appropriée des applications des nouvelles technologies.
- En mettant à profit les possibilités offertes par les applications des nouvelles technologies pour créer davantage d'intelligence dans les équipements de télécommunication, les exploitants des réseaux et les prestataires de services disposeront de moyens plus puissants, et accroîtront le trafic des réseaux intelligents, source de nouveaux services à valeur ajoutée et d'accroître le trafic dans les réseaux intelligents. L'estimation des besoins des usagers est un outil puissant pour s'imposer dans un marché concurrentiel, à condition de la pratiquer au bon moment.
- La mise en œuvre de concepts nouveaux en matière de gestion des réseaux – dans les domaines exploitation, administration, maintenance et planification – permet d'améliorer l'efficacité d'exploitation et l'organisation de la maintenance, la conséquence étant une baisse des coûts d'exploitation. Si l'on peut avoir une représentation objective des éléments de réseau, des réseaux, des services et des entreprises, il devient possible d'améliorer l'exploitation journalière et la qualité de fonctionnement des réseaux. Cela répond à l'attente des usagers, qui souhaitent avoir une meilleure qualité de service.

Ces considérations constituent les idées principales sur lesquelles repose le présent Manuel.

4 A qui le Manuel s'adresse-t-il?

Le Manuel sera un outil des plus utiles pour tous ceux qui s'intéressent aux télécommunications, mais sa lecture est particulièrement recommandée aux dirigeants, aux experts techniques et aux experts de la planification travaillant pour les opérateurs des télécommunications et pour les services nationaux de régulation au sein des compagnies du secteur, en particulier dans les pays en développement. Les cadres dirigeants pourront utiliser l'information pour mettre en perspective ou développer des concepts à intégrer dans des stratégies à long terme. Les cadres et experts techniques s'intéresseront à la mise en place des réseaux qui fourniront les nouveaux services mondiaux que les usagers attendent au XXI^e siècle. Les instances de régulation, notamment celles de création récente, devront être encouragées à créer un environnement dans lequel les différents acteurs pourront être motivés à innover sans avoir à imposer des contraintes autres que celles nécessaires à l'établissement d'une concurrence fructueuse. D'autres acteurs mettront aussi à profit cette documentation pour améliorer leurs conditions d'accès au marché.

Les références indiquées dans les fascicules du Manuel permettront aux lecteurs des pays en développement de compléter leur information sur les sujets traités.

5 Cohérence du texte

De nombreuses personnes ont contribué à la rédaction de ce Manuel, qui a été édité par Mme N. Gospic, assistée par MM. B. Moore et J. Magill. Les chapitres et les sections de chapitre diffèrent quant à leur portée et quant au niveau de précision dans le traitement des sujets étudiés. Cela était prévisible dans un manuel de cette espèce et reflète les différences de nature entre les contributions.

Le Manuel est une photographie du développement des réseaux et des services à l'époque de sa publication. Il ne fournit pas, par conséquent, une image complète, mais énonce des lignes directrices et contient de nombreuses références pour les études futures.

Il est prévu de mettre à jour le texte de ce Manuel pour accompagner l'évolution des technologies.



Hamadoun I. Touré
Directeur

*Bureau de Développement des Télécommunications
Union internationale des télécommunications*

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

1 Introduction

Compte tenu de l'évolution future des services de télécommunication, dans le domaine technique comme dans celui de l'exploitation, les pays en développement ont besoin de connaître les progrès les plus récents accomplis sur le plan international, afin d'en faire bénéficier leurs populations.

Ces pays doivent se tenir au courant de ces évolutions et des réalisations qui découlent de l'application des nouvelles technologies aux réseaux de télécommunication, afin de répercuter ces progrès dans le service qu'ils assurent aux usagers.

Le Manuel sur les nouvelles technologies et les nouveaux services a été établi dans l'optique de ces deux déclarations de la Conférence de La Valette (1998).

2 Structure du Manuel

Du fait de la complexité des questions de télécommunication et de la diversité des groupes de lecteurs, la structure du manuel doit obéir à certaines conditions de pédagogie. On a cherché à faire en sorte que le lecteur puisse tourner aisément l'information relative à un sujet donné. Par ailleurs, la structure est adaptée aux changements rapides que connaissent les télécommunications et également au fait que certains sujets sont encore à l'étude.

Le manuel se compose de quatre parties qui se présentent comme des fascicules séparés:

Fascicule 1: «Technologies nouvelles au service de réseaux nouveaux»

Fascicule 2: «Réseaux et services numériques»

Fascicule 3: «Réseaux et services basés sur le protocole IP»

Fascicule 4: «Réseaux et services de radiodiffusion sonore et de télévision»

Chaque chapitre forme un tout (dans certains cas, il en est de même pour des sections de chapitre), ce qui simplifiera la mise à jour du texte.

La mention de telles ou telles compagnies dans ce Manuel ne doit pas être interprétée comme une homologation ou une recommandation de l'UIT.

Dans chaque fascicule, le Chapitre 1 donne un aperçu général du sujet traité et précise les relations avec les autres fascicules. Chaque chapitre contient des références aux normes et aux publications pertinentes de l'UIT-T. On trouvera également des renvois aux normes importantes établies par d'autres organisations de normalisation. Certains chapitres donnent, en annexe, des exemples utiles qui élargissent l'éclairage du sujet traité.

On trouvera ci-après le sommaire des fascicules du Manuel. La table des matières détaillée est donnée au début de chaque fascicule.

Fascicule 1 – Technologies nouvelles au service de réseaux nouveaux

Ce fascicule se compose des chapitres suivants:

- 1 Introduction
- 2 Nouvelles technologies des supports de transport
 - Câbles à fibres optiques
 - Technologies numériques dans les systèmes de faisceaux hertziens

- Systèmes de communication mobiles
- Systèmes à satellites
- 3 Systèmes de commutation numériques
- 4 Nouveaux systèmes de signalisation et Système de signalisation N° 7
- 5 Techniques et méthodes de synchronisation
- 6 Systèmes de transmission numérique
- 7 Technologie ATM et Système de signalisation N° 7

Le Chapitre 1, Introduction et aperçu général, souligne la nécessité de mettre en œuvre des technologies nouvelles, avec deux objectifs: introduire de nouveaux services et assurer la compétitivité sur le marché, s'agissant des capacités et de la qualité.

Le Chapitre 2, Nouvelles technologies des supports de transport, expose les principales considérations qui sont à la base de la mise en œuvre des technologies optiques, numériques, radioélectriques et satellites.

Le Chapitre 3, Systèmes de commutation numériques, traite des technologies de commutation de circuits et par paquets, ainsi que de l'organisation des systèmes de commutation SPC.

Le Chapitre 4, Nouveaux systèmes de signalisation et Système de signalisation N° 7, donne les spécifications nécessaires pour les nouveaux réseaux numériques.

Le Chapitre 5, Techniques et méthodes de synchronisation, explique comment la synchronisation est mise en œuvre dans les nouveaux réseaux numériques.

Le Chapitre 6, Systèmes de transmission numérique, traite des techniques PDH, SDH, MRL et xDSL, en relation avec les normes les plus importantes, avec des exemples de mise en œuvre.

Le Chapitre 7, Technologie ATM et Système de signalisation N° 7, traite du transport, de la commutation et du format des cellules en technologie ATM, ainsi que de l'exploitation, de la maintenance, de la signalisation et de la gestion du trafic dans les réseaux ATM.

Fascicule 2 – Réseaux et services numériques

Le Fascicule 2 se compose de huit chapitres, avec des annexes et des études de cas:

- 1 Introduction
- 2 Réseaux et services numériques
- 3 Réseaux cellulaires et services mobiles numériques
- 4 Réseaux d'accès
- 5 Gestion des réseaux et des services
- 6 Aspects de planification
- 7 Aspects relatifs aux ressources humaines
- 8 Aspects financiers et économiques

Les *Chapitres 2, 3 et 4* portent sur différents sujets (technologies et structure de réseau, services correspondants), l'accent étant mis sur les principales caractéristiques et les besoins en matière de nouvelles architectures et d'interfonctionnement. Le Chapitre 2 se compose de dix sections consacrées à des réseaux fixes particuliers, par exemple: RTPC, RNIS, réseaux intelligents, réseaux à commutation par paquets, relais de trame, réseaux type ATM, services et normes de l'UIT-T applicables à des sujets connexes. L'Annexe 2A décrit le développement des télécommunications chinoises.

Le *Chapitre 5* traite de la gestion des services et des réseaux à la suite de la mise en œuvre du RGT.

Le *Chapitre 6* expose les lignes directrices de la planification des réseaux, avec des exemples donnés dans des annexes.

Le *Chapitre 7* se rapporte à la gestion des ressources humaines dans la perspective de la mise en œuvre des nouvelles technologies et des nouveaux services.

Enfin, le *Chapitre 8* a trait aux aspects financiers et économiques du développement des nouveaux réseaux et des nouveaux services.

Fascicule 3 – Réseaux et services numériques basés sur le protocole IP

Le Fascicule 3 a la composition suivante:

- 1 Introduction et définitions
- 2 Communications Internet
- 3 Protocole Internet (IP)
- 4 E-Commerce
- 5 Services Internet de base

Le *Chapitre 2* décrit l'augmentation spectaculaire du nombre des utilisateurs de l'Internet, des nouveaux services et des réseaux mettant en œuvre le protocole IP. On trouvera dans ce chapitre les définitions de base concernant le courrier électronique, le réseau WWW, l'Arpanet et les hyperliens.

Le *Chapitre 3* traite des caractéristiques du protocole IP de l'Internet, de la structure des paquets IP, des adresses IP, des systèmes «Voice over IP», Ipv4 et Ipv6.

Dans le *Chapitre 4*, on trouvera des explications sur le e-commerce, nouveau service de données concrétisant la future économie mondiale de l'information.

Le *Chapitre 5* traite de la nouvelle architecture IP des applications des services TeleINternet, en liaison avec les publications de l'UIT.

Le Fascicule 3 représente une première approche du sujet. Des révisions et des développements seront nécessaires.

Fascicule 4 – Réseaux et service de radiodiffusion sonore et de télévision

Ce fascicule se compose de cinq chapitres:

- 1 Introduction
- 2 Radiodiffusion audio numérique
- 3 Services de radiodiffusion télévisuelle numérique
- 4 Stratégies concernant la radiodiffusion télévisuelle numérique
- 5 Radiodiffusion de données

Le *Chapitre 1* est une introduction générale aux questions relatives aux réseaux et services de radiodiffusion sonore et de télévision.

Le *Chapitre 2* résume les avantages de la radiodiffusion audionumérique; il donne un aperçu des différents services et systèmes audionumériques. Le principal sujet traité est celui du système de radiodiffusion audionumérique de Terre (T-DSB).

Dans le *Chapitre 3* on trouve l'exposé des avantages de la transmission télévisuelle numérique (télévision à définition normale et télévision à haute définition). Ce chapitre traite des sujets suivants: structure d'un système de télévision numérique, radiodiffusion numérique par satellite, radiodiffusion numérique de Terre, planification, normes, réseaux et services.

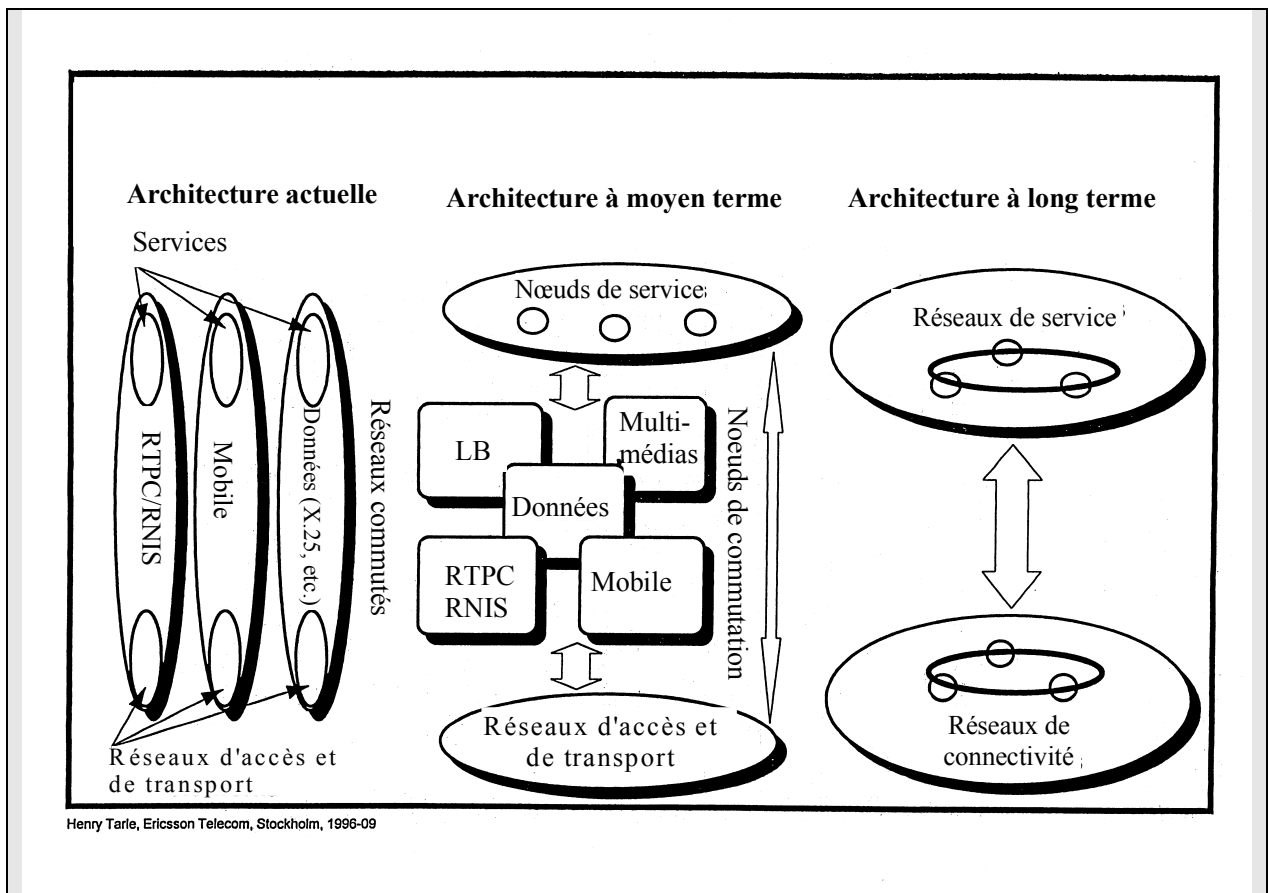
Le *Chapitre 4* porte sur les stratégies appliquées dans le domaine de la télévision numérique, l'accent étant mis sur la nécessité de passer des systèmes analogiques aux systèmes numériques. Ce chapitre spécifie des critères de planification pour différents systèmes, réseaux et services.

Le *Chapitre 5* «Radiodiffusion de données» analyse un nouveau domaine de développement pour les radiodiffuseurs, dans un environnement concurrentiel. On y définit les services de radiodiffusion de données et on donne des spécifications pour les systèmes correspondants. Ce chapitre contient une étude détaillée de la radiodiffusion de données sur les systèmes de Terre, avec utilisation des moyens suivants: radiocommunications à large bande, système de distribution multipoint multicanal, RNIS, distribution de télévision par câble, à quoi s'ajoutent quelques exemples de radiodiffusion en multimédia.

Mode d'emploi du manuel

Pour pouvoir utiliser le Manuel, il faut comprendre les changements qui interviennent dans la gestion des télécommunications. Le succès de cette gestion dépend de trois catégories, qui sont de la plus grande importance:

Figure – Evolution des réseaux et des services de télécommunication de l'intégration verticale vers l'intégration horizontale



Comment lire le Manuel?

Les tableaux qui suivent faciliteront la lecture du Manuel pour différents groupes de lecteurs.

Figure – Pour les cadres des organismes d'exploitation et de régulation des télécommunications

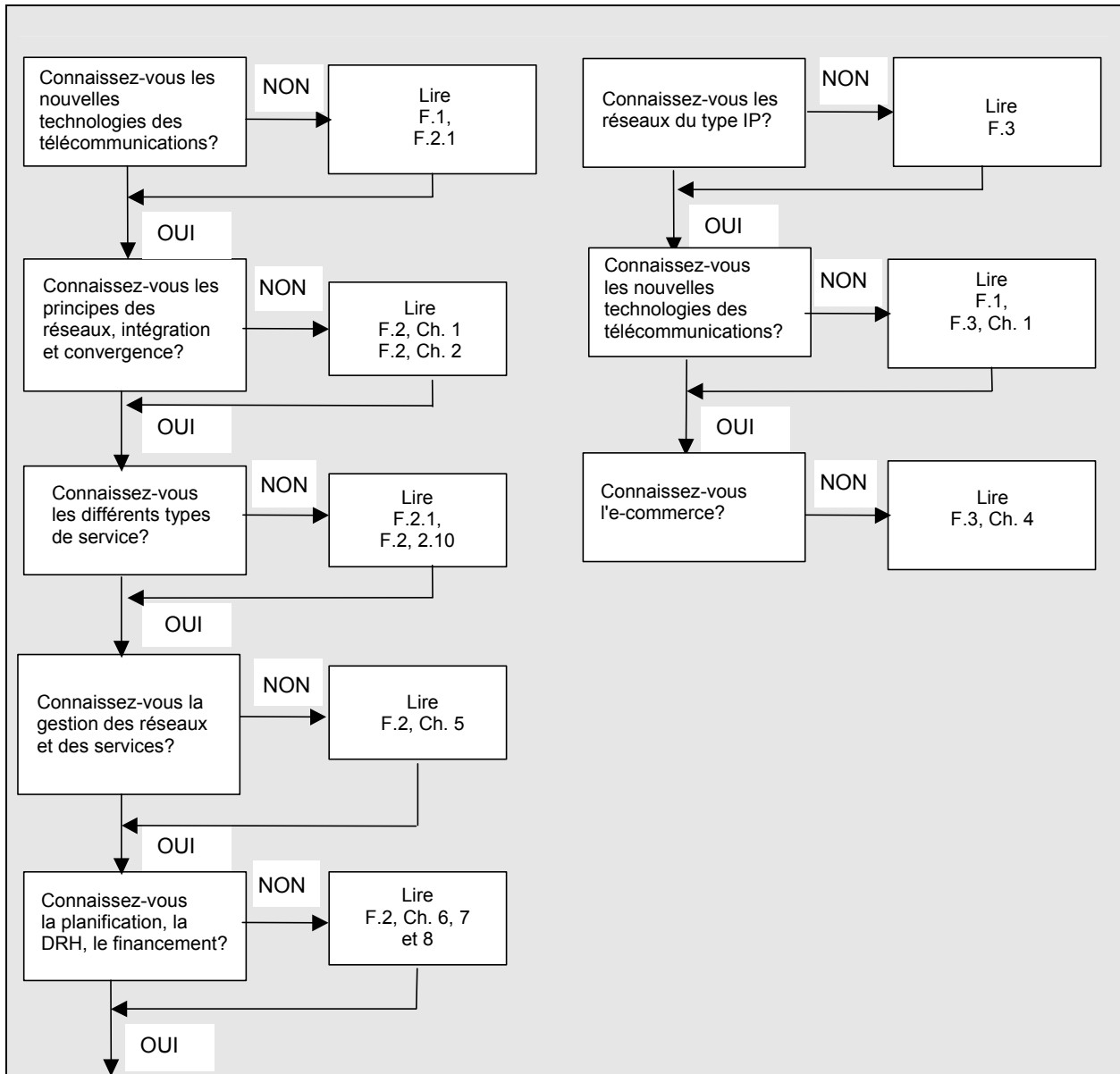


Figure – Pour les cadres et le personnel d'exploitation de la radiodiffusion

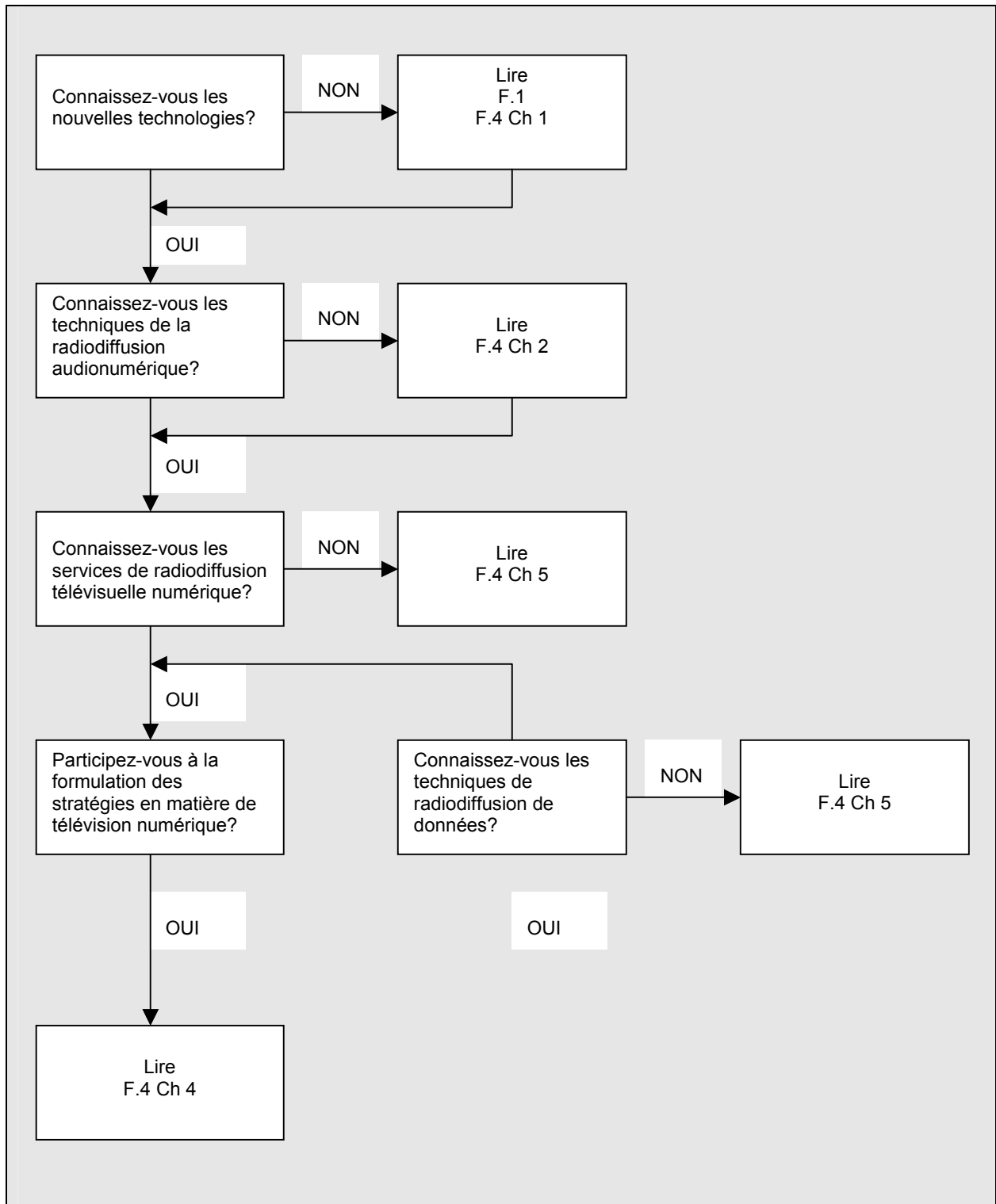
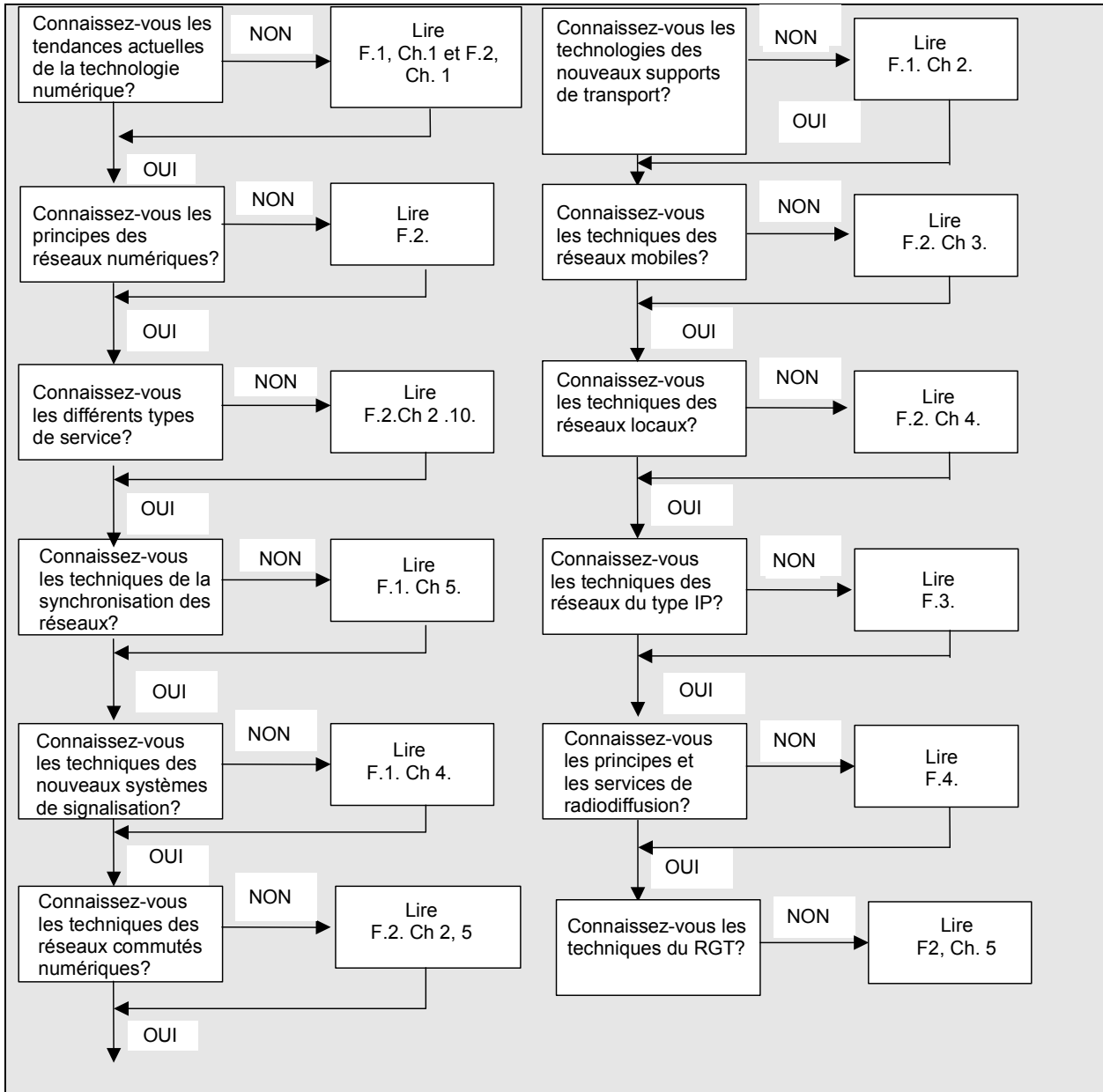


Figure – Pour les planificateurs et les cadres techniques



FASCICULE 2

Réseaux et services numériques**CHAPITRE 1****Introduction****1.1 Généralités**

Les télécommunications peuvent être structurées de différentes manières. Une approche possible consiste à considérer les télécommunications, du point de vue de l'utilisateur et de l'exploitant, sous ses aspects:

- Réseau; et
- Services.

Différents services imposent des exigences différentes au réseau. Ces exigences déterminent le type de réseau approprié à des services donnés. Elles affectent également la planification et le dimensionnement du réseau. Les services se caractérisent par les paramètres suivants:

- Largeur de bande
 - Bande étroite ≤ 64 kbit/s
 - Large bande $n \times 64$ kbit/s < 2 Mbit/s
 - Large bande > 2 Mbit/s
- Variations des caractéristiques de bande passante
 - Débit continu
 - Débit variable
- Erreurs binaires et temps de propagation
 - Voix
 - Données
 - Vidéo

Les largeurs de bande nécessaires pour différents services sont détaillées à la Figure 1.1.

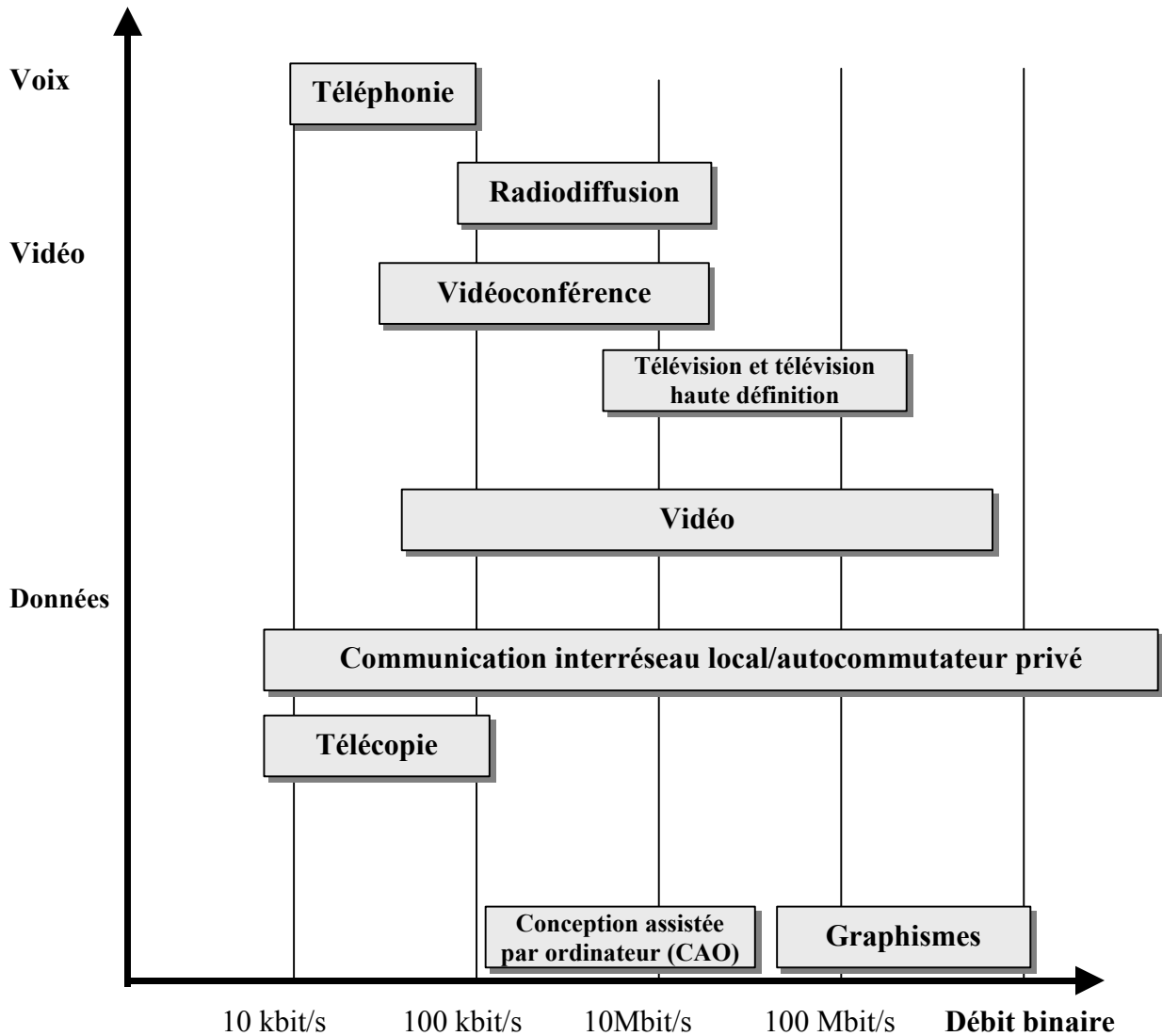
La création de services est déterminée par les besoins des utilisateurs. Ces besoins peuvent être catégorisés comme suit:

- Connectivité permanente
- Portabilité de numéro/adresse utilisateur unique
- Regroupement de services (interface utilisateur conviviale vers un nombre croissant de services de réseau)
- Facturation commune/facture unique pour les services de communication
- Profil de service universel (tenu à jour de manière transparente sur différents réseaux)
- Point de contact commun pour les services à la clientèle et la gestion/personnalisation des services.

La personnalisation des communications, induite par les téléphones mobiles, coïncide avec une tendance à la fourniture de services plus personnalisés par le réseau Internet. L'émergence de portails verticaux, de communautés en ligne et de méthodes de marketing direct permettront à l'Internet d'évoluer vers l'étape suivante caractérisée par des contenus et des services totalement personnalisés. Le service Internet Mobile

met en œuvre une technique qui permet de dépasser les capacités actuelles et d'offrir des services «dans la poche de l'utilisateur». Les progrès réalisés par le protocole WAP (protocole d'application hertzienne, *Wireless Applications Protocol*) en 1999/2000 ouvrent la voie à ce service. La prochaine phase de personnalisation des services comprend le regroupement de la voix, de l'Internet et du multimédia sur le dispositif mobile personnel de l'utilisateur.

Figure 1.1 – Caractéristiques de largeur de bande de différents services



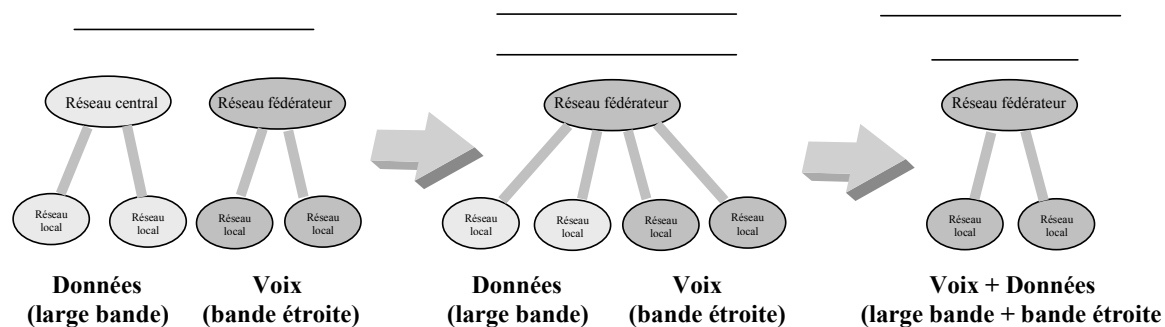
L'ensemble de ces tendances se répercute sur le développement du réseau. Le terme «convergence» est fréquemment employé et a une incidence sur les développements de réseau futurs. Les débats sur cette question peuvent être résumés comme suit:

- Convergence voix-données
- Convergence fixe-mobile
- Convergence de trois secteurs industriels: les télécommunications, l'informatique et la radiodiffusion.

Convergence voix-données

L'intégration des réseaux vocaux et de données est une évolution qui s'imposera très probablement. D'une part, les signaux vocaux seront de plus en plus fréquemment transportés sur des liaisons de données (par exemple ATM, IP). D'autre part, il est évident qu'assurer l'entretien de deux réseaux différents est nettement plus coûteux que l'exploitation d'un seul réseau intégré. Un scénario de migration possible est présenté à la Figure 1.2.

Figure 1.2 – Exemple de scénario de convergence voix-données



Convergence fixe-mobile (CFM)

La convergence fixe-mobile (CFM) présente des difficultés majeures aux exploitants. Elle constitue un moyen pour les exploitants de réseaux fixes d'offrir à leurs clients des fonctions de type mobile, comme l'indépendance du lieu d'appel, pour tenter de réduire le flux des utilisateurs remplaçant des appels à partir d'une ligne fixe par des appels à partir d'un mobile et de conserver l'aboutissement des appels sur le réseau fixe. La CFM permet également aux exploitants de réseaux mobiles d'offrir à leurs clients le prix, la qualité de service et le débit auxquels ils sont habitués de la part des réseaux fixes. A l'inverse, les nouveaux services doivent venir compléter les services de données émergents. Pour répondre à cette exigence, les exploitants de réseaux mobiles cherchent à améliorer leurs capacités en bande passante. Mais, les exploitants de réseaux fixes cherchent également des moyens d'augmenter l'utilisation de la capacité et des fonctionnalités de leurs réseaux. Cet intérêt pour la convergence fixe-mobile soulève en outre d'autres questions, à savoir: qui conduit la convergence? Qui l'élabore? Qui la gère? Comment la réguler? Ces problèmes nécessitent la mise en place de stratégies à long terme aussi bien de la part des exploitants de réseaux fixes et mobiles que de la part des autorités de réglementation.

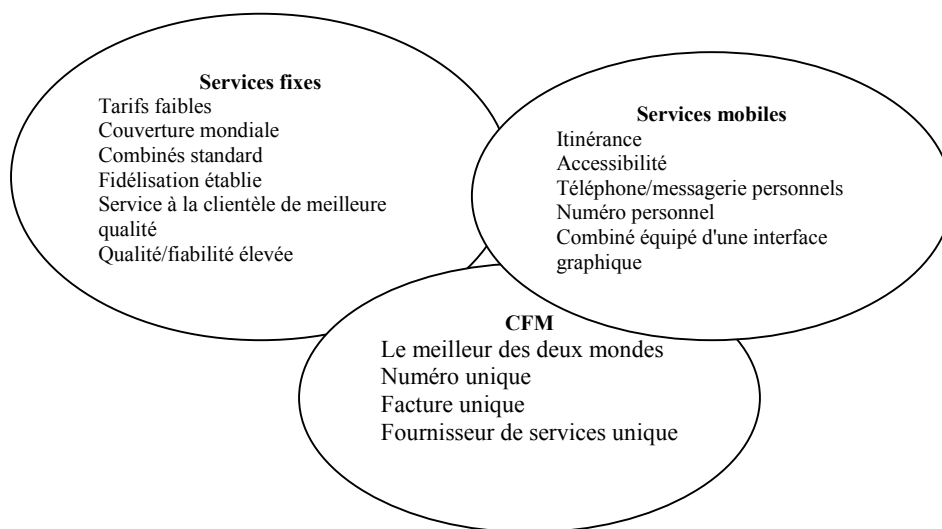
Une première phase possible de mise en œuvre de services CFM est illustrée à la Figure 1.3.

Les avantages de la convergence fixe-mobile pour l'utilisateur sont les suivants:

- Services de facturation regroupant les taxations d'appel des réseaux fixe et mobile sur une facture unique en prenant, éventuellement, en compte plusieurs combinés et lignes fixes.
- Services de messagerie intégrés.
- Combiné multistandard.
- Centres communs de service à la clientèle.
- Numéros uniques.
- Réseau privés virtuels mobiles.
- Propositions tarifaires groupées et dégressives.

L'inconvénient que présente la convergence fixe-mobile pour les exploitants est la complexité de la gestion des services CFM qui implique la mise en place de plates-formes de facturation et de systèmes d'aide à la clientèle nouveaux.

Figure 1.3 – Structure des services CFM



Convergence des secteurs des télécommunications, de l'informatique et de la radiodiffusion

L'opinion générale est que trois technologies et trois secteurs industriels différents – télécommunications, informatique et radiodiffusion – vont constituer un seul secteur industriel qui pourra être appelé industrie de «l'infocommunication», reposant sur un ensemble commun de technologies essentielles. Les produits et les services de cette industrie constitueront les «infrastructures de l'information» des économies et sociétés en réseau de l'avenir, sur une échelle tendant à devenir mondiale. On est loin actuellement de pouvoir déterminer avec précision la manière dont cette évolution se produira et quelles sont les stratégies structurelles appropriées. Toutefois, pour pouvoir planifier les développements à venir, il est très important de réfléchir à cette question.

Pour imaginer comment l'environnement des télécommunications va probablement évoluer au cours des cinq à dix prochaines années, l'UIT, dans le cadre de son Plan stratégique, a proposé le modèle ci-après (Figure 1.4) comme point de départ de la discussion:

Tableau 1.4 – Dimensions verticales et horizontales des industries de l'infocommunication
(Les exemples ci-dessus sont donnés à titre indicatif et ne sont pas exhaustifs)

Couche horizontale	Segments verticaux		
	Télécommunications	Informatique	Radiodiffusion
Terminaux	Téléphone Télécopie Télex	Terminaux non intelligents Ordinateurs individuels Ordinateurs de réseau	Récepteurs radio Téléviseurs Magnétophones Magnétoscopes
Applications	Télémarketing Audiotex Services à valeur ajoutée	Accès aux bases de données Courrier électronique Simulations (jeux)	Loisirs Information Éducation
Services	Voix Données Texte	Traitement électronique de données (EDP) Automatisation des processus Outils de productivité	Radiodiffusion Télévision Télétext
Éléments des réseaux	Accès local Commutation Transmission	Serveurs Routeurs Réseaux RLE, MAN, WAN	Voie hertzienne Câble Satellite
Installations et dispositifs	Fils, câbles, fréquences, antennes, satellites, générateurs de signaux, processeurs, récepteurs		

Dans la perspective de ce modèle, les scénarios suivants sont proposés pour réflexion:

- Scénario *intégration des réseaux*: les différentes installations qui ont été utilisées dans le passé par les télécommunications, l'informatique et la radiodiffusion seraient absorbées par des réseaux à grande capacité capables de fournir tous les services d'information et de communication de manière intégrée, dans des environnements câblés ou hertziens (RNIS-B, UMTS, UPT, IMT-2000).
- Le deuxième scénario, *enrichissement vertical*, tient compte de certains des principaux développements qui se sont produits au cours des dix dernières années et avant tout l'enrichissement des produits et des services des secteurs verticaux traditionnels du marché, ainsi que la création de nouveaux secteurs verticaux.
- Dans le troisième scénario, *matrice concurrentielle*, les dimensions horizontales de l'industrie de l'infocommunication commencent à prendre autant d'importance que les dimensions verticales. Les frontières entre les secteurs industriels verticaux (les anciens comme les nouveaux) commenceront à s'effacer et la concurrence ne se produira pas seulement dans la fourniture de services (pas seulement au niveau d'infrastructures concurrentes), mais elle concernera la combinaison des deux (Internet, fournisseurs de services d'information, fournisseurs de capacité).
- Dans le cadre du quatrième scénario, *intégration horizontale*, les structures industrielles verticales qui ont caractérisé le secteur des communications dans le passé et continuent à dominer cette industrie aujourd'hui sont en grande partie réorientées en couches horizontales.

Le scénario qui sera mis en œuvre dépendra de la politique globale en matière de télécommunications de chaque pays.

1.2 Vers une nouvelle architecture de communication

Pour mettre en œuvre une nouvelle stratégie de mise en réseau pour un marché des communications en pleine convergence, les exploitants doivent s'appuyer sur des systèmes véritablement ouverts qui invitent à la concurrence sur des couches horizontales. Lors du passage vers cet environnement ouvert, il est nécessaire de prendre en considération quatre conditions:

- Il n'existe pas de frontière clairement définie entre technologies de réseau du passé et de l'avenir. Les transformations doivent s'appuyer sur des stratégies de migration viables qui garantissent une continuité d'exploitation commerciale.
- Les résultats obtenus par l'utilisateur final déterminent au bout du compte le succès ou l'échec de l'exploitant. Sur un marché fortement concurrentiel, les utilisateurs s'attendent à trouver, et exigent, des services de très haute qualité.
- Des normes de fait, qu'il s'agisse de normes industrielles officielles ou de normes propriétaires, peuvent répondre aux besoins du marché en matière d'interfaces ouvertes pour intégrer des solutions complètes. Toutefois, les normes industrielles officielles qui sont largement partagées et aisément disponibles confèrent aux exploitants une plus grande souplesse dans un marché multifournisseur ainsi qu'un plus grand nombre de possibilités de rentabilisation de leurs propres produits auprès des utilisateurs finals.
- Il y a une différence énorme entre l'exploitation d'un réseau optimisé pour la transmission de bits de données et la garantie de fourniture de services de bout en bout sur plusieurs réseaux. Une telle garantie ne peut être assurée que par des systèmes à intégration de services de bout en bout de grande taille et des solutions de gestion de réseau qui prennent en compte un environnement multifournisseur véritablement ouvert.

1.3 Architecture de communication du futur

Les réseaux de la prochaine génération s'appuieront sur un modèle à trois couches. Il ne faut pas en déduire que tous les réseaux se ressembleront, puisque les stratégies de migration varieront. Il n'en demeure pas moins que, globalement, les architectures de réseau du futur s'articuleront autour des couches génériques suivantes:

- *Couche contenu et applications utilisateur*

La couche contenu comprend les applications utilisateur qui ne sont plus installées, comme auparavant, sur le réseau de télécommunication. Elles peuvent résider sur l'Internet ou sur des serveurs spécialisés mais sont considérées comme étant hors réseau du point de vue des communications. Entre le réseau et les applications, on trouve des logiciels standard personnalisés et des API (interfaces de programme d'application) ouvertes.

- *Couche Commande des communications et applications*

La couche commande des communications et applications comprend l'ensemble des fonctions de commande, d'assistance et de gestion de la mobilité, c'est-à-dire toutes les fonctions nécessaires à l'établissement des connexions et des sessions, etc.

- *Connectivité*

La couche connectivité comprend toutes les fonctions d'accès, de transport et de réseau fédérateur. Il s'agit, en fait, du «tuyau de données» destiné au transport des communications et des informations.

Cette schématisation à trois volets permet de comprendre plus aisément le partage logique des tâches au sein d'un réseau. Ces couches valent pour tous les types de réseau : réseau fixe, mobile, à large bande, etc. Ce schéma fonctionnel peut également être considéré sous l'angle commercial et financier. Comme chaque couche a une tâche unique et distincte à remplir, elle entre en ligne de compte de différentes manières dans l'analyse de rentabilisation de l'exploitant.

1.3.1 Couche contenu et applications utilisateur

La couche contenu et applications utilisateur exécute des services centrés sur les informations que les utilisateurs paient en fonction d'un mode de tarification sous-jacent, par exemple accès/durée d'utilisation ou débit. Ces services peuvent comprendre des applications de commerce électronique ou toute autre activité en ligne et sont généralement hébergés par des serveurs hors réseau.

Bien que les exploitants aient la possibilité d'élaborer eux-mêmes certaines applications utilisateur, ils doivent avant tout mettre en œuvre un environnement applicatif souple et à l'abri de l'obsolescence, afin de pouvoir déployer de nouveaux services avec un fort degré de personnalisation. Différents partenaires, éditeurs de logiciels indépendants et industriels peuvent ensuite élaborer et commercialiser des applications utilisateur spécifiques.

En fait, la plus large part des investissements proviendra de ces acteurs, comme en témoigne les innovations actuelles associées au protocole WAP (protocole d'application hertzienne). On assiste également à des progrès importants dans le domaine de la fourniture de services d'applications (Applications Service Provisioning, ASP), service au moyen duquel des applications logicielles peuvent être téléchargées par l'utilisateur sur Internet chaque fois qu'il en a besoin pour un coût donné. Ces services peuvent être proposés par un exploitant et/ou un fournisseur de services Internet, ou un acteur indépendant entièrement responsable de la qualité de service, des mises à jour, etc.

Les services vocaux de haute qualité continueront à constituer une part importante de nombreuses applications et représentent donc un domaine privilégié de développement technique. La reconnaissance de la parole, des agents intelligents évolués et des interfaces utilisateur plus intuitives feront de la voix humaine une composante essentielle de tout service. Par conséquent, toutes les applications de conversation, des appels vocaux aux applications centrées sur les informations, s'appuieront des signaux vocaux à durée de vie critique transmis en temps réel. La capacité de l'exploitant à fournir ce type de service aura une incidence directe sur l'utilisateur.

Les équipements de la couche applications utilisateur se composeront de plates-formes serveur ouvertes dotées des logiciels standard personnalisés nécessaires, à savoir des outils applicatifs et de communication.

1.3.2 Couche commande des communications et applications

La couche commande des communications et applications comprend l'ensemble des fonctions permettant d'offrir des services transparents et de haute qualité sur différents réseaux publics et privés. Les capacités de cette couche garantissent la rentabilité de l'exploitation. Cette couche contient la logique du système pour des systèmes tels que les réseaux GSM, les réseaux de téléphonie fixe et les réseaux IP/données, ainsi que les systèmes à venir tels que les services GPRS (services généraux de radiocommunication par paquets), l'accès AMRC (accès multiple par répartition en code à large bande) de troisième génération et autres réseaux multimédias.

A terme, cette couche sera constituée d'un ensemble de serveurs dotés de capacités de service diverses qui offriront la souplesse nécessaire pour assurer la rentabilité des opérations commerciales établies tout en autorisant la mise en place d'opérations nouvelles et novatrices. Un différentiateur clé entre exploitants sera la capacité d'assurer des services de réseau différenciés sur divers réseaux.

Cette couche représente la source de profit effective des réseaux de la prochaine génération. Ce modèle commercial exige que les exploitants conservent en interne cette compétence de base.

1.3.3 Connectivité

La couche connectivité représente avant tout un très grand tuyau de données c'est-à-dire un mécanisme de transport qui ne tient pas compte du fait que les informations transportées sont des signaux vocaux, des données ou du multimédia. Cette couche peut être mise en œuvre – et le sera effectivement – à la fois sur des équipements IP et ATM et la réussite de l'exploitant dépendra essentiellement de sa domination du marché par les coûts.

L'architecture de connectivité comprend à la fois le réseau de transport fédérateur et les réseaux d'accès: téléphonie fixe, télévision à antenne collective, communications mobiles, accès aux entreprises, etc.

L'architecture de réseau comprend des équipements centraux et des équipements périphériques. Les équipements centraux acheminent des flux de trafic composites entre nœuds de service placés à la périphérie du réseau fédérateur. Les équipements périphériques fournissent le tuyau de données équipé des outils nécessaires pour garantir la qualité de service appropriée et collectent toutes les données client liées au trafic nécessaires aux opérations de comptabilité et de facturation.

1.4 Structure du Fascicule 2

Le présent Fascicule comprend une introduction et huit chapitres.

Le Chapitre 2 traite des réseaux et services numériques et est subdivisé en dix sous-chapitres.

- Le sous-chapitre 1 décrit la structure de base du *réseau téléphonique public commuté (RTPC)* qui se présente sous la forme d'une structure à trois niveaux: réseau d'accès, réseau local et réseau de transit.
- Le sous-chapitre 2, *réseau numérique à intégration de services, RNIS*, décrit les spécifications de l'interface RNIS, les services RNIS et les configurations de référence. Il contient également une brève description des blocs fonctionnels.
- Les *réseaux intelligents* sont décrits au sous-chapitre 3. Il contient également des considérations relatives à l'introduction de services RI dans le réseau général et au rôle futur des réseaux intelligents. Des tableaux d'ensembles de capacités et de fonctions RI sont fournis.
- Le sous-chapitre 4, *réseaux à commutations par paquets*, décrit la structure de base de X.25, les principes de la transmission par paquets et les couches X.25.
- Le sous-chapitre 5 traite du *relais de trame* en tant que solution permettant d'augmenter la bande passante et de diminuer le temps de propagation lors de la transmission de données. Il comprend des définitions d'ordre général, des formats de trame et des procédures relatives à la couche de liaison de données.
- Les *réseaux ATM* sont décrits dans le sous-chapitre 6.
- Le sous-chapitre 7 traite de *l'interfonctionnement entre réseaux* et présente des principes de base de l'interfonctionnement entre différents réseaux ainsi que des exemples de cas d'interfonctionnement.
- Le sous-chapitre 8 contient une liste de *nouveaux services*, notamment de services RNIS-BE, de services à large bande et services multimédias, accompagnée d'exemples appropriés.
- Le sous-chapitre 9, *tendances futures* en matière de développement de services, traite plus particulièrement des services RI.
- Les sous-chapitres 10 et 11 contiennent des listes de *normes UIT* importantes portant sur l'ensemble des réseaux présentés au Chapitre 2.

Une annexe au Chapitre 2 contient une étude de cas relative au développement des télécommunications en Chine.

Le Chapitre 3 traite de l'évolution des réseaux mobiles, de la première génération jusqu'aux systèmes IMT-2000. Ce chapitre traite également du phénomène de convergence fixe-mobile.

Le Chapitre 4, *réseaux d'accès*, contient deux sous-chapitres. Le premier examine l'architecture fonctionnelle des réseaux d'accès et comprend des scénarios de mise en œuvre possibles ainsi que les normes appropriées de l'UIT. Le second traite de l'accès hertzien et des solutions techniques correspondantes.

Le Chapitre 5, *gestion de réseau et de services*, définit quelques éléments moteurs pour une approche nouvelle des problèmes de gestion et des architectures RGT. Il comprend en outre des exemples de mise en œuvre et une présentation de l'évolution des outils de gestion.

Le Chapitre 6 traite des *aspects de planification* et présente séparément les aspects radioélectriques et non radioélectriques. Ce chapitre propose également des plans de développement et des scénarios de développement à court, moyen et long terme. Les publications pertinentes de l'UIT sont indiquées à titre de référence.

Le Chapitre 7 traite de la nécessité de développer des ressources humaines pour prendre en charge la mise en œuvre de nouvelles techniques.

Le Chapitre 8, *aspects économiques et financiers*, présente des méthodes d'analyse économique, des considérations politiques et des problèmes de tarification.

Les références indiquées dans ces différents chapitres devraient permettre au lecteur de trouver des renseignements complémentaires sur les sujets abordés.

Chacun de ces chapitres est autonome (et, dans certains cas, les sous-chapitres sont également autonomes) afin de faciliter la mise à jour du document.

1.5 Liste d'abréviations

API	Interface de programme d'application (<i>application programming interface</i>)
ASP	Fourniture de services d'applications (<i>application service provisioning</i>)
ATM	Mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CAD	Conception assistée par ordinateur (<i>computer aided design</i>)
FMC	Convergence fixe-mobile (CFM) (<i>fixed mobile convergence</i>)
GPRS	Services généraux de radiocommunication par paquets (<i>general packet radio service</i>)
HDTV	Télévision haut définition (<i>high definition television</i>)
IMT-2000	Télécommunications mobiles internationales (<i>international mobile telecommunications</i>)
IN	Réseau intelligent (RI) (<i>intelligent network</i>)
IP	Protocole Internet (<i>internet protocol</i>)
ISDN	Réseau numérique à intégration de services (RNIS) (<i>integrated service digital network</i>)
ISP	Fournisseur de services Internet (<i>internet service provider</i>)
LAN	Réseau local (<i>local area network</i>)
MAN	Réseau de zone urbaine (<i>metropolitan area network</i>)
N-ISDN	RNIS bande étroite (RNIS-BE) (<i>narrow band ISDN</i>)
TMN	Réseau de gestion des télécommunications (RGT) (<i>telecommunication management network</i>)
UMTS	Système de télécommunications mobiles universelles (UMTS) (<i>universal mobile telecommunication services</i>)
UPT	Télécommunications personnelles universelles (TPU) (<i>universal personal telecommunications</i>)
WAN	Réseau étendu (<i>wide area network</i>)
WAP	Protocole d'application hertzienne (<i>wireless application protocol</i>)
WCDMA	Accès multiple par répartition en code à large bande (AMRC large bande) (<i>wideband code division multiple access</i>)

CHAPITRE 2

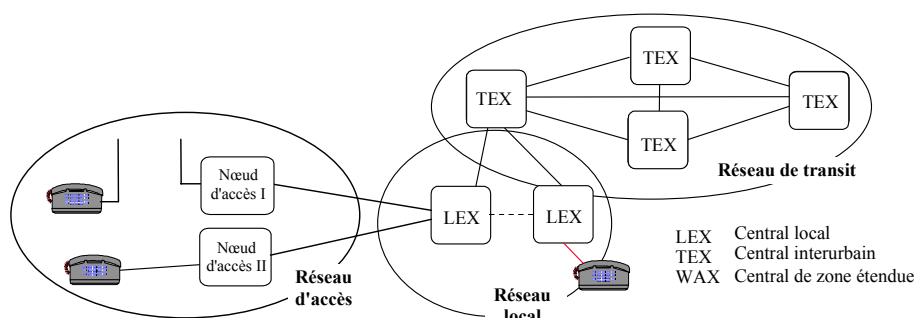
2 Réseaux et services numériques

2.1 Réseau téléphonique public commuté (RTPC)

Le réseau téléphonique public commuté (RTPC) est la base des télécommunications actuelles. Il offre aux abonnés un support de transport des signaux dans la gamme de fréquences de 300 Hz à 3,4 kHz dans laquelle les signaux sont codés au moyen d'une technique appelée MIC (modulation par impulsion et codage). Cette technique code des échantillons du signal, prélevés à intervalles réguliers, en un code numérique. Ce système de codage a été normalisé de telle sorte que la fréquence d'échantillonnage soit de 8 kHz et la valeur d'échantillonnage soit codée sur 8 bits. Chaque conversation est ainsi transformée en un train de bits continu de 64 kbit/s qui est multiplexé dans le réseau vers des porteuses à plus haut débit de données. Bien que l'élément de base de la hiérarchie numérique soit un bloc de 64 kbit/s, les normes ont divergé et il existe aujourd'hui des débits de données différents pour les signaux multiplexés.

En général, le réseau RTPC est un réseau à commutation de circuits. Ceci veut dire qu'un circuit de bout en bout est établi et maintenu entre les entités qui communiquent pendant toute la durée de «l'appel». Cette approche assure un temps de propagation minimal et une qualité de service constante pendant toute la durée de l'appel.

Figure 2.1.1 – Structure générale du réseau RTPC



En règle générale, le réseau RTPC est structuré conformément à la description donnée à la Figure 2.1.1. Le réseau d'accès doit fournir la liaison de communication physique entre le point d'extrémité de la communication et le central local. Toutes les fonctions liées aux abonnés sont implantées dans le central local (LEX). Les commutateurs implantés au niveau du central interurbain (TEX) ont été ajoutés pour avoir la possibilité de structurer et d'optimiser le réseau en fonction des mesures de trafic et du comportement des abonnés.

L'objectif principal d'un réseau de commutation est de réduire les coûts d'exploitation du réseau. Les principes généralement appliqués pour réduire les coûts d'exploitation sont les suivants:

- nombre réduit de systèmes de commutation et de sites d'implantation de centraux,
- élimination des petits faisceaux entre les centraux, et
- introduction d'une gestion centralisée des éléments de réseau.

Il devient possible d'installer ce type de réseau grâce à la mise en œuvre de:

- grands centraux numériques hôte combinés à
- des techniques de réseau d'accès évoluées fournissant un accès à distance à la ligne de l'abonné, et
- des techniques de transmission économiques.

2.1.1 Réseaux d'accès

Différentes solutions existent pour relier des abonnés à un central local. Ils peuvent être connectés directement (via des câbles en cuivre) à un central local. Cette solution peut être envisagée si la distance entre le lieu d'implantation de l'abonné et le central est inférieure à 14 km (valeur qui peut varier en fonction des conditions physiques du câble).

Pour d'autres types d'accès ou de sites distants, des nœuds de réseau d'accès peuvent être installés. Ces nœuds de réseau d'accès concentrent généralement le trafic provenant des sites distants vers l'hôte sur des liaisons de transmission. Les nœuds de réseau d'accès peuvent être connectés aux hôtes par l'intermédiaire d'équipements d'extrémité de voies (alimentation des interfaces analogiques du commutateur par le nœud du réseau d'accès) ou par des interfaces de multiplexage propres au système.

Certains commutateurs et réseaux d'accès acceptent également des interfaces ETSI V5.1 et V5.2 indépendantes du système qui s'appuient sur des liaisons de transmission de 2 Mbit/s.

Dans le cas de réseaux d'accès indépendants du système, une corrélation entre la gestion de la ligne d'abonné de l'hôte et le réseau d'accès doit être mise en œuvre. Cette opération n'est pas nécessaire si le nœud d'accès est une composante distante de l'hôte.

Pour pouvoir prendre en charge différentes topologies de réseau ou différents supports d'accès physiques, des équipements de réseau d'accès sont disponibles pour des infrastructures radioélectriques, à câbles en cuivre, à câbles coaxiaux ou à fibres optiques.

2.1.2 Niveau central local

Un réseau local fondé sur les techniques actuelles dessert généralement de 80 000 à 120 000 lignes. Du fait des limites de capacité des systèmes de commutation numériques qui étaient proposés il y a quelques années, une telle capacité exigeait au moins trois systèmes de commutation par réseau local. Il peut s'agir de systèmes de commutation multiples combinés de type local/transit au niveau des centraux régionaux et/ou de centraux locaux complémentaires. Les centraux d'un réseau local peuvent être maillés si le volume de trafic le justifie.

Pour assurer l'exploitation de services RI largement déployés sur le réseau, la fonction SSP devrait être intégrée à tout central local.

Les fonctions de base d'un central local sont:

- la conversion de signaux analogiques en signaux numérique et vice versa;
- l'alimentation des lignes d'accès;
- la collecte des enregistrements de données d'appel;
- les mesures des lignes;
- l'acheminement.

Les fonctions additionnelles d'un central sont:

- la fourniture de services (par exemple centrex, renvoi d'appel, avis de taxation) et autres.

2.1.3 Niveau central interurbain

Selon la taille du réseau, le niveau central interurbain peut être subdivisé en deux parties comme l'illustre la Figure 2.1.2.

Le niveau hiérarchique le plus élevé du réseau est le réseau étendu. Dans la zone étendue, chaque central est réservé à un réseau régional particulier. Ceci veut dire que le central de zone étendue rassemble le trafic interrégional (ou international) provenant de son réseau régional et l'achemine vers le central de zone étendue de destination. Le central de zone étendue distribue le trafic de transit entrant destiné à son réseau régional aux centraux régionaux de destination appropriés.

Le réseau étendu est un réseau de transit totalement maillé. L'acheminement dynamique non hiérarchique (DNHR) peut être appliqué pour mettre en œuvre un réseau fédérateur résistant et de haute qualité.

Chaque central de zone étendue se compose de deux systèmes de commutation pour des raisons de sécurité et de capacité.

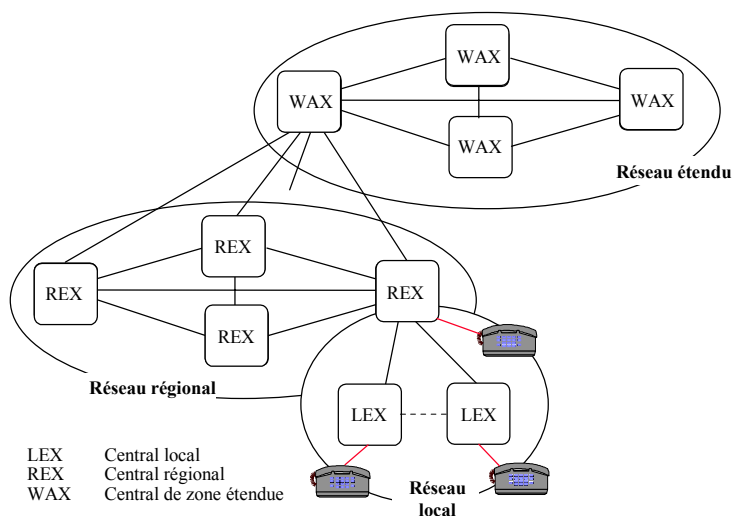
Les centraux du réseau régional sont à double anneau c'est-à-dire qu'ils sont connectés aux deux systèmes de commutation de leur central de zone étendue.

Chaque réseau régional est dédié à un central de zone étendue. Le trafic interrégional (ou international) provenant de et aboutissant à une région est rassemblé et distribué sur une topologie de réseau (partiellement) en étoile.

Le réseau régional transporte le trafic intrarégional. Dans ce but, les centraux régionaux de chaque région sont partiellement maillés en fonction du volume de trafic réel transitant entre centraux. En définitive, les réseaux régionaux peuvent appliquer le même mode d'acheminement de type DNHR que le réseau étendu. Ceci permet d'appliquer un même processus de planification de réseau à tous les sous-réseaux de transit.

Dans le cas de réseaux de petite taille et de taille moyenne, il est possible de supprimer le réseau régional. Dans ce cas, le réseau étendu est responsable de la mise à disposition des fonctions décrites pour le réseau régional.

Figure 2.1.2 – Structure d'un réseau de transit



2.1.4 Signalisation

Pour la signalisation dans le réseau, le protocole SSCS7 (Système de signalisation N° 7 par canal sémaphore) est utilisé.

Le réseau N° 7 doit prendre en compte les types de signalisation différents suivants :

- signalisation SSUT (sous-système utilisateur téléphonie) liaison par liaison liée aux circuits pour la commande d'appel;
- signalisation de bout en bout pour des services non liés aux circuits (par exemple aboutissement d'appel vers un abonné occupé) entre centraux;

- c) signalisation INAP (protocole d'application de réseau intelligent) de bout en bout de/vers des serveurs centraux;
- d) signalisation de/vers d'autres réseaux.

Ces types de signalisation diffèrent en fonction de leurs caractéristiques de trafic (volume, source et destination, contraintes de temps de propagation) et de leurs conditions d'acheminement et de gestion.

Le réseau N° 7 se compose globalement de deux niveaux.

Le trafic de signalisation SSUT liaison par liaison lié aux circuits intraréseaux (type a)) est traité par un réseau N° 7 fortement lié à la structure du réseau de commutation. Ceci veut dire que la signalisation peut être le plus souvent associée aux faisceaux entre centraux (mode associé). Uniquement dans les cas où les volumes de trafic de signalisation ne justifient pas une liaison directe (bien que le trafic utilisateur justifie un faisceau direct), le mode quasi associé (signalisation via un autre central) est appliqué. Le mode quasi associé est également appliqué à des trajets de rechange, trajets qui sont utilisés lorsque les liaisons associées sont encombrées ou défectueuses.

Le second niveau du réseau N° 7 est le réseau fédérateur qui se compose de nœuds N° 7 autonomes qui, dans la terminologie N° 7, sont appelés points de transfert de signalisation (PTS) ou points sémaphores relais (SRP). Ces nœuds N° 7 traitent les types de trafic b), c) et d). Les points PTS/SRP représentent des commutateurs par paquets qui se limitent à acheminer des messages de signalisation sans y inclure des fonctions d'application.

Les points PTS/SRP permettent une gestion centralisée des types de trafic N° 7 mais impliquent des conditions plus sévères relatives à l'acheminement et à la surveillance. La fonction SRP des nœuds N° 7 accepte un acheminement fondé sur une conversion d'appellation globale. Cette opération est appliquée par exemple pour traiter les points PTS desservant un groupe particulier de clients de service RI. Les points PTS/SRP sont des sites centraux pour l'interconnexion de signalisation d'où émergent les liaisons de signalisation vers d'autres réseaux. Ces sites hébergent par conséquent des équipements N° 7 additionnels permettant une surveillance étroite de la signalisation d'interconnexion. Cette mesure permet à l'exploitant de protéger son propre réseau, par exemple contre la propagation d'une défaillance potentielle émanant d'autres réseaux.

2.2 Réseau numérique à intégration de services (RNIS)

Le terme RNIS (réseau numérique à intégration de services) désigne à la fois un ensemble de normes de transmission numérique et une infrastructure de réseau qui permet une transmission numérique sur des lignes téléphoniques existantes, comme celles fournies par les exploitants de services du réseau public. L'UIT-T donne la définition suivante du RNIS: «réseau établi, à partir du réseau téléphonique, qui assure la connectivité numérique de bout en bout pour exploiter de nombreux services, téléphoniques et non téléphoniques, et auquel les usagers ont accès par l'intermédiaire d'un ensemble limité d'interfaces d'utilisateur polyvalentes normalisées.»

La demande pour un réseau RNIS est apparue au milieu des années 1970, à une époque où l'utilisation des télécommunications internationales a commencé à pousser les réseaux analogiques existants dans leurs derniers retranchements. Des applications avancées impliquant la transmission de la voix, de données et d'images ont exigé des débits plus élevés, une meilleure qualité de fonctionnement, une gestion intégrée et plus de souplesse. La vision d'un réseau unique prenant en compte la totalité des besoins en communication des usagers – une suite intégrée de services utilisant des techniques de transmission numériques – a donné naissance aux normes qui sont ensuite devenues les normes RNIS.

En 1984, un ensemble de normes UIT-T qui spécifiaient les caractéristiques d'un réseau RNIS et son fonctionnement ont été publiées. Ces normes ont évolué depuis et ont été adoptées sous la forme d'une norme globale par la plupart des fournisseurs de services RNIS. Il en a résulté un service universellement homogène, clairement défini, largement accepté et efficace.

Le réseau RNIS se compose d'une interface réseau-utilisateur et d'un moyen de transport numérique des données utilisateur et des informations de signalisation sur les réseaux de plusieurs fournisseurs de services. Dans les locaux de l'utilisateur, le service est relié à une terminaison de ligne de réseau (appelée NT-1). Le signal numérique est acheminé de la terminaison NT-1 par un adaptateur de terminal RNIS jusqu'au dispositif de l'utilisateur final. Certains ou la totalité de ces composants peuvent être regroupés.

Deux types de réseaux RNIS ont été définis: le RNIS bande étroite (RNIS-BE, ou simplement RNIS) qui est traité dans le présent paragraphe et le RNIS large bande (RNIS-LB) qui permet une transmission à haut débit en utilisant la technique ATM (mode de transfert asynchrone). Le RNIS-LB reste peu répandu dans la mesure où aucun service ATM natif n'a encore été élaboré et que les services ATM demeurent relativement coûteux.

La technique RNIS offre un accès normalisé à tous les services de réseau et permet aux signaux de type voix, données, télécopie, vidéo et graphique de partager la même ligne avec une qualité de fonctionnement sans erreurs associée à la technologie numérique. L'interface utilisateur/réseau est principalement du ressort de l'utilisateur final et peut être fournie sous la forme débit de base ou débit primaire.

Une ligne d'accès RNIS conforme à l'interface à débit de base (BRI) se compose de trois canaux distincts: deux canaux B qui transportent les données de manière transparente et un canal D qui transporte sur le réseau des informations de signalisation telles que les informations d'établissement d'appel, de commande et d'identification de l'appelant. Le canal D peut être utilisé pour transmettre des données d'utilisateur à commutation par paquets et pour accéder aux réseaux de données publics. Les lignes BRI sont généralement utilisées pour connecter de petits systèmes clés à des terminaux individuels (par exemple des ordinateurs personnels, des unités de vidéoconférence et des télécopieurs). Une ligne BRI peut également être désignée par l'appellation connexion 2B+D.

Une interface à débit primaire (PRI) utilise des lignes physiques à plus haut débit. En Amérique du Nord, elle s'appuie sur une ligne T-1 (1,544 Mbit/s). En Europe, l'interface PRI s'appuie sur une ligne E-1 (2,048 Mbit/s). Une ligne PRI se compose de 23 canaux B transparents (T-1), ou pour une ligne E-1, de 30 canaux et d'un canal D de 64 kbit/s. Une ligne PRI n'aboutit pas généralement à l'équipement de terminaison de l'utilisateur final mais sert plutôt de ligne de jonction entre un équipement de commutation installé chez le client (un autocommutateur privé) et une terminaison RNIS située dans le centre de commutation. Une connexion PRI est également désignée par l'appellation connexion 23 B+D (aux Etats-Unis) ou connexion 30 B+D (en Europe).

Les spécifications de l'interface RNIS sont résumées dans le Tableau 2.2.1 ci-après.

Tableau 2.2.1 – Spécifications de l'interface RNIS

	Interface à débit de base	Interface à débit primaire
Débit de la ligne	144 kbit/s	1,544 Mbit/s/2,048 Mbit/s
Norme de la couche physique	UIT-T I.430	UIT-T I.431
Configuration	2B+D	23B + D (Amérique du Nord) 30B + D (Europe)
Voie support (B)	64 kbit/s	64 kbit/s
Canal de signalisation (D)	16 kbit/s	64 kbit/s
Méthode de signalisation	Messages de couche 3 s'appuyant sur les Recommandations UIT-T Q.930 à Q.932	

Pour des connexions en mode réservé, des canaux H peuvent être utilisés. Les connexions de canaux H en mode à commutation de circuits ne sont pas directement prises en charge par les connexions de type RNIS. Elles sont mises en œuvre sur le réseau RNIS 64 kbit/s par plusieurs canaux B, les systèmes terminaux étant responsables de la synchronisation des intervalles de temps individuels.

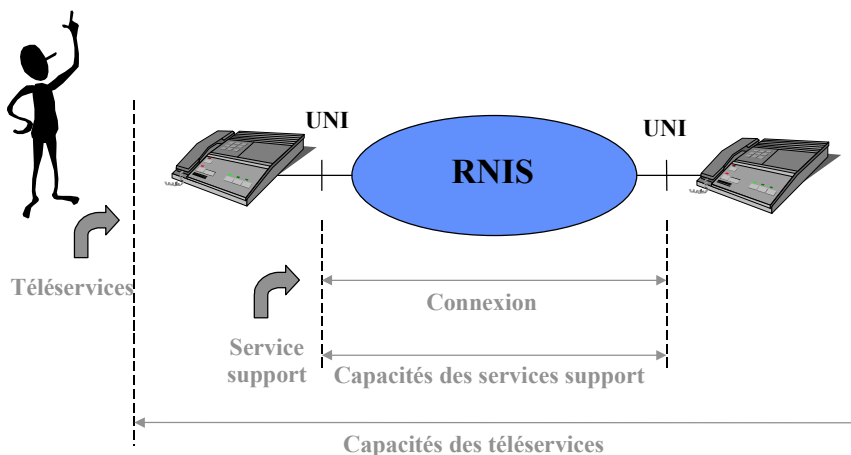
Les types de canaux H suivants ont été normalisés:

- H0 à 384 kbit/s
- H11 à 1 536 kbit/s (Amérique du Nord et Japon)
- H12 à 1 920 kbit/s (Europe)

A mesure que le RNIS évoluera, d'autres canaux H offrant des capacités supérieures pourront être proposés. Les canaux H21 (34 Mbit/s), H22 (45 Mbit/s) et H4 (140 Mbit/s) ont été proposés pour une utilisation en mode circuit ou en mode de commutation rapide de paquets pour des applications telles que l'interconnexion de réseaux locaux, la transmission de données à haut débit, la transmission de téléconférences, etc.

La transmission numérique de type RNIS est un moyen économique d'intégrer divers services de télécommunication en une infrastructure numérique commune acceptée au niveau mondial. Les services RNIS peuvent être catégorisés en services «support» (équipements de transport des couches inférieures) et en «téléservices» (présentant des capacités d'applications réparties). Les services support permettent à un utilisateur de transférer des informations vers un autre utilisateur sans restriction liée au type ou au format des données. Ces services (services support, téléservices et services supplémentaires) ainsi que les normes définissant ces services sont présentés à la Figure 2.2.1 et détaillés au paragraphe 2.8 du présent chapitre. Nous allons donc traiter plus particulièrement de la mise en œuvre technique, des interfaces et des protocoles.

Figure 2.2.1 – Téléservices et services supports



Sur le plan technique, le réseau RNIS présente les caractéristiques suivantes:

- transmission numérique et commutation des informations entre les zones périphériques du réseau (interfaces utilisateur-réseau, UNI);
- intégration au réseau RTPC existant à condition que ce réseau RTPC soit déjà numérisé (un interfonctionnement est bien entendu possible avec des parties analogiques);
- transport/commutation de signaux vocaux et de données;
- canaux 64 kbit/s (canaux B) qui constituent la base du transfert d'informations;
- informations de signalisation hors bande pour commander les appels (canal D de 16 ou 64 kbit/s);
- accès à tous les services via une interface normalisée, l'interface utilisateur-réseau (UNI).

2.2.1 Etat du marché du RNIS

Le RNIS connaît actuellement une croissance rapide dans certains pays européens. De plus, une forte croissance est attendue aux Etats-Unis dans les prochaines années. On peut s'attendre que de nombreux exploitants internationaux fonderont une large part de leurs communications sur la technique RNIS. Cette approche sera facilitée par le fait que de nombreux pays dans le monde appuient déjà aujourd'hui leur réseau RTPC sur des commutateurs numériques. Ces derniers peuvent évoluer vers la technique RNIS pour un coût additionnel relativement modeste. Une telle évolution fait du réseau RNIS un réseau normalisé disponible dans le monde entier.

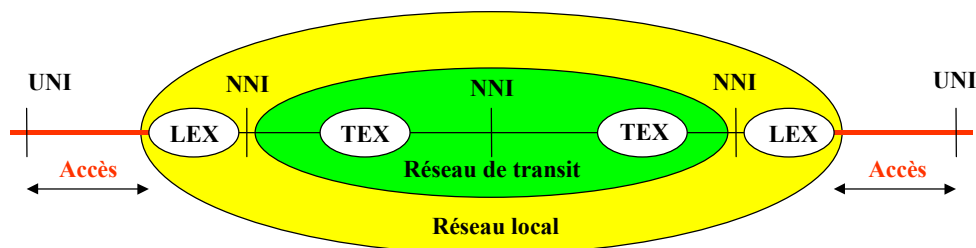
2.2.2 Services RNIS

Reportez-vous aux paragraphes 2.8 à 2.10 du présent chapitre relatifs aux services et normes UIT.

2.2.3 Configuration RNIS de référence

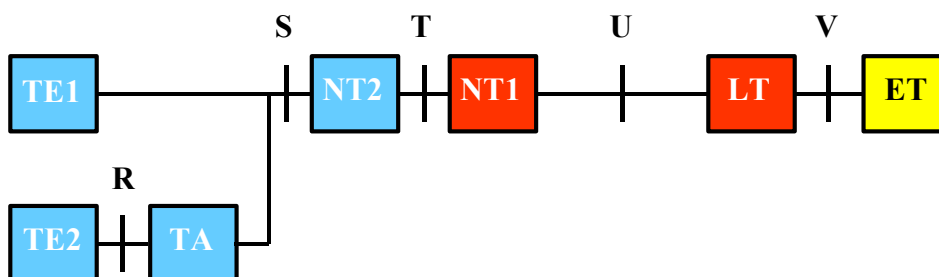
Avant de décrire plus avant la configuration de référence du réseau d'accès RNIS, nous vous proposons une vue d'ensemble de l'architecture d'un réseau RNIS (voir la Figure 2.2.2). Ces architectures ne diffèrent pas de la structure RTPC des réseaux de commutation numériques. Le central local (LEX) offre à l'utilisateur RNIS un accès RNIS au réseau via une interface utilisateur-réseau (UNI). Dans le réseau de transit, le central LEX et le central de transit (TEX) offrent une interface réseau-nœud. Le fait que le réseau de transit offre ou non plusieurs niveaux de réseau n'entre pas en ligne de compte dans les considérations ci-après.

Figure 2.2.2 – Architecture de réseau RNIS



La configuration de référence RNIS illustrée ci-après structure l'accès en blocs fonctionnels comme indiqué à la Figure 2.2.2. Chacun de ces blocs est réservé à l'exécution d'un certain nombre de fonctions. Des points de référence séparent les différents blocs fonctionnels, comme l'indique la Figure 2.2.3.

Figure 2.2.3 – Configuration RNIS de référence



Brève description des blocs fonctionnels:

Terminaison du commutateur (ET): la terminaison du commutateur (ET) met en œuvre des fonctions de commutation telles que la terminaison du canal de signalisation et le premier traitement des informations de signalisation.

Terminaison de la ligne (LT): la terminaison de la ligne (LT) termine la ligne de transmission du côté réseau. Elle comporte toutes les fonctions nécessaires au fonctionnement de la ligne de transmission (codage de la ligne, distinction des sens de transmission, etc.).

Terminaison de réseau 1 (NT1): la terminaison de réseau 1 (NT1) effectue la transformation entre l'interface de transmission au point de référence U et l'interface normalisée S_0 - ou S_{2M} - (voir la description ci-après) du côté utilisateur. Elle termine la partie publique du réseau et offre, par conséquent, également des mécanismes de surveillance qui permettent d'assurer la maintenance de la ligne d'accès.

Terminaison de réseau 2 (NT2): une mise en œuvre typique de la fonction NT2 est un autocommutateur privé RNIS. La fonction NT2 termine les informations de signalisation et les transfère vers le côté réseau utilisateur concerné. Pour un accès RNIS simple, la fonction NT2 n'est pas nécessaire. Dans ce cas, l'interface S_0 - est directement fournie par la terminaison NT1 au point de référence T.

Adaptateur de terminal (TA): l'adaptateur de terminal TA exécute la fonction d'adaptation entre terminaux non RNIS (par exemple un téléphone analogique) et l'interface RNIS. Pour cette raison, l'adaptateur TA doit terminer/traiter les informations de signalisation et assurer le codage/décodage des signaux utilisateur.

Équipement terminal 1 (TE1): l'équipement terminal de type 1 représente un terminal RNIS équipé de toutes les fonctions RNIS nécessaires.

Équipement terminal 2 (TE2): l'équipement terminal de type 2 représente un terminal non RNIS qui peut être uniquement relié au réseau RNIS via un adaptateur de terminal.

2.2.4 Interfaces RNIS

Deux types différents d'accès RNIS ont été normalisés: un **accès de base** (BA) offrant à l'utilisateur deux canaux B et un canal D16 et un **accès débit primaire** (PRA) offrant 30 canaux B et un canal D64.

L'accès BA présente une interface normalisée S_0 et l'accès PRA une interface normalisée S_{2M} avec la terminaison de réseau vers l'utilisateur. Ces interfaces sont décrites globalement ci-après.

2.2.4.1 Interface S_0

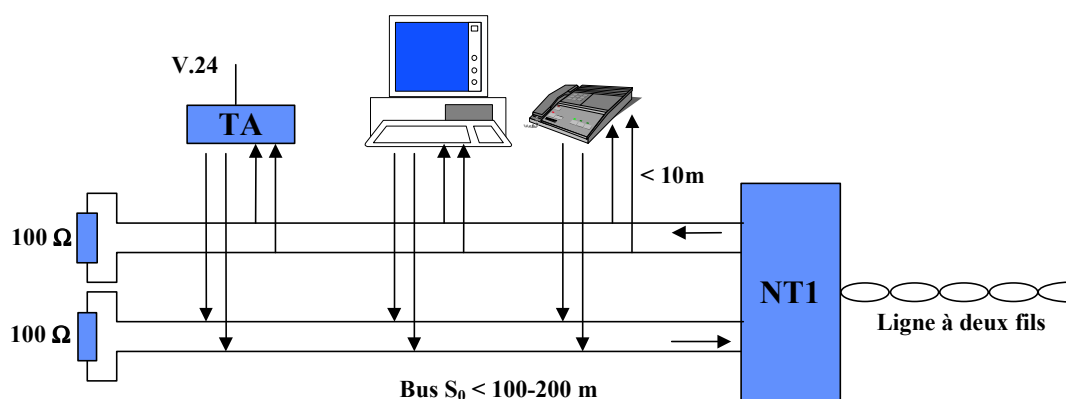
Configuration

L'interface S_0 est proposée au point de référence T via la terminaison de réseau 1 (NT1). Elle se caractérise par un système à bus mis en œuvre par deux paires de fils de cuivre. La portée maximale d'un bus S_0 est de l'ordre de 100 à 200 m en fonction du type de fils utilisés. Une ligne de connexion entre un terminal et le bus ne doit pas dépasser dix mètres (voir la Figure 2.2.4).

Un maximum de huit terminaux RNIS (TE1) ou adaptateurs de terminaux RNIS (TA) peuvent être reliés au bus S_0 . Deux d'entre eux peuvent être utilisés en parallèle, chacun d'eux accédant à l'un des canaux B. Les terminaux peuvent être des téléphones RNIS, des télécopieurs groupe 4 ou des terminaux de données, par exemple un PC équipé d'une carte d'adaptateur RNIS. Les terminaux peuvent également utiliser le service de transmission par paquets proposé via le canal D.

Une communication directe entre terminaux connectés au bus S_0 n'est pas possible. Une telle communication ne peut être établie que via le central public avec les conséquences qu'une telle communication impliquent (taxation, utilisation des deux canaux B).

Figure 2.2.4 – Bus S_0



Accès au canal D

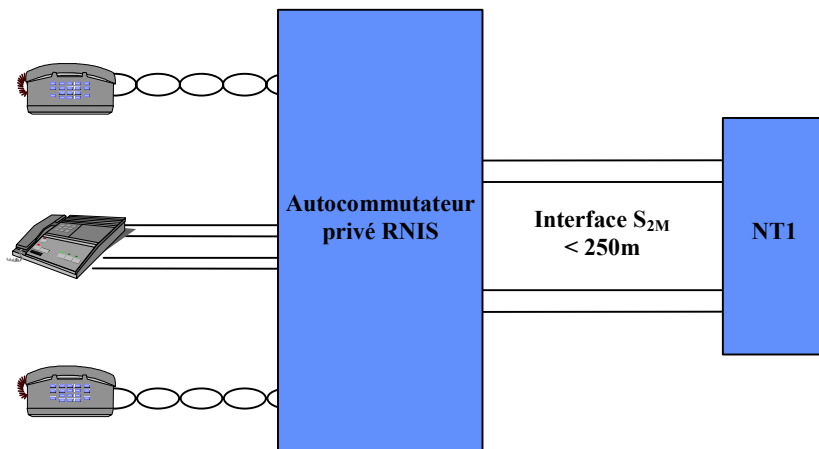
Pour garantir un accès aisé aux canaux B du bus S_0 , une procédure d'accès au canal D a été définie. Pour détecter des collisions dans le canal D, les bits D transmis dans le signal de trame S_0 (voir la Recommandation UIT-T I.430) sont projetés en miroir sur la terminaison NT1 et renvoyés dans un bit E vers tous les terminaux. Si le bit D envoyé par un terminal est égal au bit E reçu, le terminal est autorisé à poursuivre. Dans le cas contraire, le terminal suspend la procédure d'accès et la reprend après un délai de temporisation.

Modes d'alimentation électrique

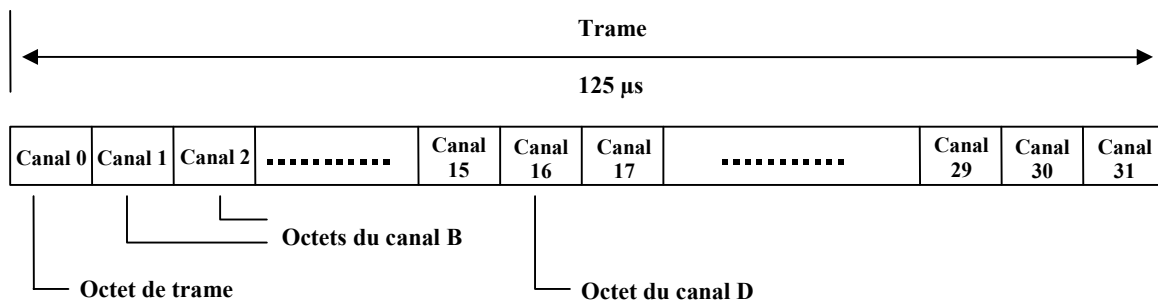
En conditions d'alimentation électrique normales, tous les terminaux téléphoniques sont alimentés via la terminaison NT1. Les équipements de données et les adaptateurs de terminaux possèdent normalement leur propre alimentation électrique. En cas de panne d'alimentation électrique, un terminal téléphonique, qui peut fonctionner en mode restreint, est alimenté à partir du central local via la terminaison NT1.

2.2.4.2 Interface S_{2M}

L'interface S_{2M} est une interface point à point de 2 Mbit/s. Elle est utilisée pour connecter des autocommutateurs privés RNIS ou des équipements de données (par exemple des routeurs) au réseau RNIS (voir la Figure 2.2.5.). Cette interface offre 30 canaux B pour le transport des informations utilisateur et un canal D à 64 kbit/s.

Figure 2.2.5 – Interface S_{2M} 

Du fait des caractéristiques point à point de l'interface, aucun mécanisme d'accès au canal D n'est nécessaire. Il est possible de configurer les 30 canaux B en faisceaux en n'utilisant qu'une partie d'entre eux ou en définissant les canaux en canaux entrants ou sortants uniquement. La Figure 2.2.6 illustre la structure des canaux au niveau de l'interface S_{2M} .

Figure 2.2.6 – Structure de trame de l'interface S_{2M} 

2.2.5 Protocoles de signalisation RNIS

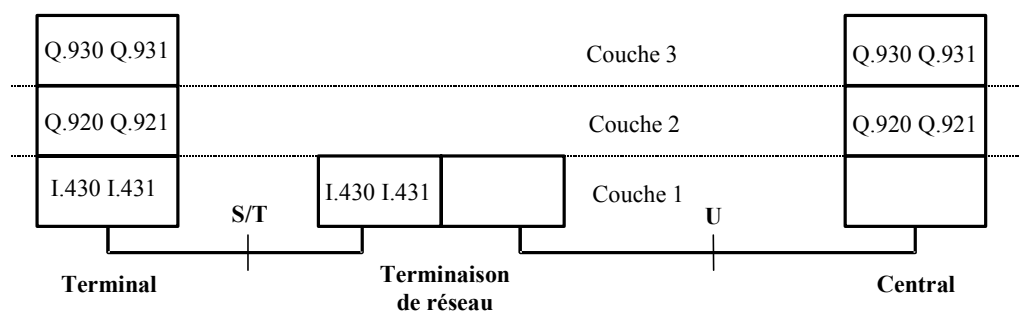
Pour établir ou libérer une connexion, ou pour échanger des informations durant un appel, des procédures de signalisation entre l'utilisateur RNIS et le central RNIS et entre deux centraux RNIS sont nécessaires. Dans un réseau RNIS, ces informations de signalisation sont transportées dans des canaux de signalisation distincts, le canal D dans le réseau d'accès RNIS et le canal SS7 entre centraux.

Les protocoles décrivant les messages et les procédures sont le système DSS1 (Système de signalisation d'abonné numérique N° 1) sur le réseau d'accès RNIS et le Système de signalisation N° 7 entre centraux. Ces deux protocoles sont décrits brièvement ci-après.

2.2.5.1 Système de signalisation d'abonné numérique N° 1 (DSS1)

Le système DSS1 est fondé sur une structure de protocoles en couches qui comprend les trois premières couches du modèle de couches OSI (voir la Figure 2.2.7). L'établissement et la libération d'un appel sont effectués par une interaction entre les différentes procédures contenues dans ces trois couches. Les procédures contenues dans les différentes couches sont résumées ci-dessous.

Figure 2.2.7 – Pile de protocoles DSS1



Couche 1

La couche 1 prend en charge un état activé et un état désactivé de l'interface S_0 . La désactivation entraîne une réduction de la consommation électrique mais a également pour conséquence l'absence de synchronisation des signaux au niveau de l'interface. Un établissement d'appel doit d'abord activer l'interface S_0 . L'activation peut être commandée par l'une des deux extrémités, l'extrémité utilisateur ou le central. La désactivation ne peut être commandée que par le central.

Couche 2

La couche 2 assure le transport des informations de signalisation entre diverses entités de la couche 3. Elle offre une ou plusieurs connexions de liaisons de données sur un canal D. Les messages de signalisation sont transportés dans une trame de couche 2, ce qui exige la présence de fonctions de délimitation et d'alignement de trame sur la couche 2. Elle comprend en outre des fonctions de contrôle de séquence de trame, de détection d'erreurs et de correction ainsi que de contrôle de flux.

Avant de lancer les procédures de signalisation de la couche 3, les connexions de la couche 2 doivent être établies.

Couche 3

La couche 3 du système DSS1 exécute la fonction de commande d'appel RNIS. Sur cette couche sont définis les messages échangés entre entités de signalisation ainsi que les procédures d'échange de ces messages.

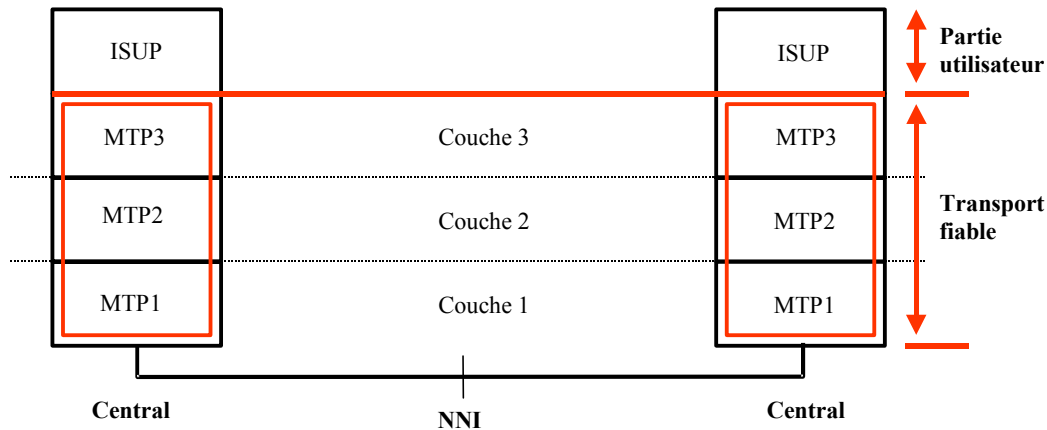
Le système DSS1 décrit un certain nombre de types de messages (par exemple SETUP, ALERTing, CONNect, CONNect ACKnowledge, etc.), chacun d'eux étant soit utilisé au cours des différentes phases d'un appel (établissement, information, libération) ou pour transporter diverses informations additionnelles, liées ou non à l'appel.

Chacun de ces messages est structuré selon le même modèle. Il commence par un en-tête indiquant par exemple le type de message, qui est suivi par un certain nombre d'éléments d'information obligatoires ou facultatifs (par exemple chiffres à composer).

2.2.5.2 Système de signalisation N° 7

Dans le réseau, le Système de signalisation N° 7 est utilisé pour échanger des informations de signalisation entre entités de signalisation. La Figure 2.2.8 illustre la pile de protocole SS7.

Figure 2.2.8 – Structure du protocole SS7



Les sous-systèmes de transport de messages (SSTM) 1 et 2 présentent les mêmes fonctions que les couches 1 et 2 de la pile DSS1. Il en résulte une transmission physique via un canal de signalisation N°7 à 64 kbit/s ou des ensembles de tels canaux et la fourniture d'un mode de transport fiable d'informations de signalisation sur la couche 2 au travers d'une liaison. Pour le réseau RNIS, le sous-système MTP3 étend ces fonctions pour prendre en charge un mode de transport fiable entre nœuds de réseau (facilitant les liaisons multiples entre nœuds fonctionnant en partage de charge ou effectuant le transfert d'informations de signalisation, etc.).

Pour le réseau RNIS, le réseau de transport N° 7 est utilisé par le protocole sous-système utilisateur RNIS (ISUP) qui est un protocole propre au réseau RNIS. Les fonctions du sous-système ISUP peuvent être comparées à celles de la couche 3 du système DSS1 avec quelques adjonctions propres au réseau (par exemple l'adjonction d'une fonction de compensation d'écho sur une connexion à grande distance, etc.).

2.3 Réseaux intelligents

2.3.1 Concepts des réseaux intelligents et besoins

- *Généralités*

Les usagers du téléphone recherchent constamment des services de meilleure qualité et plus perfectionnés ainsi qu'une plus grande facilité d'utilisation et ce aussi bien dans les pays développés que les pays en développement. Ces tendances ont été renforcées par des demandes pour des services téléphoniques comparables à ceux qui existent dans d'autres pays. De nombreux pays introduisent maintenant des systèmes de réseau intelligent (RI) pour répondre, d'une manière rapide et économique, aux besoins des clients.

Entre-temps, les systèmes cellulaires et les systèmes numériques sans fil sont mis en lumière, dans les pays en développement, comme systèmes WLL (boucle locale hertzienne) pour la fourniture de services téléphoniques universels. Ces systèmes fonctionnent également sur des réseaux intelligents.

Les réseaux intelligents devraient en outre proposer des informations de trafic, de taxation, etc. par le traitement de renseignements administratifs collectés sur le réseau, par exemple la trame de temps, l'identification de l'abonné et son emplacement, et le nombre d'appels.

Pour l'introduction de nouveaux services, l'extension des services téléphoniques de base, l'interconnexion de divers réseaux et le perfectionnement des fonctions d'exploitation, le RI devient un élément clé en matière d'architecture.

- *Concept*

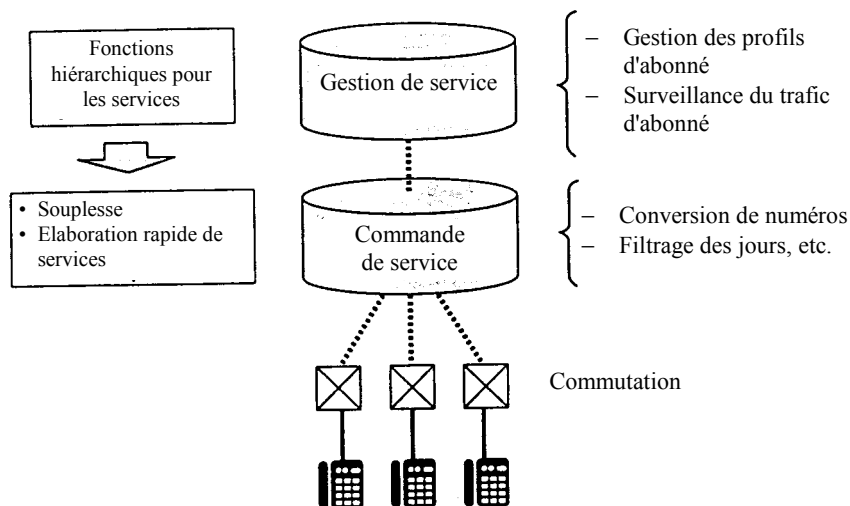
Les RI permettront de mettre en œuvre rapidement et aisément différents services évolués dans un environnement multifournisseur tout en facilitant l'exploitation de ces services. L'architecture d'un RI se compose fondamentalement d'une fonction de commande de service (SCF) et d'une fonction de commutation de service (SSF).

La fonction SCF peut être implantée sur un nœud centralisé du réseau séparé d'un commutateur. Elle analyse une demande d'abonné et envoie les instructions appropriées à la fonction SSF. La fonction SSF est généralement implantée sur un commutateur. Elle traite effectivement l'appel en fonction des instructions reçues de la fonction SCF.

Pour obtenir une mise en œuvre de service efficace au moyen d'une architecture RI, il convient de s'assurer qu'il n'est pas nécessaire d'élaborer une fonction SCF ou une interface entre la fonction SCF et la fonction SSF lors de l'élaboration d'un service donné. Pour atteindre cette indépendance, la fonction SCF a été conçue de manière qu'un service puisse être créé simplement en combinant des composantes fonctionnelles indépendantes du service (voir la Figure 2.3.1). Pour garantir que l'interface entre les fonctions SCF et SSF fonctionne pour tous les commutateurs du marché, elle a été conçue en s'appuyant sur un modèle de commutateur universel.

L'architecture RI permet ainsi de mettre en œuvre un service en installant simplement un scénario de service dans la fonction SCF.

Figure 2.3.1 – Concept de réseau intelligent



- *Besoins*

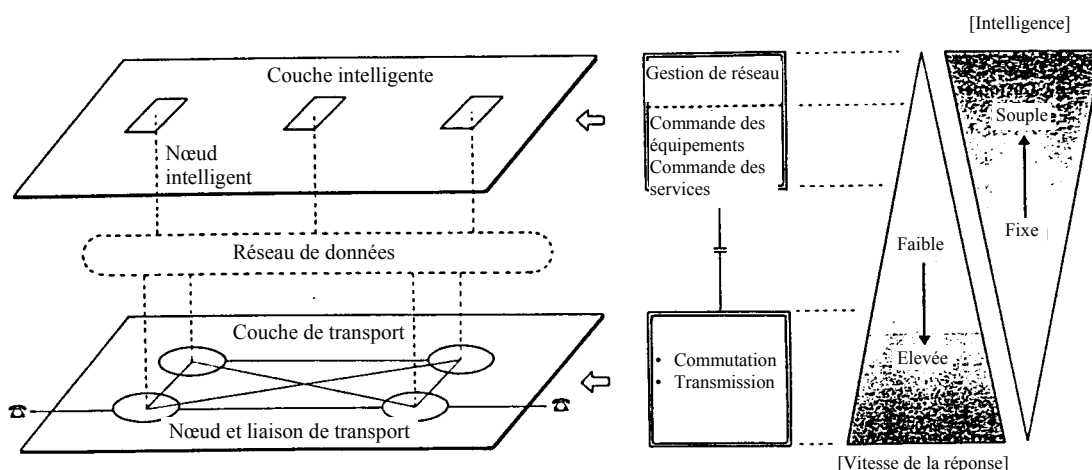
Les attentes des clients sont aujourd'hui bien plus diversifiées. Ils demandent des services de meilleure qualité, plus commodes et pour un coût plus faible. À terme, l'abonné souhaitera commander lui-même les services. Mais, en même temps, il souhaitera adresser des demandes au réseau qui conduiront celui-ci, en réponse, à modifier les caractéristiques de service.

Le concept de base qui sous-tend l'exploitation d'un réseau est la satisfaction des attentes de l'abonné et la fourniture de services variés à plus faible coût. Pour atteindre cet objectif, les réseaux doivent être en mesure d'intégrer des innovations techniques dont le nombre va croissant. En d'autres termes, le réseau doit évoluer de façon à pouvoir recevoir les meilleurs équipements de réseau possible. Pour être en mesure d'offrir des services à des coûts compétitifs et d'assurer une gestion saine du réseau, des équipements et des services doivent être installés pour un coût le plus faible possible.

Le souci d'offrir des services pour un coût d'exploitation plus faible tout en répondant aux attentes du client renforce la nécessité de mettre en œuvre un réseau hautement stable et fiable.

Pour être en mesure de construire des réseaux de télécommunication qui répondront d'une manière efficace à ces besoins, il est essentiel de définir un concept d'architecture de réseau unifiée. Comme l'illustre la Figure 2.3.2, les fonctions de réseau peuvent être subdivisées grossièrement en deux couches: la couche de transport pour le transport et les connexions, et la couche intelligente pour la commande des équipements et des services qui comprend en outre les fonctions de gestion du réseau. De plus, des fonctions de réseau segmentées et normalisées doivent être allouées aux nœuds composant chaque couche qui sont interconnectés par une interface normalisée. Ceci constitue un concept de base pour la construction de futurs réseaux.

Figure 2.3.2 – Architecture de réseau (couche intelligente et couche de transport)



Avantages des réseaux intelligents:

Du point de vue des abonnés, des exploitants et des fabricants, les avantages des réseaux intelligents sont les suivants:

Point de vue de l'abonné

- L'abonné peut tirer profit de différents types de services.
- L'abonné peut gérer lui-même les spécifications des services.
- L'abonné peut obtenir des informations d'exploitation relatives aux services.

Point de vue de l'exploitant

- L'exploitant peut offrir différents types de services rapidement et à un faible coût.
- L'exploitant peut gérer efficacement les services.
- L'exploitant peut réduire les coûts d'achat des équipements en créant un environnement multifournisseur.

Point de vue du fabricant

Le fabricant peut chercher à augmenter sa part de marché par la normalisation.

2.3.2 Considérations relatives à l'introduction de services RI dans le réseau

- *Techniques indispensables*

Les techniques nécessaires pour créer des services de télécommunication avancés peuvent être subdivisées en trois catégories: les systèmes de commutation numériques, le Système de signalisation par canal sémaphore N° 7 et les nœuds intelligents. Ces trois types de techniques sont indispensables à l'amélioration des services de télécommunication.

a) Système de commutation numérique (couche de transport)

Les télécommunications passant par le réseau téléphonique public connectent les appelants au moyen d'un système de commutation. Une commande de programme installée sur un système de commutation numérique est la première étape de l'évolution d'un réseau.

b) Système de signalisation N° 7 (réseau de transport de données)

Le Système de signalisation N° 7, utilisé pour échanger des informations entre systèmes de commutation numériques, est une technique importante pour les services de télécommunication avancés. Jusqu'alors, les réseaux pouvaient uniquement envoyer des chiffres composés sur le combiné aux systèmes de commutation du correspondant appelé lors de l'établissement d'un appel. En revanche, en utilisant le Système de signalisation N° 7, les réseaux pourront transmettre plus d'informations. Par exemple, des informations d'identification de l'appelant peuvent être envoyées au système de commutation du correspondant appelé au moment de l'établissement de l'appel. Le Système de signalisation N° 7 est également utilisé pour l'échange d'informations entre nœuds intelligents.

c) Nœud intelligent (couche intelligente)

Le nœud intelligent constitue la troisième composante essentielle. Si l'on attribue des données de commande de service aux systèmes de commutation locaux, il est difficile d'offrir des services sur l'ensemble du réseau. En conséquence, la commande de service doit être gérée à partir de nœuds intelligents centralisés. Si les logiciels et autres techniques nécessaires à la mise en œuvre de ces services sont installés dans chaque central local, le surdébit de traitement des appels sera trop important pour le système de commutation et la capacité de commutation sera rapidement épuisée. De plus, répondre à la demande permanente d'élaboration et d'installation de nouveaux commutateurs intégrant les nouvelles techniques les plus évoluées constituerait une charge insupportable pour les départements de recherche et développement des exploitants de réseau. Chaque fois que des spécifications de service seront modifiées, il faudrait élaborer de nouveaux types de systèmes de commutation. En conséquence, il faudrait, au moins, allouer au système de commutation des fonctions communes et essentielles à la fourniture de service. Toutes les autres fonctions avancées relatives à divers types de services devront être mises en œuvre au niveau du nœud intelligent.

Comme l'illustre la Figure 2.3.1, le nœud intelligent possède deux fonctions, à savoir la fonction de gestion de service et la fonction de commande de service. Le processeur qui héberge la fonction de commande de service agit sur les appels et communique avec les systèmes de commutation au moyen du Système de signalisation N° 7. Des ordinateurs non spécialisés peuvent prendre en charge la fonction de commande de service ainsi que la fonction de gestion. La fonction de gestion de service se présente globalement sous la forme d'une base de données.

- *Evolution des fonctions de réseau de base*

Les services futurs comprendront six fonctions de base: a) analyse des numéros composés; b) taxation; c) traitement de la connexion; d) transport des informations de réseau; e) interfaces pour les extrémités de réseau; f) contrôle de l'abonné. En conséquence, en élaborant des segments comprenant les fonctions de

réseau de base et en allouant stratégiquement ces fonctions segmentées aux nœuds de réseau, il devient possible d'offrir rapidement des services de télécommunication souples. Vous trouverez ci-après des caractéristiques à élaborer dans le cadre de chacune de ces fonctions:

- a) Analyse du numéro composé: modifier un numéro spécial (numéro logique).
- b) Taxation: mettre au point un système de taxation spécial différent du système existant.
- c) Traitement de la connexion: offrir des connexions spéciales différentes des connexions existantes, telles que transfert d'appel évolué, connexions multiples, recherche de ligne sur une zone étendue, filtrage des appels, etc.
- d) Transport d'informations de réseau: transport de ce type d'information à l'intérieur de la couche de transport ou entre la couche de transport et la couche intelligente, par exemple des informations d'identification de l'appelant ou de notification de signal de ligne occupée.
- e) Interfaces pour les extrémités de réseau: interface de haut niveau permettant de se connecter aux abonnés, aux nœuds de traitement et à d'autres exploitants de réseau.
- f) Contrôle de l'abonné: informations de gestion de réseau, modification ou signalement de spécifications de service par l'abonné. Prochainement, la définition de service par l'abonné deviendra possible.

2.3.3 Fonctions RI et ensembles de capacités

Les services de gestion des informations s'appuyant sur des RI comprennent deux domaines fonctionnels principaux.

La fonction de gestion d'appel d'un service RI implique un traitement en temps réel des données transitoires c'est-à-dire des éléments de données qui ne sont valables que pendant la durée de l'appel considéré. Ces fonctions sont prises en charge par le réseau de communication par l'intermédiaire de points de commande de service (SCP) qui sont interrogés pendant l'appel pour obtenir les informations nécessaires à l'exécution de l'application de service.

La fonction de gestion de service RI traite des données semi-permanentes c'est-à-dire des éléments de données qui permettent de définir les paramètres et les fonctions des applications de service. La gestion des fonctions et objets liés est perçue comme étant intégrée à la couche de gestion de service du réseau de gestion des télécommunications (RGT), alors que le traitement individuel des appels est du ressort du réseau géré.

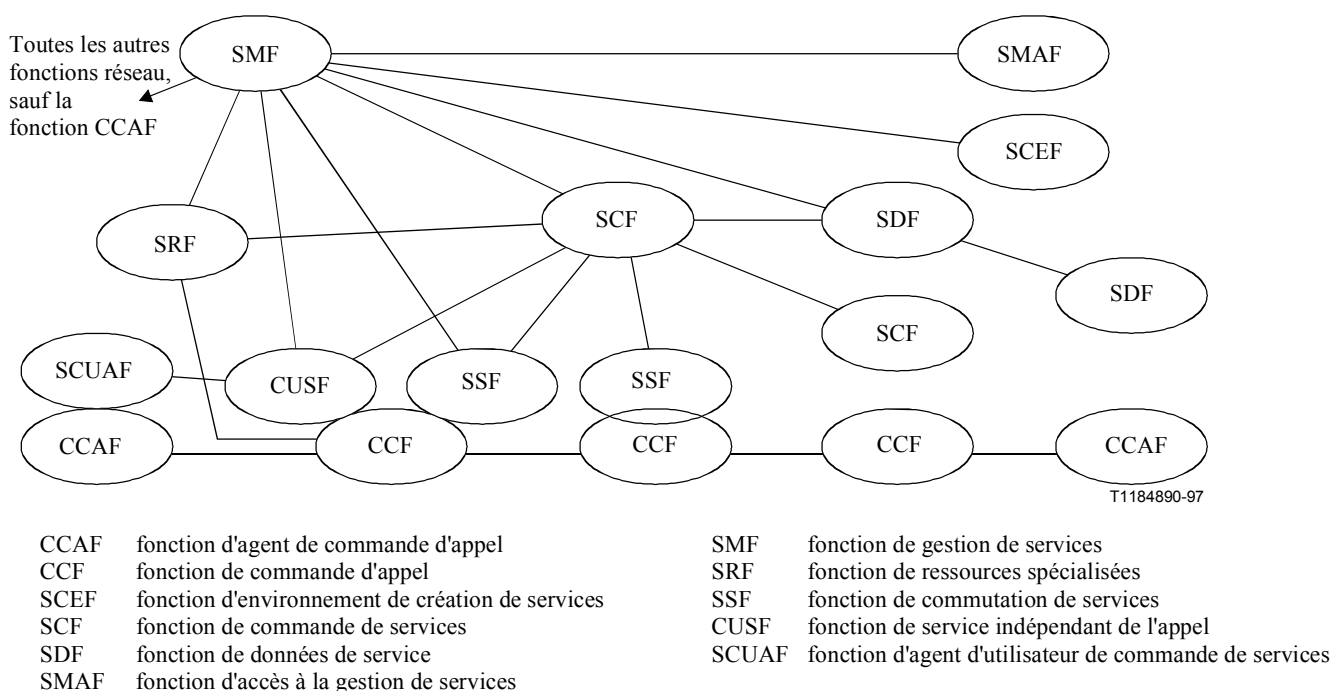
Un ensemble commun de fonctions d'application et de composantes de service d'application sera créé pour prendre en charge la gestion de service RI et le réseau de gestion des télécommunications de manière cohérente. Cet ensemble permettra la création de services par tous les groupes d'utilisateurs de RGT/RI (y compris les clients) en fonction de leurs besoins respectifs et selon leurs droits d'accès respectifs accordés par l'exploitant RGT/RI.

Voici une liste d'exemples typiques de services qui pourront être pris en charge par une utilisation étendue de «l'intelligence du réseau»:

- possibilités d'appel gratuit au moyen d'un service de type numéro 800;
- possibilités de transaction au moyen d'un service de type numéro 900;
- fonctions de facturation sur compte tiers;
- appels d'urgence individuels;
- abonnés itinérants universels;
- vérification de carte de crédit;
- réseaux privés virtuels;
- CENTREX de zone étendue.

Ces services de haut niveau reposent plus particulièrement sur des composantes de service et des fonctions sous-jacentes du réseau de télécommunication lui-même ainsi que du réseau RGT.

Figure 2.3.3 Fonctions et relations fonctionnelles sur le réseau intelligent



L'ensemble de capacités 1 du réseau intelligent (ensemble CS1 du réseau RI) (voir le Tableau 2.3.1) est le premier stade de normalisation du réseau intelligent (RI) considéré comme concept architectural de création et de prestation de services de télécommunication.

L'ensemble de capacités 2 du réseau intelligent (ensemble CS-2 du réseau RI) est le second stade de normalisation du réseau intelligent (RI) considéré comme concept architectural de création et de prestation de services, y compris les services de télécommunication, les services de gestion de services et les services de création de services, détaillés aux Tableaux 2.3.2, 2.3.3 et 2.3.4.

La mise en œuvre de l'architecture de réseau intelligent facilitera l'introduction rapide de nouveaux services. Cette architecture peut être appliquée à divers types de réseau de télécommunication, notamment: le réseau téléphonique public commuté (RTPC), le réseau public de données à commutation de paquets (RPDCP), les réseaux mobiles et les réseaux numériques à intégration de services normaux et à large bande (RNIS et RNIS-LB).

Tableau 2.3.1 – Ensemble cible de services de l'ensemble CS-1

<p>Numérotation abrégée (ABD, <i>abbreviated dialling</i>), Communication avec carte de facturation (ACC, <i>Account Card Calling</i>), Facturation automatique sur compte tiers (AAB, <i>automatic alternative billing</i>) Répartition des appels (CD, <i>call distribution -</i>), Renvoi d'appel (CF, <i>call forwarding</i>), Répartition des réacheminements d'appels (CRD, <i>call rerouting distribution</i>), Rappel automatique sur occupation (CCBS, <i>completion of call to busy subscriber</i>), Communication conférence (CON, <i>conference calling</i>), Communication avec carte de crédit (CCC, <i>credit card calling</i>), Acheminement des appels par destination (DCR, <i>destination call routing</i>), Télécommande de renvoi d'appel (FMD, <i>follow-me diversion</i>), Libre appel (FPH, <i>freephone</i>), Identification d'appels malveillants (MCI, <i>malicious call identification</i>), Appels groupés (MAS, <i>mass calling</i>), Filtrage des appels au départ (OCS, <i>originating call screening</i>), Kiosque téléphonique (PRM, <i>premium rate</i>), Filtrage de sécurité (SEC, <i>security screening</i>), Renvoi d'appel sélectif sur non-réponse ou sur occupation (SCF, <i>selective call forward on busy/don't answer</i>), Taxation partagée (SPL, <i>split charging</i>), Télévote (VOT, <i>televoting</i>), Filtrage des appels à l'arrivée (TCS, <i>terminating call screening</i>), Numéro d'accès universel (UAN, <i>universal access number</i>), Télécommunications personnelles universelles (UPT, <i>universal personal telecommunications</i>), Acheminement personnalisé (UDR, <i>user-defined routing</i>), Réseau privé virtuel (VPN, <i>virtual private network</i>)</p>
--

Tableau 2.3.2 – Ensemble cible des services de télécommunication assurés par l'ensemble CS-2

<p>Services de télécommunication</p>	<p>Libre appel entre réseaux (IFPH, <i>internetwork freephone</i>), Kiosque téléphonique entre réseaux (IPRM, <i>internetwork premium rate</i>), Appels groupés entre réseaux (IMAS, <i>internetwork mass calling</i>), Télévote entre réseaux (IVOT, <i>internetwork televoting</i>), Réseau virtuel mondial (GVNS, <i>global virtual network service</i>), Rappel automatique sur occupation (CCBS, <i>completion of calls to busy subscriber</i>), Communication conférence (CON, <i>conference calling</i>), Mise en garde (HOLD, <i>call hold</i>), Transfert de communication (CT, <i>call transfer</i>), Appel en attente (CW, <i>call waiting</i>), Ligne spéciale à commutation instantanée (HOT, <i>hot line</i>), Services multimédias (MMD, <i>multimedia</i>), Filtrage de codes de clés à l'arrivée (TKCS, <i>terminating key code screening</i>), Enregistrement et retransmission de messages (MSF, <i>message store and forward</i>), Carte de taxation des télécommunications internationales (ITCC, <i>international telecommunication charge card</i>), Services de mobilité (UPT, <i>mobility services</i>)</p>
---	--

Tableau 2.3.3 – Ensemble cible des services de gestion de services assurés par l'ensemble CS-2

<p>Personnalisation de services</p>	<p>Personnalisation de services de télécommunication (TSC, <i>telecommunications service customization</i>), Personnalisation de la commande de services (SCC, <i>service control customization</i>), Personnalisation de la surveillance de services (SMC, <i>service monitoring customization</i>)</p>
<p>Commande de services</p>	<p>Activation/désactivation du service par l'abonné (SSAD, <i>subscriber service activation/deactivation</i>), Activation/désactivation de la surveillance par l'abonné (SMAD, <i>subscriber monitoring activation/deactivation</i>), Gestion de profit par l'abonné (SPM, <i>subscriber profile management</i>), Limitation du service par l'abonné (SSL, <i>subscriber service limiter</i>), Demande de service par l'abonné (SSI, <i>subscriber service invocation</i>)</p>
<p>Surveillance de services</p>	<p>Rapport de service pour l'abonné (SSR, <i>subscriber service report</i>), Rapport de facturation (BR, <i>billing report</i>), Rapport d'état de service pour l'abonné (SSSR, <i>subscriber service status report</i>), Surveillance du trafic par l'abonné (STM, <i>subscriber traffic monitoring</i>), Rapport sur l'utilisation du service de gestion de services pour l'abonné (SMPUR, <i>subscriber service management usage report</i>)</p>
<p>Autres services de gestion</p>	<p>Essais de services par l'abonné (SST, <i>subscriber service testing</i>), Rapport sur l'utilisation du système SMP (SUR, <i>SMP usage report</i>), Contrôle de la sécurité par l'abonné (SSC, <i>subscriber security control</i>)</p>

Tableau 2.3.4 – Ensemble cible des services de création de services assurés par l'ensemble CS-2

Spécification de services	Détection des interactions entre éléments de service, Détection des interactions entre éléments de différents services, Création de règles/directives sur l'interaction entre éléments de service, Catalogage des services et des modules SIB, Utilisation de ressources pour les services créés
Mise en place de services	Mise à jour du programme de logique de service et des données relatives aux services créés (système SMP), Répartition de services, Répartition de modules SIB, Distribution de règles de données, Distribution de règles sur l'interaction entre éléments de service, Choix de l'interface de création, Lancement de la création, Edition, Combinaison, Création de règles sur les populations de données, Création de services SMP
Prise en charge de plusieurs systèmes SMP	Adaptation au réseau, Spécification des capacités des éléments de réseau, Affectation de fonctions/capacités à des éléments de réseau
Gestion de la création de services	Commande d'accès à l'environnement SCE, Champ d'utilisation de l'environnement SCE, Reconstitution de l'environnement SCE, Gestion des versions de l'environnement SCE, Extension de capacités de l'environnement SCE, Conversion de l'environnement SCE, Maintenance de services entre différents environnements SCE, Cohérence des systèmes de différents environnements SCE, Transfert de services/modules/systèmes SCE, Conversion des services créés, Interaction avec la gestion de services
Services de vérification de services	Essai de l'environnement SCE, Simulation des services créés, Essai en direct des services créés

2.3.4 Points de référence et interfaces

Un point de référence décrit le flux d'informations entre deux modules conceptuels d'une configuration de référence. Il semble aujourd'hui généralement accepté que la méthode préférée consiste à définir ce qu'on appelle le «schéma conceptuel partagé» c'est-à-dire l'ensemble des objets vu des deux côtés du point de référence et les opérations qui peuvent être effectuées sur ces objets au travers du point de référence.

Une interface est la mise en œuvre physique d'un point de référence. Elle se compose d'une composante message ou (M) héritée de la définition du point de référence, c'est-à-dire des objets et des opérations effectuées sur ceux-ci, et d'une composante protocole ou (P) décrivant la pile de protocoles utilisée pour transférer des informations par le support physique.

Les points de référence suivants et leur mise en œuvre en tant qu'interfaces seront nécessaires au déploiement de services RI:

- Le point de référence entre la commande d'appel de base et de connexion (qui réside généralement dans le central local) et la commande de service avancée (qui peut résider dans le central local ou dans un autre dispositif distant).

La première commande correspond aux modules conceptuels SSF, CCF et CCAF illustrés à la Figure 2.3.3 et la deuxième aux modules restants. Lorsqu'il est mis en œuvre en tant qu'interface, le Système de signalisation N° 7 a de fortes chances d'être utilisé pour le transport des informations (composante (P)), la composante (M) n'étant, à l'heure actuelle, pas encore définie.

- Le point de référence entre le module de commande de service et le module de gestion de service. Ici, la gestion de service est considérée comme faisant partie du réseau RGT, alors que la commande de service fait partie du réseau géré.

En conséquence, le point de référence Q3, tel que défini dans la Recommandation UIT-T M.3010, une fois mis en œuvre, devient une interface Q3. Le point de référence/interface entre la gestion de service RI et le reste du réseau RGT, notamment la couche gestion de réseau dans le sens du modèle BT, est un autre élément important. Comme ces éléments peuvent être du ressort de différents secteurs de responsabilité ou mis en œuvre sur des systèmes appartenant à des exploitants différents, le point de référence X/interface X doit être retenu. Il est considéré comme étant semblable à Q3/Q3 augmenté de fonctions de sécurité.

2.3.5 Modèle conceptuel RI – Plan fonctionnel global

Le Plan fonctionnel global est un point de vue à partir duquel des spécifications décrivent la vue d'un «Réseau RI structuré» tel qu'elle est proposée à un concepteur de service. Ce concepteur de service peut aussi être le client RI. Cette vue décrit les objets que le concepteur de service peut manipuler (c'est-à-dire créer, supprimer, modifier ou associer à d'autres objets) pour élaborer ou «personnaliser» des services destinés à un ensemble fermé d'utilisateurs, par exemple un groupe appartenant à un réseau privé virtuel.

La description d'un service s'appuyant sur ces objets, appelés «modules indépendants du service» ou SIB est appelée LOGIQUE DE SERVICE. La répartition de ces objets et leur mise en œuvre sur un réseau RI structuré est ignorée du concepteur de service.

Une approche orientée objet peut être adoptée: les objets sont alors nommés, et contiennent un ensemble fermé de variables (chaque variable possédant un ensemble fermé de valeurs modifiées par un ensemble fermé d'opérations strictement associées à l'objet). La définition d'un objet peut faire référence à des objets définis antérieurement.

Quelques exemples d'objets de ce type sont indiqués au Tableau 2.3.5.

Tableau 2.3.5 – Objets gérés RI

OBJET	Opérations possibles sur cet objet (les paramètres ne sont pas indiqués)
SIB	créer, supprimer, autoriser, attribuer des valeurs à des attributs
VPN	renommer (objet complexe) ...
USER	attribuer un nom, un emplacement, attribuer à un VPN, modifier des droits ...
GREEN NUMBER	modifier, attribuer des usagers servants ...
ORIG. AREA	déclarer, attribuer un usager servant dans un «numéro vert» ...
ANNOUNCEMENT	modifier, attribuer des déclencheurs, attribuer des réponses ...
LOCATION REG	attribuer un usager (= autoriser sa mobilité), vérifier ...
ACCOUNT NUMBER	attribuer à un usager ou à un VPN ...
SERVICE LOGIC	créer, modifier, supprimer, simuler, vérifier ...

2.3.6 Rôle futur du RI

Dans les mondes des technologies de l'information et des protocoles Internet, de nombreuses idées fausses circulent sur les réseaux intelligents. La plus courante étant qu'un RI «appartient aux techniques du passé» et qu'il est strictement associé à des réseaux publics à commutation de circuits et des réseaux compatibles SS7. Bien que cette description corresponde souvent à la réalité aujourd'hui, un RI possède tous les éléments pour être plus qu'un «ordinateur externe au commutateur équipé du système SS7»...

- Le RI couvre de multiples réseaux: aujourd'hui déjà, le domaine d'application du RI n'est plus limité au réseau RTPC fixe. Avec l'avènement des réseaux hertziens, le RI a progressivement pris en charge un large éventail de services mobiles et de services convergés fixe-mobile. Cette expansion se poursuivra avec des services de données et la convergence fixe-mobile-données. Dans ce cadre, la philosophie RI (modules logiciels et éléments de réseau) sera réutilisée pour offrir des services similaires sur des réseaux à commutation de circuits et des réseaux de données par paquets.

Dans le cas de réseaux mobiles, la «suite de protocoles» RI d'ISUP et d'INAP a été complétée par d'autres protocoles tels que MAP, IS41 et Camel. L'extension vers le monde IP permettra au RI d'adopter d'autres nouveaux protocoles tels que RADIUS, H.323, SIP, WAP, etc.

- Le RI est une boîte à outils destinée à l'élaboration de services sur tout réseau: indépendamment du réseau pour lequel les services sont élaborés, il existe un certain nombre de modules communs.

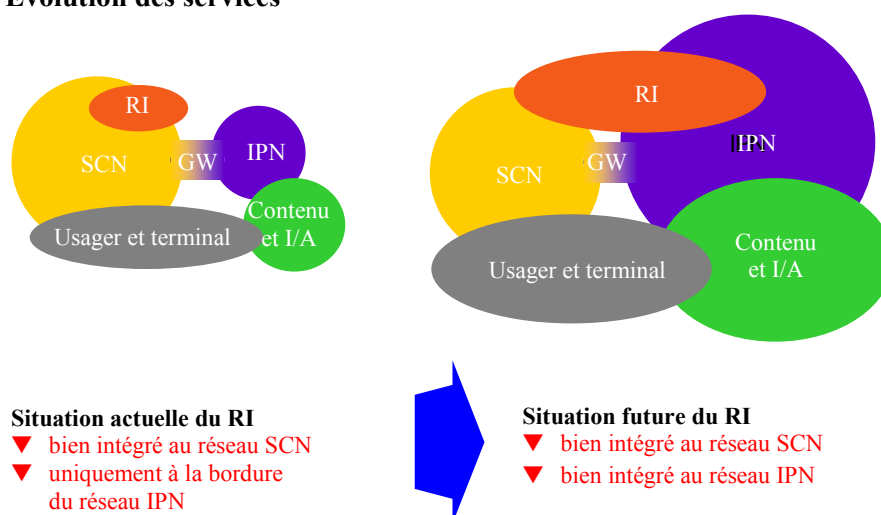
La communication entre le service et son utilisateur en est un exemple. D'un point de vue fonctionnel, il n'y a pas de différence entre la mise en œuvre de cette communication au moyen d'un point de ressource spécialisée (SRP, *Specialized Resource Point*¹) générant des signaux vocaux et acceptant des tonalités multifréquences (comme c'est le cas pour la plupart des services vocaux actuels) ou au moyen d'un serveur web (qui doit également être considéré comme une fonction de ressource spécialisée) échangeant des informations au moyen de formulaires HTML ou d'appliquettes Java.

Les services offrant des fonctions de connexion (entre usagers et services), de gestion (de réseau et de services), de taxation et de facturation, d'accès aux terminaux, etc. sont quelques autres exemples de modules RI couvrant de nombreux réseaux. Le RI doit être considéré comme une boîte à outils permettant de combiner et d'intégrer ces modules pour constituer des services utiles et générateurs de revenus.

- Le RI représente un éventail en croissance constante de services orientés vers l'utilisateur: à l'heure actuelle, une large variété de services RI sont disponibles, générant quotidiennement des revenus pour les exploitants de réseau et les fournisseurs de services. Avec l'avènement de l'Internet, le champ de ces services et applications s'est étendu (voir la Figure 2.3.4), et le RI suivra la même tendance.

Ainsi par exemple, dans un futur proche, de nouvelles plates-formes de RI seront capables de gérer de nouvelles applications et de fournir de nouveaux services à la fois aux réseaux (IP) et aux utilisateurs finals.

Figure 2.3.4 – Evolution des services



Parallèlement à la mise en œuvre de la convergence, il existe un certain nombre de secteurs d'activité dans lesquels de nouveaux services RI seront élaborés et proposés.

- Services de convergence: Lorsque l'on combine «le meilleur de deux mondes», il devient possible d'offrir des services novateurs exploitant à la fois les capacités des réseaux RTPC et l'Internet. Comme le RI est implanté au point le plus stratégique du réseau (à savoir qu'il commande la ligne qui relie l'abonné RTPC au fournisseur d'accès Internet), il occupe une place idéale pour offrir une large palette de services à valeur ajoutée, destinés à l'ensemble des acteurs, des usagers/abonnés («internauts») aux opérateurs de réseau en passant par les fournisseurs d'accès Internet et de services à valeur ajoutée/professionnels.

¹ Le terme «Point de ressource spécialisée» (SRP) est préféré au terme «périphérique intelligent» (IP) à cause de l'ambiguïté de l'abréviation de ce dernier terme dans le contexte de l'Internet.

- Services voix sur IP: Bien que l'usage actuel de la technique voix sur IP soit toujours favorisé par l'absence de réglementation en matière de téléphonie IP (la technique voix sur IP permet aux usagers d'établir un appel à grande distance pour le prix d'une communication locale), les spécialistes de l'analyse de marché s'accordent à dire que le marché de demain ne pourra prospérer que par la présence de services à valeur ajoutée destinés à l'utilisateur final.

A ce titre, la disponibilité d'une infrastructure de communication puissante dotée des services appropriés (comprenant à la fois des services vocaux «traditionnels» et de nouveaux «services de convergence» tels que «Click-to-Dial» (cliquer pour composer), centres d'appels web, etc.) doit être considérée comme un avantage majeur pour tout opérateur visant à tirer profit de l'expansion du transfert de données.

- Services IP natifs: Sur le réseau IP, l'intelligence est répartie entre différents composants (dont la plupart sont installés aux limites du réseau IP ou même sur le terminal de l'utilisateur).
- Serveurs d'authentification, d'autorisation et de comptabilité communiquant avec les nœuds d'accès distants au moyen des protocoles RADIUS, TACACS, RAS, etc.
- Portiers voix sur IP communiquant avec les passerelles au moyen des protocoles H.323, SIP, etc.
- Serveurs de noms de domaine et de répertoires (basés sur le protocole LDAP).
- Tables d'acheminement et bases de données de politiques.
- Serveurs de contenus et de transactions (HTTP, FTP, etc.).
- Applications client pour connexion par le réseau commuté (PPP), voix sur IP (par exemple MS Netmeeting), navigation Internet (par exemple MS Explorer, Netscape), appliquestes Java, etc.
- Mise en service et gestion fondées sur le web: Une mise en service et une gestion personnalisées et dynamiques des services est un différentiateur essentiel pour des exploitants travaillant sur un marché des télécommunications libéralisé. Une interface web permet à l'abonné de disposer d'une souplesse totale à partir de son poste de bureau et à l'abonné potentiel de disposer d'une «vitrine».

Vous trouverez plus d'informations sur les services RI au paragraphe 2.9 du présent chapitre.

2.4 Réseau à commutation par paquets

2.4.1 Introduction

La technologie de réseau à commutation par paquets a été utilisée pour une liaison de communication commutée unique pour permettre l'accès simultané à des bases de données par des utilisateurs multiples en toute sécurité et à faible coût. Le partage d'équipements de réseau avec d'autres utilisateurs réduit le nombre de lignes et de modems typiquement nécessaires pour connecter un public disséminé à des ressources d'information existantes.

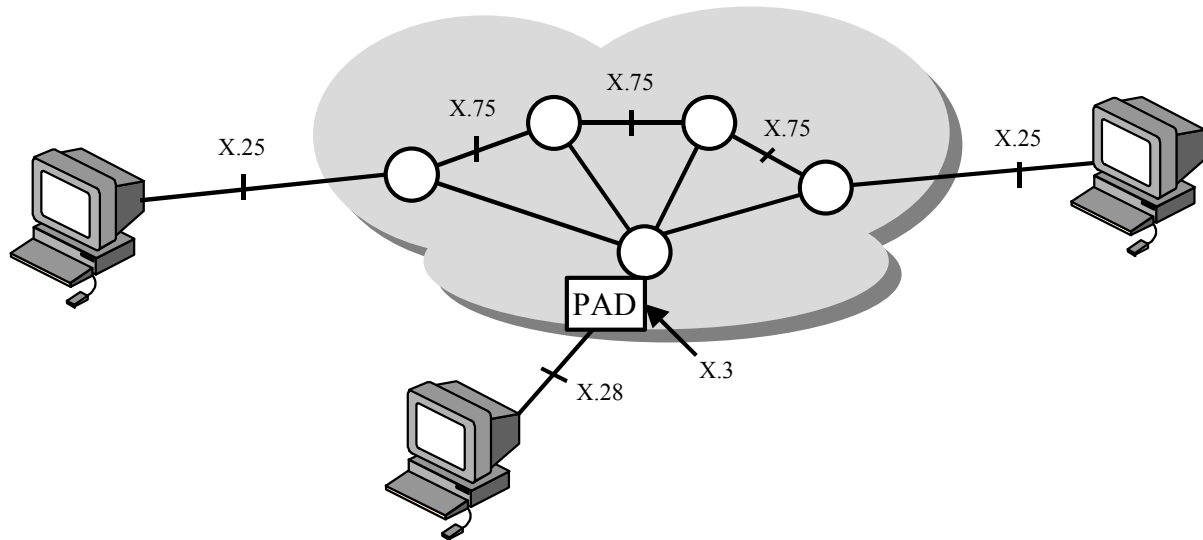
La technologie de commutation par paquets nécessite la segmentation d'un train de données en paquets. Des paquets provenant de divers utilisateurs sont fusionnés sur le même équipement de réseau. Le réseau en mode paquets accepte un accès par le biais de modems commutés, du réseau RNIS ou de lignes privées spécialisées. Au cours des dernières décennies, la technologie de commutation par paquets a évolué vers une plate-forme de transport de données assurant un multiplexage statistique du trafic utilisateur à faible débit sur de grandes distances. Elle constitue aujourd'hui la base de nombreux réseaux de communication de données avancés. Pour établir la communication, un ordinateur en appelle un autre pour demander la mise en place d'une session de communication. L'ordinateur appelé peut accepter ou refuser la connexion. Si l'appel est accepté, les deux systèmes peuvent commencer le transfert d'informations en mode duplex intégral. Chacune des deux extrémités peut mettre fin à la connexion à tout moment.

2.4.2 Structure de base X.25

La spécification X.25 définit une interaction point à point entre un équipement de traitement de données (ETTD) et un équipement de terminaison de circuits de données (ETCD). Les ETTD (terminaux et hôtes des installations de l'utilisateur) se connectent aux ETCD (modems, commutateurs par paquets et autres points de

connexion du réseau de données par paquets (PDN), généralement installés dans les locaux de l'exploitant), qui se connectent à des centraux à commutation par paquets (PSE ou simples commutateurs) et à d'autres ETCD installés dans le PSE et, finalement, à un autre ETTD. Les relations entre les entités d'un réseau X.25 sont illustrées à la Figure 2.4.1.

Figure 2.4.1 – Modèle X.25



Un ETTD peut être un terminal qui ne met pas en œuvre la totalité des fonctions X.25. Un ETTD est relié à un ETCD par l'intermédiaire d'un dispositif de conversion appelé assembleur-désassembleur de paquets (PAD). Le fonctionnement de l'interface terminal-PAD, les services offerts par le dispositif PAD et les interactions entre le PAD et l'hôte sont respectivement définis dans les Recommandations UIT-T X.28, X.3 et X.29.

2.4.3 Principes de la transmission par paquets

La communication de bout en bout entre équipements ETTD est établie au moyen d'une liaison bidirectionnelle appelée circuit virtuel. Un circuit virtuel (CV) caractérise une liaison logique de bout en bout entre équipements ETTD (voir la Figure 2.4.2).

La technique de circuit virtuel commuté permet de multiplexer plusieurs communications simultanées sur la même liaison d'accès physique entre l'abonné et le réseau.

Chacun des circuits virtuels est identifié par un numéro de liaison logique au moment où la communication est établie.

Les circuits virtuels permettent d'établir une communication entre des éléments de réseau distincts par un nombre quelconque de nœuds intermédiaires sans qu'il soit nécessaire de réserver des portions du support physique comme c'est le cas pour des circuits physiques. Les circuits virtuels peuvent être permanents ou commutés (temporaires). Les circuits virtuels permanents sont couramment désignés par l'abréviation PVC. Les circuits virtuels commutés sont couramment désignés par l'abréviation CVC. Les PVC sont généralement utilisés pour les transferts de données les plus fréquents, alors que les CVC sont utilisés pour des transferts de données sporadiques.

Figure 2.4.2 – Circuits virtuels

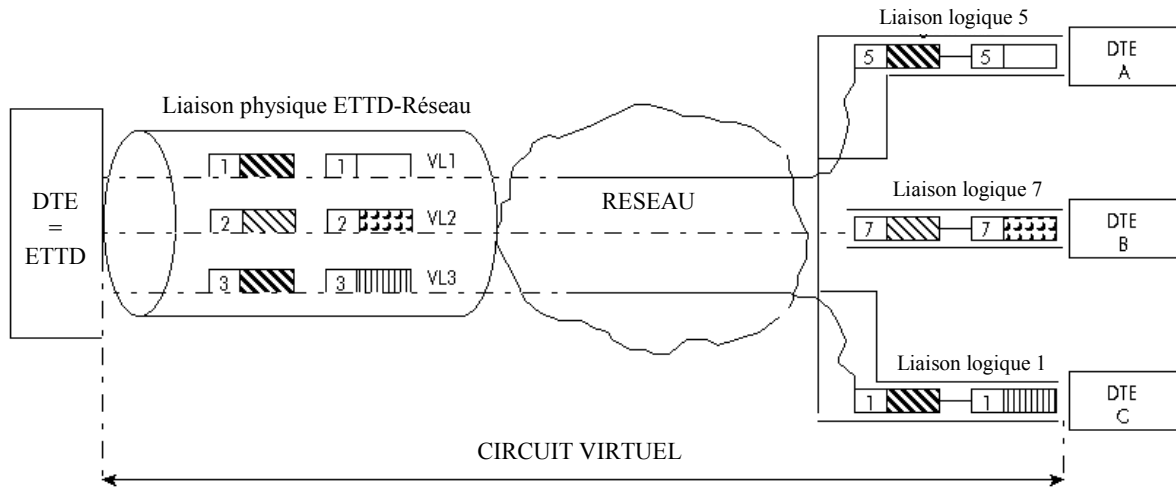
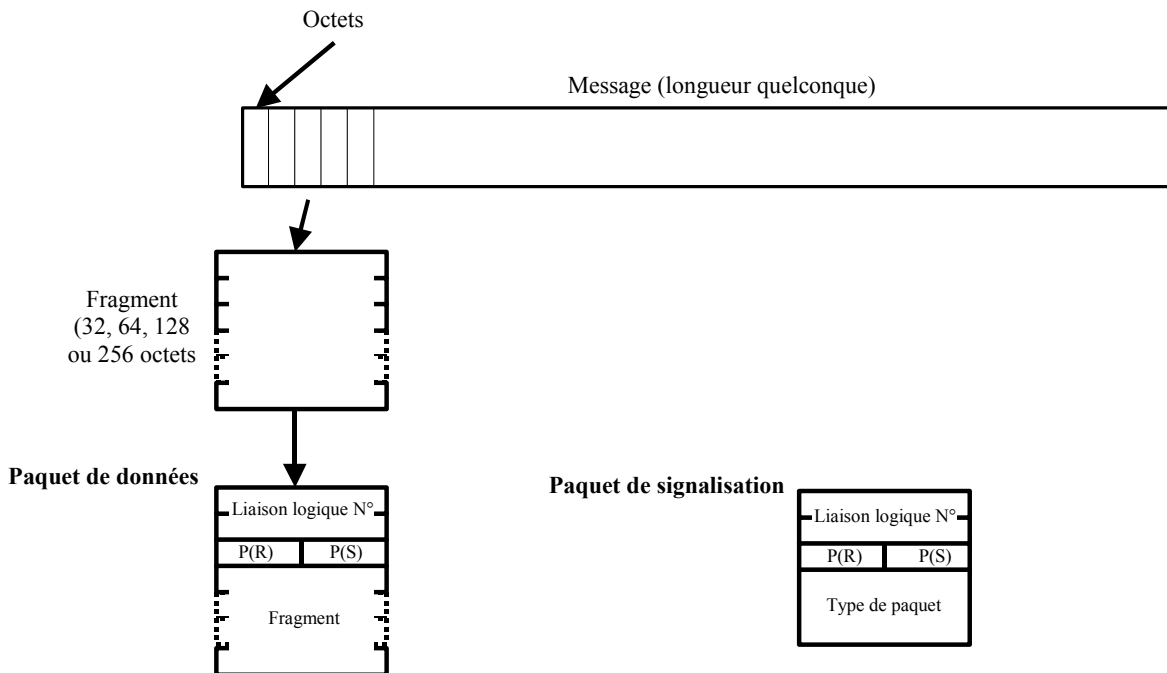


Figure 2.4.3 – Constitution d'un paquet



Une fois qu'un circuit virtuel est établi, l'équipement ETTD envoie un paquet vers l'autre extrémité de la connexion en le transmettant vers l'équipement ETCD au moyen du circuit virtuel approprié. L'équipement ETCD examine le numéro du circuit virtuel pour déterminer comment acheminer le paquet par le réseau X.25. La couche 3 du protocole X.25 effectue le multiplexage entre tous les ETTD desservis par cet ETCD du côté destination du réseau et le paquet remis à l'équipement ETTD de destination.

Les données sont transmises en blocs appelés paquets (de 32 à 256 octets). Chaque paquet de données est précédé d'un en-tête (de 3 octets) contenant les informations de service utilisées notamment pour acheminer le paquet par le réseau. Après réception, les paquets sont extraits de leur enveloppe et réassemblés de façon à reconstituer le train de données d'origine.

Les trames sont numérotées modulo 8 (mode standard) ou 128 (mode étendu). Les trames envoyées par une extrémité de la liaison doivent être acquittées par l'autre extrémité. La procédure utilisée offre la possibilité d'anticiper les acquittements: chaque extrémité peut envoyer une série de trames (maximum de 7 ou de 127 selon le cas) sans avoir à attendre la réception de l'acquittement de la première trame. Ce mécanisme supprime les temps morts entre trame et transmet donc les données à un débit maximal.

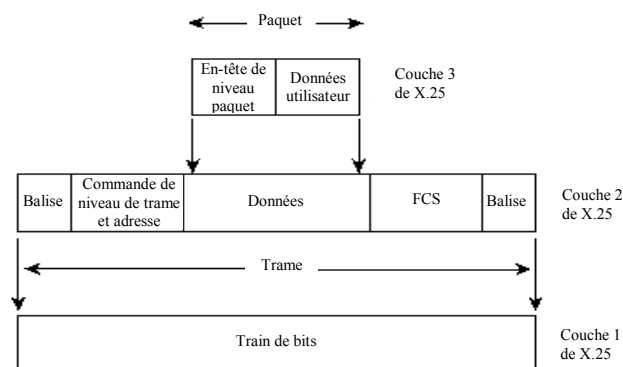
Le nombre de trames qui peut être envoyé sans réception de l'acquittement de la première trame est un paramètre de la procédure qui s'appelle «fenêtre de trame».

2.4.4 Couches X.25

La spécification X.25 correspond aux couches 1 à 3 du modèle de référence OSI. La couche 3 de X.25 décrit les formats de paquet et les procédures d'échange de paquets entre entités homologues de la couche 3. La couche 2 de X.25 est mise en œuvre par la procédure d'accès à la connexion en mode symétrique (LAPB). La procédure LAPB définit le verrouillage de trame des paquets pour la liaison ETTD/ETCD. La couche 1 de X.25 définit les procédures mécaniques et électriques d'activation et de désactivation du support physique reliant les équipements ETTD et ETCD.

Une trame X.25 comprend une série de champs (voir la Figure 2.4.4). Les champs de la couche 3 de X.25 constituent un paquet X.25 qui comprend un en-tête et des données utilisateur. Les champs de la couche 2 de X.25 (LAPB) comprennent des champs de commande de trame et d'adressage, le paquet imbriqué de couche 3 et une séquence de contrôle de trame (FCS).

Figure 2.4.4 – Trame X.25



- *Couche 3*

La couche 3 de X.25 utilise trois procédures opérationnelles de circuit virtuel:

- établissement d'appel;
- transfert de données;
- libération d'appel.

Le niveau paquet prend en charge:

- l'établissement et la libération des circuits virtuels;
- le contrôle du transfert des données sur chaque circuit virtuel;
- l'adressage entre abonnés du réseau;
- la fragmentation et le réassemblage des données en segments de 32, 64, 128 ou 256 octets;
- le contrôle des flux au moyen de la numérotation des paquets; et
- le multiplexage des communications sur le même support physique par numérotation ou liaison logique.

L'exécution de ces procédures dépend du type de circuit virtuel utilisé. Pour les circuits virtuels permanents, la couche 3 de X.25 est toujours en mode de transfert de données, parce que le circuit est établi de manière permanente. Si des circuits virtuels commutés sont utilisés, l'ensemble des trois procédures est appliqué et des adresses X.121 (IDN, numéro international pour la transmission de données) doivent être utilisées dans les champs d'adressage des paquets d'établissement d'appel. Les adresses X.121 sont de longueur variable et peuvent comprendre jusqu'à 14 chiffres.

Pour le transfert des données, on utilise des paquets. La couche 3 de X.25 segmente et réassemble les messages utilisateur s'ils sont trop longs par rapport à la taille maximale de paquet autorisée par le circuit. Chaque paquet de données reçoit un numéro de séquence qui permet à l'interface ETTD/ETCD d'effectuer des contrôles d'erreur et de flux.

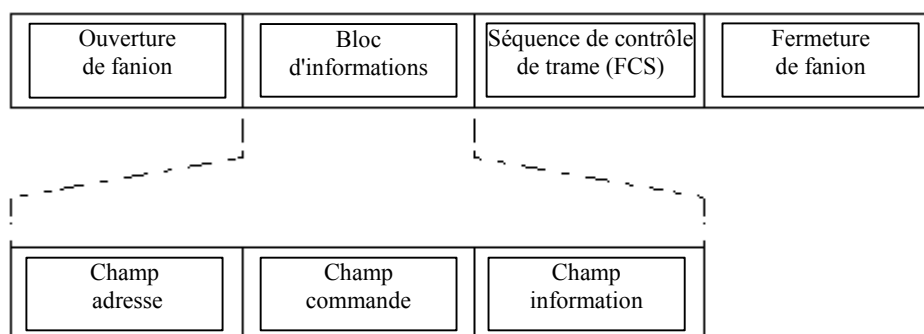
- *Couche 2*

La structure de la trame est illustrée à la Figure 2.4.5. La couche de X.25 est mise en œuvre par la procédure LAPB. Cette procédure permet à chacun des deux côtés (ETTD et ETCD) de démarrer la communication avec l'autre côté. Pendant le transfert des informations, la procédure LAPB vérifie que les trames arrivent à l'extrémité de réception dans l'ordre approprié et sans erreur.

Comme c'est le cas pour des protocoles liaison-couche similaires, la procédure LAPB utilise trois types de format de trame:

- Trames information (I): ces trames transportent des informations de couche supérieure et certaines informations de commande (nécessaires au fonctionnement en mode duplex intégral). Elles envoient et reçoivent des numéros de séquence et le bit P/F (invitation à émettre/fin) et effectuent des contrôles de flux et des corrections d'erreur. Le numéro de séquence à l'émission correspond au numéro de la trame en cours. Le numéro de séquence à la réception indique le numéro de la trame suivante à recevoir. En mode conversation en duplex intégral, l'émetteur et le récepteur gèrent des numéros de séquence à l'émission et à la réception. Le bit d'invitation à émettre est utilisé pour forcer l'envoi en réponse d'un message de bit de fin. Cette procédure est utilisée à des fins de détection et de correction d'erreurs.
- Trames de supervision (S): ces trames fournissent des informations de commande. Elles demandent l'établissement et la suspension d'une transmission, fournissent des informations d'état et s'acquittent de la réception de trames I. Elles ne comprennent pas de champ d'information.
- Trames non numérotées (U): ces trames, comme leur nom l'indique, ne portent pas de numéro de séquence. Elles sont utilisées à des fins de commande. Elles peuvent, par exemple, établir une connexion en utilisant le mode standard ou étendu (modulo 8 ou 128), déconnecter la liaison, signaler une erreur de protocole, et exécuter d'autres fonctions similaires.

Figure 2.4.5 – Structure d'une trame



Toutes les trames doivent débuter et finir par un délimiteur de trame appelé fanion (Figure 2.4.5). Le fanion sert à la synchronisation des trames. Il est le seul élément de trame pouvant contenir six 1 consécutifs. Lorsque les données d'utilisateur génèrent une telle séquence, la procédure insère automatiquement un 0 après le cinquième 1.

Le bloc d'informations contient les champs d'adresse, de commande et d'information. Il s'agit de la séquence de bits à délimiter et à protéger contre les erreurs.

Le champ FCS (séquence de contrôle de trame) contient 16 bits calculés par l'émetteur à partir des champs A, C et I.

Au moment de la réception, le récepteur de la trame applique le même algorithme de calcul et compare le résultat obtenu à la valeur du champ FCS reçu. Il peut ainsi détecter des erreurs de transmission et demander une nouvelle transmission des trames erronées. La séquence FCS:

- s'appuie sur le code de redondance cyclique (CRC) de 16 bits;
- détecte tous les paquets comprenant un, deux ou trois bits erronés;
- détecte toute erreur se produisant tous les 16 bits ou moins;
- détecte toute erreur se produisant tous les 17 bits à l'exception du CRC;
- détecte tous les nombres impairs des bits erronés;
- détecte 99,998% des autres erreurs possibles.

• Couche 1

La couche 1 de X.25 utilise le protocole de couche physique X.21bis qui est globalement équivalent au protocole EIA/TIA232C (anciennement RS-232-C). X.21bis a été établi à partir des Recommandations UIT-T V.24 et V.28 qui définissent respectivement les circuits de jonction et les caractéristiques électriques d'une interface ETDD à ETCD. X.21bis accepte les connexions point à point, des débits allant jusqu'à 64 kbit/s et la transmission synchrone en mode duplex intégral sur un support à 4 fils. La distance maximale entre un équipement ETDD et ETCD est de 15 mètres.

2.5 Relais de trame

2.5.1 Introduction

La technologie de réseau de relais de trame a été conçue pour prendre en charge des utilisateurs qui ont besoin d'une bande passante plus importante pour l'interfonctionnement de réseaux locaux. Elle est également conçue pour prendre en charge des utilisateurs qui ont besoin de réduire le temps de propagation de leurs transmissions. Cette technologie porte le nom de relais de trame parce que la plupart des opérations s'effectuent au niveau de la couche de trame (couche 2) du modèle OSI (interconnexion des systèmes ouverts). La base du concept de relais de trame est le protocole HDLC (commande de liaison de données à haut niveau) et des protocoles dérivés de HDLC tels que LAPD (procédure d'accès à la liaison sur le canal D) et V.120.

Le protocole de relais de trame a été élaboré à l'origine en tant que protocole à utiliser sur des interfaces RNIS. Il peut également être installé sur des équipements à commutation par paquets existants.

Le relais de trame est une méthode de transfert de données au niveau de la couche de liaison de données qui se présente sous la forme d'un protocole du même type que le protocole X.25. Il se distingue néanmoins largement de ce dernier par ses fonctions et son format. En effet, le protocole de relais de trame est plus rationnel et permet d'obtenir de meilleurs résultats en termes de qualité de fonctionnement et d'efficacité.

Le relais de trame fait l'hypothèse que le réseau est raisonnablement fiable et rapide. Il suppose en outre que les ordinateurs des utilisateurs finals possèdent une puissance de traitement considérable et sont dotés de tous les logiciels nécessaires à une reprise après d'éventuelles défaillances pouvant se produire sur le réseau lui-même.

Le protocole de relais de trame n'effectue pas de correction d'erreur. Il se limite à effectuer un simple contrôle du code CRC sur chaque nœud FRX. Si un paquet contient des erreurs, il est rejeté. Le protocole de relais de trame ne garantit pas la remise des paquets mais il garantit que, si un paquet arrive à destination, il ne contient aucune erreur.

Le protocole de relais de trame est un exemple de protocole orienté connexion. Il se distingue des protocoles sans connexion par le fait que tous les paquets destinés à une connexion virtuelle donnée suivent le même trajet dans le réseau. En envoyant les paquets le long du même trajet, on est assuré que les paquets à l'arrivée sont toujours dans le bon ordre.

Le protocole de relais de trame utilise un grand nombre des concepts de X.25, tels que le multiplexage statistique par répartition dans le temps (STDM) et notamment le concept de circuit virtuel.

Le protocole de relais de trame accepte deux types de circuits:

- les circuits virtuels commutés (SCV);
- les circuits virtuels permanents (PVC).

Les circuits SVC sont analogues aux connexions X.25 et sont définis dans les normes relatives aux relais de trame.

Les circuits PVC sont des connexions logiques qui existent sur un circuit physique établi entre deux points de connexion d'un nœud. Chaque circuit PVC a son propre identificateur unique appelé DLCI (identificateur de connexion de liaison de données).

2.5.2 Définition

Le service de relais de trame assure le transfert bidirectionnel d'unités de données de service (SDU) d'un point de référence S ou T vers un autre en préservant l'ordre chronologique. Les unités SDU sont acheminées par le réseau par les unités de données de protocole (PDU) de la couche 2 appropriées sur la base d'une étiquette attachée, d'un identificateur logique avec un domaine de validité local.

La structure de l'interface du réseau utilisateur au point de référence S ou T permet l'établissement de plusieurs appels virtuels et/ou circuits virtuels permanents vers de nombreuses destinations. Ce service est généralement disponible sur les configurations d'accès RNIS suivantes: point à multipoint (bus passif) et point à point (NT2).

2.5.3 Description générale

Le service de relais de trame possède les caractéristiques suivantes (voir la Figure 2.5.1):

- Toutes les procédures du plan de commande sont exécutées, si nécessaire, d'une manière logiquement séparée en utilisant des procédures de protocole intégrées dans tous les services de télécommunication du RNIS.
- Les procédures du plan utilisateur de la couche 1 sont fondées sur les Recommandations I.430/I.431. Les procédures de la couche 2 sont fondées sur les fonctions centrales décrites dans la Recommandation Q.922. Ces fonctions centrales de la couche 2 permettent le multiplexage statistique des flux d'informations d'utilisateurs immédiatement au-dessus des fonctions de la couche 1. Ce service support assure le transfert bidirectionnel d'unités de données de service (trames) d'un point de référence S ou T vers un autre sans en modifier l'ordre.

Ce service support:

- préserve l'ordre des unités SDU envoyées d'un des points de référence S ou T jusqu'à leur remise à l'autre extrémité;
- détecte les erreurs de transmission, de format et d'exploitation (par exemple les trames avec étiquette inconnue);
- transporte les trames de manière transparente; et seules l'étiquette et la séquence de contrôle de trame peuvent être modifiées par le réseau;
- n'accuse pas réception des trames (dans le réseau).

Les fonctions indiquées ci-dessus sont fondées sur les fonctions centrales décrites dans la Recommandation Q.922. Elles assurent une qualité de service caractérisée par les valeurs des paramètres suivants:

- capacité utile;
- débit d'accès;
- débit d'information garanti;
- longueur garantie des salves;
- temps de transit;
- taux d'erreur résiduel;
- trames remises erronées;
- trame remises en double;
- trames remises hors séquence;
- trames perdues;
- trames mal remises.

Les fonctions centrales de la Recommandation Q.922 sont les suivantes:

- délimitation, conformité et transparence des trames;
- multiplexage/démultiplexage des trames par utilisation du champ d'adresse;
- inspection de la trame pour vérifier qu'elle contient un nombre entier d'octets avant insertion ou après extraction d'un bit zéro;
- inspection de la trame pour vérifier qu'elle n'est ni trop longue ni trop courte;
- détection des erreurs de transmission;
- fonctions de protection contre les encombrements.

Figure 2.5.1 – Structure du protocole de relais de trame

Plan de commande	Plan de l'utilisateur	
Q.933		Couche réseau
Q.922 ou Q.921	Q.922 Corps de texte (relais de trame)	Couche liaison de données
DS0, n*DS0, DS1, E1, DS3		Couche physique

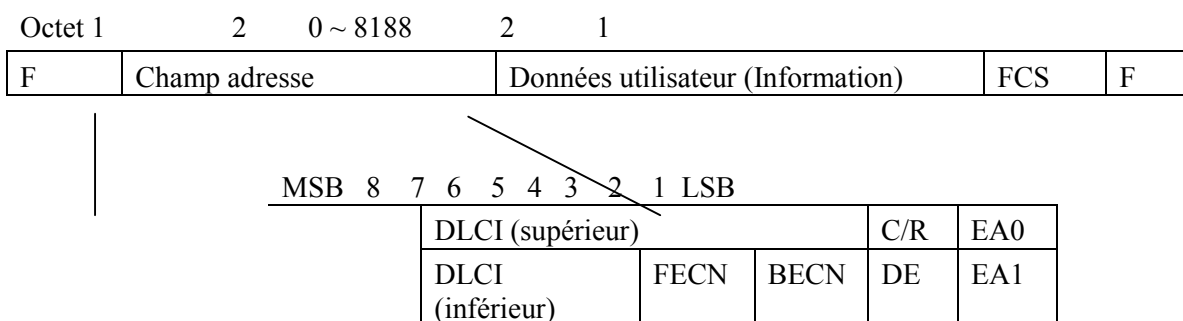
2.5.4 Applications

Le service de relais de trame décrit dans le présent document vise à prendre en charge un large éventail d'applications de données et de débits, d'un débit très faible à un débit élevé (typiquement de 2 Mbit/s). Une application typique du relais de trame peut être l'interconnexion de réseaux locaux (LAN).

2.5.5 Format de trame

La Figure 2.5.2 illustre la structure de trame normalisée du relais de trame qui comprend une adresse par défaut à deux octets conformément à la Recommandation UIT-T Q.922. On trouve également des formats d'adresse à trois ou quatre octets. Le relais de trame utilisé par les services de relais de trame est une variante de la structure de verrouillage de trame RNIS LAP-D (procédure d'accès à la liaison sur le canal D). Le relais de trame utilise les fanions d'ouverture et de fermeture, le champ FCS (séquence de contrôle de trame) et le champ information.

Figure 2.5.2 – Format de trame du relais de trame



C/R: bit du champ Commande/Réponse

FECN: bit de notification explicite d'un encombrement vers l'avant

BECN: bit de notification explicite d'un encombrement vers l'arrière

DE: bit d'indicateur de priorité de rejet

DC: bit d'indicateur de commande DLCI ou liaison de données de base

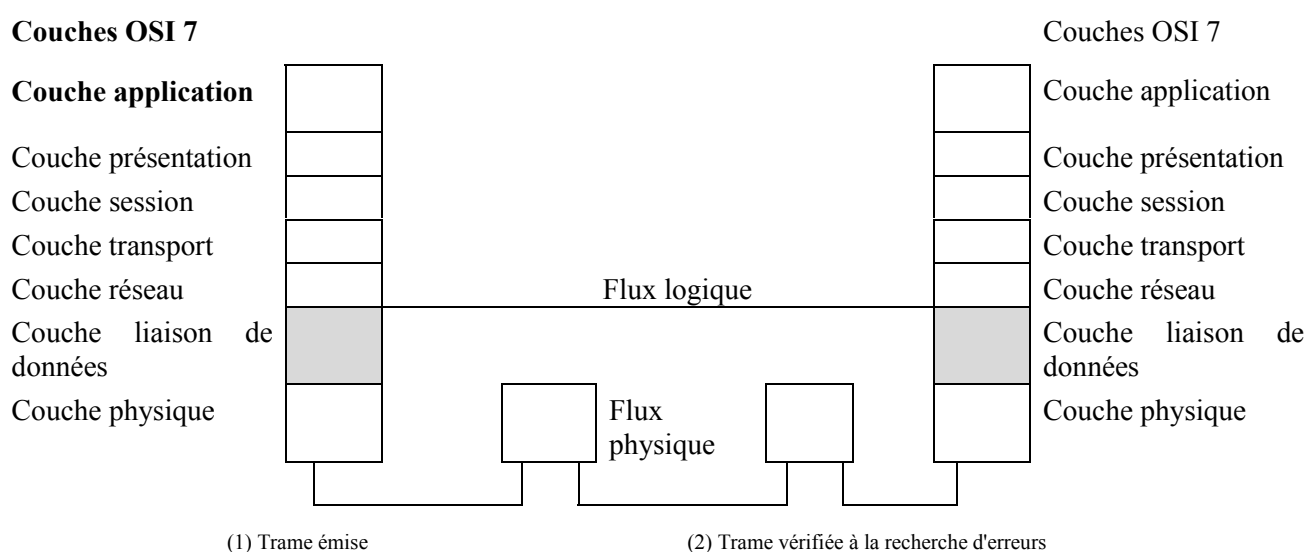
EA: bit d'extension du champ d'adresse

2.5.6 Opérations de la couche liaison de données avec relais de trame

2.5.6.1 Opération sur une liaison

Le protocole de relais de trame continue à effectuer un contrôle d'erreur sur les données à chaque nœud du réseau ainsi qu'à chaque routeur utilisant le logiciel de relais de trame. L'opération classique de contrôle de redondance cyclique (CRC) est appliquée au champ de séquence de contrôle de trame (FCS). Toutefois, si ce contrôle révèle que la trame a été corrompue au cours de la transmission sur le canal de communication, celle-ci est non seulement rejetée mais, de plus, un accusé de réception négatif (NAK) est renvoyé à l'émetteur. La Figure 2.5.3 illustre ces opérations.

Figure 2.5.3 – L'approche relais de trame



2.5.6.2 Opération sur plusieurs liaisons

La Figure 2.5.3 illustre également comment chacun nœud intermédiaire d'un réseau de relais de trame relaie la trame. Cette opération s'effectue nœud par nœud, chaque nœud devant effectuer le contrôle FCS. Il a également la possibilité de gérer les encombrements par le recours aux bits de notification d'encombrement du service de relais de trame. Il a en outre la possibilité de rejeter du trafic pour des raisons d'encombrement ou un mauvais contrôle FCS, en fait pour toute raison jugée opportune par le réseau. Il est bien entendu qu'en rejetant des trames utilisateur, le réseau prend le risque de ne pas répondre aux exigences de qualité de service (QS) de l'utilisateur.

Il convient à ce stade de s'interroger sur l'intérêt de la mise en œuvre de ces opérations dépouillées. D'une part, les erreurs sont peu fréquentes sur les canaux de communication modernes (notamment les fibres optiques) et, par conséquent, la correction d'erreurs dans le réseau n'est pas une opération efficace. D'autre part, les stations d'extrémité effectuent de toute manière des opérations de détection d'erreur et de retransmission de bout en bout. Par conséquent, la suppression de l'opération de correction d'erreur au niveau de la couche de liaison de données correspond à la suppression d'une opération redondante.

2.5.7 Largeur de bande à la demande

Un réseau à relais de trame permet à un utilisateur de disposer de différents niveaux de capacité de transmission de manière dynamique (à condition que ce concept soit mis en œuvre par le réseau). Ce concept s'appelle «largeur de bande à la demande». L'utilisateur reçoit une ligne d'accès au réseau à relais de trame. Il peut envoyer du trafic sur ce réseau au débit d'accès mais il n'est facturé que pour la partie de la ligne utilisée pendant un temps donné.

2.5.8 Rejet de trafic

Le réseau à relais de trame est autorisé à rejeter du trafic utilisateur si ce dernier ne respecte pas les termes de son contrat avec le réseau en envoyant un volume de trafic excessif. L'utilisateur a également la possibilité d'étiqueter son trafic et ainsi de permettre au réseau de le rejeter de manière sélective en cas d'encombrement.

2.5.9 Notification d'encombrement

Le réseau peut signaler aux utilisateurs qu'il subit des problèmes d'encombrement et/ou qu'un utilisateur provoque un trafic excessif sur le réseau. Ce moyen de notification peut être utilisé par le terminal utilisateur pour réduire son débit vers le réseau.

2.6 Réseaux ATM

L'intégration du traitement des télécommunications et de l'information ainsi que les progrès récents réalisés dans le domaine de la présentation audio et vidéo sur des postes de travail informatiques ouvrent de nouveaux horizons pour des applications de marketing et de distribution. Des documents d'information multimédias relatifs à des produits composés d'images fixes et animées, de séquences audio, de tableaux et de texte peuvent aider des clients à obtenir des renseignements sur des services. Outre la présentation de produits, les techniques multimédias sur réseau offrent des possibilités nouvelles d'organisation de petites vidéoconférences sans avoir à prendre en compte le facteur de distance. Des réseaux à large bande très performants sont nécessaires pour offrir une connexion de haute qualité. Nous nous intéressons ici aux réseaux de type ATM qui sont en mesure d'offrir une utilisation souple de la bande passante.

2.6.1 Eléments de réseau ATM

On prétend souvent, et sans plus d'explications, que la technologie ATM permet de donner corps au réseau RNIS-LB. Il convient de rappeler que le réseau RNIS-LB était une extension du réseau RNIS (comprenant des services à large bande intégrés tels que la transmission de données à haut débit). Le réseau RNIS-LB est donc considéré comme un réseau de communication. Les services à large bande posaient des problèmes en termes de commutation et de distribution du temps de service, problèmes résolus par la technologie ATM. Les fonctions liées au réseau ATM sont mises en œuvre dans les éléments de la configuration de référence du réseau RNIS-LB (voir la Figure 2.6.1).

La **terminaison de réseau à large bande 1 (B-NT1)** exécute principalement des fonctions de couche inférieure telles que:

- terminaison de ligne;
- traitement de l'interface;
- fonctions de maintenance.

La **terminaison de réseau à large bande 2 (B-NT2)** exécute les fonctions suivantes:

- fonctions d'adaptation pour différents supports et différents protocoles en plus du cadrage des cellules;
- mise en tampon de cellules ATM;
- multiplexage/démultiplexage;
- traitement du protocole de signalisation;

- attribution des ressources et commande du paramètre d'utilisation;
- traitement de l'interface;
- commutation des connexions internes.

L'**équipement de terminaison à large bande 1 (B-TE1)** relie les terminaux des utilisateurs et traite la terminaison de tous les protocoles de bout en bout.

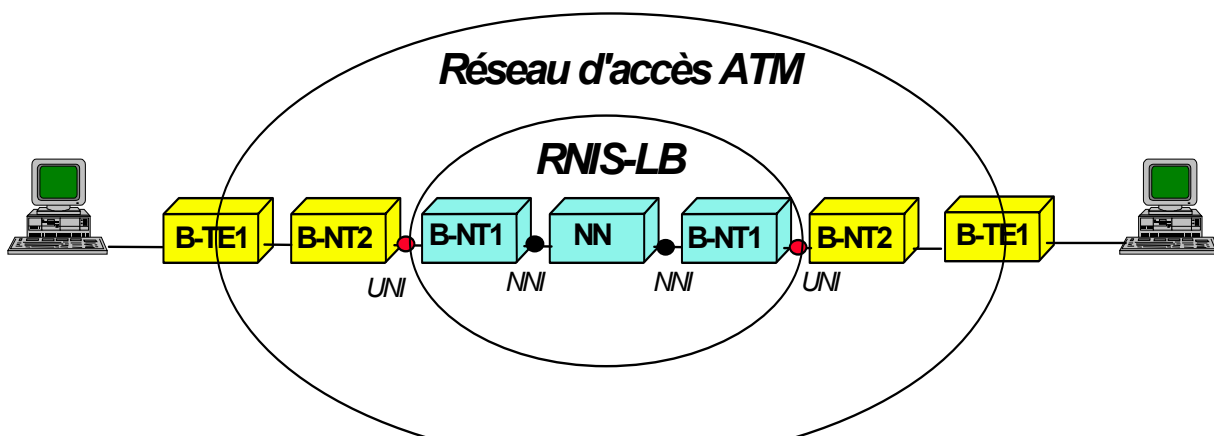
Ces unités sont séparées par une interface de nœud de réseau (NNI) et une interface utilisateur-réseau (UNI).

Le terme **interface** désigne la limite partagée entre deux entités au moyen de laquelle elles communiquent. L'UIT-T a défini deux types principaux d'interfaces:

- **L'interface utilisateur-réseau (UNI)** – elle relie des systèmes d'extrémité ATM (par exemple des hôtes ou des routeurs) à un commutateur ATM. Un en-tête de cellule sur l'interface UNI contient un champ de commande de flux générique (GFC) qui permet de commander le flux de trafic au départ de l'équipement utilisateur.
- **L'interface de nœud de réseau (NNI)** – elle peut être définie comme étant une interface reliant deux commutateurs ATM. Il s'agit de toute liaison physique ou logique par laquelle deux commutateurs ATM échangent le protocole NNI. Les cellules de l'interface NNI (également connue sous la désignation d'interface réseau-réseau) ne possèdent pas de champ GFC.

Le champ GFC est rarement utilisé (il n'est même pas défini dans la spécification UNI du Forum ATM). Il n'y a donc pas de différences entre les cellules UNI et NNI à l'exception des quatre premiers bits.

Figure 2.6.1 – Configuration de référence RNIS-LB



Les réseaux ATM joueront un rôle central dans l'évolution des réseaux à large bande actuels et futurs. Ils sont issus d'une technologie très complexe. On prétend que ce serait la plus complexe jamais élaborée par l'industrie des réseaux. Des commutateurs ATM de haute qualité dotés de liaisons ou d'interfaces ATM point à point, appuyés par des logiciels très évolués, constituent les principales composantes d'un réseau ATM.

Différents types de réseaux ATM et d'applications sont possibles:

Le **réseau public RNIS à large bande (RNIS-LB)**, composé de nœuds de commutation ATM et d'unités ATM distantes, fut le projet d'origine d'application de la technologie ATM. Les services envisagés portaient essentiellement sur la vidéo (vidéotéléphonie par exemple) et la totalité des services supplémentaires élaborés pour le RNIS à bande étroite a également été adapté pour le RNIS à large bande. Ce type de réseau n'a jamais été déployé parce que le secteur a évolué vers des applications de données à dominante IP.

Il n'en demeure pas moins que des *réseaux publics de type ATM* composés de nœuds de commutation ATM (sur lesquels les trajets d'acheminement sont ajustés par la signalisation utilisateur) et de répartiteurs ATM (sur lesquels les trajets d'acheminement sont ajustés par le système de gestion) sont utilisés pour l'interconnexion avec d'autres réseaux, par exemple des réseaux de données compatibles ATM, relais de trame ou IP, ou même entre commutateurs à bande étroite.

Les *réseaux privés de type ATM* constituent la troisième catégorie. Ils sont utilisés comme solution de remplacement d'autres technologies, comme par exemple FDDI (interface de données avec distribution par fibre) sur des réseaux de campus. Ils se composent de nœuds de commutation ATM spécialisés adaptés aux besoins de la transmission de données, notamment le transport de datagrammes IP.

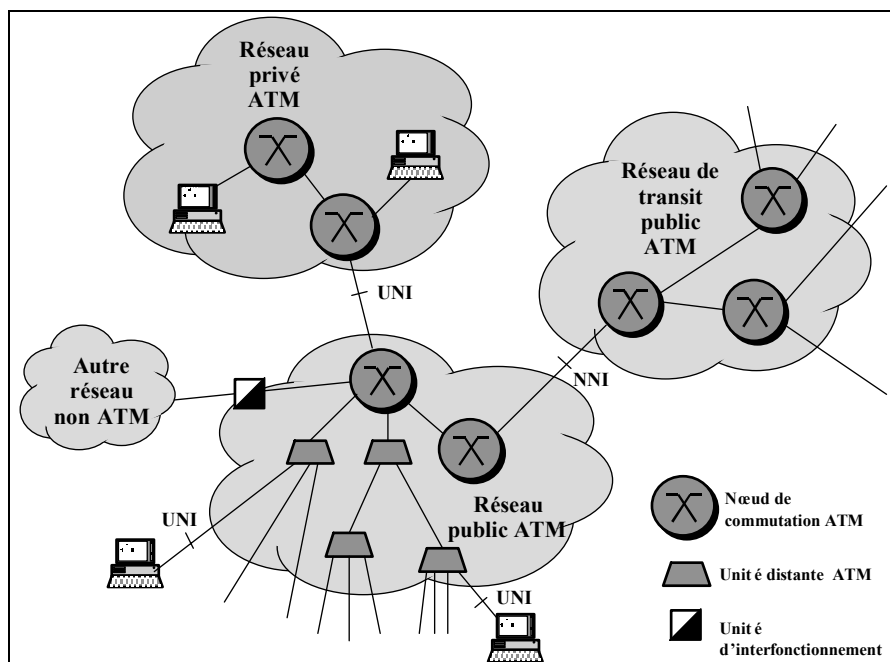
La Figure 2.6.2 illustre un exemple de configuration à trois réseaux de type ATM: le réseau privé de type ATM, le réseau public de type ATM qui peut être utilisé comme réseau RNIS-LB et également comme réseau d'accès pour l'interconnexion d'autres réseaux et, enfin, un réseau public de transit de type ATM pour interconnecter d'autres réseaux ATM faisant partie à la fois d'un réseau RNIS-LB ou d'un réseau ATM d'interconnexion.

Les cellules sortantes sont reçues de manière asynchrone à partir de la couche ATM. L'opération de génération et de vérification de la séquence de contrôle d'erreur d'en-tête génère et vérifie le code de contrôle d'erreur d'en-tête pour s'assurer que les données sont valides.

Les cellules sont ensuite mises en paquet au format de trame SDH (SONET). Les cellules vides doivent être insérées dans la trame lorsqu'aucune «cellule réelle» n'est disponible (découplage du débit de cellules). Après adaptation au support physique (fibre optique), les trames SDH sont envoyées de manière asynchrone.

Dans le sens opposé, des trames SDH entrantes sont reçues. Les cellules ATM sont identifiées et extraites (décadage de cellule) des trames et transmises vers l'amont vers la couche ATM.

Figure 2.6.2 – Un réseau ATM



Sur un réseau RNIS-LB, l'utilisation de la technologie ATM permet de multiplier les types/caractéristiques de service et d'assurer la séparation logique entre la signalisation et les flux d'informations de l'utilisateur. Un même utilisateur peut avoir plusieurs entités de signalisation connectées au système de gestion de la commande d'appel du réseau par l'intermédiaire de connexions distinctes à des canaux virtuels ATM. Les paragraphes ci-après décrivent les capacités de signalisation nécessaires sur un réseau RNIS-LB et les conditions à remplir pour établir des trajets de communication de signalisation.

Interfaces du Forum ATM

L'élément de connexion entre un commutateur privé ATM et un commutateur public ATM est une interface UNI. Le Forum ATM la désigne par l'appellation **interface UNI publique** (elle n'échange pas les informations NNI).

L'interface utilisateur-réseau définit différents aspects de la transmission et de l'adaptation aux différents *supports physiques* qui portent sur les débits adoptés et sur d'autres caractéristiques optoélectroniques des interfaces et des signaux. Les interfaces sont principalement classées en fonction de leurs spécifications. Le Forum ATM a défini des spécifications pour les interfaces **UNI** telles que: interface dépendante du support physique ATM pour un débit de 155 Mbit/s sur un câble à paire torsadée, interface physique DS1, UTOPIA (interface universelle physique d'essai et d'exploitation pour réseaux ATM), interface UNI publique E1 (E3), etc.

Il existe parallèlement une classification courante des interfaces en fonction de leur objectif qui est également acceptée par le Forum ATM. Certaines de ces interfaces sont décrites ci-après:

Interface de nœud de réseau privé (P-NNI) – spécifie le protocole au moyen duquel les commutateurs ATM communiquent dans un réseau privé ATM comprenant des réseaux privés commutés multiprotocoles.

Interface interopérateurs RNIS à large bande (B-ICI) – définit les commutations intercommutateurs sur des réseaux publics (af-bici-0068.000).

Interface réseau-utilisateur à émulation de LAN (LUNI) – permet à des réseaux LAN existants de communiquer avec des réseaux LAN similaires et avec des stations rattachées au réseau ATM par le réseau ATM.

Interface réseau-utilisateur de trame (FUNI) – définit une interface de type trame pour des services ATM.

Interface réseau-utilisateur résidentiel (Home UNI) et **Interface de réseau d'accès (ANI)** – ces deux interfaces visent des applications à large bande résidentielles.

2.6.2 Fonctionnement d'un réseau ATM

Les réseaux ATM sont globalement orientés connexion. Des circuits virtuels doivent être établis avant tout transfert de données. Il existe deux types de circuits virtuels: les trajets virtuels identifiés par des identificateurs de trajet virtuel (VPI) et des canaux virtuels identifiés par des combinaisons d'identificateurs de trajet virtuel (VPI) et d'identificateurs de canal virtuel (VCI).

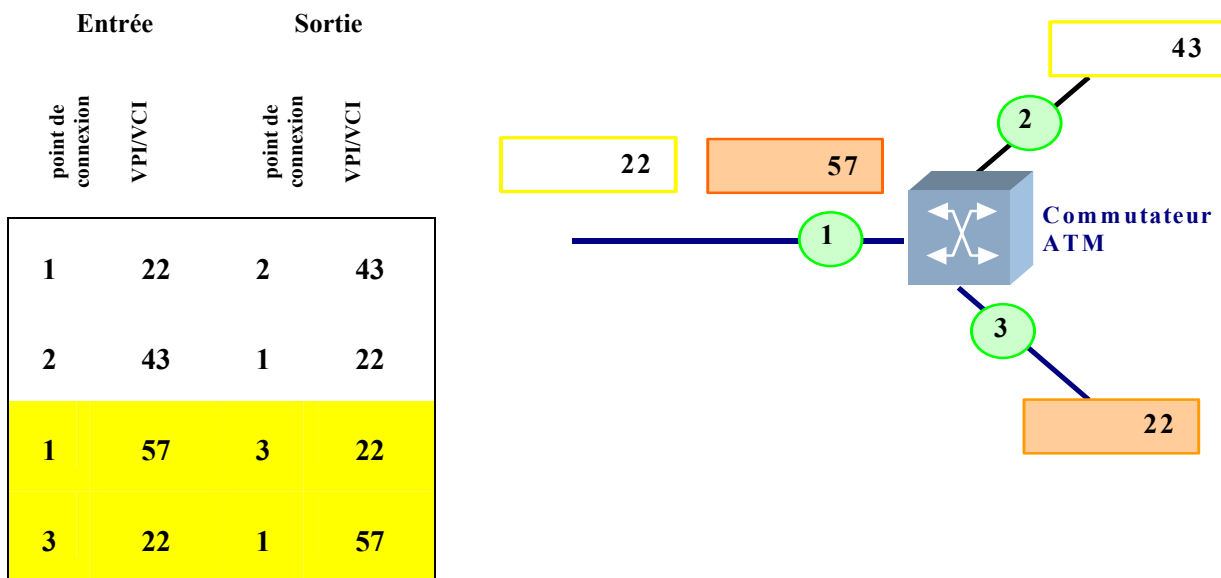
Les trajets virtuels représentent des groupes de canaux virtuels et sont tous commutés de manière transparente sur le réseau ATM en fonction de leur VPI commun.

Le fonctionnement de base d'un commutateur ATM est assez simple: il reçoit des cellules par une liaison grâce à un VCI ou un VPI connu, il vérifie la valeur de la connexion dans un tableau de conversion local pour déterminer le(s) point(s) sortant(s) de la connexion et la nouvelle valeur VPI/VCI de la connexion sur cette liaison et, enfin, il retransmet la cellule sur cette liaison sortante.

Des tableaux de conversion locaux sont établis par un mécanisme externe avant la transmission des données. Ce mécanisme détermine deux types principaux de connexions ATM:

- **Les circuits virtuels permanents (PVC)** – un mécanisme externe définit un ensemble de commutateurs entre le système ATM source et le système ATM de destination. Ils sont programmés avec les valeurs VPI/VCI appropriées. Les PVC nécessitent donc une part d'intervention manuelle (qui, en règle générale, n'est pas souhaitable).
- **Les circuits virtuels commutés (SVC)** – il s'agit d'une connexion établie automatiquement par un protocole de signalisation. Ils ne nécessitent aucune des interventions manuelles nécessaires à l'établissement d'un circuit virtuel permanent. C'est pourquoi on pense que les circuits SVC seront largement utilisés et notamment pour les protocoles de couche supérieure sur ATM.

Figure 2.6.3 – Fonctionnement d'un commutateur ATM

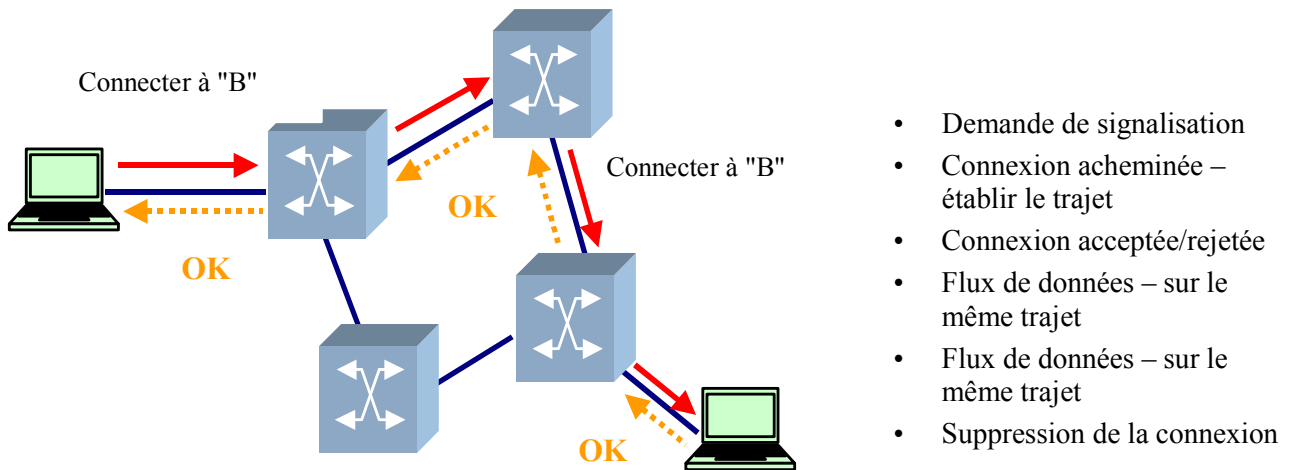


Un système d'extrémité ATM qui souhaite établir une connexion par l'intermédiaire d'un réseau ATM initie la signalisation. Ceci veut dire qu'il envoie des cellules sur un canal virtuel avec VPI=0 et VCI=5 (ce canal virtuel est réservé uniquement au trafic de signalisation).

Après initialisation, la signalisation est acheminée à travers le réseau, de commutateur en commutateur. Les demandes de signalisation sont transmises entre le processus de signalisation et le processus de commande d'appel associés aux commutateurs (généralement la capacité de commande d'appel est intégrée à des commutateurs). Des identificateurs de connexion sont définis au cours de ce processus jusqu'à ce que le système d'extrémité de destination soit atteint. Celui-ci peut accepter ou confirmer la demande de connexion. Il peut aussi, à l'inverse, la rejeter et libérer la connexion. Comme la connexion est établie sur le trajet de la demande de connexion, les flux de données suivent le même trajet.

Les identificateurs de connexion (les valeurs VPI/VCI) sont attribués dans les deux sens d'une connexion. Les paramètres de trafic dans chaque sens peuvent toutefois être différents. Par exemple, la largeur de bande peut être nulle dans un sens.

Figure 2.6.4 – Etablissement d'une connexion par signalisation ATM



Différents types de connexions ATM peuvent être établies, sous la forme de circuits virtuels permanents ou commutés (voir la Figure 2.6.5). Les deux principaux types sont les suivants:

Configuration point à point (sur l'interface UNI) – relie deux systèmes d'extrémité ATM qui peuvent être unidirectionnels ou bidirectionnels.

Configuration point à multipoint (sur l'interface UNI) – configuration comportant plusieurs équipements terminaux pris en charge par une seule terminaison de réseau sur une interface utilisateur-réseau. Ces connexions peuvent être unidirectionnelles ou bidirectionnelles.

Pour une terminaison unique, le système d'extrémité source est appelé *nœud racine*. Les systèmes d'extrémité de destinations multiples sont appelés *feuilles*. Une réplication de cellules est effectuée dans le réseau. Cette opération est normalement effectuée par les commutateurs ATM ou, plus rarement, par des systèmes d'extrémités.

Les connexions point à multipoint sont unidirectionnelles, ce qui veut dire que la racine est autorisée à transmettre des données aux feuilles, mais que les feuilles ne sont pas autorisées à transmettre des données vers la racine ou entre elles.

Ces deux types de connexion ATM n'ont aucun rapport avec:

- la capacité de **multidiffusion** en tant que mode de communication unidirectionnel d'un point d'accès source unique vers un nombre limité (supérieur à un) de points d'accès de destination définis (I.140); ni avec
- la capacité de **radiodiffusion** en tant que mode de communication unidirectionnel d'un point d'accès source unique vers un nombre illimité (supérieur à un) de points d'accès de destination définis (I.140).

Figure 2.6.5 – Types de connexions ATM

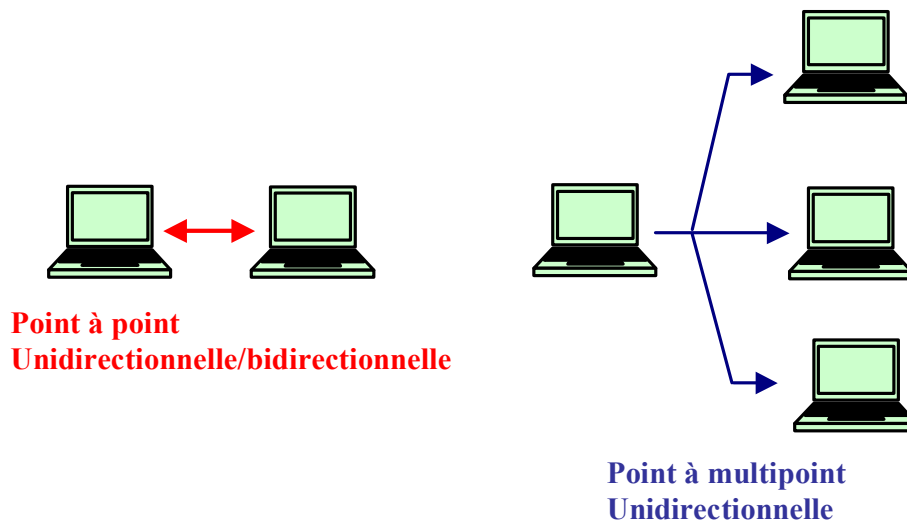
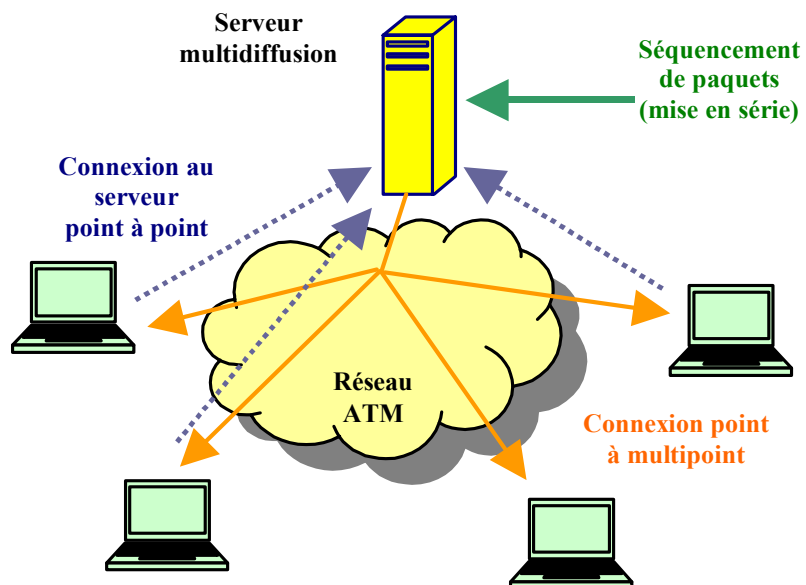


Figure 2.6.6 – Fonctionnement d'un serveur multidiffusion

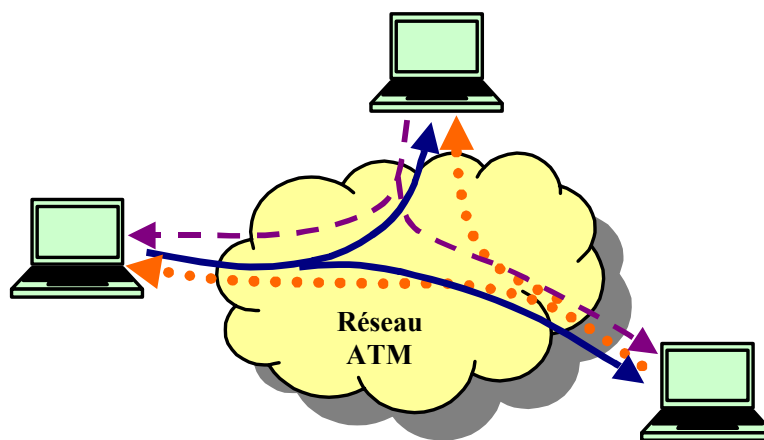


Ces capacités sont courantes sur la plupart des technologies de support partagé (tels que Ethernet ou Token Ring par exemple). Dans le cas de ces technologies, la multidiffusion permet à plusieurs systèmes d'extrémité à la fois de recevoir des données de plusieurs systèmes et d'en transmettre vers ces systèmes. L'analogie avec de telles communications multidiffusion (en réseau local) dans le monde ATM serait une connexion bidirectionnelle multipoint à multipoint. Une telle connexion ne peut pas être prise en charge par la couche AAL5 (couche d'adaptation ATM), à savoir que la couche AAL5 ne dispose d'aucune possibilité dans son format de cellule pour entrelacer des cellules de paquets AAL5 différents sur une même connexion. Pour que le processus de réassemblage à la destination puisse être mis en œuvre, les cellules doivent être reçues dans l'ordre sans entrelacement. En conséquence, les connexions point à multipoint AAL5 ATM ne peuvent être qu'unidirectionnelles. Il convient de noter que la couche AAL5 est la couche d'adaptation la plus courante conçue pour des applications multimédias et que les couches AAL3/4, qui sont plus complexes, acceptent l'entrelacement de cellules de paquets différents.

Pour accepter différentes séquences de trafic transmises par des réseaux locaux qui s'appuient sur l'existence d'une capacité de multidiffusion/radiodiffusion de bas niveau, le réseau ATM doit disposer d'une forme de capacité multidiffusion. Trois méthodes ont été proposées pour résoudre cette question:

- 1 **Multidiffusion sur conduit virtuel** – mécanisme par lequel un conduit virtuel multipoint à multipoint relie tous les nœuds d'un groupe de multidiffusion et dans lequel chaque nœud reçoit une valeur VCI unique dans le conduit virtuel. Un protocole capable d'attribuer des valeurs VCI de manière unique à tous les nœuds serait probablement très complexe (n'existe pas à l'heure actuelle).
- 2 **Serveur de multidiffusion** – dans ce mécanisme, illustré à la Figure 2.6.6, tous les nœuds souhaitant transmettre des données vers un groupe à multidiffusion établissent une connexion point à point avec un dispositif externe appelé serveur multidiffusion. Ce serveur est connecté à tous les nœuds souhaitant recevoir des paquets multidiffusés par une connexion point à multipoint. Ce mécanisme est assez complexe: le serveur de multidiffusion reçoit des paquets au travers des connexions point à point puis les retransmet au travers de la connexion point à multipoint après s'être assuré que les paquets ont été mis en série.
- 3 **Connexions point à multipoint superposées** – dans ce mécanisme, illustré à la Figure 2.6.7, tous les nœuds d'un groupe de multidiffusion établissent une connexion point à multipoint avec chacun des autres nœuds du groupe, permettant ainsi à tous les nœuds d'émettre vers tous les autres nœuds et de recevoir de tous ces nœuds.

Figure 2.6.7 – Multidiffusion au moyen de connexions point à multipoint superposées



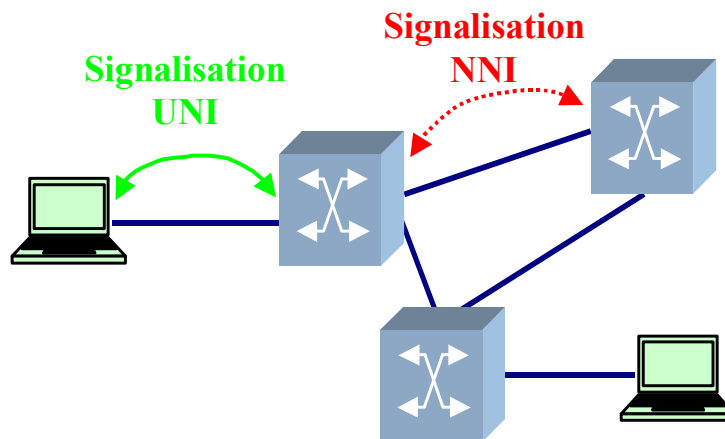
Dans le dernier mécanisme présenté, chaque nœud nécessite N connexions pour chaque groupe, où N représente le nombre total de nœuds d'émission. Le mécanisme de serveur de multidiffusion ne nécessite que deux connexions par nœud par groupe de multidiffusion mais nécessite un processus d'enregistrement pour signaler aux nœuds les autres nœuds appartenant au groupe. Le serveur de multidiffusion est plus pondérable en termes de ressources de connexion mais il introduit un processeur centralisé qui constitue un goulot d'étranglement potentiel.

Il n'existe pas de solution idéale de multidiffusion dans le monde ATM. Les protocoles d'interfonctionnement pour ATM sont très complexes.

2.6.3 Routage ATM

ATM est essentiellement orienté connexion². Par conséquent, les demandes de connexion doivent être acheminées à partir du nœud requérant vers le réseau jusqu'au nœud de destination. Les paquets sont acheminés de la même manière dans un réseau à commutation par paquets. Les protocoles NNI ont la même fonction que les protocoles de routage dans les réseaux d'acheminement actuels.

Figure 2.6.8 – Signalisations UNI et NNI



Les protocoles NNI comprennent deux composantes:

- Le protocole de signalisation NNI: utilisé pour transmettre les demandes de connexion ATM à l'intérieur des réseaux entre la source et la destination UNI. Les demandes de signalisation UNI sont converties en signalisation NNI dans le commutateur source (nœud d'entrée) et reconverties en signalisation UNI dans le commutateur de destination (nœud de sortie).
- Le protocole d'acheminement par circuit virtuel: utilisé pour acheminer des demandes de signalisation par le réseau. Il concerne le trajet sur lequel la connexion ATM est établie et le long duquel les données seront acheminées.

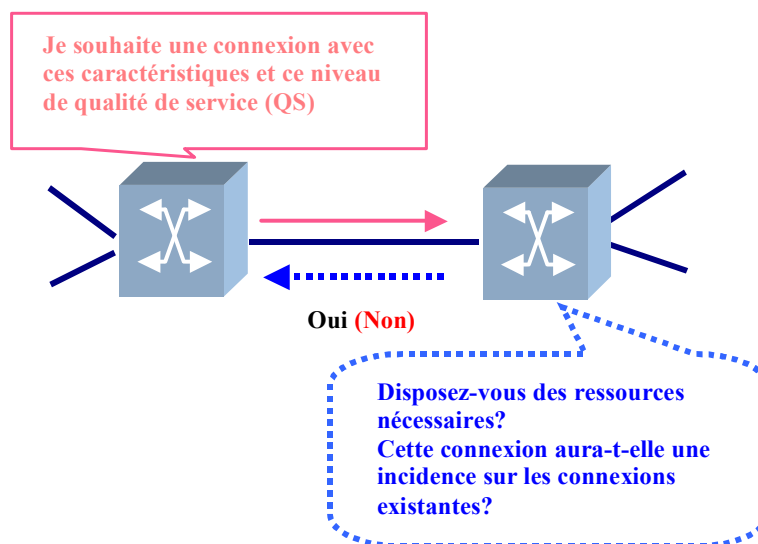
² **Orienté connexion:** Mode de transfert d'informations au moyen duquel une connexion est établie entre utilisateurs finals avant que les informations ne soient transférées.

Sans connexion: Mode de transfert d'informations au moyen duquel les blocs de données à transférer sont adressés et acheminés individuellement à leur destination. A comparer au mode orienté connexion.

Le protocole NNI est bien plus complexe que tout protocole d'acheminement existant pour deux raisons:

- il doit permettre une meilleure échelonnabilité que celles des réseaux d'acheminement existants; et
- il doit être capable d'assurer un niveau de qualité de service (QS) élevé.

Figure 2.6.9 – Contrôle d'admission des connexions



Une QS garantie est l'un des intérêts majeurs de la technologie ATM et l'une des raisons principales de vouloir introduire une telle technologie, à la fois complexe et coûteuse, dans des réseaux de communication. Dans la demande d'établissement de connexion, un certain niveau de QS est également défini. Selon le service ATM et les capacités de QS demandées, une combinaison particulière d'éléments de QS est définie (par exemple taux de perte de cellules, temps de transfert des cellules, variation du temps de transfert des cellules). En fonction de ces éléments, les commutateurs ATM mettent en œuvre une procédure de contrôle d'admission des connexions (voir la Figure 2.6.9).

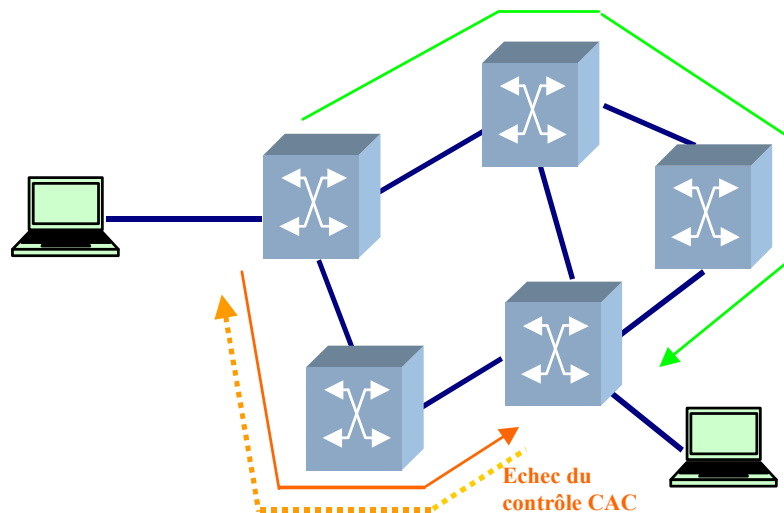
Contrôle d'admission des connexions (CAC) – Désigne l'ensemble des mesures prises par le réseau au cours de la phase d'établissement de l'appel (ou au cours de la phase de re-négociation de l'appel), dans la partie contrôle des nœuds de réseau pour déterminer si une connexion de circuit virtuel/conduit virtuel (VC/VP) peut être acceptée ou doit être rejetée (ou si une demande de réattribution peut être prise en charge). L'acheminement fait partie des opérations de contrôle CAC (ETSI, TR 101 287).

Le commutateur n'accepte la connexion que si aucune violation des garanties en cours n'a été signalée. Le contrôle CAC est une fonction de commutation locale qui dépend de l'architecture du commutateur et des décisions locales prises concernant la sévérité des garanties de QS.

Le protocole d'acheminement par circuit virtuel (CV) doit s'assurer qu'une demande de connexion est acheminée par un trajet qui conduit bien à la destination et qui présente une forte probabilité de répondre aux exigences de QS demandées dans l'établissement de la connexion, c'est-à-dire être capable de traverser des commutateurs dont le contrôle CAC local ne rejettera pas l'appel.

Ce protocole utilise un protocole d'acheminement en fonction de l'état de la topologie dans lequel les nœuds diffusent par inondation des informations de QS et d'accessibilité de façon que tous les nœuds aient connaissance des conditions d'accessibilité et des ressources de trafic disponibles dans le réseau.

Figure 2.6.10 – Opération de retour en arrière



Chaque nœud du trajet continue à effectuer son propre contrôle CAC sur la demande acheminée parce que son propre état peut avoir changé depuis la dernière publication de celui-ci, et, par conséquent, être différent des informations utilisées dans le contrôle d'admission des connexions. Il est donc possible que la demande de connexion échoue au niveau d'un nœud intermédiaire. Sur de grands réseaux avec de nombreux niveaux hiérarchiques, dans lesquels les informations ne peuvent pas être regroupées avec précision, le risque d'occurrence de ce problème est plus grand. Le protocole PNNI (Forum ATM) accepte, par exemple, le principe du retour en arrière (voir la Figure 2.6.10). Dans cette procédure, une connexion qui se retrouve bloquée sur un trajet sélectionné est ramenée à un nœud intermédiaire situé en aval sur le trajet. Ce nœud intermédiaire essaie de déterminer un autre trajet aboutissant à la destination en utilisant le nouvel état de réseau qui est plus précis.

2.6.4 Emulation d'un réseau local

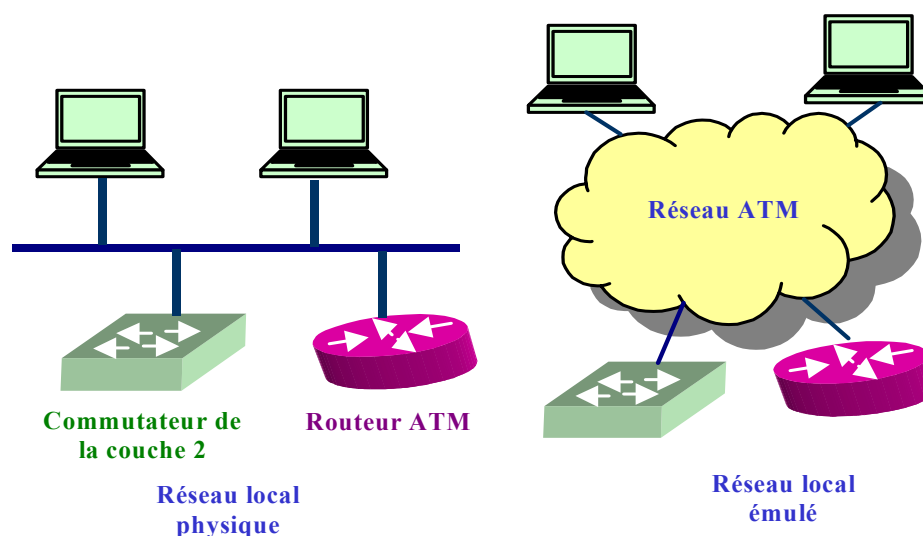
Compte tenu de la taille significative du parc installé de réseaux locaux et de réseaux étendus et des protocoles de réseau et de couche de liaison en exploitation sur ces réseaux, l'un des facteurs clés du succès de la technologie ATM réside dans la capacité de mettre en œuvre l'interfonctionnement entre ces technologies et la technologie ATM. Rares sont les utilisateurs qui accepteront la présence d'îlots ATM dépourvus de connexion avec le reste du réseau d'entreprise. La clé de cette connectivité réside dans le recours aux mêmes protocoles de couche de réseau (par exemple IP) sur les réseaux existants et sur le réseau ATM.

Il existe toutefois deux méthodes fondamentalement différentes d'exécuter des protocoles de couche de réseau sur un réseau ATM. Dans la première méthode, connue sous le nom d'exploitation en mode natif, des mécanismes de résolution d'adresse sont utilisés pour mettre directement en correspondance des adresses de couche réseau avec des adresses ATM, les paquets de la couche réseau étant ensuite acheminés par le réseau ATM. La deuxième méthode de transport de paquets de couche réseau sur un réseau ATM est connue sous le nom de méthode d'émulation de réseau local (LANE).

Comme son nom l'indique, le protocole LANE définit une interface de service pour les protocoles de couche supérieure (c'est-à-dire de la couche réseau) qui est identique à celle de réseaux locaux existants. Les données envoyées sur le réseau ATM sont encapsulées dans le format de paquet approprié. On ne cherche absolument pas à émuler le protocole de contrôle d'accès du support effectif du réseau local concerné.

En d'autres termes, les protocoles LANE font en sorte qu'un réseau ATM ressemble à et se comporte comme un réseau local de type Ethernet ou Token Ring, bien qu'il fonctionne nettement plus rapidement qu'un réseau réel de ce type.

Figure 2.6.11 – Réseau local physique et réseau local émulé



2.6.5 Exemples de réseaux ATM

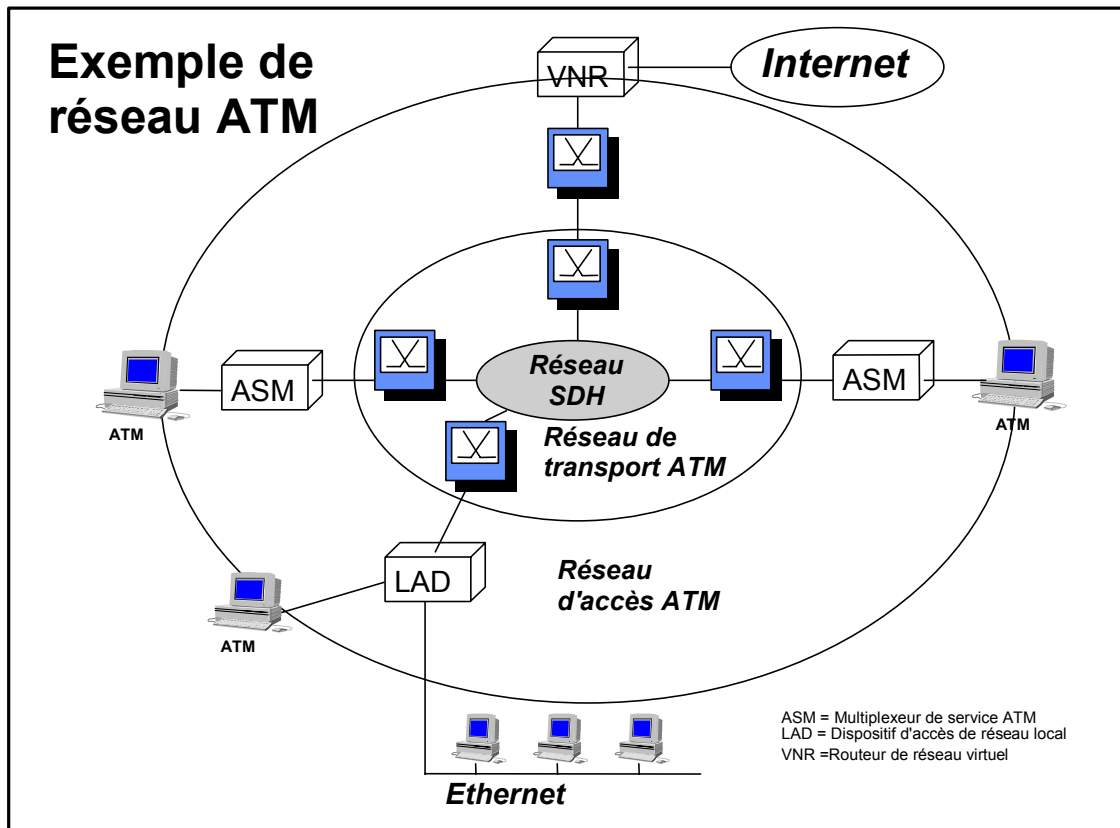
Le réseau illustré à la Figure 2.6.12 se compose d'une partie accès et d'une partie transport. Les signaux ATM sont générés dans les terminaux ATM des équipements des locaux d'abonnés et sont reliés à des multiplexeurs de service ATM ou des équipements d'accès à des réseaux locaux. Les multiplexeurs de service ATM permettent la connexion de diverses interfaces de service sur une seule interface ATM. Des équipements d'accès à des réseaux locaux sont utilisés pour relier des systèmes anciens existants, par exemple des systèmes Ethernet ou Token Ring, à une seule interface ATM. Le réseau Internet peut être connecté au moyen d'un routeur de réseau virtuel.

Outre l'intégration (adaptation) de services comme la voix ou la vidéo, l'intégration (adaptation) de protocoles de données comme IP (protocole Internet) prend de plus en plus d'importance. Dans ce dernier cas, il faut effectuer non seulement le regroupement des paquets de données en cellules mais il faut également clarifier les questions d'adressage et d'acheminement. Le Forum ATM et l'IETF (Groupe d'étude sur l'ingénierie Internet) sont les forces motrices dans le secteur de la technologie «IP sur ATM». Ils ont élaboré dans ce cadre un nouveau débit de trame garanti (GFR) de service (Forum ATM, mai 1999). L'UIT-T a également élaboré la Recommandation Y.1310 relative à IP sur ATM.

La fonction principale des procédures et des paramètres de contrôle de l'encombrement et de contrôle de trafic est de protéger le réseau et son utilisateur pour atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement du réseau et, accessoirement, pour optimiser l'utilisation des ressources du réseau.

Sur un réseau RNIS-LB, l'encombrement est défini comme un état des éléments de réseau (par exemple les commutateurs, les concentrateurs, les brasseurs et les liaisons de transmission) dans lequel le réseau n'est pas en mesure d'atteindre les objectifs négociés de qualité de fonctionnement du réseau pour les connexions déjà établies et/ou pour les nouvelles demandes de connexion.

Figure 2.6.12 – Exemple de réseau ATM



En règle générale, un encombrement peut être provoqué par :

- des fluctuations statistiques imprévisibles des flux de trafic ;
- des conditions de dérangement dans le réseau.

Il faut distinguer l'encombrement de l'état de débordement des tampons provoquant des pertes de cellules tout en respectant la QS négociée. Les incertitudes propres aux profils de trafic à large bande ainsi que la complexité de la gestion du trafic et des encombrements incitent à une approche par étapes de la définition des paramètres de trafic et des mécanismes de gestion du trafic et des encombrements sur le réseau. Il conviendra peut-être d'examiner des ensembles complémentaires de capacités de ces types, qui introduiront d'autres mécanismes de gestion du trafic permettant d'accroître l'efficacité du réseau.

Comme les connexions ATM sont unidirectionnelles, deux connexions ATM sont associées pour permettre une communication bidirectionnelle et sont identifiées par le même identificateur VPI/VCI en une interface donnée. Il convient de noter que les procédures de gestion du trafic qui s'appliquent à une connexion unidirectionnelle (sens aller) peuvent faire intervenir des flux cellulaires sur la connexion associée dans l'autre sens (sens retour). En outre, les procédures de gestion du trafic peuvent utiliser des flux cellulaires vers l'avant pour commander les flux vers l'arrière.

Les spécifications de QS se rapportent aux classes de QS demandées par l'utilisateur. Les garanties en matière de QS sont applicables aux points pour lesquels le réseau s'engage à respecter les objectifs de QS, en supposant que le flux cellulaire produit par l'utilisateur est conforme au contrat de trafic. Les indications

de QS s'appliquent lorsqu'il n'existe pas de contrat de ce type entre l'utilisateur et le réseau, par exemple dans les cas où le réseau est exploité selon des règles d'ingénierie du trafic et que ces règles ne permettent pas d'offrir de garanties à l'utilisateur.

A l'heure actuelle, les projets les plus séduisants s'appuient sur la transmission par satellite et exploitent soit la technologie ATM ou des protocoles Internet. Ces réseaux jouent un rôle très important dans le déploiement de réseaux mondiaux [3] dans la mesure où ils sont complémentaires des réseaux mobiles fixes ou terrestres à venir. Le Forum ATM travaille de manière intensive à l'élaboration de spécifications relatives à la transmission par satellite. De plus, une attention toute particulière est accordée aux catégories de service ATM disponibles au trafic TCP/IP [4]. Il existe un grand nombre de scénarios de mise en réseau différents ainsi que des rapports d'expérience [3]-[5] tendant à démontrer que le réseau mondial devrait s'appuyer sur l'interconnexion des réseaux ATM et Internet. Nous soulignerons ici (voir la Figure 2.6.13) une architecture possible [3] basée sur les réseaux à satellites reliés à un réseau ATM fixe. Le système à satellites utilisé peut être de type géostationnaire (GEO) ou, plus probablement, placé sur une orbite terrestre moyenne ou basse (MEO/LEO) et commandé à partir de la station directrice du réseau. Cette station (généralement une par satellite) est responsable de l'acheminement et de la gestion des appels. Son interconnexion avec d'autres parties du réseau de Terre est obtenue au moyen du Système de signalisation N°7, le SS 7. En faisant dorénavant abstraction des principaux problèmes techniques/d'architecture, nous examinerons les différents types de trafic possibles.

Dans l'environnement décrit, le trafic est très irrégulier avec salves et sa modélisation n'est possible que dans certaines conditions contraintes ou pour certaines applications spécifiques. La caractéristique de réseau principale est la variabilité de pratiquement tous les paramètres (par exemple le nombre d'utilisateurs, la topologie du réseau, les débits, la bande passante nécessaire, etc.) L'hypothèse de base du réseau téléphonique antécédent, l'hypothèse poissonnienne, n'a pas pu être retenue pour les réseaux de données. En revanche, pour identifier et définir les paramètres de trafic, de nouvelles routines complexes doivent être élaborées. Ces routines exigent une puissance informatique énorme, une vitesse de traitement élevée et un contrôle en temps réel.

2.6.5.1 Caractéristiques du trafic ATM

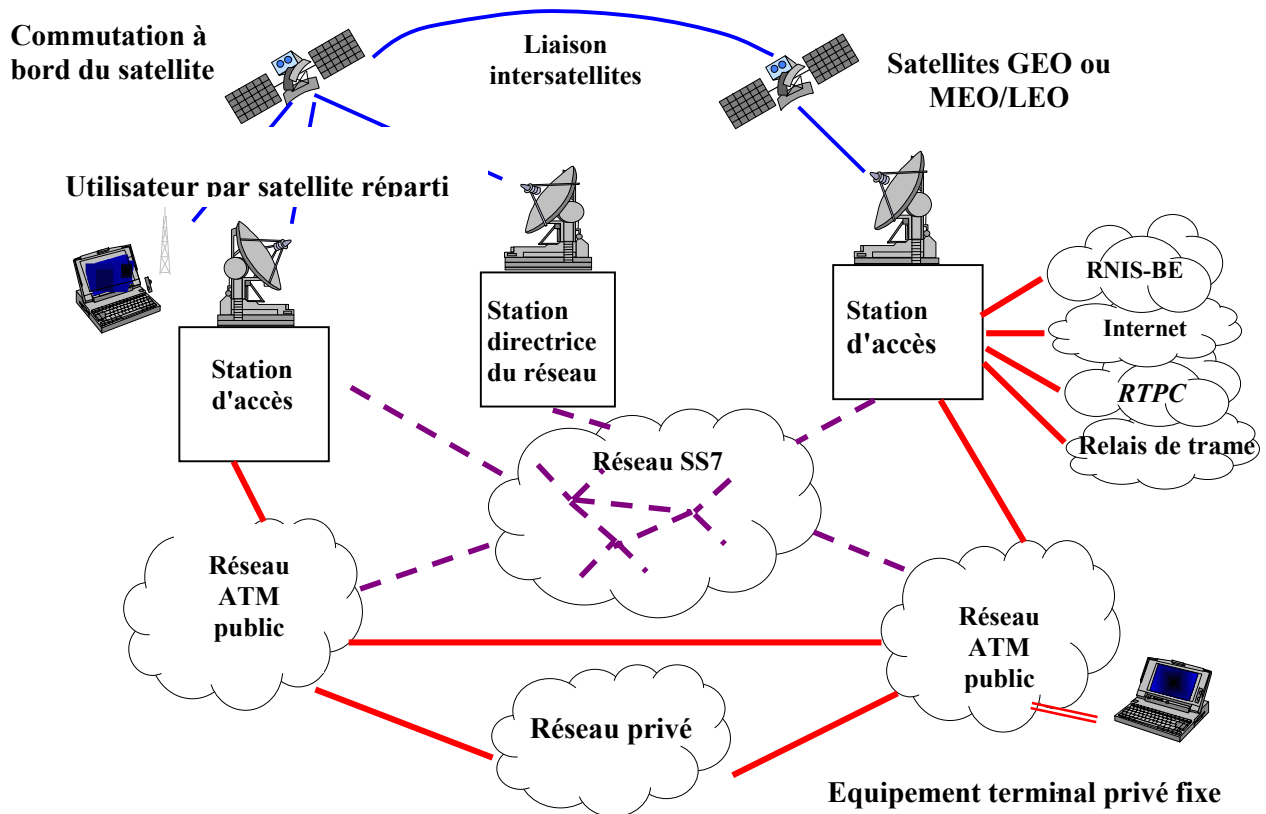
Les mesures de trafic en présence de données ont donné des résultats surprenants. Des rafales de paquets et d'importantes variations de débit ont été observées [6]. Jusqu'à la publication de cette étude, le comportement du trafic était inconnu. Les auteurs de cette étude ont donné une «interprétation intuitive» de leurs travaux selon laquelle *«les pointes de trafic (provoquant des pertes réelles) se situent sur des ondulations à plus long terme qui, elles-mêmes, se situent sur des vagues à plus long terme encore»*. Il s'agit là d'une description explicative d'un trafic de type fractal.

Les mathématiques ont contribué au succès de la théorie du télétrafic sur les réseaux vocaux. Les chercheurs espéraient obtenir le même résultat avec le trafic de données. Toutefois, les principes mathématiques pertinents dans le cas de la téléphonie classique présentent une variabilité limitée en termes de temps (les processus de trafic sont indépendants ou les corrélations temporelles décroissent de façon exponentielle) et d'espace (du fait de l'indépendance entre utilisateurs, les quantités liées au trafic décroissent de façon exponentielle). On trouve un grand nombre d'inférences de variabilité spatiale dans le trafic de données qui résultent en une queue de distribution importante avec des distributions de variance infinie. De plus, la variabilité temporelle élevée des modèles de trafic souligne la dépendance à grande distance des données. Il a été démontré [10] que le trafic SS 7 présente cette caractéristique de dépendance à grande distance et que les durées d'occupation devraient être modélisées selon une fonction de répartition à queue importante (ce qui contredit la décroissance exponentielle du modèle poissonnien). De plus, la synchronisation du trafic sur l'ensemble du réseau due à la périodicité du trafic IP généré par l'ordinateur (par exemple dans les messages d'acheminement) [11] est un problème important qui reste à résoudre. Nous pouvons en conclure que les descripteurs statistiques de trafic de données conduisent à une modélisation fractale du télétrafic.

On a remarqué que des salves de trafic pouvaient se produire sur des échelles de temps différentes. M. Garrett a été le premier à remarquer que le trafic ATM de type VBR (débit variable) est généralement de nature fractale. Il a numérisé puis compressé le film *La Guerre des étoiles* [11]. Les traces prélevées de la

version JPEG (*Joint Photographic Expert Group*) de ce film se sont avérées être de nature fractale [11]. D'autres travaux de recherche [17] ont corroboré le fait que les traces décrites étaient également multifractales. L'ensemble de ces faits est en totale contradiction par rapport aux modèles de trafic courants utilisés en ingénierie théorique et pratique.

Figure 2.6.13 – Réseau ATM complet d'après [3]-[4]



2.6.5.2 Commande de réseau neuronal au nœud ATM

Atteindre un haut niveau d'utilisation tout en conservant une QS élevée est l'objectif de toute stratégie de gestion efficace du trafic ATM. Elaborer une telle stratégie au moyen de techniques de programmation est une tâche délicate. Dans des réseaux de télécommunication aussi vastes et complexes, le trafic évolue de manière imprévisible avec des variations à court et long terme. Le nombre de nœuds et de liens est si important qu'une commande de réseau traditionnelle peut ne pas s'avérer efficace compte tenu du degré élevé de complexité.

La capacité de caractériser et de prévoir du trafic en s'appuyant sur un réseau neuronal est une propriété inhérente aux réseaux neuronaux. Ainsi, les réseaux neuronaux utilisés pour le contrôle d'admission des connexions effectuent une classification entre types de trafic acceptables et non acceptables et les réseaux neuronaux utilisés pour la protection contre les encombrements doivent d'abord prévoir le débit entrant pour pouvoir suggérer des mesures de contrôle optimales. Dans ce but, des réseaux neuronaux sans rétroaction avec algorithme de rétropropagation sont couramment utilisés.

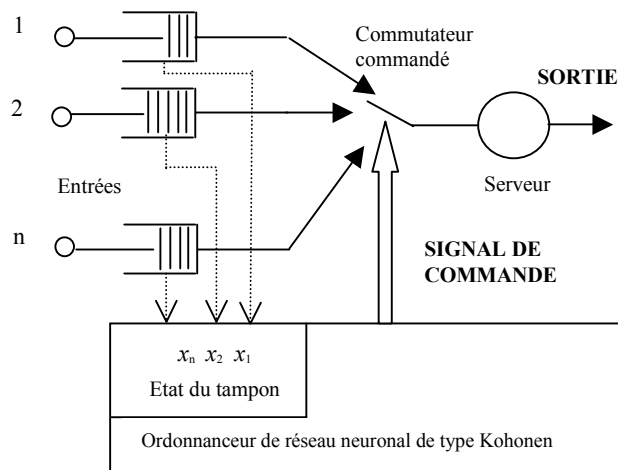
Le contrôle d'admission implique que chaque nouvel appel établisse une demande de connexion. Cette demande inclut le niveau de QS exigé par l'appel. Si la QS peut être obtenue sans altérer celle des appels

existants, le nouvel appel est admis. Dans le cas contraire, il est rejeté. Par conséquent, il est nécessaire d'obtenir une évaluation de la QS en s'appuyant sur la surveillance des modèles de trafic et de l'état des tampons (c'est-à-dire du nombre de cellules en attente de service dans les tampons). Ce dernier paramètre est important pour déterminer le taux de perte de cellules (CLR), le temps de transfert des cellules et les variations de ce temps de transfert. Amener un réseau neuronal à gérer un paramètre de QS comme le CLR est une tâche difficile, parce que ce paramètre dépend du taux de génération de trafic, même si le nombre de connexions reste constant [21]. C'est pourquoi le réseau neuronal doit pouvoir gérer une moyenne de ces valeurs. Toutefois, compte tenu de la fourchette exponentielle des taux CLR (de $10E-0$ à $10E-12$), il est difficile de déterminer avec précision leur valeur moyenne. Dans [22], une méthode appelée *cible relative* (*relative target*) a été proposée pour résoudre ce problème.

Il est souhaitable, dans certains cas, de disposer dans le réseau neuronal de capacités d'apprentissage en ligne ou en temps réel. Dans [22], on propose la méthode de sortie virtuelle pour estimer des CLP (priorités de perte de cellules) très faibles à partir de données de perte de cellules virtuelles. Une estimation précise du CLR (taux de perte de cellules) a été obtenue grâce à cette méthode sur un tampon d'une taille réelle de 100 cellules et pour un nombre variable de connexions allant de 20 à 40 sources vocales.

Une autre approche, qui recourt au réseau neuronal adaptatif auto-organisationnel [18]-[20], a été appliquée avec succès à la commande de tampons d'entrée dans un nœud ATM à entrées multiples et sortie unique (voir la Figure 2.6.14). Cette méthode prend en compte l'état du tampon, x_i , $i=1,2,\dots,n$, ainsi que les modifications du signal d'entrée (c'est-à-dire sa sporadicité) et évite ainsi qu'il ne déborde. La souplesse et les possibilités d'adaptation du réseau sont améliorées par l'application d'un algorithme du type «plus au vainqueur». L'entrée gagnante est connectée à la sortie de manière asynchrone par l'intermédiaire d'un commutateur commandé.

Figure 2.6.14 – Ordonnanceur ATM de réseau neuronal [19]



Les paramètres de qualité de fonctionnement du réseau tels que temps de propagation, affaiblissement et gigue sont observés pendant le transport de différentes combinaisons d'appel et leurs relations sont apprises par un réseau neuronal. L'approche réseau neuronal fait une estimation du comportement complet du trafic en matière d'encombrement, de son incidence sur la file d'attente de sortie par la mesure de valeurs telles que le temps moyen de transfert de cellules, la perte de cellule et la gigue.

Il a été prouvé qu'un mécanisme de réglementation du trafic, fondé sur des réseaux neuronaux, est plus efficace que des mécanismes algorithmiques du fait de la nature non linéaire et variable en fonction du temps du trafic. L'algorithme de réglementation du trafic doit être capable d'effectuer les opérations suivantes: 1) détecter toute situation de trafic anormale, 2) sélectionner la plage des paramètres vérifiés (l'algorithme pourrait déterminer, par exemple, si le comportement de l'utilisateur se situe dans une zone acceptable) et 3) réagir dans un délai rapide à toute violation des paramètres de trafic.

L'ensemble des cas présentés ci-dessus indique que les réseaux neuronaux peuvent participer à la résolution de problèmes spécifiques ou au contrôle global du trafic. Dans tous les cas, il est nécessaire de comprendre le comportement du trafic et de prendre en considération des caractéristiques spécifiques de la structure de réseau sous-jacente.

Références

- [1] Spécifications Forum ATM.
- [2] Recommandations UIT-T.
- [3] A. Alles, «ATM Networking», *Engineering InterOp*, Las Vegas, mars 1995.
- [4] I. Mertzanis, G. Sfikas, R. Tafazolli, B. Evans, «Protocol architectures for satellite ATM broadband networks», *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 37, No. 3, pp. 46-54, mars 1999.
- [5] R. Goyal, R. Jain, M. Goyal, S. Fahmy, B. Vandalore, «Traffic management for TCP/IP over satellite networks», *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 37, No. 3, pp. 56-61, mars 1999.
- [6] TEN-155: Trans-European Network with access ports of 155 Mbps, <http://www.dante.net/ten-155>
- [7] H. Fowl, W. Leland, «Local area network traffic characteristics with implications for broadband network congestion management», *IEEE J. on Sel. Areas in Comm.*, Vol. 9, No. 7, pp. 1139-1149, septembre 1991.
- [8] V. Paxson, S. Floyd, «Wide area traffic: the failure of Poisson modeling», *IEEE/ACM Trans. Networking*, Vol.3, No. 3, juin 1995.
- [9] M. Garrett, A service Architecture for ATM: From Applications to Scheduling, *IEEE Network Magazine*, Vol. 10, No. 3, mai/juin 1996.
- [10] M. Garrett, «Contributions toward real-time services on packet switched networks», *PhD. Thesis*, Columbia Univ., NY, 1993.
- [11] D. Duffy, A. McIntosh, M. Rosenstein, W. Willinger, «Statistical analysis of CCSN/SS& traffic data from working CCS subnetworks», *IEEE J. on Sel. Areas in Comm.*, Vol. 12, No. 3, pp. 544-551, avril 1994.
- [12] S. Floyd, V. Jacobson, «The synchronization of periodic routing messages», *IEEE/ACM Trans. on Networking*, Vol. 2, pp. 122-136, 1994.
- [13] B. Ryu, «Fractal network traffic modeling: past, present and future», <http://www.hrl.com/people/ryu>
- [14] R. Riedi, W. Willinger, «Toward an improved understanding of network traffic dynamics», à paraître dans *Self-similar Network traffic and performance evaluation*, J. Wiley, juin 1999.
- [15] A. Adas, «Traffic models in broadband networks», *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 35, No. 7, pp. 82-89, juillet 1997.
- [16] H. Michiel, K. Laevens, «Teltraffic engineering in a broadband era», *Proc. IEEE*, Vol. 85, No. 12, pp. 2007-2034, Dec. 1997.

- [17] W. Willinger, V. Paxson, «Discussion of Heavy tail modeling and teletraffic data», <http://www.aciri.org/vern/papers>
- [18] B. Reljin, I. Reljin, «Neural networks in teletraffic control: Pro et contra?», in *Proc. TELSIKS'99*, Nish (Yugoslavia), pp. 518-527, octobre 1999.
- [19] I. Reljin, «Neural networks application in high speed communication networks», in *Proc. NEUREL'97*, Belgrade (Yugoslavia), pp. 111-114, septembre 1997.
- [20] I. Reljin, «Neural network based cell scheduling in ATM node», *IEEE Communications Letters*, Vol. 2, No. 3, pp. 78-81, mars 1998.
- [21] I. Reljin, «Neural network control in ATM node», in *Proc. Etc.'98*, Timisoara (Roumanie), pp. 288-293, septembre 1998.
- [22] A. Hiramatsu, «ATM communications network control by neural networks», *IEEE Trans. Neural Networks*, Vol. 1, 1990.

2.7 Interfonctionnement entre réseaux

Le présent paragraphe définit les principes et les arrangements précis applicables à l'interfonctionnement des différents réseaux pour assurer un service de transmission de données. Il spécifie aussi, dans un contexte général de réseau, l'interaction nécessaire entre les éléments des interfaces d'utilisateurs, les systèmes de signalisation entre centraux et d'autres fonctions de réseaux; pour la fourniture des services de transmission de données, des services de télématique et du service de réseau en mode connexion de l'OSI, le cas échéant. Il définit en outre les principes à appliquer pour la mise en œuvre des fonctionnalités offertes aux utilisateurs du service international et des services de réseaux pour les services de transmission de données.

2.7.1 Généralités

L'évolution rapide des services de transmission de données a entraîné une prolifération de normes internationales. En raison de la complexité croissante de ces normes, il est nécessaire d'en rationaliser les aspects communs afin d'établir entre elles des relations cohérentes.

Les services de transmission de données et les fonctionnalités offertes aux utilisateurs peuvent être assurés par des réseaux publics de différents types, par exemple, des réseaux de données à commutation par paquets (RDCP) et des réseaux numériques à intégration de services (RNIS); on se reportera également aux Recommandations I.500 et I.510. Il peut donc y avoir une demande d'interconnexion de ces réseaux afin de permettre à un ETTD d'un réseau de communiquer de façon uniforme avec un ETTD du même réseau ou avec un ETTD d'un autre réseau du même type, ou avec un ETTD d'un réseau d'un autre type.

La signalisation interréseaux entre les différents types de réseaux peut être du type défini dans les Recommandations X.70, X.71 et X.75 ou du type par canal sémaphore (Recommandation X.61). A une interface de signalisation interréseaux, en particulier, les services interréseaux peuvent être échangés entre les réseaux considérés et traités par différents types de réseaux.

De plus, comme la Recommandation X.200 (Modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts pour les applications de l'UIT-T) vise, entre autres, à permettre à des utilisateurs différents de communiquer, en encourageant la mise en œuvre de caractéristiques de communication compatibles. L'utilisation de ce modèle de référence sera probablement encouragée dans les futurs modèles de terminaux d'utilisateurs.

Une des principales fonctions de la couche réseau définie dans ce modèle de référence consiste à établir une connexion de réseau entre utilisateurs du service de réseau (dans des systèmes d'extrémité). Cela pourra nécessiter la concaténation de réseaux dissemblables. Les dispositions et les procédures relatives à la signalisation interréseaux entre les RPD et d'autres réseaux publics devraient donc permettre aux utilisateurs

d'exploiter les services de transmission de données, les services de télématique et le service de couche réseau en mode connexion de l'OSI sur les connexions obtenues dans l'un des réseaux, ou dans des réseaux établis par concaténation.

NOTE – Cela ne signifie pas qu'un réseau public quelconque est tenu de mettre en œuvre tous les mécanismes liés au service de couche réseau en mode connexion de l'OSI.

La Figure 2.7.1 récapitule les différentes Recommandations relatives à l'interfonctionnement, qui sont groupées en trois catégories principales:

- a) aspects généraux de l'interfonctionnement;
- b) description de chaque cas d'interfonctionnement;
- c) description des interfaces de signalisation interréseaux.

2.7.2 Principes applicables à l'interfonctionnement faisant intervenir uniquement la capacité de transmission

Les différentes catégories d'interfonctionnement peuvent faire intervenir divers niveaux de fonctions:

- a) dans certains cas, seules les fonctions liées au transfert en transparence de l'information entre deux ETTD par l'intermédiaire du ou des réseaux (capacité de transmission) s'appliquent;
- b) dans d'autres cas, des fonctions additionnelles basées sur celles qui sont liées au transfert en transparence de l'information (capacité de communication) sont également incluses.

2.7.2.1 Composition et décomposition des sous-réseaux

L'examen des différentes conditions d'interfonctionnement faisant intervenir uniquement la capacité de transmission nécessite la mise au point de concepts appropriés pour les différents types de réseaux réels qui peuvent intervenir. Les concepts de sous-réseau, et de différents types de sous-réseaux, en particulier, ont pour but de permettre la mise au point d'un cadre approprié à l'étude de l'interfonctionnement de réseaux.

2.7.2.2 Principes d'interfonctionnement des sous-réseaux

L'interfonctionnement des sous-réseaux doit reposer sur les éléments fonctionnels des sous-réseaux considérés. Dans un tel interfonctionnement, il n'est pas nécessaire d'envisager qu'un système intermédiaire intervienne dans une connexion de réseau donnée. Chaque réseau doit être considéré globalement, en association avec les fonctions d'interfonctionnement appropriées quand cela est nécessaire. Pour l'interfonctionnement de deux réseaux, les éléments d'équipement de réseau sont représentés comme des sous-réseaux interconnectés.

2.7.3 Catégories d'interfonctionnement

Ce sous-paragraphe décrit les catégories d'interfonctionnement qui font intervenir uniquement des fonctions relatives à la capacité de transmission. Deux catégories d'interfonctionnement entre deux sous-réseaux sont considérées:

- a) interfonctionnement par mappage de commande d'appel;
- b) interfonctionnement par point d'accès.

2.7.3.1 Interfonctionnement par mappage de commande d'appel

On peut citer comme exemples possibles de ce type d'interfonctionnement, l'interfonctionnement des RPDCC utilisant X.71, l'interfonctionnement d'un RPDCP et du réseau RNIS utilisant X.75 et l'interfonctionnement d'un RPDCC et d'un RPDCP dans le cas où les informations de commande d'appel du RPDCC sont mises en correspondance avec le RPDCP.

2.7.3.2 Interfonctionnement par point d'accès

On peut citer comme exemples possibles de ce type d'interfonctionnement, l'interfonctionnement d'un RTPC et d'un RPDCP dans lequel une connexion (commutée ou ligne spéciale à commutation instantanée) est d'abord établie à travers le RTPC jusqu'à un point d'accès du RPDCP, les procédures d'établissement d'une connexion à travers le RPDCP étant ensuite exécutées sur cette connexion.

2.7.4 Relations avec la gestion

Les informations de gestion pour la commande des communications d'utilisateur, la gestion du réseau interne ou l'échange de ces informations entre les réseaux, peuvent être fournies par les mêmes entités et/ou par des entités distinctes qui échangent des informations de commande des communications demandées par un usager ainsi que des informations entre usagers. Le réseau peut être décomposé en deux entités logiques ou plus:

- a) entités échangeant des informations entre usagers et, dans certains cas, des informations de commande des communications d'utilisateur; et/ou
- b) entités distinctes assurant l'échange d'informations relatives à la gestion.

Exemple: le RTPC avec le Système de signalisation N° 7.

Le Système de signalisation N° 7 utilise des protocoles structurés en couches pour échanger des informations de gestion et des informations de commande d'appels en dehors du flux d'information d'utilisateur. Les dispositions détaillées applicables à l'échange d'informations relatives à la gestion font l'objet de Recommandations séparées (par exemple, la Recommandation X.370 et les Recommandations de la série Q.700).

2.7.5 Exemples d'interfonctionnement

2.7.5.1 Interfonctionnement RNIS-RNIS

L'interfonctionnement entre réseaux nécessite de relier ces réseaux de manière physique et logique de façon à mettre en œuvre une communication de bout en bout. La Figure 2.7.2 illustre la mise en relation réciproque de deux réseaux RNIS d'opérateurs différents, couramment appelée interconnexion.

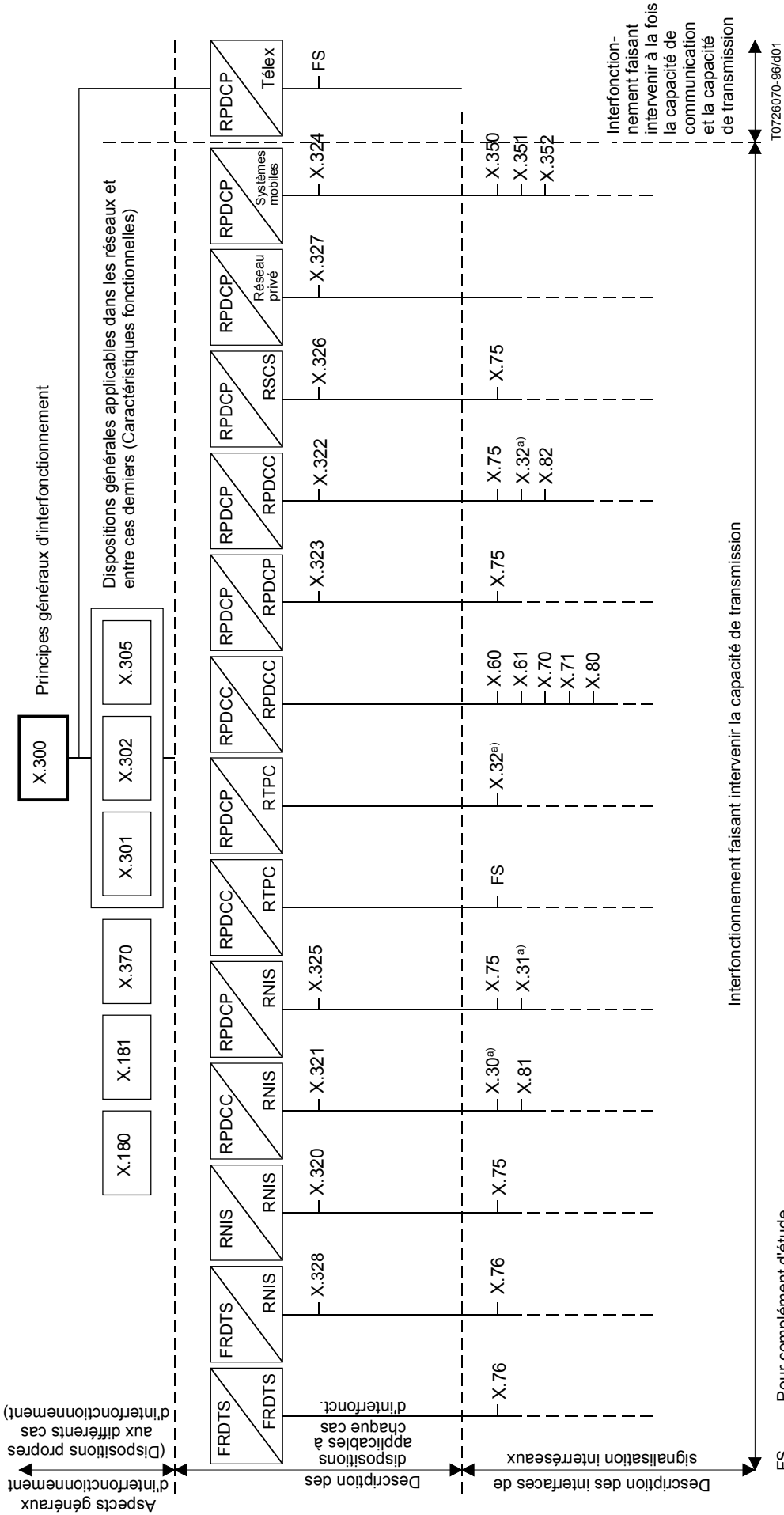
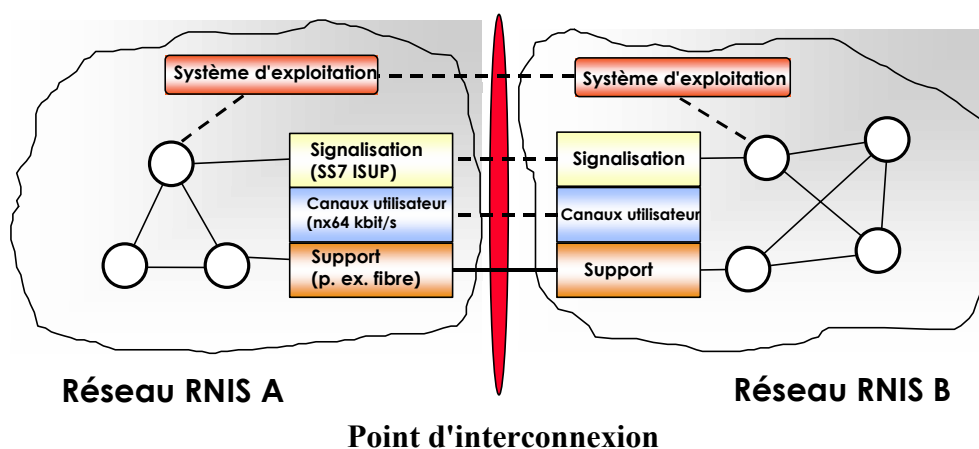


Figure 2.7.1 – Cadre général des Recommandations de la série X en relation avec l'interfonctionnement

Figure 2.7.2 – Mise en relation physique et logique de deux réseaux RNIS



En plus de la mise en relation effective des réseaux, l'interconnexion de réseaux de commutation RNIS exige l'installation de centraux dotés de fonctions d'interfonctionnement spécifiques. Les opérateurs de réseau mettent en œuvre ce type de fonctions sur des centraux sélectionnés, communément appelés centres tête de ligne. Ils sont qualifiés d'internationaux lorsqu'ils mettent en œuvre l'interconnexion traditionnelle entre opérateurs implantés dans des pays différents. Sur les marchés de télécommunication libéralisés, des centres tête de ligne existent également à l'intérieur des réseaux nationaux pour l'interconnexion de réseaux d'exploitants concurrents.

Les centres tête de ligne de différents réseaux sont interconnectés par des faisceaux intercentraux composés de n faisceaux MIC à 2 Mbit/s.

Les fonctions d'interfonctionnement spécifiques comprennent notamment:

- le filtrage du trafic entrant et sortant (par exemple, le rejet d'utilisation de services et de fonctions non autorisés);
- l'interfonctionnement de signalisation entre protocoles externes et internes; et
- l'enregistrement de données d'appel pour la comptabilité interexploitants.

En cas d'interfonctionnement de deux réseaux du même type, les fonctions d'interfonctionnement sont limitées au panneau de commande. Aucune fonction d'interfonctionnement n'est incluse dans la communication de l'utilisateur (ce qui diffère du 2^{ème} cas d'interfonctionnement présenté ci-après).

Les capacités de signalisation déterminent l'ensemble de services disponibles sur les réseaux. Si le mode de signalisation interne au réseau relève de l'opérateur du réseau, il est nécessaire de s'accorder sur un type de signalisation et un ensemble de capacités pour l'interfonctionnement. Dans le cas de l'interfonctionnement RNIS-RNIS, le Système de signalisation N° 7 est appliqué sur la base des normes internationales. Compte tenu de la libéralisation récente de nombreux marchés des télécommunications, l'ensemble de services pris en charge est également devenu une question réglementaire. L'ensemble de services minimal défini conformément aux obligations de service universel pour chaque marché doit être pris en charge. Cet ensemble minimum est bien entendu pris en compte par le sous-système utilisateur RNIS (ISUP) du Système de signalisation N°7 standard. Le sous-système ISUP accepte en outre d'autres services et fonctions qui peuvent faire l'objet d'un accord additionnel entre exploitants de réseaux RNIS.

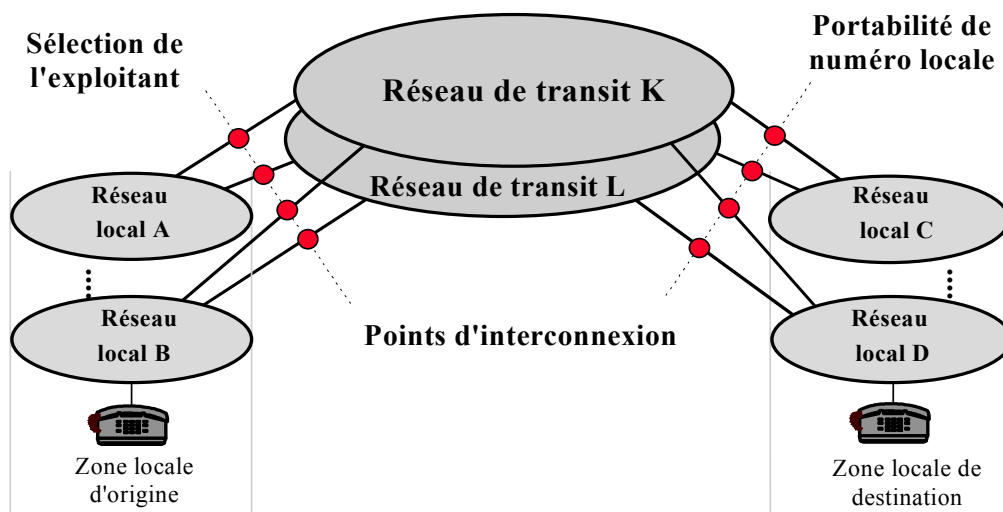
L'interfonctionnement au niveau transport SS7 au moyen d'un sous-réseau SS7 distinct garantit l'interopérabilité des réseaux tout en préservant l'autonomie et l'intégrité de chacun des réseaux de l'opérateur.

Les nouvelles prescriptions relatives aux fonctions d'interfonctionnement entre réseaux RNIS résultant de la libéralisation des marchés des télécommunications portent sur:

- la sélection de l'exploitant; et
- la portabilité de numéro.

La fonction de sélection de l'exploitant divise le marché des télécommunications en un segment local et un segment à grande distance. Les réseaux sont décomposés fictivement en réseaux locaux et en réseaux de transit. Dans les zones d'appel locales définies par un système de numérotage, les réseaux locaux de différents opérateurs entrent en concurrence. Les réseaux locaux de différentes zones d'appel locales sont interconnectés par des réseaux de transit.

Figure 2.7.3 – Interfonctionnement de réseau avec sélection de l'exploitant et portabilité de numéro



Comme l'indique la Figure 2.7.3, en cas d'appel à grande distance, la fonction de sélection de l'exploitant détermine l'acheminement de l'appel vers le point d'interconnexion et l'interfonctionnement à ce point dans la zone d'appel d'origine. Dans la zone d'appel de destination, la fonction de portabilité du numéro nécessite de nouvelles méthodes d'acheminement pour sélectionner le point d'interconnexion avec les réseaux locaux de destination et le mode d'interfonctionnement approprié.

2.7.5.2 Interfonctionnement RNIS-réseau en mode paquet

L'interfonctionnement entre les réseaux RNIS et RPDCP (Réseau public pour données à commutation par paquets) est un moyen de «prise en charge d'équipements terminaux en mode paquet par un réseau RNIS».

Ce scénario d'interfonctionnement RNIS-RPDCP est décrit dans la Recommandation UIT-T X.31 et offre un accès à des services supports en mode paquet pour des terminaux reliés à un réseau RNIS.

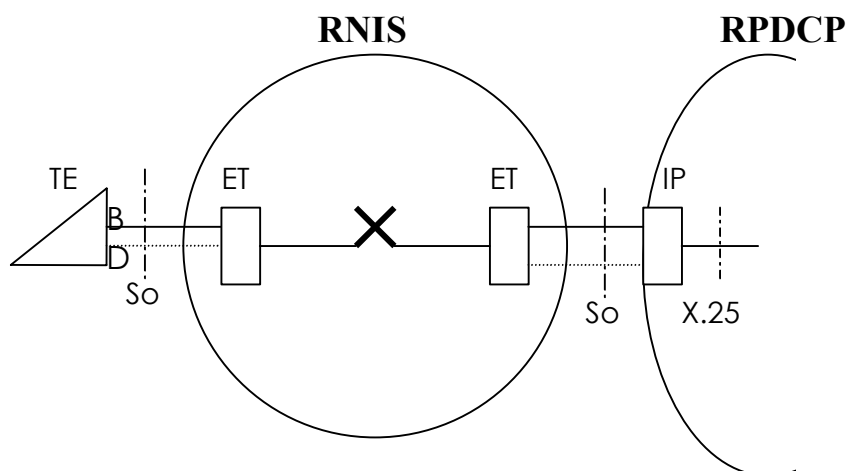
La Recommandation X.31 présente deux scénarios distincts d'interfonctionnement:

- un scénario d'intégration minimale;
- un scénario d'intégration maximale.

2.7.5.2.1 Scénario d'intégration minimale de la Recommandation X.31 (X.31 cas A)

Le modèle de référence de ce scénario est illustré à la Figure 2.7.4.

Figure 2.7.4 – X.31 cas A



Un terminal RNIS (TE), capable de mettre en œuvre le protocole X.25 ou un équipement ETTD X.25 adapté à une interface So RNIS, accède au réseau RPDCP via un ou plusieurs canaux B aboutissant à une unité de point de connexion d'interfonctionnement (IP) RNIS.

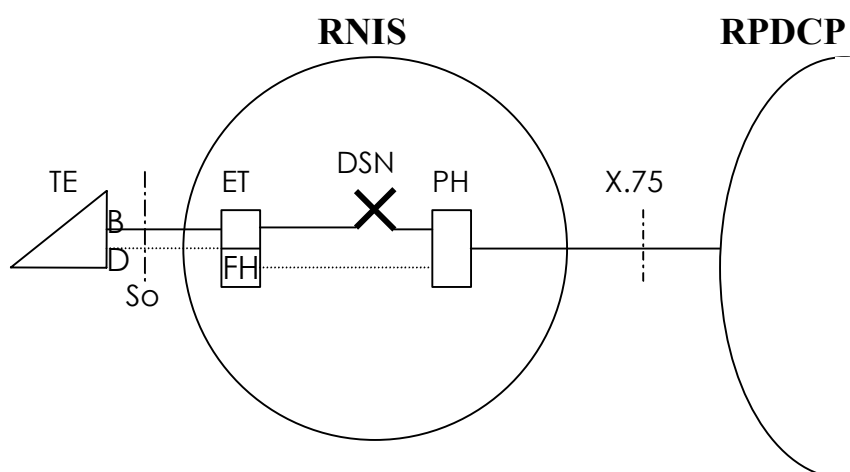
Dans ce scénario, le réseau RNIS offre uniquement un accès transparent à un point de connexion approprié du réseau en mode paquet X.25. Cet accès peut être non commuté ou établi à la demande par la commutation de circuits 64 kbit/s par le réseau RNIS.

Dans ce scénario, le canal D ne peut être utilisé que pour la signalisation (pour établir une connexion par le réseau commuté vers l'unité de point de connexion d'interfonctionnement) et non pour le transfert de paquets X.25.

2.7.5.2.2 Scénario d'intégration maximale de la Recommandation X.31 (X.31 cas B)

Le modèle de référence de ce scénario est illustré à la Figure 2.7.5.

Figure 2.7.5 – X.31 cas B



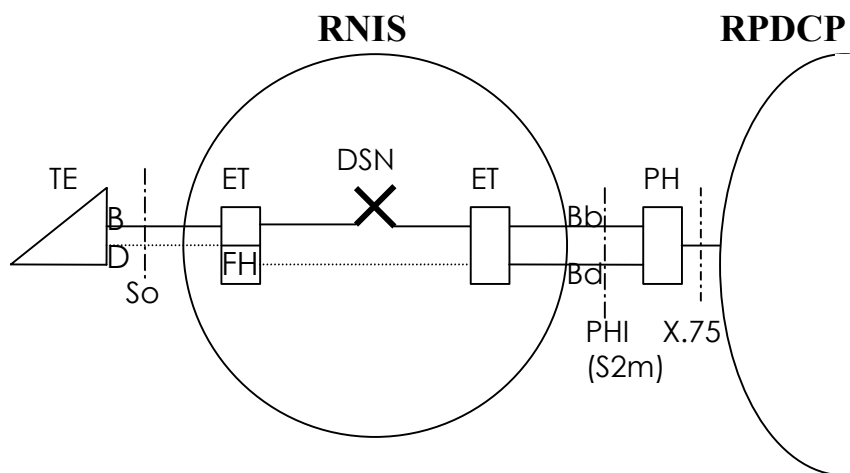
Un terminal RNIS (TE), capable de mettre en œuvre le protocole X.25, ou un équipement ETDD X.25 adapté à une interface So RNIS, accède à une fonction de traitement des paquets X.25 (PH), qui appartient au réseau RNIS, via un ou plusieurs canaux B et/ou un canal D. Ce scénario implique que le commutateur RNIS fournisse une fonction additionnelle de traitement de trames (FH) (au niveau de la terminaison du central, ET) qui termine également les canaux D pour le trafic de paquets X.25 et transmet ce trafic, via le réseau de commutation numérique, à la fonction PH.

La fonction PH RNIS joue le rôle d'unité d'interfonctionnement vers le réseau RPDCP en utilisant, en règle générale, une interface et un protocole X.75 pour accéder au nœud de commutation RPDCP suivant.

2.7.5.3 Scénario européen d'intégration maximale

L'ETSI, dans sa norme ETS 300 099, a progressé dans la réglementation de l'accès RPDCP en normalisant le scénario d'interfonctionnement RNIS-RPDCP illustré à la Figure 2.7.6.

Figure 2.7.6 – Scénario d'intégration maximale selon l'ETSI



Dans le scénario de l'ETSI, la fonction PH se situe à l'extérieur du RNIS, généralement à proximité du RPDCP mais en appartenant toujours d'un point de vue logique au RNIS. On accède à la fonction PH via une interface standard de traitement de paquets (PHI) qui est, d'un point de vue physique, une interface RNIS PRI (interface à débit primaire).

Deux types de canaux de trafic par paquets à 64 kbit/s sont définis dans l'interface PHI:

- des canaux Bb qui constituent une prolongation transparente des canaux B du côté utilisateur;
- des canaux Bd qui concentrent le trafic par paquets du canal D (par multiplexage de la procédure d'accès à la liaison sur le canal D (LAPD) de couche 2) de plusieurs utilisateurs en un canal de 64 kbit/s.

Les deux types de canaux peuvent être établis soit à la demande par voie de signalisation ou de manière semi-permanente.

Dans ce scénario également, la fonction RNIS-PH joue le rôle d'unité d'interfonctionnement qui utilise X.75 en tant qu'interface neutre vers un ou plusieurs réseaux RPDCP. La fonction PH ne peut être offerte qu'en un nombre limité de points par réseau, auxquels on peut, dans le cas présenté, accéder à distance (via des centraux de transit RNIS) à partir d'un grand nombre de centraux locaux RNIS par des canaux Bb et Bd connectés.

Une fonction de traitement des trames est nécessaire par le central RNIS pour la prise en charge du trafic par paquets du canal D.

Pour les connexions commutées, ce scénario couvre à la fois les scénarios des cas A et B de la Recommandation X.31.

Pour l'accès uniquement, dans le cas A, des connexions en mode circuit (capacité support) à partir du terminal utilisateur via un ou plusieurs canaux B peuvent être établies.

Pour l'accès dans le cas B, des connexions en mode paquet (capacité support) peuvent être établies de manière facultative via le canal B ou le canal D.

Le scénario de l'ETSI a été mis en œuvre sur de nombreux réseaux de télécommunication en Europe.

Généralement, dans des scénarios comprenant une fonction PH, une partie de cette fonction concerne également la conversion de numéros entre des numéros d'abonné E.164 dans le RNIS et le système de numérotage X.121 dans le RPDCP.

2.7.6 Recommandations relatives à l'interfonctionnement

Pour plus d'informations, nous vous renvoyons aux Recommandations de l'UIT-T relatives à des questions d'interfonctionnement (voir le § 2.10).

2.8 Types de nouveaux services

Le présent paragraphe traite principalement des services de télécommunication liés aux réseaux et de la classification des services telle qu'elle a déjà été élaborée ou est en cours d'élaboration à l'UIT-T. Il contient, en outre, en conclusion, une brève présentation des tendances prévues dans le domaine des services de télécommunication.

2.8.1 Services RNIS-BE

Les services sont généralement définis par les capacités de communication mises à la disposition des usagers et des fournisseurs de services de télécommunication en se fondant sur un ensemble de capacités de réseaux définies par des protocoles et des fonctions normalisés.

Une classification plus précise des services de télécommunication s'est avérée nécessaire à mesure que les travaux sur les spécifications du RNIS progressaient. La Recommandation UIT-T I.210 contient une classification détaillée des services de télécommunication.

Un service de télécommunication se compose, du point de vue statique, des attributs suivants:

- attributs techniques, tels qu'ils sont vus de l'utilisateur; et
- autres attributs liés à la fourniture du service, tels que les attributs opérationnels et commerciaux.

La mise en œuvre des attributs techniques d'un service de télécommunication exige la combinaison des possibilités du réseau, du terminal et d'autres systèmes fournissant le service.

Les moyens requis pour assurer pleinement un service de télécommunication sont les suivants:

- possibilités du réseau;
- possibilités du terminal, le cas échéant;
- autres possibilités liées à la fourniture de services, le cas échéant;
- caractéristiques commerciales et d'exploitation associées à la fourniture du service (c'est-à-dire aspects concernant la vente ou la commercialisation).

Les services de télécommunication peuvent être divisés en deux grandes familles, à savoir les services support et les téléservices (voir le Tableau 2.8.1).

- *Services support*

Les services support fournissent des capacités uniquement pour la transmission de signaux entre les interfaces réseau-utilisateur. Les services support comprennent notamment les services support en mode circuit, les services support en mode paquet et les services support en mode trame.

- *Téléservices*

Les téléservices offrent des capacités complètes, y compris des fonctions d'équipements terminaux, pour la communication entre utilisateurs. Les téléservices comprennent notamment des services de téléphonie, des services de téléphonie à 7 kHz et des services de télécopie Groupe 4.

- *Services supplémentaires*

Les services supplémentaires modifient ou complètent un service de télécommunication de base, c'est-à-dire un service support ou un téléservice. Ces services comprennent notamment l'identification de numéro, le renvoi d'appel, la communication conférence et l'avis de taxation.

Tableau 2.8.1 – Classement des services de télécommunication

Service de télécommunication			
Service support		Téléservice	
Service support de base	Service support de base + services supplémentaires	Téléservice de base	Téléservice de base + services supplémentaires

A l'heure actuelle, un grand nombre de services RNIS individuels ont été décrits en détail par l'UIT-T (environ 60) en respectant une méthode de modélisation à trois étapes. Cette méthode représente une approche descendante couvrant la description des services, les flux d'information et la définition des protocoles. Ces services sont également parfois appelés services RNIS totalement normalisés. Une description de chacun de ces services se trouve dans les séries de Recommandations UIT-T I.230, I.240 et I.250.

2.8.2 Services à large bande

A mesure que la technologie ATM a progressé, l'UIT-T a proposé une classification des services à large bande (Recommandation I.211). Les réseaux à large bande de type ATM offrent, en principe, une plus grande souplesse pour la prise en charge de services de télécommunication que le RNIS traditionnel.

Figure 2.8.1 – Types de services de télécommunication

Services interactifs
– Services conversationnels
– Services de messagerie
– Services de consultation
Services de distribution
– Services de distribution sans commande de présentation par l'utilisateur
– Services de distribution avec commande de présentation par l'utilisateur

Les services sont classés du point de vue du réseau et non du point de vue de l'utilisateur en deux catégories de service principales: les services interactifs et les services de distribution.

- **Services interactifs**

Services conversationnels: Ces services permettent, en général, d'établir une communication bidirectionnelle avec transfert de l'information en temps réel (sans enregistrement et retransmission) de bout en bout entre usagers ou entre usager et serveur (par exemple, pour le traitement des données). Le flux de l'information d'usager peut être bidirectionnel, symétrique ou asymétrique, et dans certains cas particuliers (par exemple, vidéosurveillance) unidirectionnel. L'information est générée par un ou plusieurs usagers expéditeurs et destinée à un ou plusieurs destinataires de la communication au lieu de réception.

Services de messagerie: Les services de messagerie assurent des communications utilisateur-utilisateur entre utilisateurs individuels par l'intermédiaire de dispositifs de stockage offrant des fonctions d'enregistrement et retransmission, de boîte aux lettres et (ou) de traitement des messages (par exemple, édition, traitement et conversion de l'information).

Services de consultation: L'utilisateur de services de consultation peut extraire une information stockée dans des centres d'information destinés au public. Cette information sera envoyée à l'utilisateur à sa demande seulement et pourra être extraite de façon individuelle. De plus, il incombe à l'utilisateur de choisir l'heure de commencement de la séquence d'information.

- **Services de distribution**

Services de distribution sans commande de présentation par l'utilisateur: Ces services comprennent les services de diffusion. Ils fournissent un flux continu d'information diffusé par une source centrale à un nombre illimité de récepteurs autorisés connectés au réseau. L'utilisateur peut accéder à ce flux d'information sans pouvoir déterminer à quel moment commencera la diffusion d'une chaîne d'information. Il ne peut pas commander le déclenchement et l'ordre de présentation de l'information diffusée. Selon le moment où il accède au service, il reçoit l'information depuis le début ou en cours d'émission.

Services de distribution avec commande de présentation par l'utilisateur: Les services de cette classe diffusent eux aussi l'information à partir d'une source centrale à un grand nombre d'utilisateurs, mais l'information est fournie sous forme d'une suite d'éléments d'information (par exemple des trames) avec répétition cyclique. L'utilisateur est ainsi en mesure d'accéder individuellement à l'information diffusée de manière cyclique et il peut commander le déclenchement et l'ordre de présentation. Etant donné la répétition cyclique, les entités d'information choisies par l'utilisateur sont toujours présentées à partir du début.

L'UIT-T a publié à ce jour trois descriptions de services pour la communication de données à large bande en prenant en compte les capacités plus souples de la technologie ATM (Recommandation UIT-T F.811 à F.813). Ces services couvrent le transport des données de zone étendue relatives au trafic de données en croissance exponentielle produit par les réseaux locaux qui est, principalement, de type sans connexion.

2.8.3 Exemples de nouveaux services à large bande

Le Tableau 2.8.2 contient des exemples de services possibles, leurs applications et certaines valeurs d'attributs possibles décrivant les principales caractéristiques de ces services.

L'identification et la spécification complète de services spécifiques en vue de leur normalisation ne peuvent être menées à bien qu'après un examen approfondi des besoins des utilisateurs, au moyen par exemple, d'études de marché. La spécification complète de ces services devrait se fonder sur l'application d'une méthodologie de description appropriée.

Tableau 2.8.2 – Classes de services et applications possibles

Classes de service	Type d'information	Exemples de services à large bande	Applications	Valeurs possibles de certains attributs
Services conversationnels	Images animées (vidéo) et son	Visiophonie large bande	Communication pour le transfert de la parole (son), d'images animées, d'images vidéo fixes à balayage vidéo et de documents entre deux sites (de personne à personne) <ul style="list-style-type: none"> – téléenseignement – téléachats – télépublicité 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande/réservée/permanente – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique (La valeur du débit de transfert de l'information est à l'étude)
		Visioconférence large bande	Communication multipoint pour le transfert de la parole (son), d'images animées, d'images vidéo fixes et de documents entre deux sites ou plus (de personne à groupe, de groupe à groupe) <ul style="list-style-type: none"> – téléenseignement – téléachats – télépublicité 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande/réservée/permanente – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique
		Vidéo-surveillance	<ul style="list-style-type: none"> – Sécurité des bâtiments – Surveillance de la circulation 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande/réservée/permanente – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle symétrique/unidirectionnelle
		Service de transmission d'information vidéo/audio	<ul style="list-style-type: none"> – Transfert de signaux TV – Dialogue vidéo/audio – Contribution d'information 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande/réservée/permanente – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique
	Son	Signaux radiophoniques multiples	<ul style="list-style-type: none"> – Canaux de commentaire multilingue – Transferts multiples de programmes 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande/réservée/permanente – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique
	Données	Service de transmission d'information numérique sans restriction à grande vitesse	<ul style="list-style-type: none"> – Transfert de données à grande vitesse – Interconnexion de réseaux de locaux (LAN) – Interconnexion de réseaux urbains (MAN) – Interconnexion d'ordinateurs – Transfert d'information vidéo et d'autres types d'information – Transfert d'images fixes – CAD/CAM interactive entre plusieurs sites 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande/réservée/permanente – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique – Mode connecté/mode non connecté

Classes de service	Type d'information	Exemples de services à large bande	Applications	Valeurs possibles de certains attributs
		Service de transfert de fichiers de volume important	<ul style="list-style-type: none"> - Transfert de fichiers de données 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique
		Téléaction à grande vitesse	<ul style="list-style-type: none"> - Commande en temps réel - Télémétrie - Alarmes 	
	Document	Téléfax à grande vitesse	Transfert entre usagers de textes, d'images, de dessins, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique
		Service de communication d'images à haute résolution	<ul style="list-style-type: none"> - Images professionnelles - Images médicales - Jeux commandés à distance et réseaux de jeux 	
		Service de communication de documents	Transfert entre usagers de documents mixtes	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle symétrique/bidirectionnelle asymétrique
Services de messagerie	Images animées (vidéo) et son	Service de courrier vidéo	Service de courrier électronique pour le transfert d'images animées et du son associé	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle asymétrique/unidirectionnelle (complément d'étude nécessaire)
	Document	Service de courrier de documents	Service de courrier électronique pour documents mixtes	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle symétrique/unidirectionnelle (complément d'étude nécessaire)
Services de consultation	Textes, données, graphiques, son, images fixes, images animées	Vidéotex large bande	<ul style="list-style-type: none"> - Vidéotex, y compris les images animées - Enseignement et apprentissage à distance - Télélogiciel - Téléachats - Télépublicité - Consultation de nouvelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande - Point à point - Bidirectionnelle asymétrique
		Service de consultation vidéo	<ul style="list-style-type: none"> - Loisirs - Enseignement et apprentissage à distance 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande/réservée - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle asymétrique
		Service de consultation d'image à haute résolution	<ul style="list-style-type: none"> - Loisirs - Enseignement et apprentissage à distance - Communication d'images professionnelles - Communications d'images médicales 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur demande/réservée - Point à point/multipoint - Bidirectionnelle asymétrique

Classes de service	Type d'information	Exemples de services à large bande	Applications	Valeurs possibles de certains attributs
		Service de consultation de documents	Consultation de «documents mixtes» auprès de centres d'information, d'archives, etc.	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande – Point à point/multipoint – Bidirectionnelle asymétrique
		Service de consultation de données	Télélogiciel	
Services de distribution sans commande de présentation par l'utilisateur	Vidéo	Service de distribution de TV de qualité existante (PAL, SECAM, NTSC)	Distribution de programmes TV	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande (sélection/permanente) – Diffusion/multipoint – Bidirectionnelle asymétrique/unidirectionnelle
		Service de distribution de TV de qualité améliorée <ul style="list-style-type: none"> – service de distribution de TV à définition améliorée – TV de haute qualité 	Distribution de programmes TV	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande (sélection/permanente) – Diffusion/multipoint – Bidirectionnelle asymétrique/unidirectionnelle
		Service de distribution de TV à haute définition	Distribution de programmes TV	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande (sélection/permanente) – Diffusion/multipoint – Bidirectionnelle asymétrique/unidirectionnelle
		TV payante (paiement par programme, paiement par canal)	Distribution de programmes TV	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande (sélection/permanente) – Diffusion/multipoint – Bidirectionnelle asymétrique/unidirectionnelle
	Textes, graphiques, images fixes	Service de distribution de documents	<ul style="list-style-type: none"> – Journal électronique – Publication électronique 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur demande (sélection/permanente) – Diffusion/multipoint – Bidirectionnelle asymétrique/unidirectionnelle
Services de distribution sans commande de présentation par l'utilisateur	Données	Service de distribution d'informations numériques sans restriction à grande vitesse	– Distribution des données sans restriction	<ul style="list-style-type: none"> – Permanente – Diffusion – Unidirectionnelle
	Images animées et son	Service de distribution d'informations vidéo	– Distribution de signaux vidéo/audio	<ul style="list-style-type: none"> – Permanente – Diffusion – Unidirectionnelle
Service de distribution avec commande de présentation par l'utilisateur	Textes, graphiques, son, images fixes	Vidéographie diffusée sur canal complet	<ul style="list-style-type: none"> – Enseignement et apprentissage à distance – Télépublicité – Consultation de nouvelles – Télélogiciel 	<ul style="list-style-type: none"> – Permanente – Diffusion – Unidirectionnelle

2.8.4 Services multimédias

La communication multimédia a été considérée, dans sa première phase d'existence, comme l'application «incontournable» des réseaux à large bande de type ATM. Aujourd'hui, la communication multimédia avec une qualité de service assez différente doit couvrir tous les réseaux de communication. Les réseaux à large bande de type ATM sont en mesure d'offrir une qualité de service très élevée.

Le téléservice de vidéotéléphonie pour réseau RNIS fut le premier service défini par l'UIT-T (F.721) pour le transport d'information multimédia, à savoir voix, vidéo et données. La Recommandation relative aux équipements terminaux correspondants (H.320), conjointement avec un ensemble de définitions de protocole, assure la compatibilité de la communication de base de bout en bout. On a toutefois laissé une très grande latitude d'exploitation des algorithmes de compression voix/vidéo et des technologies de l'information. Ainsi, la Recommandation relative aux équipements terminaux accepte différents algorithmes de codeur et différents débits de transfert des informations. Elle présente, par conséquent, la souplesse suffisante pour adapter la qualité de service et le coût des équipements terminaux et des communications à l'application considérée.

Au vu des progrès rapides réalisés dans les domaines de la compression voix/vidéo et des technologies de l'information, il est devenu évident que la communication multimédia pouvait être avantageusement prise en charge par différents réseaux, y compris des réseaux TCP/IP et de téléphonie mobile. Considérant que les capacités de ces différents réseaux impliquent, en conséquence, des qualités de service différentes, par exemple une réduction de la résolution des images, la Recommandation cadre de l'UIT-T pour les services audiovisuels multimédias (F.700) traite notamment de ce point important.

En se fondant sur la Recommandation relative aux systèmes et équipements terminaux visiophoniques à bande étroite (H.320), un ensemble complémentaire de recommandations relatives aux équipements terminaux multimédias et à l'interfonctionnement de composants pour d'autres environnements de réseau est à l'étude à l'UIT-T. Ces environnements comprennent l'environnement RNIS à large bande (H.321), l'environnement réseau local (H.322), l'environnement en mode paquet (H.323) et l'environnement de communication multimédia à faible débit (H.324). L'objectif est de prendre en compte les techniques de pointe en matière de compression et d'assurer une communication compatible de bout en bout. Globalement, cette approche est similaire à la négociation de meilleur débit binaire disponible de la communication par modem sur des réseaux analogiques.

2.9 Orientations futures

Consécutivement à la déréglementation mise en place dans de nombreux pays, les futures offres de service seront confrontées à une concurrence plus sévère. De nouveaux acteurs, par exemple de nouveaux opérateurs, de nouveaux fournisseurs de services, de nouveaux fournisseurs de contenus et de nouvelles autorités de réglementation ont une influence significative sur le marché des télécommunications. Ce facteur et l'influence croissante des technologies de l'information (TI) de pointe devraient exiger une plus grande souplesse des futures offres de services de télécommunication. Cette souplesse porte par exemple sur les débits et les modes de transfert de l'information, la qualité de service appropriée et la capacité à adapter aisément les fonctions de communication de couche supérieure à des besoins de communication spécifiques.

Les services offerts en plus de services de base sont appelés services à valeur ajoutée. Les services à valeur ajoutée peuvent être offerts à un utilisateur par un serveur approprié. Pour accéder à des services à valeur ajoutée, l'utilisateur peut passer par des services supports ou des téléservices. Les services à valeur ajoutée comptent d'innombrables services RI, le courrier électronique, la banque à domicile ou le commerce électronique. L'UIT-T a publié plusieurs Recommandations relatives à des plates-formes de services à valeur ajoutée, par exemple les services de messagerie (séries F.400/X.400), les services d'annuaire (série F.500), les réseaux intelligents (série Q.1200). Ces Recommandations tiennent compte du fait que les technologies de l'information offrent une souplesse considérable.

Des spécifications relatives à l'infrastructure de télécommunication mobile en pleine expansion ont été, jusqu'à ce jour, principalement élaborées en dehors de l'UIT-T. Les réseaux mobiles de troisième génération appellent de nouveaux concepts de service comme les capacités de services multimédias, les capacités d'accès à l'Internet par mobile avec la même présentation des services en cas d'itinérance. Ces points méritent d'être étudiés à l'UIT-T en vue de l'élaboration de Recommandations relatives aux IMT-2000. Les concepts clés de ce domaine de service comprennent les concepts CAMEL (*Customized Application for Mobile Enhanced new Logic*, application personnalisée pour une nouvelle logique améliorée pour mobiles), VHE (*Virtual Home Environment*, environnement virtuel d'origine) et FMC (*Fixed Mobile Convergence*, convergence fixe-mobile).

Des spécifications pour l'Internet en pleine évolution ont également été élaborées en dehors de l'UIT-T à l'IETF (Groupe d'étude sur l'ingénierie Internet). Les spécifications Internet, appelées demandes d'observations (RFC), semblent suivre de préférence une approche ascendante. Un service de type Internet est composé de protocoles de transport/application et des fonctions client-serveur correspondantes. Un ensemble de services de télécommunication futur peut suivre cette approche client-serveur.

Des services de sécurité comme les services d'authentification, de cryptage et de signature électronique sont des conditions préalables pour un ensemble d'applications importantes comme l'accès à des services mobiles ou le commerce électronique. Il est prévu que ces services accroîtront l'usage des cartes à puce dans les télécommunications.

Les nouveaux services TI typiques seront plus probablement créés en dehors des instances de normalisation. Cette tendance devrait avoir une incidence sur la création de nouveaux services de télécommunication compte tenu des progrès réalisés en matière de convergence entre télécommunications et technologies de l'information. Il existe néanmoins une tendance vers la mise en œuvre de communications compatibles de bout en bout s'appuyant sur des normes mutuellement reconnues. Tous les secteurs des télécommunications ou presque envisageant la création de nouveaux services rémunérateurs créent aujourd'hui rapidement leur propre forum d'utilisateurs.

2.9.1 Services de réseau intelligent

La plupart des commutateurs et des réseaux numérisés dans les années 1980 ressemblaient plus à des ordinateurs. Au départ, les services étaient programmés en un langage de type CHILL et devaient être installés manuellement sur chaque commutateur. On s'est rapidement rendu compte qu'il serait préférable d'installer et de gérer un nouveau type de services, appelés services de réseau intelligent (RI), à partir d'un site unique en utilisant un langage de haut niveau. Ceci a conduit l'UIT-T à normaliser le concept de réseau intelligent (série Q.1200).

Le premier ensemble de recommandations de l'UIT-T, appelé Ensemble de capacités 1, n'autorise que des services à contrôle limité de l'infrastructure de commutation. L'ensemble de capacités 2, actuellement en cours d'élaboration, offrira un meilleur contrôle et permettra en conséquence d'offrir à l'utilisateur des services plus évolués. Grâce aux avancées rapides des technologies de l'information, le potentiel des RI n'a été qu'effleuré à ce jour. A l'avenir, les RI joueront un rôle essentiel dans la fourniture de services de télécommunication sur différents réseaux et avec différents modes de transfert de l'information comme les réseaux téléphoniques, les réseaux mobiles et l'Internet.

Un large éventail de services à valeur ajoutée peut être offert au moyen des réseaux intelligents. Ces services peuvent être regroupés en plusieurs familles, par exemple:

- Services de conversion de numéro et d'acheminement

Ces services convertissent le numéro composé en un numéro de destination en fonction de divers critères tels que le jour de la semaine, l'origine de l'appel ou l'acheminement vers le site de l'opérateur le plus proche de l'appelant.

- Services à taxation particulière

Ces services permettent de partager la taxation en fonction de divers critères. Parmi ces services, on trouve les services libre appel et kiosque.

- Services de carte téléphonique

Ces services permettent d'établir un appel à partir de n'importe quel terminal téléphonique en l'imputant au compte de l'abonné au service de carte téléphonique.

- Services de commodité personnelle

Ces services permettent de traiter des appels d'une manière propre à l'abonné, par exemple filtrage sous certaines conditions.

- Services de réseau d'entreprise

Ces services comprennent des services de réseau d'entreprise comme les services de réseaux privés virtuels ou de centres de zone étendue.

- Services propres à l'exploitant

Ces services permettent de mettre en œuvre diverses options de filtrage ou de conserver un numéro en cas de déménagement ou de changement de fournisseur de services.

L'exploitation des capacités des technologies de l'information implique le recours à un environnement SCE (atelier de création de services). Un atelier de création de services utilise une méthode de conception graphique pour créer de nouveaux services. Un nouveau service est créé en utilisant des SIB (modules indépendants du service) programmables extraits d'une bibliothèque volumineuse. Le service est ensuite personnalisé conformément aux besoins du fournisseur de services par la saisie en ligne de toutes les informations demandées par le module SIB.

2.9.2 Exemples de nouveaux services RI

Depuis l'avènement des réseaux intelligents (RI), les services de téléphonie traditionnels se sont énormément enrichis, principalement pour suivre l'évolution d'un marché en constante mutation. Aujourd'hui, les services RI les plus répandus sont: les services de carte téléphonique, les services de conversion de numéro et d'acheminement (par exemple les services de libre appel, kiosque et de numéro d'accès universel) et les services de réseau d'entreprise (tels que les réseaux privés virtuels et les centres de zone étendue).

L'une des plus récentes révolutions qu'a connu le secteur des télécommunications est, sans nul doute, la croissance exponentielle de l'Internet et d'autres réseaux de données et services de type IP³. La technologie Voix sur IP (VoIP) est aujourd'hui éprouvée et la téléphonie IP est devenu un secteur commercial actif.

Pour maximiser le potentiel des réseaux multiservices futurs, les services proposés devront prendre en compte les différentes approches de la notion «d'intelligence» de réseau appliquées au monde des circuits commutés (voix) et au monde des données (IP).

- Paradigme de la commutation vocale: une large part de l'intelligence se situe dans le réseau puisque l'équipement terminal de l'utilisateur, c'est-à-dire le téléphone, est un dispositif relativement simple. Le réseau doit garantir en outre un débit à durée critique dès que l'appel est établi. Les services ont été progressivement transférés des équipements de commutation vers le réseau intelligent (RI). Ceci a permis d'améliorer la commande d'appel, de mieux gérer le réseau, les services et les profils d'utili-

³ Le terme «Internet» désigne le réseau IP non géré d'accès public, de connexion au mieux (le World Wide Web), alors que le terme «réseau IP» sera utilisé ici pour désigner toutes les infrastructures IP publiques et privées gérées et non gérées.

sateurs et a répondu à l'une des attentes primordiales des opérateurs de réseaux de services actuels, le raccourcissement des délais de mise sur le marché.

- Paradigme du réseau de données: le réseau est principalement chargé du transport des données. La plus large part de l'intelligence nécessaire pour utiliser les données transportées réside dans les applications exécutées sur les hôtes connectés au réseau de données. Ces hôtes peuvent faire partie physiquement du réseau de l'opérateur ou résider sur des plates-formes du fournisseur de services ou de l'utilisateur final. L'évolution ici consiste principalement à fournir une qualité de service (QS) supérieure et garantie en termes de disponibilité de réseau et de bande passante, de temps de propagation, de fiabilité, d'efficacité, etc.

Certains développements accélèrent la convergence de ces deux paradigmes de réseau. L'un d'eux est l'utilisation accrue du réseau téléphonique commuté pour l'accès Internet à distance (connexion par modem avec un fournisseur de services Internet). Un autre est l'application accrue de la technologie de la voix en paquets (VoIP) pour l'établissement d'appels téléphoniques émanant de ou aboutissant au réseau vocal ou au réseau de données.

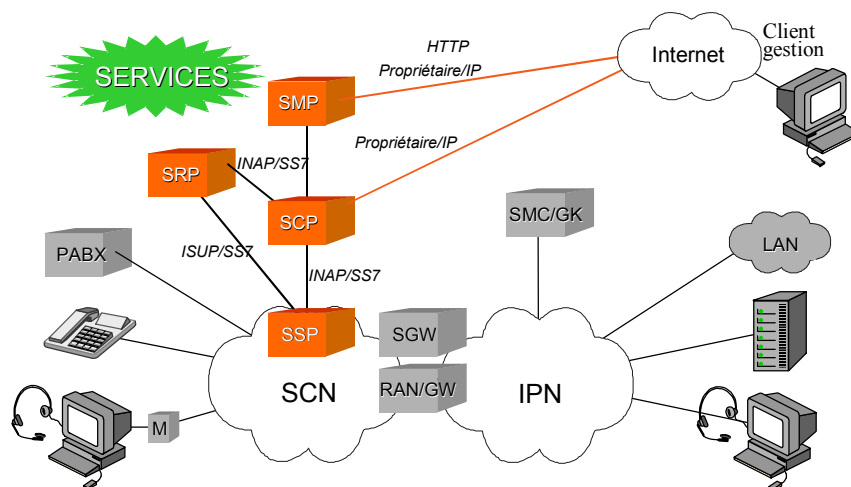
Bien qu'il existe une tendance à considérer le réseau à commutation de circuits (SCN) (fixe ou mobile) «traditionnel» et le réseau IP (IPN) «émergeant» comme deux mondes distincts qui sont à la fois complémentaires (le réseau SCN pour l'accès, l'Internet pour les services) et concurrents (VoIP). Le réseau intelligent peut jouer un rôle important dans la fusion de ces deux réseaux en apportant des avantages à chacun d'eux.

Dans ce contexte et du point de vue du RI, la convergence des réseaux voix et données sera plus un phénomène relevant de l'évolution que de la révolution.

2.9.2.1 Un nouveau rôle pour les services RI «classiques» (l'étape de la «réutilisation»)

La majorité des abonnés actuels à l'Internet utilisent le réseau téléphonique commuté (analogique ou numérique) pour accéder à leur fournisseur de services Internet et de téléphonie par un accès modem au nœud d'accès distant du fournisseur de services Internet ou à la passerelle Voix sur IP (VoIP GW) du fournisseur de services Internet et de téléphonie. Compte tenu que le réseau intelligent est déjà en place dans cet environnement, il peut être utilisé pour fournir un certain nombre de services aux internautes et aux fournisseurs de services.

Figure 2.9.2 – Architecture de réseau pour un scénario de «réutilisation»



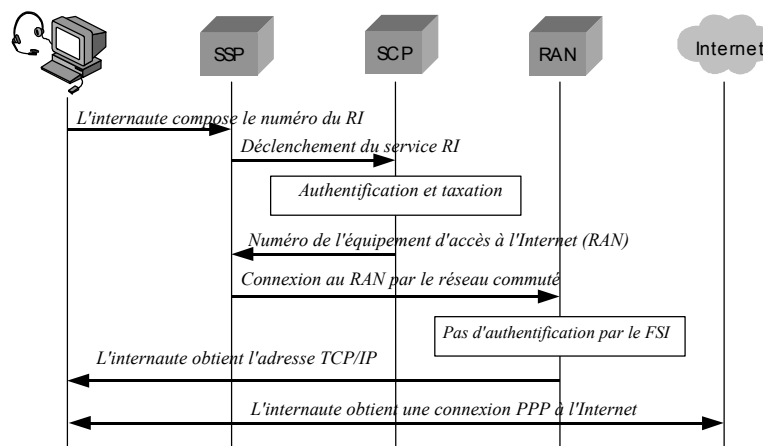
Bien que l'architecture de réseau permettant de mettre en œuvre ce scénario (voir la Figure 2.9.2) puisse sembler «non originale» d'un point de vue strictement IP, cette solution est facile à mettre en œuvre par des opérateurs établis et pourra générer rapidement des revenus et des bénéfices additionnels pour les opérateurs de réseau (commuté), les fournisseurs de services Internet et de téléphonie et les utilisateurs finals.

2.9.2.2 Exemple de service: un service simple de «paiement à la séance de navigation»

Dans le scénario d'accès actuel à l'Internet, le rôle de l'opérateur de réseau se limite à l'offre d'une connexion (locale) de l'utilisateur final au fournisseur de services Internet. En général, tout internaute a souscrit un abonnement auprès d'un fournisseur de services Internet qui lui donne accès à l'Internet pendant un temps illimité à un tarif forfaitaire.

Le service de paiement à la séance de navigation permet un acheminement et une taxation souples des connexions à l'Internet par le réseau commuté. Tout internaute peut (de manière anonyme) se connecter (par l'intermédiaire d'un numéro de RI) à l'équipement d'accès à l'Internet (RAN) du fournisseur de services sans avoir à souscrire un abonnement auprès de ce dernier (voir la Figure 2.9.3). L'opérateur de réseau ou le fournisseur de services de RI taxe l'utilisateur, en fonction de la durée, pour l'appel téléphonique augmenté d'un supplément pour l'accès à l'Internet qui est reversé au fournisseur de services Internet.

Figure 2.9.3 – Flux du service « Paiement à la séance de navigation »



2.9.2.3 Exemple de service: appel Internet en instance « naviguer et converser »

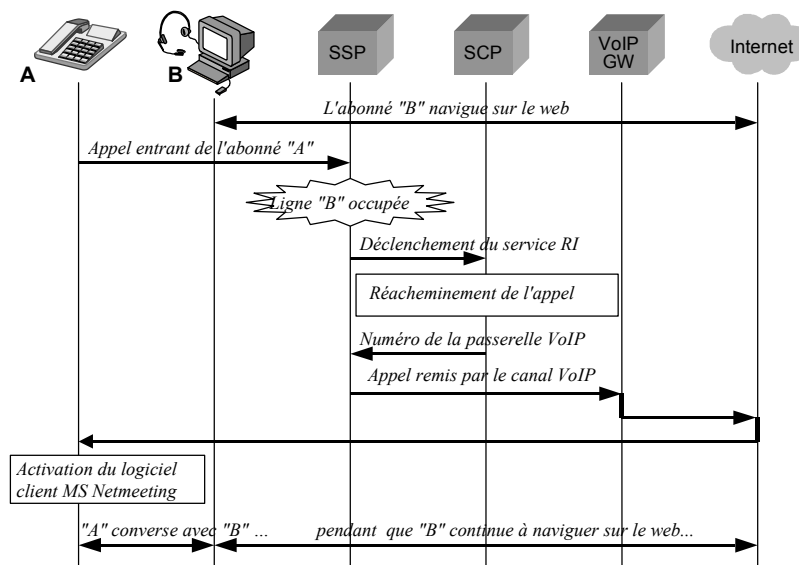
Les abonnés au téléphone qui ne disposent que d'une seule ligne analogique et qui sont fréquemment connectés à l'Internet (plus d'une heure par jour) bloquent leur ligne pour tout appel vocal entrant et sortant. L'acquisition d'une seconde ligne, RNIS ou xDSL (si disponible) peut être trop onéreuse pour eux. Le RI leur offre un large éventail de mécanismes complémentaires d'établissement d'appel, de remise d'appel, de notification d'appel et d'aboutissement d'appel (Voir la Figure 2.9.4).

Ainsi, pendant qu'un internaute est en train de surfer sur l'Internet, des appels entrants peuvent être acheminés vers son combiné téléphonique (avec déconnexion/reconnexion automatique au FSI), vers une deuxième ligne (fixe ou mobile), vers sa messagerie vocale, etc. La technologie Voix sur IP, qui devient une technologie éprouvée, peut être utilisée comme moyen de communication de rechange. Dans ce cas, des appels entrants peuvent être orientés vers une passerelle VoIP et acheminés vers l'ordinateur de l'internaute (qui doit être équipé d'un logiciel client VoIP, par exemple MS Netscape) par l'Internet (voir la Figure 2.9.4).

Figure 2.9.4 – Interface client du service «Browse & Talk» (naviguer et converser)



Figure 2.9.5 – Flux du service «Browse & Talk» (naviguer et converser) (avec remise d'appel par un canal VoIP)

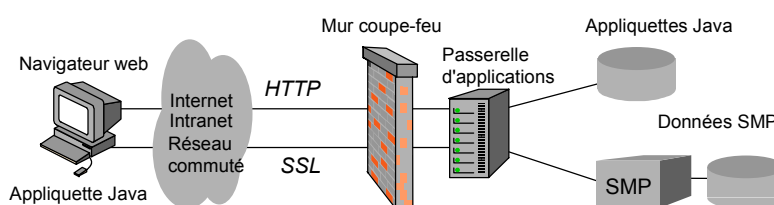


2.9.2.4 Exemple de service: gestion de service RI au moyen du web

Compte tenu de la disponibilité grandissante de services RI proposés à des abonnés professionnels et privés, la gestion de ces services (par exemple la modification des profils) risque de devenir rapidement un facteur de coût important et un goulot d'étranglement pour l'opérateur. D'ailleurs, l'abonné est certainement le mieux placé pour gérer personnellement ce service et tout à fait capable de le faire.

Dans le cas de services professionnels (par exemple des services de téléphone vert évolués), cette gestion peut déjà, dans les limites définies par le fournisseur, s'effectuer avec un minimum d'intervention de la part de l'opérateur. Des opérations de modifications de logique de service ou de supervision de service, comme des demandes de statistiques, sont toutes réalisées de manière sécurisée (en exploitant des techniques cryptographiques de pointe) par l'Internet sans qu'aucune installation de logiciels dans les locaux de l'abonné ne soit nécessaire.

Figure 2.9.6 – Gestion de services par l'intermédiaire du web



Dans la configuration illustrée à la Figure 2.9.6, l'interface web guide l'abonné, de manière conviviale, via des hyperliens et des appliquettes Java au travers de la logique de service, de la gestion des données et de la gestion de la supervision des services.

Ce service pourra être aisément étendu dans le futur à des services «de commodité personnelle» pour abonnés privés. De plus, conjointement avec des techniques de commerce électronique, ce service de gestion par l'intermédiaire du web peut être développé en un service web complet d'auto-abonnement au moyen duquel un abonné privé pourrait effectuer son choix dans un menu de services de commodité personnelle. Il pourrait sélectionner les services qui l'intéressent, les configurer et les payer, le tout par le biais d'une session Internet interactive.

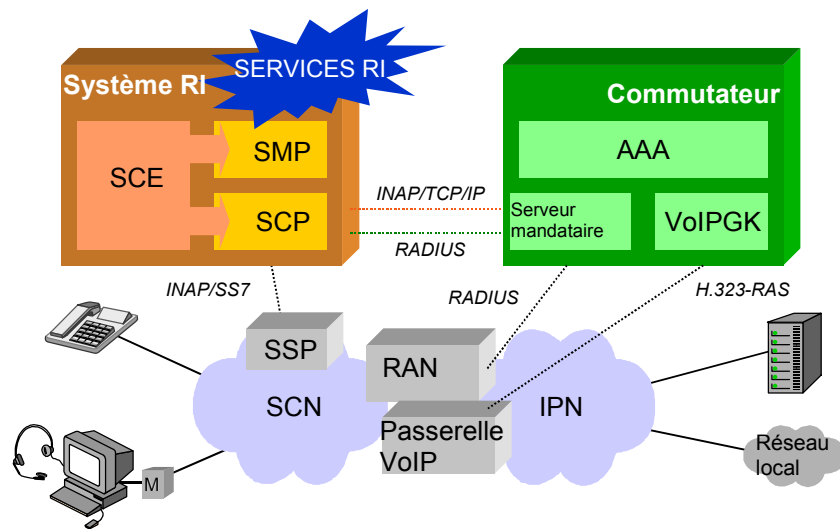
2.9.2.5 Extension vers le réseau IPO (étape «interfonctionnement»)

Dans le réseau du fournisseur de services Internet et de téléphonie, l'intelligence est répartie sur plusieurs composants (dont la majorité est implantée en bordure du réseau IP ou même sur le terminal de l'utilisateur), par exemple des serveurs AAA, des passerelles avec le réseau commuté et Voix sur IP, des portiers VoIP, des serveurs d'annuaires et de noms de domaine, des serveurs de contenu, des appliquettes Java, des applications Windows, etc.

Figure 2.9.7 décrit la mise en œuvre d'une interface entre un point de commande de service (SCP) (exploité par l'opérateur du réseau vocal) et le centre de gestion du système (SMC) (exploité par l'opérateur du réseau de données). Cette interface permet aux différents éléments de réseau d'interfonctionner de manière bidirectionnelle:

- Le point SCP est à l'initiative de la connexion avec le serveur AAA du SMC pour offrir une fonction SDF (fonction de données de service) au RI;
- Le serveur du fournisseur de services joue le rôle de client pour le SCP et peut être considéré comme un «point de commutation de service» (SSP) IP par rapport au SCP, le SCP jouant alors le rôle de «serveur de soutien» à la fonction de portier du SMC.

Figure 2.9.7 – Scénario «d'interfonctionnement» RI-SMC



En guise de solution à court terme, les interfaces proposées et les services d'interfonctionnement qui en résultent sont attrayants pour des opérateurs qui fournissent également un accès Internet et/ou des services de téléphonie IP, parce que cette solution réutilise de manière optimale la plate-forme et les services RI existants par l'intermédiaire d'interfaces normalisées entre les serveurs FSI et le point SCP.

Les deux premiers exemples de services ci-après montrent comment cette interface peut bénéficier à la fois à l'opérateur de réseau et au fournisseur de services Internet.

Le troisième exemple illustre comment les concepts de RI pourraient être réutilisés pour étendre les capacités des services de noms de domaine (DNS) en leur ajoutant des fonctions de commande de service.

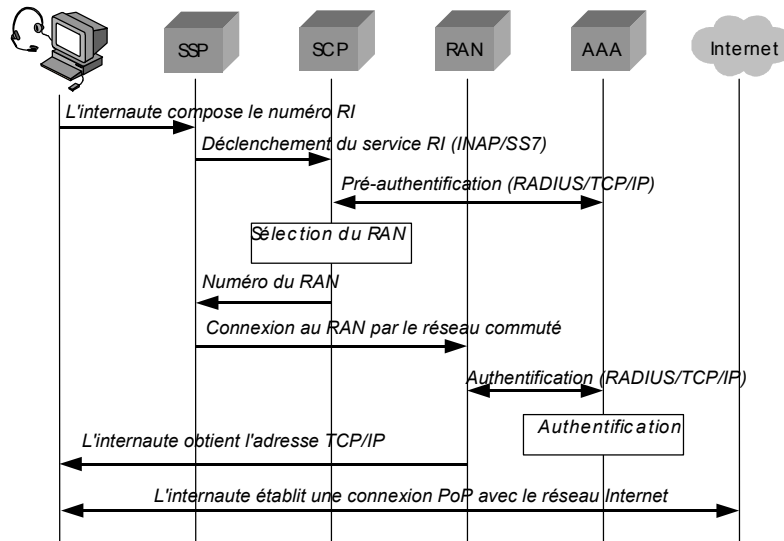
2.9.2.5.1 Exemple de service: «Réacheminement PoP» pour un accès à l'Internet optimisé

Le service «Réacheminement PoP» est un exemple de service de conversion de numéro RI «classique», qui utilise des renseignements à jour disponibles (uniquement) sur le serveur AAA du SMC.

Lorsqu'un abonné au RTPC se connecte à un RAN, il arrive parfois que la ligne soit occupée du fait d'un surnombre d'appelants par rapport au nombre de points de connexion disponibles. Si le fournisseur de services Internet est appelé par le biais d'un numéro RI, le service «réacheminement PoP» interrogera le serveur AAA pour savoir si un point de connexion est disponible sur un réseau privé virtuel IP donné et réacheminera l'appel vers un autre RAN disposant de points de connexion libres (voir la Figure 2.9.8).

Compte tenu que le niveau de service («qualité d'accès») demandé par un abonné et le prix qu'il est disposé à le payer peut évoluer au fil du temps, chaque abonné a la possibilité de gérer directement son propre profil.

Figure 2.9.8 – Flux du service «Réacheminement PoP»

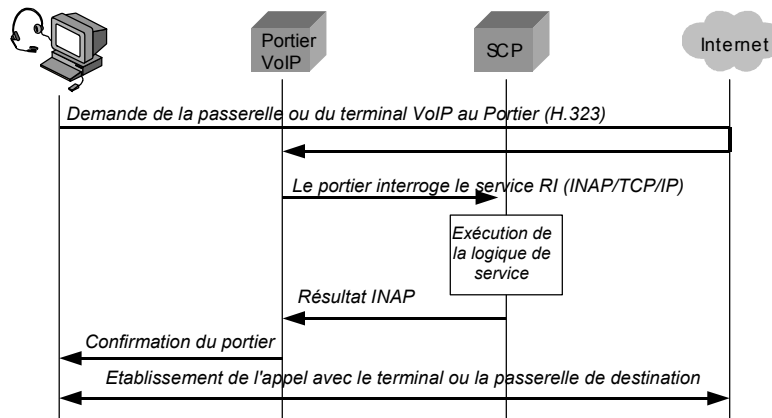


2.9.2.5.2 Exemple de service: services d'extrémité pour Voix sur IP

Pour parvenir à déployer la technologie VoIP efficacement, il doit être possible d'offrir des services vocaux IN «traditionnels» aux utilisateurs de VoIP de la même manière qu'on les propose aux abonnés du réseau RTPC (par exemple les services kiosque, libre appel, numéro personnel universel (UPN), voix-réseau privé virtuel, etc.).

Pour rendre ceci possible, le portier (hébergé dans le cas présent par le SMC) traitera la logique de service du RI, par le biais d'une interface compatible INAP, afin de réutiliser le plus grand nombre possible de fonctions et de services RI existants (voir la Figure 2.9.9).

Figure 2.9.9 – Flux du service «d'extrémité»



2.9.2.5.3 Exemple de service: service de noms de domaine intelligent

Le service de noms de domaine intelligent (I-DNS) associe le service DNS standard à une plate-forme de services RI. Il permet ainsi d'acheminer d'une manière souple et intelligente des adresses de domaines Internet.

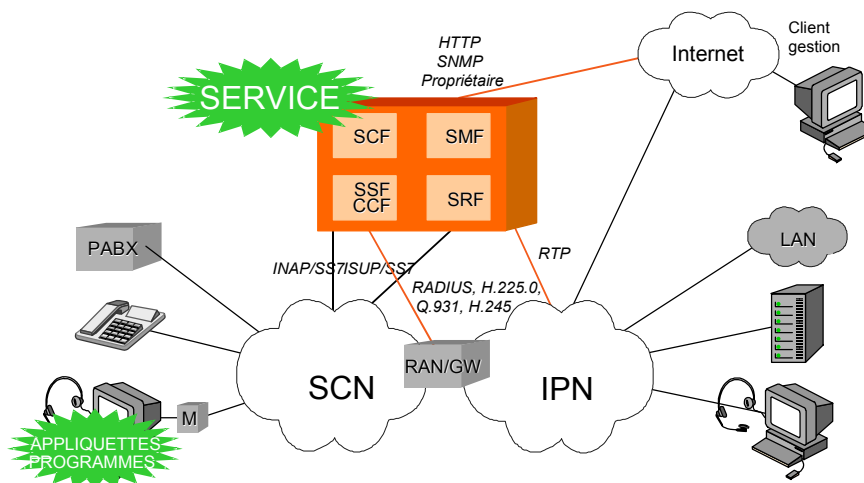
Le serveur de noms de domaine dynamique est une variante du serveur de noms de domaine traditionnel qui permet de marquer une entrée dans une base de données qui lancera un service vers le point de commande de service et attendra une réponse sur un point de connexion prédéfini. A ce titre, le service I-DNS fournit une forme de fonction de commutation de service qui déclenche l'exécution d'un script de service RI.

Ce service permettra aux FSI, aux opérateurs de télécommunication et aux fournisseurs de services de mettre en place rapidement des services générateurs de revenus. Grâce au serveur I-DNS, les FSI pourront appliquer un tarif kiosque à des connexions et des débits préférés. Ils pourront en outre vendre des espaces publicitaires à des tarifs plus élevés parce que ces publicités pourront être fournies en fonction de critères tels que l'heure du jour ou le profil de l'abonné. Cette solution, outre qu'elle permet de générer des revenus additionnels, peut également être utilisée pour améliorer la qualité de fonctionnement du réseau et répondre aux attentes du client en termes de fiabilité.

En variante, le portier (ou le contrôleur de passerelle média) peut également être mis en œuvre sur un réseau IP en tant que serveur d'appel. Ce dernier présente des caractéristiques similaires à celles de la fonction de commande d'appel (CCF) et de la fonction de commutation de service (SSF) que l'on trouve actuellement sur les commutateurs de réseaux de téléphonie publics.

Le réseau intelligent a un rôle majeur à jouer dans ce contexte: comme les fonctions principales du RI sont implantées (aussi bien d'un point de vue physique que logique) en dehors des sous-réseaux respectifs, le système RI peut jouer le rôle d'une plate-forme intelligente pour le réseau combiné voix-données.

Figure 2.9.10 – Plate-forme intelligente intégrée de RI pour la technologie Voix sur IP



L'évolution de la plate-forme intelligente implique une intégration complémentaire du RI, des serveurs des FSI et des fonctions d'agent d'appel, ainsi que des fonctions de gestion et de distribution en un *nœud de service IP* unique (voir la Figure 2.9.10). Les fonctions offertes par ce nœud de service Internet comprennent des fonctions communes de bases de données, de gestion des profils d'utilisateurs, de création, de mise en œuvre et de gestion de services, etc.

A la différence du scénario de «service d'extrémité», la plate-forme RI est capable de gérer des interfaces «non RI» telles que H.323, SIP et MGCP. Cette possibilité permettra au fournisseur de services de déployer des services sur plusieurs réseaux vocaux (par exemple RTPC et IP) tout en n'exploitant qu'une seule plate-forme «frontale» pour la commande, la gestion et la création de services.

Il en résulte que la fonction de portier, qui comprend la fonction de commande d'appel, sera intégrée à la plate-forme RI, enrichissant ainsi les fonctions de base du portier (conformément aux directives de la norme H.323 par exemple) avec des fonctions et services RI complets, notamment les réseaux privés virtuels, les services de carte d'appel, les services de réponse vocale interactive, de messagerie unifiée, etc.

2.9.2.6 Suivi de l'évolution des normes (phase «interfonctionnement»)

Compte tenu de la croissance exponentielle de l'Internet, du potentiel commercial de la téléphonie IP et de la mise en œuvre progressive de services de convergence voix-données, la plupart des grands organismes de normalisation étudient à l'heure actuelle les réseaux et services IP et VoIP.

Dans les organismes menant actuellement des projets importants de normalisation dans le domaine de la voix et du multimédia sur IP, on peut citer les groupes de travail suivants: TIPHON de l'ETSI (architectures de réseau pour VoIP), la Commission d'études 16 de l'UIT-T (services et systèmes multimédias, H.323), PINT de l'IETF (interfonctionnement RTPC-Internet, services «cliquer pour»), MEGACO (décomposition de la passerelle en une partie transport et une partie commande et définition du protocole MGCP (protocole de commande de la passerelle média)), SIGTRAN (signalisation RTPC en mode paquet sur des réseaux IP) et MMUSIC (conférences Internet, protocole SIP (protocole de lancement de session), etc.), ainsi que iNOW! (projet mis en œuvre par un opérateur et un fabricant pour appliquer l'interopérabilité VoIP), etc.

A l'heure actuelle, la plupart de ces projets de normalisation convergent mais il reste une quantité énorme de travail à accomplir pour rendre le réseau IP aussi fiable (QS), aussi facile à gérer (y compris les opérations de taxation et de facturation) et aussi riche en services que les réseaux traditionnels à commutation de circuits.

Bien que le monde des données ait été réticent au départ à adopter les protocoles et les architectures de téléphonie du «Vieux Monde», on note aujourd'hui une tendance à réutiliser, à adapter et à étendre ce qui est utile. On signale un intérêt grandissant pour le Système de signalisation N° 7 dans le but de traiter les problèmes d'encombrement de réseau et d'interfonctionnement entre opérateurs. Conjointement avec le Système de signalisation N° 7, le rôle du réseau intelligent est en cours de réévaluation et de revalorisation dans un environnement «dominé par IP».

Un grand nombre des architectures de réseau proposées et demandées par les principaux opérateurs et fabricants (de télécommunication et de transmission de données) s'appuient sur des concepts, des protocoles et des services de RI. Ils apparaissent à la fois dans des scénarios «de réutilisation», «d'interfonctionnement» et «d'intégration».

2.10 Normes de l'UIT

2.10.1 RNIS

2.10.1.1 Structure générale

- Description du RNIS

I.120 (3/93)	Réseaux numériques avec intégration des services
I.122 (3/93)	Cadre pour la fourniture des services supports en mode trame

- Méthodes générales de modélisation

I.130 (11/88)	Méthode de caractérisation des services de télécommunication assurés sur un RNIS et des possibilités réseau d'un RNIS
---------------	---

- Attributs des réseaux et des services de télécommunications

I.140 (3/93)	Technique des attributs pour la caractérisation des services de télécommunication assurés sur un RNIS et possibilités réseau d'un RNIS
I.141 (11/88)	Taxation dans le RNIS – Attributs des possibilités

2.10.1.2 Capacités de service

- Aspects généraux des services du RNIS

I.210 (3/93)	Principes des services de télécommunication assurés par un RNIS et moyens permettant de les décrire
I.220 (11/88)	Description dynamique commune des services de télécommunications de base
I.221 (3/93)	Caractéristiques spécifiques communes des services

- Services supports assurés par un RNIS

I.230 (11/88)	Définition des catégories de services supports
I.231	Catégories de services supports en mode circuit
I.232	Catégories des services supports en mode paquet
I.233	Services supports en mode trame
I.241	Téléservices assurés par un RNIS
I.250~I.259	Services complémentaires dans un RNIS

2.10.1.3 Aspects généraux et fonctions globales du réseau

- Principes fonctionnels du réseau et modèles de référence

I.310 (3/93)	RNIS – Principes fonctionnels du réseau
I.320 (11/93)	Modèle de référence du protocole RNIS
I.324 (10/91)	Architecture du RNIS
I.325 (3/93)	Configurations de référence pour les types de connexion du RNIS

- Numérotage, adressage et acheminement, et types de connexion

I.330 (11/88)	Principes de numérotage et d'adressage dans le RNIS
I.340 (11/88)	Types de connexion de RNIS
E.165/Q.11.ter (11/88)	Calendrier de mise en œuvre coordonnée de toutes les possibilités offertes par le plan de numérotage pour le RNIS (Recommandation E.164)
E.172 (10/92)	Plan d'acheminement pour le RNIS

- Objectifs de performance

I.350 (3/93)	Aspects généraux relatifs à la qualité de service et à la performance des réseaux numériques, y compris les RNIS
I.352 (3/93)	Objectifs de performance du réseau pour les délais de traitement des connexions dans un RNIS
I.353 (8/96)	Événements de référence permettant de définir les paramètres de performance du RNIS et du RNIS-LB
I.354 (3/93)	Objectifs de performance du réseau applicables à des communications en mode paquet dans un réseau numérique avec intégration des services
I.355 (3/95)	Disponibilité des connexions RNIS à 64 kbit/s

- Fonctions et caractéristiques générales du réseau

I.370 (10/91)	Gestion des encombrements dans le service support à répétition de trames sur RNIS
I.372 (3/93)	Spécifications de l'interface interréseaux du service support à relais de trames
I.373 (3/93)	Caractéristiques réseau nécessaires à la prise en charge des télécommunications personnelles universelles
I.376 (3/95)	Capacités de couche réseau pour le support des services de téléaction par le RNIS

- Ingénierie du trafic RNIS

E.701 (10/92)	Connexions de référence pour l'ingénierie du trafic
E.711 (10/92)	Modélisation de la demande de l'utilisateur
E.720 (11/88)	Notion de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS
E.721 (8/91)	Paramètres et valeurs cibles de qualité d'écoulement de trafic dans le réseau pour les services à commutation de circuits dans le RNIS en développement

2.10.1.4 Aspects des interfaces utilisateur-réseau

- Interfaces utilisateur-réseau RNIS

I.410 (10/84)	Aspects et principes généraux applicables aux Recommandations relatives aux interfaces usager-réseau RNIS
I.411 (3/93)	Interfaces usager-réseau RNIS – Configurations de référence
I.412 (11/88)	Interfaces usager-réseau RNIS – Structures d'interface et possibilités d'accès
I.420 (10/84)	Interface de base usager-réseau
I.421 (10/84)	Interface à débit primaire usager-réseau

- Recommandations relatives à la couche 1

I.430 (11/95)	Interface au débit de base usager-réseau – Spécification de la couche 1
I.431 (3/93)	Interface à débit primaire usager-réseau – Spécification de la couche 1

- Recommandations relatives à la couche 2

I.440/Q.920 (3/93)	Couche liaison de données à l'interface usager-réseau RNIS – Aspects généraux
I.441/Q.921 (9/97)	Interface usager-réseau du RNIS – Spécification de la couche de liaison de données

- Recommandations relatives à la couche 3

I.450/Q.930 (3/93)	Couche 3 de l'interface usager-réseau RNIS – Aspects généraux
I.451/Q.931 (5/98)	Spécification de la couche 3 de l'interface utilisateur-réseau RNIS pour la commande de l'appel de base

2.10.1.5 Aspects interfaces entre réseaux

- Interfaces entre réseaux

I.500 (3/93)	Structure générale des Recommandations relatives à l'interfonctionnement du RNIS
I.501 (3/93)	Interfonctionnement des services

2.10.1.6 Exploitation et autres aspects

- Principes de maintenance

I.601 (11/88)	Principes généraux de maintenance des installations d'abonné et des accès d'abonné du RNIS
---------------	--

2.10.1.7 Gestion de réseau

M.3211.1 (5/96)	Service de gestion RGT: gestion des dérangements et des performances des accès RNIS
M.3600 (10/92)	Principes de gestion des RNIS
M.3603 (10/92)	Application des principes de maintenance à l'accès de base du RNIS
M.3604 (10/92)	Application des principes de maintenance à l'accès primaire du RNIS
M.3605 (10/92)	Application des principes de maintenance aux accès RNIS de base multiplexés statiquement
M.3621 (7/95)	Gestion intégrée de l'accès client au RNIS
M.3660 (10/92)	Services de gestion de l'interface RNIS

2.10.1.8 Signalisation

- Services de base

Q.730 (9/97)	Services complémentaires du sous-système utilisateur du RNIS
Q.761 (9/97)	Système de signalisation N° 7 – Description fonctionnelle du sous-système utilisateur du RNIS
Q.850 (5/98)	Utilisation des indications de cause et de localisation dans le Système de signalisation d'abonné numérique N° 1 et le sous-système utilisateur du RNIS du Système de signalisation N° 7
Q.920/I.440 (3/93)	Couche liaison de données à l'interface usager-réseau RNIS – Aspects généraux
Q.921/I.441 (9/97)	Interface usager-réseau du RNIS – Spécification de la couche de liaison de données
Q.922 (2/92)	Spécification de la couche liaison de données RNIS pour les services supports en mode trame
Q.931 (5/98)	Spécification de la couche 3 de l'interface utilisateur-réseau RNIS pour la commande de l'appel de base

2.10.2 Réseau intelligent

2.10.2.1 Structure générale

- Description du RI

I.312/Q.1201 (10/92)	Architecture des réseaux intelligents: principes
I.328/Q.1202 (9/97)	Réseau intelligent – Architecture du plan des services
I.329/Q.1203 (9/97)	Réseau intelligent – Architecture du plan fonctionnel global

2.10.2.2 Capacités de service

Q.1211 (3/93)	Introduction à l'ensemble de capacités 1 du réseau intelligent
Q.1219 (4/94)	Manuel d'utilisation du réseau intelligent pour l'ensemble de capacités 1
Q.1221 (9/97)	Introduction à l'ensemble de capacités 2 du réseau intelligent
Q.1222 (9/97)	Plan des services de l'ensemble de capacités 2 du réseau intelligent
Q.1551 (6/97)	Application de l'ensemble de capacités CS-1 des protocoles d'application du réseau intelligent pour l'ensemble 1 des services TPU

2.10.2.3 Aspects de l'interface RI

Q.1208 (9/97)	Aspects généraux des protocoles d'application du réseau intelligent
Q.1218 (10/95)	Recommandation relative à l'interface pour l'ensemble de capacités 1 du réseau intelligent
Q.1228 (9/97)	Interface pour l'ensemble de capacités 2 du réseau intelligent

- Ingénierie du trafic RNIS

E.724 (2/96)	Paramètres et objectifs de qualité d'écoulement du trafic pour des services assurés par des réseaux intelligents
E.734 (10/96)	Méthodes d'allocation et de dimensionnement des ressources des réseaux intelligents
E.744 (10/96)	Spécifications relatives à la régulation du trafic et à la gestion des encombrements applicables au Système de signalisation N° 7 et aux réseaux intelligents

2.10.2.4 Gestion et signalisation

Q.1400 (3/93)	Cadre architectural d'élaboration des protocoles de signalisation et d'exploitation, administration et maintenance utilisant les concepts de l'interconnexion de systèmes ouverts
Q.1600 (9/97)	Système de signalisation N° 7 – Interaction entre le sous-système utilisateur du RNIS et le protocole INAP

2.10.3 Réseau à commutation de paquets

2.10.3.1 Structure générale et capacités de service

X.1 (10/96)	Catégories d'utilisateurs du service international et catégories d'accès des réseaux publics de données et des réseaux numériques à intégration de services
X.2 (10/96)	Services internationaux de transmission de données et fonctionnalités optionnelles offertes aux utilisateurs des réseaux publics de données et des réseaux numériques à intégration de services
X.861 (12/97)	Interconnexion des systèmes ouverts – Traitement transactionnel réparti: définition du service
X.881 (7/94)	Technologies de l'information – Opérations distantes: réalisations OSI – Définition du service de l'élément de service d'opérations distantes
X.901 (8/97)	Technologies de l'information – Traitement réparti ouvert – Modèle de référence: aperçu général

2.10.3.2 Systèmes de messagerie

F.400/X.400 (7/96)	Services de messagerie: aperçu général du système et du service de messagerie
X.402 (11/95)	Technologies de l'information – Systèmes de messagerie: architecture globale
X.460 (4/95)	Technologie de l'information – Gestion des systèmes de messagerie: modèle et architecture

2.10.3.3 Aspects généraux et fonctions globales du réseau

- Principes fonctionnels du réseau et modèles de référence

X.92 (11/88)	Communications fictives de référence pour les réseaux publics synchrones pour données
X.641 (12/97)	Technologies de l'information – Qualité de service: cadre général

- Dénomination, adressage et enregistrement

X.110 (10/96)	Principes et plan d'acheminement international pour les réseaux publics pour données
X.121 (10/96)	Plan de numérotage international pour les réseaux publics pour données
E.166/X.122 (3/98)	Interfonctionnement des plans de numérotage E.164 et X.121
X.650 (10/96)	Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Modèle de référence de base: dénomination et adressage
X.660 (9/92)	Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Procédures pour le fonctionnement des autorités d'enregistrement OSI: procédures générales

- Spécifications des protocoles

X.222 (4/95)	Utilisation des procédures de liaison de données compatibles avec les procédures d'accès à la liaison symétrique X.25 pour assurer le service de liaison de données en mode connexion d'interconnexion des systèmes ouverts
X.233 (8/97)	Technologies de l'information – Protocole assurant le service réseau en mode sans connexion: spécification du protocole
X.235 (4/95)	Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Protocole de session en mode sans connexion: spécification du protocole
X.260 (10/96)	Technologies de l'information – Cadre général pour l'identification et l'encapsulation des protocoles
X.419 (11/95)	Technologies de l'information – Systèmes de messagerie: spécification des protocoles

2.10.3.4 Aspects de l'interface utilisateur-réseau

- Interfaces utilisateur-réseau RNIS

X.20 (11/88)	Interface entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD) dans le cas des services avec transmission arythmique sur réseaux publics pour données
X.21 (9/92)	Interface entre l'équipement terminal de traitement de données et l'équipement de terminaison du circuit de données pour fonctionnement synchrone dans les réseaux publics pour données
X.25 (10/96)	Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison de circuit de données pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuit spécialisé à des réseaux publics pour données
X.30/I.461 (3/93)	Support des équipements terminaux de traitement de données des types X.21, X.21bis et X.20bis par le réseau numérique avec intégration des services
X.31/I.462 (11/95)	Prise en charge des équipements terminaux en mode paquet par un RNIS
X.35 (11/93)	Interface entre un réseau public de données à commutation par paquets et un réseau de données à commutation par paquets privé définissant, à partir de procédures X.25 modifiées, une fonction passerelle assurée dans le RPDCP
X.37 (4/95)	Encapsulation dans des paquets X.25 de divers protocoles comprenant le relais de trame

2.10.3.5 Réseautage OSI

X.610 (9/92)	Fourniture et prise en charge du service réseau en mode connexion OSI
X.613 (9/92)	Technologies de l'information – Utilisation conjointe du protocole de couche paquet X.25 et des interfaces X.21/X.21bis pour mettre en œuvre le service de réseau en mode connexion OSI
X.614 (9/92)	Technologies de l'information – Utilisation du protocole de couche paquet X.25 pour mettre en œuvre le service de réseau en mode connexion OSI sur le réseau téléphonique
X.625 (10/96)	Technologies de l'information – Protocole du service réseau en mode sans connexion: fourniture du service sous-jacent sur des canaux B à commutation de circuits du RNIS

2.10.3.6 Exploitation et autres aspects

- Principes de maintenance

X.160 (10/96)	Architecture du service de gestion réseau client pour les réseaux publics pour données
X.161 (8/97)	Définition des services de gestion réseau client pour les réseaux publics de données
X.162 (8/97)	Définition des informations de gestion pour le service de gestion réseau client dans les réseaux publics de données à utiliser avec l'interface CNMc
X.163 (4/95)	Définition des informations de gestion destinées au service de gestion réseau client dans le cadre des réseaux publics pour données à utiliser avec l'interface CNMe

2.10.3.7 Gestion de réseau

X.282 (4/95)	Eléments d'information de gestion relatifs à la couche liaison de données OSI
X.283 (12/97)	Technologies de l'information – Eléments d'information de gestion associés à la couche Réseau de l'OSI
X.284 (12/97)	Technologies de l'information – Eléments d'information de gestion associés à la couche Transport de l'OSI
X.703 (10/97)	Technologies de l'information – Architecture de gestion répartie ouverte
X.710 (10/97)	Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Service commun d'information de gestion
X.721 (2/92)	Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Structure des informations de gestion: définition des informations de gestion
X.730 (1/92)	Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: fonction de gestion des objets

2.10.3.8 Signalisation

X.60 (11/88)	Signalisation par canal sémaphore pour les applications à la transmission de données avec commutation de circuits
X.61/Q.741 (11/88)	Système de signalisation N° 7 – sous-système utilisateur de données
X.75 (10/96)	Système de signalisation à commutation par paquets entre réseaux publics assurant des services de transmission de données
X.76 (4/95)	Interface réseau-réseau entre réseaux publics assurant un service de transmission de données en mode relais de trames sur circuits virtuels commutés ou permanents

2.10.4 Relais de trame**2.10.4.1 Structure générale**

- Description du service

I.233.1 (10/91)	Service support à relais de trames sur RNIS
I.233.2 (10/91)	Service support à commutation de trames sur RNIS

2.10.4.2 Fonctions et caractéristiques générales du réseau

Q.922 (2/92) Annexe A	Spécification de la couche liaison de données RNIS pour les services supports en mode trame
-----------------------	---

2.10.4.3 Aspects de l'interface utilisateur-réseau

I.430 (11/95)	Interface au débit de base usager-réseau – Spécification de la couche 1
I.431 (3/93)	Interface à débit primaire usager-réseau – Spécification de la couche 1

2.10.4.4 Exploitation et autres aspects

- Principes de maintenance

I.620 (10/96)	Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance en mode relais de trames
---------------	--

2.10.4.5 Signalisation

Q.933 (10/95)	Système de signalisation d'abonné numérique N° 1 – Spécification de la signalisation pour la commande et la surveillance de l'état des connexions virtuelles commutées et permanentes en mode trame
---------------	---

2.10.5 Réseaux en mode ATM**2.10.5.1 Structure générale**

- Description des réseaux RNIS-LB

I.121 (4/91)	Aspects large bande du RNIS
I.150 (11/95)	Caractéristiques fonctionnelles du mode de transfert asynchrone du RNIS à large bande

2.10.5.2 Capacités de service

- Aspects généraux des services RNIS-LB

I.211 (3/93)	Aspects service du RNIS à large bande
--------------	---------------------------------------

2.10.5.3 Aspects généraux et fonctions globales du réseau

- Principes fonctionnels du réseau et modèles de référence

I.311 (8/96)	Aspects généraux réseau du RNIS à large bande
I.313 (9/97)	Prescriptions relatives au réseau RNIS-LB
I.321 (4/91)	Modèle de référence pour le protocole du RNIS large bande et son application
I.326 (11/95)	Architecture fonctionnelle des réseaux de transport fondés sur le mode ATM
I.327 (3/93)	Architecture fonctionnelle du RNIS à large bande

- Caractéristiques des couches protocolaires

I.361 (11/95)	Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande
I.363.1~5	Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB (AAL de type 1, 2, 3, 4 et 5)
I.364 (11/95)	Prise en charge du service support de données sans connexion à large bande par le RNIS à large bande
I.365.1~4	Sous-couches de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB (FR-SSCS, SSCF)

- Fonctions et caractéristiques générales du réseau

I.371 (8/96)	Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB
I.371.1 (6/97)	Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB: définitions de conformité relatives au transfert de bloc ATM et au débit disponible

- Numérotage, adressage et acheminement, et types de connexion

E.177 (10/96)	Acheminement dans le RNIS à large bande
E.191 (10/96)	Adressage dans le RNIS à large bande

- Ingénierie du trafic RNIS

E.716 (10/96)	Modélisation de la demande usager dans le RNIS à large bande
E.728 (3/98)	Paramètres de qualité d'écoulement du trafic pour la signalisation du RNIS-LB
E.736 (5/97)	Méthodes de gestion du trafic au niveau des cellules dans le RNIS à large bande

- Objectifs de performance

I.356 (10/96)	Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB
I.357 (8/96)	Disponibilité des connexions semi-permanentes du RNIS-LB
I.358 (6/98)	Caractérisation du traitement des appels pour des connexions par canal virtuel à commutation dans le RNIS-LB

2.10.5.4 Aspects de l'interface utilisateur-réseau

- Interfaces utilisateur-réseau RNIS-LB

I.413 (3/93)	Interface usager-réseau du RNIS à large bande
--------------	---

- Recommandations relatives à la couche 1

I.432	Interface usager-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche physique (exploitations à 155 520 kbit/s et 622 080 kbit/s, 1 544 kbit/s et 2 048 kbit/s, 51 840 kbit/s et 25 600 kbit/s)
-------	---

2.10.5.5 Exploitation et autres aspects

- Principes de maintenance

I.610 (11/95)	Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande
---------------	---

2.10.5.6 Gestion de réseau

M.3207.1 (5/96)	Service de gestion RGT: aspects maintenance de la gestion du RNIS-LB
M.3610 (5/96)	Principes d'application du concept de réseau de gestion des télécommunications à la gestion du RNIS-LB

2.10.5.7 Signalisation

Q.2010 (2/95)	Vue d'ensemble du RNIS à large bande – Ensemble de capacités de signalisation 1, version 1
Q.2120 (2/95)	Protocole de métasignalisation dans le réseau numérique avec intégration des services à large bande
Q.2210 (7/96)	Fonctions et messages du niveau 3 du sous-système transport de messages utilisant les services de la Recommandation UIT-T Q.2140. Aspects communs des protocoles d'explication du RNIS-LB pour la signalisation d'accès, la signalisation du réseau et l'interfonctionnement.
Q.2650 (2/95)	Interfonctionnement du sous-système utilisateur du Système de signalisation N° 7 du RNIS à large bande et du Système de signalisation d'abonné numérique N° 2
Q.2721.1 (7/96)	Sous-système utilisateur du RNIS-LB – Présentation de l'ensemble de capacités de signalisation N° 2, étape 1, de l'interface de nœud de réseau du RNIS à large bande
Q.2722.1 (7/96)	Sous-système utilisateur du RNIS LB – Spécification de l'interface de nœud de réseau pour la commande d'appel/connexion point à multipoint
Q.2761 (2/95)	Description fonctionnelle du sous-système utilisateur du Système de signalisation N° 7 du RNIS à large bande
Q.2762 (2/95)	Fonctions générales des messages et des signaux du sous-système utilisateur du Système de signalisation N° 7 du RNIS à large bande
Q.2766.1 (5/98)	Capacité de conduit virtuel commuté
Q.2767.1 (5/98)	Capacité de connexion virtuelle permanente commutable
Q.2931 (2/95)	Système de signalisation d'abonné numérique N° 2 – Spécification de la couche 3 de l'interface utilisateur-réseau pour la commande de connexion/appel de base

Q.2932	Système de signalisation d'abonné numérique N° 2 – Protocole fonctionnel générique
Q.2934 (5/98)	Système de signalisation d'abonné numérique N° 2 – Capacité de conduit virtuel commuté
Q.2971 (10/95)	Système de signalisation d'abonné numérique N° 2 – Spécification de la couche 3 de l'interface utilisateur-réseau pour la commande d'appel/de connexion point à multipoint

2.10.6 Interfonctionnement entre réseaux

2.10.6.1 Aspects des interfaces interréseaux

- Interfaces interréseaux

I.510 (3/93)	Définitions et principes généraux applicables à l'interfonctionnement du RNIS
I.511 (11/88)	Interface interréseaux entre RNIS au niveau de la couche 1
I.515 (3/93)	Echange de paramètres pour assurer l'interfonctionnement du RNIS
I.520 (3/93)	Dispositions générales s'appliquant à l'interfonctionnement entre RNIS
I.525 (8/96)	Interfonctionnement des réseaux fonctionnant à des débits inférieurs à 64 kbit/s avec les RNIS à 64 kbit/s et à large bande
I.530 (3/93)	Interfonctionnement entre un RNIS et un réseau téléphonique public commuté
I.540/X.321 (10/96)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux publics pour données à commutation de circuits et réseaux numériques à intégration de services pour assurer des services de transmission de données
I.550/X.325 (10/96)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux publics pour données à commutation par paquets et réseaux numériques à intégration de services pour assurer des services de transmission de données
I.555 (9/97)	Interfonctionnement du service support à relais de trames avec les autres services
I.570 (3/93)	Interfonctionnement entre des RNIS publics et des RNIS privés
I.571 (8/96)	Connexion des réseaux privés à microstations (VSAT) au RNIS public
I.580 (11/95)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre le RNIS à large bande et le RNIS à 64 kbit/s
I.581 (9/97)	Dispositions générales d'interfonctionnement du RNIS à large bande
X.300 (10/96)	Principes généraux d'interfonctionnement des réseaux publics entre eux et avec d'autres réseaux pour assurer des services de transmission de données
X.320 (10/96)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux numériques à intégration de services pour assurer des services de transmission de données
X.321/I.540 (10/96)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux publics pour données à commutation de circuits et réseaux numériques à intégration de services pour assurer des services de transmission de données

X.322 (11/88)	Arrangements généraux applicables à l'interfonctionnement des réseaux publics pour données à commutation par paquets (RPDCP) et des réseaux publics pour données à commutation de circuits (RPDCC) pour assurer des services de transmission de données
X.323 (11/88)	Arrangements généraux applicables à l'interfonctionnement de réseaux publics pour données à commutation par paquets (RPDCP)
X.325/I.550 (10/96)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux publics pour données à commutation par paquets et réseaux numériques à intégration de services pour assurer des services de transmission de données
X.327 (11/93)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux publics pour données à commutation par paquets et réseaux privés pour données pour assurer les services de transmission de données
X.328 (10/96)	Dispositions générales d'interfonctionnement entre réseaux publics pour données fournissant un service de transmission de données à relais de trames et réseaux numériques à intégration de services pour assurer des services de transmission de données

- Numérotage, adressage et acheminement, et types de connexion

E.166/X.122 (3/98)	Interfonctionnement des plans de numérotage E.164 et X.121
--------------------	--

2.10.6.2 Signalisation

Q.1031 (11/88)	Conditions générales à remplir en matière de signalisation dans le cas d'uninterfonctionnement entre le RNIS ou le RTCP et le RMTP
Q.1032 (11/88)	Conditions générales à remplir en matière de signalisation pour ce qui concerne l'acheminement des appels vers les abonnés mobiles
Q.2660 (2/95)	Interfonctionnement du sous-système utilisateur du RNIS à large bande et du sous-système utilisateur du RNIS à bande étroite du Système de signalisation N° 7
X.77 (8/97)	Interfonctionnement entre réseaux publics pour données à commutation par paquets via le RNIS-LB
X.80 (11/88)	Interfonctionnement des systèmes de signalisation entre centraux pour les services de transmission de données à commutation de circuits
X.81 (11/88)	Interfonctionnement d'un RNIS à commutation de circuits et d'un réseau public de données à commutation de circuits (RPDCC)

2.10.7 Type de service

2.10.7.1 RNIS

F.721 (8/92)	Téléservice visiophonique pour le RNIS
F.731 (7/97)	Services de conférence multimédia sur le RNIS
I.231.1~10	Catégories de services supports en mode circuit (mode circuit à $n \times 64$ kbit/s ou sans restrictions structuré à 8 kHz, etc.)

I.232.1~3	Catégories des services supports en mode paquet (Communication virtuelle et circuit virtuel permanent, service support sans connexion et service support de signalisation d'utilisateur)
I.233.1~2	Services supports en mode trame (Service support à relais de trames sur RNIS et service support à commutation de trames sur RNIS)
I.241.1~8	Téléservices assurés par un RNIS (téléphonie, télétexte, télécopie de groupe 4, mode mixte, vidéotex, télex, téléservice de téléphonie à 7 kHz, téléaction, etc.)
I.250~I.259	Services complémentaires dans un RNIS <ul style="list-style-type: none"> – Identification de numéro (sélection directe à l'arrivée, présentation/restriction d'identification de la ligne appelante, présentation/restriction d'identification de la ligne connectée, etc.) – Offre d'appel (transfert d'appel, renvoi d'appel, recherche de ligne, etc.) – Aboutissement d'appel (appel en instance, maintien d'appel, etc.) – Services à plusieurs correspondants (communication conférence, service à trois correspondants, conférence rendez-vous, etc.) – Communauté d'intérêt (groupe fermé d'utilisateurs, plans de numérotage privés et service de préséance et de préemption à plusieurs niveaux (PPPN))
	<ul style="list-style-type: none"> – Taxation (informations de taxation à l'établissement de la communication, informations de taxation à l'établissement de la communication, informations de taxation en fin de communication, etc.) – Transfert d'informations supplémentaires (Signalisation d'utilisateur à utilisateur) – Mobilité et modification (Portabilité du terminal, modification en cours de communication) – Filtrage (Filtrage d'adresses)

2.10.7.2 Réseau en mode ATM

F.732 (10/96)	Services de conférence multimédia sur le RNIS-LB
F.811 (7/96)	Service support à large bande en mode connexion
F.812 (8/92)	Service support à large bande sans connexion pour données
F.813 (2/95)	Service de conduit virtuel pour communications réservées et permanentes

2.11 Liste des abréviations

AAL	Couche d'adaptation ATM (<i>ATM Adaptation Layer</i>)
ANI	Interface de réseau d'accès (<i>Access Network Interface</i>)
ATM	Mode de transfert asynchrone (<i>Asynchronous Transfer Mode</i>)
B-ICI	Interface inter-opérateurs RNIS à large bande (<i>Broadband ISDN Inter-Carrier Interface</i>)
B-ISDN	RNIS à large bande (<i>Broadband ISDN</i>)
BRI	Interface à débit de base (<i>Basic Rate Interface</i>)
B-TE	Équipement terminal à large bande (<i>Broadband Terminal Equipment</i>)

CAC	Contrôle d'admission des connexions (<i>Connection Admission Control</i>)
CAMEL	Application personnalisée pour une nouvelle logique améliorée pour mobiles (<i>Customized Application for Mobile Enhanced new Logic</i>)
CCAF	Fonction d'agent de commande d'appel (<i>Call Control Agent Function</i>)
CCF	Fonction de commande d'appel (<i>Call Control Function</i>)
CLP	Probabilité de perte de cellules (<i>Cell Loss Probability</i>)
CLR	Taux de perte de cellules (<i>Cell Loss Ratio</i>)
CRC	Code de redondance cyclique (<i>Code Redundancy Check</i>)
CS	Ensemble de capacités (<i>Capability Set</i>)
DCE	ETCD Equipement de terminaison de circuits de données (<i>Data Circuit-Terminating Equipment</i>)
DLCI	Identificateur de connexion de liaison de données (<i>Data Link Connection Identifier</i>)
DNHR	Acheminement non hiérarchique dynamique (<i>Dynamic non-Hierarchical Routing</i>)
DNS	Service de noms de domaine (<i>Domain Name Service</i>)
DSL	Ligne d'abonné numérique (<i>Digital Subscriber Line</i>)
DSN	Réseau commuté numérique (<i>Digital Switched Network</i>)
DSS1	Système de signalisation d'abonné numérique N° 1 (<i>Digital Subscriber Signalling System</i>)
DTE	ETTD Equipement de traitement de données (<i>Data Terminal Equipment</i>)
ETSI	Institut européen de normalisation des télécommunications (<i>European Telecommunication Standardization Institute</i>)
FCS	Séquence de contrôle de trame (<i>Frame Check Sequence</i>)
FMC	Convergence fixe-mobile (<i>Fixed Mobile Convergence</i>)
FRDTS	Service de transmission de données en mode relais de trame (<i>Frame Relay Data Transmission Service</i>)
FUNI	Interface réseau-utilisateur de trame (<i>FrameUser Network Iinterface</i>)
GFC	Contrôle de flux générique (<i>Generic Flow Control</i>)
GSM	Système mondial de communications mobiles (<i>Global System of Mobile Communications</i>)
GW	Passerelle (<i>Gateway</i>)
HDLC	Commande de liaison de données à haut niveau (<i>High Data Link Control</i>)
Home UNI	Interface réseau-utilisateur résidentiel (<i>Home User Network Interface</i>)
IDN	Numéro international pour la transmission de données (<i>International Data Number</i>)
IN	RI Réseau intelligent (<i>Intelligent Network</i>)
INAP	Protocole d'application de réseau intelligent (<i>Intelligent Network Application Part</i>)
IPN	Réseau Internet (<i>Internet Network</i>)
ISDN	RNIS Réseau numérique à intégration de services (<i>Integrated Services Digital Network</i>)
*ISUP	Sous-système utilisateur RNIS (<i>ISDN User Part Protocol</i>)

ITSP	Fournisseur de services Internet et de téléphonie (<i>Internet (Telephony) Service Provider</i>)
LANE	Emulation de réseau local (<i>LAN Emulation</i>)
LAPB	Procédure d'accès à la connexion en mode symétrique (<i>Link Access Procedure Balanced</i>)
LAPD	Procédure d'accès à la liaison sur canal D (<i>Link Access Procedure for D Channel</i>)
LEX	Central local (<i>Local Exchange</i>)
LT	Terminaison de ligne (<i>Line Terminal</i>)
LUNI	Interface réseau-utilisateur à émulation de LAN (<i>LAN Emulation User Network Interface</i>)
MTP	SSTM Sous-système transport de messages (<i>Message Transfer Part</i>)
N-ISDN	RNIS-BE, RNIS à bande étroite (<i>Narrowband ISDN</i>)
NNI	Interface de nœud de réseau (<i>Network Node Interface</i>)
NT	Terminaison de réseau (<i>Network Termination</i>)
NT-1	Terminaison de ligne de réseau (<i>Network Line Terminator</i>)
OSI	Interconnexion de systèmes ouverts (<i>Open System Interconnection</i>)
PABX	Autocommutateur privé (<i>Public Branch Exchange</i>)
PAD	Assembleur-désassembleur de paquets (<i>Packet Assembler/Disassembler</i>)
PC	Ordinateur personnel (<i>Personal Computer</i>)
PCM	Modulation par impulsion et codage (MIC) (<i>Pulse Code Modulation</i>)
PDU	Unité de données en mode paquet (<i>Packet Data Unit</i>)
PH	Traitement de paquets (TP) (<i>Packet Handling</i>)
PLMN	Réseau mobile terrestre public (RMTP) (<i>Public Land Mobile Network</i>)
P-NNI	Interface de nœud de réseau privé (<i>Private Network-To-Node Interface</i>)
PRI	Interface à débit primaire (<i>Primary Rate Interface</i>)
PSE	Central à commutation par paquets (<i>Packet Switching Exchange</i>)
PSPDN	RPDCP Réseau public pour données à commutation par paquets (<i>Public Switched Packet Data Network</i>)
PSTN	RTPC Réseau téléphonique public commuté (<i>Public Switched Telephone Network</i>)
PVC	Circuit virtuel permanent (<i>Permanent Virtual Circuit/Connection</i>)
QoS	QS Qualité de service (<i>Quality of Service</i>)
RAN	Nœud d'accès à distance (<i>Remote Access Node</i>)
REX	Central régional (<i>Regional Exchange</i>)
SCF	Fonction de commande de service (<i>Service Control Function</i>)
SCN	Réseau de communication de services (<i>Service Communication Network</i>)
SCN	Réseau à commutation de circuits (<i>Switched Circuit Network</i>)
SCP	Point de commande de service (<i>Service Control Point</i>)
SDF	Fonction de données de service (<i>Service Data Function</i>)

SDH	Hiérarchie numérique synchrone (<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>)
SDU	Unité de données de service (<i>Service Data Unit</i>)
SIB	Module indépendant du service (<i>Service Independent Building Block</i>)
SRP	Point sémaphore relais (<i>Signalling Relay Point</i>)
SSF	Fonction de commutation de service (<i>Service Switching Function</i>)
SSP	Point de commutation de service (<i>Service Switching Point</i>)
STP	PTS Point de transfert de signalisation (<i>Signalling Transfer Point</i>)
SVC	Circuit virtuel commuté (<i>Switched Virtual Circuit/Connection</i>)
TA	Adaptateur de terminal (<i>Terminal Adapter</i>)
TCP/IP	TCP/IP Protocole de commande de transmission/Protocole Internet (<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>)
TE	Equipement terminal (<i>Terminal Equipment</i>)
TEX	Centre de transit/Commutateur interurbain (<i>Toll (Transit) Exchange</i>)
TUP	SSUT Sous-système utilisateur téléphonie (<i>Telephone User Part</i>)
UNI	Interface utilisateur-réseau (<i>User Network Interface</i>)
URS	Abonné itinérant universel (<i>Universal Roaming Subscriber</i>)
VC	Circuit virtuel (<i>Virtual Circuit</i>)
VCI	Identificateur de circuit virtuel (<i>Virtual Channel Identifier</i>)
VHE	Environnement virtuel d'origine (<i>Virtual Home Environment</i>)
VoIP	Voix sur IP (<i>Voice Over Internet</i>)
VP	Trajet virtuel (<i>Virtual Path</i>)
VPI	Identificateur de trajet virtuel (<i>Virtual Path Identifier</i>)
VPN	RPV Réseau privé virtuel (<i>Virtual Private Network</i>)
WAN	Réseau étendu (<i>Wide Area Network</i>)
WLL	Boucle locale hertzienne (<i>Wireless Local Loop</i>)

ANNEXE 2A

Etude de cas consacrée à la Chine

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 Généralités	101
1.1 Situation du pays	101
1.2 Administration et opérateurs de télécommunication.....	101
1.2.1 Ministère de l'industrie et de l'information	101
1.2.2 Principaux opérateurs de télécommunication chinois.....	102
1.3 Etat des lieux du développement des communications en Chine.....	103
1.4 Politiques de développement des communications en Chine.....	104
2 Réseaux et services de télécommunication.....	106
2.1 Développement du réseau de télécommunication	106
2.1.1 Capacité de communication	106
2.1.2 Télécommunications par satellite	106
2.1.3 Construction de câbles à fibres optiques internationaux.....	106
2.1.4 Communications d'urgence.....	107
2.1.5 Construction de réseaux de soutien.....	107
2.2 Développement des services de télécommunication	107
2.2.1 Niveau général des services de télécommunication.....	107
2.2.2 Communications mobiles.....	108
2.2.3 Communications de données	109
2.2.4 Nouveaux services de télécommunication.....	109
2.2.5 Services de télécommunication internationaux.....	110
2.3 Expérience et problèmes de l'introduction de nouveaux services	111
3 Niveau actuel de développement du réseau.....	112
3.1 Vue générale.....	112
3.2 Réseau téléphonique public commuté (RTPC)	112
3.3 Réseau Internet.....	112
3.4 Réseaux de transmission interurbains	113
3.5 Réseaux de synchronisation numérique	113
3.6 Réseaux intelligents.....	114
3.7 Réseaux d'accès.....	114
4 Objectifs de développement pour le secteur chinois des télécommunications.....	114
4.1 Principaux objectifs de développement du secteur des télécommunications pour l'année 2000	114

1 Généralités

1.1 Situation du pays

La République populaire de Chine est située en Asie de l'Est, à l'ouest de l'Océan pacifique, et occupe une superficie totale de quelque 9,6 millions de km², soit 6,5% de l'ensemble de la surface émergée du globe. Son littoral s'étend sur plus de 18 000 km. Il s'agit d'un pays unifié regroupant de nombreuses ethnies (56 au total), dont l'ethnie Han, qui est de loin majoritaire (94% de la population totale environ). La Chine est constituée de 23 provinces, 5 régions autonomes et 3 métropoles ayant le statut d'entités régionales. Sa topographie se caractérise par la diversité et la complexité, avec un relief élevé dans l'ouest et faible dans l'est. De manière générale, la Chine se compose à 33% de massifs montagneux, à 26% de plateaux, à 19% de bassins, à 12% de plaines et à 10% de terres vallonnées.

Le territoire chinois est d'une très grande étendue et les ressources y abondent, qu'il s'agisse de produits agricoles ou de ressources naturelles telles que l'eau, la faune, les minéraux ou la géothermie. Il compte plus de 100 millions d'hectares de terres cultivées, 319,08 millions d'hectares de pâturages (dont 224,34 millions d'hectares sont disponibles) et 115,25 millions d'hectares de forêts, lesquelles couvrent 12% de l'ensemble du territoire.

Avec plus de 1,25 milliard d'habitants à la fin 1999, la Chine est le pays le plus peuplé au monde. Sa population est toutefois répartie de façon très inégale sur le territoire, avec une densité particulièrement importante dans l'est du pays (plus de 300 personnes par km² dans les zones côtières) et faible dans la partie ouest (à peine plus de 40 personnes par km²).

L'économie chinoise s'est développée à un rythme raisonnablement élevé, et la politique de réforme et d'ouverture du pays a donné de très bons résultats pendant la période couverte par le neuvième Plan quinquennal. Ainsi, au cours des deux premières années de cette période, la croissance annuelle du PIB a dépassé 8%, et en 1998 et 1999 cette croissance a été de 7,8% et 7,1%, respectivement, avec un indice des prix à la consommation inférieur. En 1999, le PIB était évalué à 8,319 milliards de yuans (CNY), soit 1 000 milliards USD, avec un indice des prix à la consommation de 2,9% inférieur à celui de 1998. La Chine est actuellement engagée dans des programmes de modernisation de son industrie, de son agriculture, de sa défense nationale et de ses secteurs scientifique et technologique. Les entreprises de haute technologie se multiplient sur l'ensemble du territoire. L'industrie chinoise des télécommunications et de l'information, en particulier, connaît depuis bon nombre d'années consécutives un taux de croissance supérieur à celui du PIB. Le développement rapide de l'industrie de l'information a des répercussions favorables notables sur tous les autres secteurs et contribue dans une large mesure à l'économie nationale.

1.2 Administration et opérateurs de télécommunication

1.2.1 Ministère de l'industrie et de l'information

Le Ministère de l'industrie et de l'information (MII) est né le 31 mars 1998 de la fusion des anciens Ministère des postes et des télécommunications et Ministère de l'industrie de l'électronique. Il s'agit d'un Département fonctionnel relevant du Conseil d'Etat et régissant l'industrie de l'information. Le MII assume un grand nombre de grandes fonctions exécutives, et notamment:

- Elaborer la stratégie de développement, les directives, les politiques et les plans généraux du Gouvernement pour ce qui est de l'industrie de l'information nationale et exercer une supervision et un contrôle sur les marchés des télécommunications et des services d'information en vue d'assurer la concurrence loyale et le service universel.

- Rédiger des projets législatifs, publier des règlements administratifs et superviser l'application des lois et règlements.
- Etablir les politiques et normes techniques pour l'industrie manufacturière chargée de la fabrication de produits électroniques et IT, pour les secteurs de la communication et des logiciels, ainsi que pour les réseaux de radiodiffusion.
- Définir les politiques tarifaires pour l'industrie de l'information et les plans de développement pour l'informatisation de l'économie nationale.
- Prendre en charge, à l'échelle de la nation, la distribution et la gestion des ressources publiques de communication telles que les radiofréquences, les positions orbitales satellitaires, les numéros de réseau de communication, les noms et adresses de domaine. Gérer les radiofréquences, mettre en œuvre le système d'octroi de licences, etc.

Le MII supervise en outre le Bureau d'Etat des postes, comme il est habilité à le faire par le Conseil d'Etat.

Le Ministère est composé de neuf départements et de quatre bureaux:

- Bureau général;
- Département des politiques et réglementation;
- Département de la planification;
- Département des sciences et technologies;
- Département des restructurations d'entreprise et de l'exploitation;
- Bureau d'administration des télécommunications;
- Département de la réglementation financière;
- Département des produits électroniques et IT;
- Bureau de l'électronique militaire;
- Département de la promotion de l'informatisation;
- Bureau de la réglementation en matière de radiocommunications;
- Département des affaires externes;
- Département du personnel.

1.2.2 Principaux opérateurs de télécommunication chinois

China Telecommunications Corporation est la première entreprise de télécommunication du pays. Elle comptait près de 110 millions d'abonnés au service téléphonique fixe à la fin de 1999. Elle propose des services de téléphonie vocale, de transmission de données, de télécopie et d'autres services de télécommunication sur ses réseaux de télécommunication publics, ainsi que des services de téléphonie et de transmission de données IP via son Internet. China Mobile Communications Corporation, quant à elle, exploite uniquement des services mobiles, de divers types, et compte pour environ 94,5% du marché des communications mobiles GSM.

Avec l'approbation du Conseil d'Etat, la United Telecommunications Co. Ltd (ou Unicom) a officiellement vu le jour le 19 juillet 1994. Conjointement fondée par le Ministère de l'industrie de l'électronique, le Ministère de l'industrie électrique et le Ministère des chemins de fer, il s'agit d'une entité économique indépendante dotée de la personnalité juridique et relevant du secteur de gestion de l'industrie du Ministère des postes et télécommunication en matière de télécommunications.

China United Telecom (Unicom) Corporation exploite des services mobiles, et détient 5,45% du marché des communications mobiles GSM, avec 3,25 millions d'abonnés GSM et 6771 stations de base à la fin août 1999. Elle offre en outre des services de radiorecherche, services pour lesquels elle détient une grande majorité des parts de marché, ainsi que des services Internet. Jitong Communications Corporation propose quant à elle des services de données et des services Internet sur son réseau.

1.3 Etat des lieux du développement des communications en Chine

Depuis les années 90, la Chine a accéléré son processus de réforme des télécommunications et d'ouverture au reste du monde. Du stade du décollage, l'industrie chinoise des télécommunications est ainsi passée à une phase de développement rapide. Il ressort des statistiques officielles en matière de télécommunications publiées à la fin 1999 que:

- les nombres totaux d'abonnés au réseau fixe et au service de communication mobile atteignent respectivement 110 millions et 43,24 millions;
- la capacité totale des centraux automatiques a atteint 17,10 millions de lignes, et le nombre d'abonnés e-mail se monte à 35,6 millions.

Selon les statistiques rendues publiques à la fin de 1999:

- le nombre total de publiphones a atteint 3,008 millions;
- la capacité totale des centraux automatiques interurbains est passée à 4,928 millions de terminaux, soit une hausse de 2,1%; et
- le nombre total de circuits interurbains est de 1,75 million.

Le réseau de câbles à fibre optique couvre désormais 949 632 kilomètres de gaines (+30%) et le pays compte pas moins de 484 665 points d'accès au réseau de données numériques (+28,9%). L'Internet national bénéficie d'une plate-forme en cascade à haut débit. La qualité opérationnelle globale du réseau de télécommunication a été améliorée et tous les objectifs fixés pour 1999 ont été atteints.

Le développement rapide de l'industrie chinoise des télécommunications s'est traduit par une hausse remarquable des taux de pénétration, lesquels ont atteint 13 téléphones pour 100 habitants pour ce qui est des téléphones fixes et 8,64 lignes par habitant pour ce qui est des lignes principales. Le taux de pénétration des téléphones mobiles était quant à lui de 3,5 combinés pour 100 habitants à la fin 1999, tandis que le taux de pénétration téléphonique en milieu urbain était de 28,4 appareils pour 100 habitants.

Les pouvoirs publics, à tous leurs niveaux, attachent une grande importance à la réalisation progressive de l'objectif de service universel en matière d'accès au téléphone. C'est ainsi que 79,8% des villages ruraux bénéficient d'un service d'accès téléphonique et que le nombre total d'abonnés au téléphone en milieu rural a atteint 34,179 millions (+43%). Le pays compte aujourd'hui 3 millions de publiphones en zones urbaines et rurales. Pour améliorer la capacité des réseaux de télécommunication et la qualité des services de communication dans les zones rurales, on a en outre équipé le réseau rural de centres de commutation SPC, de systèmes de multiplication des paires, de systèmes d'accès hertzien et de systèmes hyperfréquence, entre autres. Certaines zones reculées seront même desservies par un système à satellite dans l'avenir. Dans les zones rurales de l'Est du pays, dont l'économie est satisfaisante, le niveau de service universel en matière d'accès au téléphone est proche de celui des zones urbaines.

Tableau A.1 – Développement des principales capacités de télécommunication en Chine

	Unité	1995	1996	1997	Taux de croissance entre 1996 et 1997	Taux de croissance annuel 1992-1997 (%)	Fin 1999
Capacité totale des centraux téléphoniques urbains et ruraux	Million de lignes	86,527	108,251	128,685	18,88	34,83	175,379
Capacité totale des centraux automatiques	Million de lignes	72,036	92,912	112,692	21,29	43,44	153,461
Capacité des centraux téléphoniques mobiles	Millier de lignes	7 967	15 363	25 857	68,31	124,54	81 360
Capacité des centraux téléphoniques mobiles numériques	Millier de lignes	1 178	5 592	14 010	150,54	410,99	67 956,5
Capacité des centraux automatique interurbains	Millier de terminaux	3 519	4 162	4 368	4,95	52,94	5 032
Circuits interurbains	Millier	736	998	1 146	14,83	37,40	2 299
Longueur totale de câbles optiques interurbains	Millier de kilomètres	108	133	155	16,54	61,75	250,756
Lignes téléphoniques principales	Million	40,706	54,947	70,310	27,96	43,71	108,716

1.4 Politiques de développement des communications en Chine

L'essor soutenu et rapide des communications a bénéficié du macroenvironnement de la réforme et de l'ouverture, ainsi que de la croissance économique. Dans ses efforts de réforme et de développement des dix dernières années, la Chine a adopté une série de politiques visant à promouvoir efficacement la modernisation du secteur, compte dûment tenu de la situation politique du pays et des conditions réelles de l'industrie des communications:

- Le Gouvernement a attaché une grande importance au développement des communications, qu'il considère comme un préalable à la croissance économique et à l'ouverture au reste du monde. Il a apporté un appui politique et s'est efforcé par tous les moyens de protéger et de promouvoir le développement des communications. Les administrations aux divers niveaux ont considéré l'édification d'infrastructures de communication locales comme une tâche qui leur incombait en propre; en conséquence de quoi, elles apportent les conditions et garanties nécessaires à la construction d'une infrastructure et mobilisent tous les corps de métier pour soutenir le secteur des télécommunications dans la construction des réseaux.

- La stratégie globale de développement des communications a été conçue de façon à assurer le développement coordonné des télécommunications sur l'ensemble du territoire. La priorité a été accordée à la satisfaction des besoins en hausse rapide dans les régions côtières de l'est du pays et des zones urbaines. Dans le même temps, toutefois, on s'est attaché à apporter une solution au problème du développement des communications dans les vastes régions centrales et occidentales, économiquement moins développées. La transmission et la commutation, aussi bien interurbaines que locales, du service téléphonique et de nouveaux services dans le cadre des réseaux de télécommunication s'entendent comme devant être développées de façon coordonnée.
- Il convient de faire des efforts concertés pour mettre en place un réseau de communication public national complet et uniforme, tout en soutenant l'établissement, par d'autres secteurs, des réseaux privés nécessaires pour le compléter, en fonction des besoins.
- Des systèmes d'octroi de licences aux entreprises sont mis en place pour ouvrir de nouveaux marchés dans le secteur des services de télécommunication nationaux ainsi que certains secteurs du marché des services de radiocommunications mobiles et un mécanisme de concurrence a été introduit. L'ouverture du marché des équipements de communication et les systèmes d'octroi de licences sont mis en œuvre pour relier l'équipement terminal des usagers au réseau; on élargit le système d'adjudication ouverte dans le pays et à l'étranger pour l'équipement principal du réseau et, dans le même temps, on ouvre le marché de la construction des réseaux de communication, de façon à accélérer l'édification de l'infrastructure.
- Une comptabilité et une gestion graduées sont mises en place dans les entreprises de communication et, pour garantir la centralisation, l'uniformité, la prise de décisions et la régulation nécessaires dans l'ensemble du réseau, on transfère les droits d'exploitation d'entreprises indépendantes aux entreprises de communication pour leur permettre d'assumer la responsabilité de la construction de l'infrastructure et de l'exploitation des services pour leurs zones de desserte; de sorte que les intérêts des employés et le résultat des entreprises sont étroitement liés.
- Fortes du soutien politique que leur apporte l'Etat, les entreprises de communication recueillent, par diverses voies, les fonds nécessaires à la mise sur pied de l'infrastructure des télécommunications. Les entreprises de communication ont intérêt à améliorer leurs résultats et à accroître leurs capacités d'accumulation et de développement en rationalisant leur gestion d'entreprise et en diminuant leurs coûts de construction et d'exploitation. Pour ce faire, il leur faut utiliser pleinement les prêts et locations aussi bien dans le pays qu'à l'étranger. Le recouvrement de la taxe initiale de raccordement au service téléphonique requiert l'approbation préalable de l'Etat.
- Il conviendrait d'accélérer le recours au progrès scientifique et technologique, l'adoption de nouvelles technologies de pointe ainsi que la modernisation des réseaux de communication. Il faudrait en outre améliorer efficacement la qualification du personnel de façon à constituer progressivement une équipe de main-d'œuvre de haut niveau spécialisée dans les communications dans les domaines de la construction, de la maintenance, de la gestion d'entreprise et de la recherche et développement.
- Il y a lieu de s'ouvrir au reste du monde et d'introduire activement dans le pays des équipements de pointe, des technologies et des capitaux étrangers, de s'inspirer des dernières expériences en matière de gestion d'entreprise, et de renforcer les liens amicaux de coopération et d'échange avec divers pays du monde dans le domaine des communications.

Les stratégies susmentionnées ont pris forme et ont pris de l'ampleur avec la réforme et l'ouverture au monde extérieur. Dans la pratique, le fort développement observé montre que ces politiques et mesures correspondent à la réalité chinoise et donnent de bons résultats. La situation de l'industrie des communications en Chine continuera à évoluer avec la réforme en profondeur du système économique de l'Etat et l'instauration progressive d'un système socialiste orienté vers l'économie de marché. Le secteur des télécommunications ne devra pas seulement adhérer aux politiques qui se sont révélées efficaces dans le contexte chinois, mais également conduire une étude poussée du macroenvironnement des communications et s'inspirer des expériences d'autres pays, sans perdre de temps pour faire avancer la réforme de l'industrie des communications. En d'autres termes, l'enjeu est de passer d'une exploitation extensive à une exploitation intensive, de façon à répondre aux besoins d'un plus grand développement des communications.

2 Réseaux et services de télécommunication

2.1 Développement du réseau de télécommunication

2.1.1 Capacité de communication

La capacité totale des centraux téléphoniques en Chine a atteint 160 millions de lignes à la fin 1999, ce qui place le réseau du pays au deuxième rang mondial. A la fin 1998, tous les chefs-lieux de comtés ont installé des centres de commutations SPC numériques et 99,8% du réseau étaient numérisés. A la fin 1999, le nombre total de circuits longue distance a atteint 1,757 millions, la quasi-totalité d'entre eux étant numériques. La capacité totale des centraux automatiques interurbains se monte à 4,83 lignes de terminaison et la capacité totale de commutation mobile a atteint 43,31 millions de lignes d'abonnés. A la fin 1999, on comptait 1 781 084 circuits de services interurbains, 158 531 millions de lignes de centraux téléphoniques et 67,34 millions de lignes de centraux mobiles, ainsi que 1 827 999 voies de communication mobile numérique GSM et 315 239 voies de communication mobile analogique. Le réseau public national interconnecté de communication multimédia a été pratiquement achevé avec l'extension à 177 MHz de la largeur de bande de la passerelle internationale de l'Internet public et le réseau dorsal ATM à large bande à 155 MHz en place, qui relie toutes les capitales provinciales.

2.1.2 Télécommunications par satellite

En 1995, la Chine disposait de sept stations terriennes standard de type A pour les télécommunications par satellite et d'une station Intelsat de PTT (poursuite, télémessure et télécommande) et de référence normalisée; plus de 9 000 circuits à satellite internationaux avaient été établis avec 48 pays et régions, et il y avait, dans les capitales provinciales, 21 stations terriennes assurant 7 500 circuits. Le réseau national de communications par satellite de la Chine est donc d'une taille relativement importante.

Les services VSAT de la Chine se développent, eux aussi, rapidement. En 1988, la Chine a commencé à adopter la technologie des télécommunications par satellite VSAT. En 1995, les secteurs des P&T avaient achevé les systèmes de communication publics VSAT, avec 700 stations VSAT et plus de 1 000 circuits assurant des services de communication VSAT pour les zones isolées du Tibet, du Sichuan, du Guizhou, du Yunnan et du Guangxi. Par ailleurs, les secteurs du charbon, du pétrole et des banques ont également établi leurs propres réseaux privés de communication par satellite VSAT. Actuellement, près de 10 000 stations VSAT importées d'une douzaine de compagnies étrangères ont été, ou vont être, mises en service.

Au cours de l'année 1998, China Telecom a construit 15 nouvelles stations terriennes de satellite et a agrandi les 23 existantes, augmentant ainsi considérablement la capacité du réseau de télécommunication par satellite. Les terminaux des circuits nationaux ont d'ailleurs atteint le nombre de 50 000 avant la fin de l'année de l'année 1998. Les services de télécommunications par satellite internationaux pour la Chine ont en outre été ouverts à d'autres pays d'Asie du Sud-Est et à certains pays européens en 1998. Le chiffre d'affaires des télécommunications par satellite en Chine a atteint 342 millions de yuans (RMB) à la fin 1999.

2.1.3 Construction de câbles à fibres optiques internationaux

La Chine a commencé à participer à la construction de câbles «fibre optique-fibre optique» internationaux et à investir dans ce secteur en 1989 et la construction du câble «fibre optique-fibre optique» sous-marin Chine-Japon a été achevée à la fin 1993. Le câble «fibre optique-fibre optique» sous-marin sino-coréen a été mis en service en février 1996. Grâce aux efforts conjoints de la Chine et des autres pays concernés, le câble «fibre optique-fibre optique» trans-Asie-Europe a été mis en service le 14 octobre 1998, au terme de cinq ans de travaux. Le câble «fibre optique-fibre optique» sous-marin international FLAG, à la construction duquel la Chine a participé et contribué financièrement, a lui aussi été mis en service.

2.1.4 Communications d'urgence

Élément important du réseau public, les communications d'urgence ont jusqu'ici fonctionné de manière très satisfaisante. Depuis de nombreuses années, elles jouent un rôle vital dans les sauvetages d'urgence et en cas de catastrophe ainsi que dans les bulletins d'information relatifs aux grands événements du pays. Sept bureaux de communications d'urgence ont déjà été établis à Beijing, au Hubei, à Shanghai, à Shenyang, au Sichuan, à Xi'an et au Guangdong, et le réseau national d'urgence a commencé à prendre forme. Les bureaux de communications d'urgence ont été équipés de stations terriennes embarquées fonctionnant dans les bandes C et Ku, de stations terrestres INMARSAT de type A, M et B, de systèmes de commutation SPC en conteneurs avec 1 000, 2 000 et 4 000 lignes, de circuits hyperfréquence point unique à adresses multiples et de stations hyperfréquence numériques portables ainsi que de systèmes téléphoniques mobiles à 450 et 900 MHz. Les bureaux de télécommunication dans les provinces et les régions autonomes ont été dotés d'équipements de communication à bande latérale unique à 24 canaux en ondes décimétriques et 100 W ainsi que des systèmes d'alimentation en énergie associés. Au cours du neuvième Plan quinquennal, on construira un réseau national de communications d'urgence proche de la perfection avec le système VSAT dans la bande Ku comme base et diverses stations terriennes embarquées en complément.

Les systèmes de télécommunications mobiles et systèmes hyperfréquence ont joué un rôle important dans les communications d'urgence dans les zones dans lesquelles il a fallu lutter contre les inondations en 1998. Les technologies et systèmes avancés de télécommunications hertziennes sont employés pour les télécommunications d'urgence et donnent de bons résultats.

2.1.5 Construction de réseaux de soutien

La Chine a mis en place le réseau de signalisation N° 7 couvrant les capitales provinciales ainsi que les régions les plus développées. A la fin 1998, un réseau SS 7 national comptant 19 paires de HSTP (points de transfert sémaphores supérieurs) a commencé à prendre forme. Celui-ci est constitué à 80% de liaisons de signalisation en réseau maillé et prend en charge une grande variété de services (réseau intelligent, etc.). Un réseau de synchronisation numérique dans 31 villes provinciales indépendant des réseaux de service a été construit, qui est capable de fournir une horloge d'une grande précision et d'une grande fiabilité à divers systèmes numériques, et des réseaux de synchronisation numérique intraprovinciaux ont également commencé à prendre forme.

China Telecommunications Corporation a créé et mis en service quelque 300 réseaux locaux de gestion des télécommunications, utilisés pour 92% des réseaux locaux existants à la fin 1998. Le système de contrôle pour le réseau de transmission interurbain PDH est pratiquement achevé et la construction de sous-réseaux SDH reposant sur trois types d'équipement liés aux systèmes de gestion du réseau de transmission SDH a été terminée en 1998.

2.2 Développement des services de télécommunication

2.2.1 Niveau général des services de télécommunication

Avec 21,386 millions de nouveaux abonnés locaux en 1999, le nombre total des abonnés locaux a atteint 108,807 millions, dont 74,628 millions en zone urbaine et 34,179 millions en zone rurale. Le nombre d'abonnés au service mobile a augmenté de 17,955 millions, passant au total à 43,238 millions à fin 1999, ce qui place le marché chinois des télécommunications mobiles au troisième rang mondial. A la fin de 1999, on comptait 0,268 million d'abonnés au service DDN et 6,02 millions d'abonnés EDI, ainsi que 1,198 million d'abonnés desservis par 169 réseaux multimédias et 168,135 abonnés au service RNIS-BE. On compte désormais 8,9 millions d'abonnés à l'Internet et 35,60 millions d'abonnés à une messagerie électronique (dont 26,70 millions à une messagerie gratuite) et 43,24 millions d'abonnés au service mobile.

A la fin 1999, le chiffre d'affaires des services de télécommunication équivalait à 243,34 milliards de yuans (CNY), soit une hausse de 21,1%.

Tableau A2 – Développement des services de télécommunication

	Unité	1995	1996	1997	Hausse de 1996 à 1997 (%)	Taux de croissance annuel de 1992 à 1997 (%)	Fin 1999
Chiffre d'affaires total des télécom.	Milliard de yuans (CNY)	87,560	120,870	162,900	34,8	48,4	313,237
Téléphone longue distance	Milliard	10,140	12,740	15,780	23,9	40,6	65,841
Téléphone longue distance national	Milliard	9,700	12,240	14,970	22,3	41,2	19,420
Appels internationaux et appels de/vers HK, Taiwan et Macao	Million	410	495,020	572,517	62,0	32,3	569,626
Nombre d'abonnés locaux	Million	32,636	42,778	52,444	22,6	41,6	108,715
Téléphones résidentiels	Million	29,098	41,319	54,638	32,2	61,7	88,436
Publiphones	Million	0,850	1,373	1,939	41,2	87,4	2,974
Abonnés au téléphone mobile	Million	3,629	6,853	13,323	93,1	137,0	43,296
Radiorecherche	Million	17,392	25,362	29,690	17,1	68,0	46,744
Abonnés/Commut. par paquets	Millier	28	56	85	51,8	–	109,144
Abonnés/EDI	Millier	–	0,113	0,204	80,5	–	0,602

NOTE: 1 dollar EU = 8,28 yuans (CNY).

2.2.2 Communications mobiles

Ces dernières années, les services et les réseaux chinois de communications mobiles se sont développés à un rythme optimal. Ceux-ci sont exploités par deux entreprises, à savoir China Mobile Communications Corporation (dissociée de China Telecom depuis la fin de l'année 1999) et China Unicom Corporation. China Unicom a débuté son exploitation GSM en juin 1998. C'est désormais 149 villes qui sont couvertes par son réseau mobile numérique (dont certains réseaux numériques qui viennent d'être achevés et d'autres qui sont exploités à titre expérimental). A la fin de 1999, le nombre total d'abonnés au service mobile était passé à 43,238 millions et celui d'abonnés au service mobile numérique à 38,289 millions (33,077 millions pour China Mobile et 52,12 millions par China Unicom). Pour la seule année 1999, ce ne sont pas moins de 65,7 milliards d'appels qui ont ainsi été passés (60,87 milliards pour China Mobile et 4,83 milliards pour China Unicom). Les communications mobiles ont ainsi rapporté en 1999 71,32 milliards de yuans, répartis entre China Mobile Communications Corporation (56,44 milliards de yuans) et China Unicom (14,98 milliards de yuans). Le réseau mobile couvre la totalité des préfectures et 96% des chefs-lieux de comtés, avec 43,238 millions d'abonnés au téléphone mobile recensés à fin 1999. La phase 2 du projet d'expansion du réseau intelligent (RI) national de communications mobiles a été achevée en janvier 2000. Ce réseau intelligent mobile a lancé un service prépayé de repérage automatique des déplacements dans 13 provinces, ce qui représente plus de 150 villes et quatre millions d'abonnés.

La branche radiorecherche s'est développée très rapidement, en particulier dans les zones urbaines; les stations de radiorecherche sont donc nombreuses sur l'ensemble du territoire. Les principaux opérateurs en la matière sont China Telecom et China Unicom. China Telecom a vu son nombre d'abonnés au service de radiorecherche augmenter de 8,14 millions, passant ainsi au total à 37,83 millions à la fin 1998. China Unicom a quant à elle enregistré 1,3 million de nouveaux utilisateurs, soit un total de 2,02 millions. A la fin 1999, le nombre total d'abonnés au service de radiorecherche se montait à 47,17 millions.

2.2.3 Communications de données

Le réseau public à commutation par paquets de China Telecom (CHINAPAC), a été achevé et mis en service en septembre 1993. A la fin de 1996, CHINAPAC couvrait plus de 2 200 villes et comtés dans tout le pays, avec la capacité totale de 0,12 million d'accès, et avait des passerelles avec 44 réseaux à commutation par paquets dans 23 pays et régions. CHINAPAC se caractérise par un taux d'utilisation de lignes élevé, des protocoles de soutien hétérogènes, l'interfonctionnement de divers types de terminaux, une haute sécurité du réseau et des tarifs de communication indépendants de la distance, entre autres choses. CHINAPAC est largement utilisé par les services bancaires, les administrations, les entreprises et les secteurs commerciaux, notamment. Il s'agit d'un réseau de communications de données techniquement développé avec des fonctions parfaites et une vaste zone de couverture.

Le réseau public de données numériques (CHINADDN) a été achevé et mis en service en octobre 1994. En 1998, les réseaux CHINAPAC et CHINADDN couvraient l'ensemble des préfectures, ainsi que plus de 2 000 chefs-lieux de comtés et un certain nombre de villes de taille plus modeste. A la fin 1999, on dénombrait 108 000 abonnés du réseau à commutation par paquets et 239 490 bornes de nœuds de commutation; 268 000 abonnés DDN et 484 665 bornes DDN; 23 743 abonnés en mode relais de trame et 18 420 bornes pour le relais de trame; 168 135 abonnés RNIS-BE et 169 réseaux publics multimédias, totalisant 1,198 million d'abonnés (plus 43,3%). Les services de données sans fil sont d'ores et déjà entrés en exploitation en Chine.

2.2.4 Nouveaux services de télécommunication

Outre que la Chine enregistre une croissance stable de son économie nationale et un développement rapide de ses infrastructures de télécommunication telles que les réseaux mobiles, les réseaux Internet ou les réseaux intelligents, tout un ensemble de nouveaux services de télécommunication se diffusent à un rythme soutenu. Le service EDI est ainsi progressivement remplacé par le commerce électronique. De nombreux nouveaux services de télécommunication sont arrivés sur le marché. Avec l'approbation du MII, des services de téléphonie vocale IP sont maintenant proposés par China Telecommunications Corporation, China Unicom et Jitong Communications Corporation dans 14 capitales provinciales (y compris Beijing, Shanghai et Tianjin).

Ces dernières années, l'Internet a connu un essor rapide. Des messages électroniques peuvent être aisément envoyés via l'Internet, et le nombre d'abonnés e-mail a rapidement augmenté pour atteindre 35,60 millions à la fin 1999.

Le réseau chinois de service public de stockage et de transmission de télécopie (CHINAFAX) couvre maintenant toutes les capitales provinciales. A la fin du mois d'août 1999, ce service comptait 4 657 abonnés.

Le réseau de vidéoconférence couvre toutes les capitales provinciales et les préfectures. Plusieurs douzaines de systèmes de vidéoconférence ont été mis en service dans les municipalités ainsi que dans toutes les capitales provinciales, de façon que l'on puisse organiser des vidéoconférences à l'échelle nationale, provinciale ou municipale.

Par l'intermédiaire des réseaux intelligents, ont d'abord été disponibles les communications avec carte de facturation (service 300), le libre appel (service 800) et le RPV (service 600). Ces réseaux ont ensuite proposé des services de centrex (WAC), TPU, VOT, MAS, etc. A la fin de l'année 1999, toutes les provinces et régions autonomes à l'exception du Tibet étaient couvertes par le réseau intelligent, et les services 300 et 800 étaient disponibles dans 30 provinces et régions autonomes à l'exception du Tibet. Un nombre croissant d'utilisateurs ont recours à ces deux services.

La Chine a presque achevé la construction des réseaux RNIS nationaux et internationaux et a ajouté des fonctions RNIS dans le RTPC. A la fin de l'année 1998, le RNIS-BE permettait d'offrir, avec des lignes téléphoniques normales, des services intégrés de téléphonie, de données et d'images. Cet interréseautage a été réalisé dans 25 capitales provinciales, et 25 533 abonnés ont maintenant accès au RNIS-BE national. On comptait 168 135 abonnés RNIS-BE à la fin de l'année 1999, contre seulement 25 060 à la fin de l'année 1998. Le réseau multimédia à large bande a d'ores et déjà été mis en service.

Les principaux nouveaux services de télécommunications sont énumérés ci-dessous.

1) Services de réseau intelligent:

Services de carte d'appel (service 200 et service 300), service de libre appel (service 800), service de réseau privé virtuel (RPV) et service de centrex étendu (service WAC), etc.

2) Services de communication de données:

Service de réseau de données par paquets X.25, services de réseau de données numériques (DDN), service de réseau de retransmission de trame, échange de données informatisées (EDI), etc.

3) Services Internet:

Accès à l'Internet, téléphonie IP, hébergement de sites web, accès à ChinaNet (163), accès au réseau public d'informations multimédias (169), services fournis par les prestataires de services Internet, commerce électronique, etc.

4) Services de communication mobile:

Service téléphonique GSM à 900 MHz, service de communication mobile AMRC à 800 MHz, service de messages courts, service de télécarte, service de messagerie vocale, service de communication de données par voie hertzienne, etc.

5) Services RNIS (à bande étroite et à large bande) et autres:

Transmission de données à haut débit; connexions entre stations de travail et réseaux locaux éloignés ainsi qu'interconnexion entre réseaux locaux; service de station de travail multimédia; service de transfert d'image à haut débit; vidéoconférence; accès à des bases de données; interconnexion informatique LAN/WAN; retransmission de trame; service de visiophone; service électronique financier et bancaire; service de vidéo à la demande; services de téléenseignement et de télémédecine; etc.

2.2.5 Services de télécommunication internationaux

Jusqu'ici, les exploitants de télécommunication chinois ont ouvert de nouveaux services de télécommunication internationaux tels que le service d'opérateur IDD et le service libre appel, les crédits téléphoniques, le RNIS-BE, la radio, les services itinérants internationaux téléphoniques cellulaires mobiles et les services de lignes privées numériques à grande vitesse. En l'an 2000, la Chine aura achevé le réseau de télécommunication modernisé, avec la possibilité d'exploiter des services téléphoniques internationaux, des services intelligents internationaux et des services intégrés internationaux ainsi que d'assurer l'interfonctionnement avec les systèmes en câble à fibres optiques mondiaux et régionaux.

A la fin de l'année 1998, la Chine bénéficiait de liaisons de communication directe avec 87 opérateurs de 72 pays différents. L'interopérabilité RNIS-BE a été rendue effective avec 11 pays et régions. Pour les huit premiers mois de l'année 1999, la durée totale des communications téléphoniques internationales a totalisé 385,3 millions de minutes. Le service 800 international (ITFS) a été étendu à 21 pays et régions; le service 800 mondial (UIFN) a été rendu accessible à partir de 13 pays et régions; et l'itinérance internationale a été réalisée à partir du réseau GSM de China Telecom avec 60 opérateurs GSM de 38 pays et régions.

A la fin de l'année 1998, la Chine était reliée par RNIS-BE avec le Japon, les Etats-Unis d'Amérique, le Royaume-Uni, l'Allemagne, Singapour et d'autres pays via trois passerelles internationales. A la fin 1999, le service RNIS international était disponible entre la Chine et neuf pays et deux régions (Etats-Unis d'Amérique, Japon, Allemagne, France, Australie et Singapour, notamment).

2.3 Expérience et problèmes de l'introduction de nouveaux services

La Chine a obtenu des résultats connus du monde entier dans le développement des télécommunications et de nombreuses expériences très fructueuses méritent d'être résumées. Le MII persiste dans l'unité, l'intégrité, le degré de perfectionnement, la planification unifiée, la systématisation et la construction, jouant ainsi un rôle prédominant dans le développement des télécommunications. Les diverses administrations et les bureaux spécialisés ont accumulé un grand nombre d'expériences positives. Quelques expériences typiques sont énumérées ci-après:

- Formulation d'objectifs et de méthodes clairement définis. Certaines administrations des télécommunications ont fixé le développement de nouveaux services comme objectif annuel des télécommunications; 8 à 10 programmes de développement ou de lancement sont formulés chaque année et le système de responsabilité personnelle est mis en œuvre conformément à la méthode d'évaluation pour la responsabilité économique (tâche incombant aux bureaux). Par ailleurs, on élabore des méthodes d'intéressement pour l'introduction de nouveaux services et une méthode préférentielle pour inciter les clients importants à utiliser les nouveaux services. Les six types de nouveaux services tels que la téléphonie, les données, le texte, la vidéo (image), les services mobiles et intelligents ont été développés avec un assez grand succès.
- Restructuration, gestion de la spécialisation, répartition du travail pour la responsabilité. Afin d'accélérer l'introduction de nouveaux services, on réorganise un nouveau mécanisme d'exploitation des services de manière à résoudre le problème de la construction répétitive et des conflits d'intérêt mutuels. On a créé des sociétés de services spécialisés pour assurer le développement de services spécialisés et la gestion de l'exploitation, par exemple, société de l'industrie informatique à responsabilité limitée, département d'intégration pour les systèmes intelligents et société audiotex responsables respectivement de l'exploitation et de la gestion des communications de données et d'images, de la construction de systèmes intelligents et des services audiotex.
- Etude et prévision de marché, développement opportun. Le succès ou l'échec d'un nouveau service dépend, dans une certaine mesure, de l'étude et de la prévision préalables du marché. Le rôle du département de la prévision du marché doit donc être pleinement assumé. Avant l'introduction de chaque nouveau service, le rapport de prévision doit être soumis aux responsables pour décision.
- Introduction de la concurrence et gestion renforcée. Le monopole des nouveaux services exercé par les administrations des télécommunications est devenu une situation historique en raison de la réforme du système des télécommunications et de la concurrence partielle des services. Face à cette situation concurrentielle, toutes ces administrations s'orientent vers une complémentarité mutuelle des avantages et la construction conjointe avec l'augmentation de leur part de marché comme objectif. On a créé des entités mixtes pour des services ouverts tels que radiomessagerie, VSAT, EDI etc. De bons résultats ont été obtenus en raison de la participation de multiples intervenants et du développement commun s'appuyant sur les P&T comme force principale.
- Commercialisation améliorée, lancement d'applications. Au début, les abonnés connaissent très peu les nouveaux services pour lesquels il est nécessaire de faire une large publicité. Les administrations des P&T font connaître les nouveaux services et les nouvelles technologies de l'ère de l'information à l'occasion de la Journée mondiale des télécommunications, des réunions municipales de grands groupes de construction des communications et de diverses expositions ou réunions consultatives.
- De plus en plus de fournisseurs de services Internet sont présents sur le marché chinois, du fait de la hausse constante aussi bien du nombre d'ordinateurs reliés aux réseaux que du nombre d'abonnés à l'Internet, lesquels sont attirés par les avantages et les caractéristiques de divers services Internet – faible coût des communications, contenu très vaste, multitude d'applications utiles, etc.

Le principal problème auquel la Chine est confrontée pour introduire de nouveaux services est le suivant: l'introduction d'équipements techniques est compromise par l'absence de coordination globale car le marché des équipements de communication de la Chine est un marché multiconstructeur, ce qui entraîne des difficultés d'interconnexion et d'interfonctionnement entre diverses plates-formes et le développement redondant de nouveaux services.

Malheureusement, la communication pour l'introduction de certains nouveaux services de télécommunication n'a en outre pas été très bonne, de sorte que peu d'utilisateurs en comprennent bien les applications et caractéristiques. Ce manque de communication et de promotion se répercute sur l'introduction et le développement des nouveaux services de télécommunication ainsi que sur le chiffre d'affaires, notamment.

3 Niveau actuel de développement du réseau

3.1 Vue générale

La ligne de force du développement du réseau est le développement du service téléphonique et des nouveaux services de télécommunication. Atteindre cet objectif passe avant tout par l'accroissement de la capacité globale de communication du réseau tout entier, l'amélioration du niveau technologique du réseau et l'adoption de nouvelles technologies. La Chine a déployé tous ses efforts pour développer le réseau téléphonique, le réseau de communication de données, le réseau de communication mobile, le réseau et la plate-forme Internet, et le réseau intelligent. Les réseaux Internet et multimédias à large bande connaissent actuellement une croissance très rapide. La Chine a mis en place différents réseaux de soutien ainsi qu'une forte plate-forme à haut débit pour l'Internet. La technologie avancée au niveau international de communications sur fibres optiques DWDM a été introduite dans tous les projets d'extension des capacités pour les câbles de jonction à 12 fibres optiques. A la fin 1998, la longueur totale des câbles de jonction à fibres optiques pour les réseaux longue distance et locaux représentait 680 000 km, dont 170 000 km pour les réseaux longue distance. Le réseau de communication chinois est donc à même de fournir d'importants canaux d'information et des plates-formes de communication fiables pour le réseau d'information économique de l'Etat. Un réseau public de communication multimédia a été mis en place, et un réseau dorsal ATM à large bande à 155 MHz relie toutes les capitales provinciales.

3.2 Réseau téléphonique public commuté (RTPC)

La structure du RTPC chinois se compose de trois niveaux. Le réseau de niveau 1 est le réseau dorsal national reliant Beijing à toutes les capitales provinciales et à quatre municipalités. Celui de niveau 2 est constitué de tous les réseaux dorsaux intraprovinciaux reliés aux préfectures. Enfin, le réseau de niveau 3 correspond à tous les réseaux locaux (322 au total) reliant les préfectures aux villes et villages. Avec sa capacité de commutation de 160 millions de lignes, le réseau RTPC chinois est le deuxième au monde par la taille.

3.3 Réseau Internet

Depuis 1995, ChinaNet et China Golden Bridge Network (GBN) peuvent avoir directement accès à la passerelle internationale pour fournir des services commerciaux. A ce jour, six grands réseaux commerciaux ont reçu l'autorisation du Conseil d'Etat pour exploiter l'Internet: ChinaNet, Cernet (China Education and Research Network), CHINAGBN et CSTNet (China Science & Technology Network), UNINET et CNCNet. D'après des statistiques rendues publiques le 19 janvier 2000, la capacité globale de la passerelle internationale pour les services Internet a atteint 351 Mbit/s. Celle-ci relie la Chine aux Etats-Unis, au Canada, à l'Australie, au Royaume-Uni, à l'Allemagne, à la France, au Japon, à la Corée, entre autres pays. ChinaNet est le premier réseau Internet de Chine. Exploité par China Telecom, il dispose d'une capacité de 291 Mbit/s, à comparer aux 22 Mbit/s de CHINAGBN, ou 20 Mbit/s d'UNINET, ou 10 Mbit/s de CSTNET et au 8 Mbit/s de Cernet.

Le nombre d'utilisateurs Internet en Chine est passé de 100 000 à la fin de l'année 1996 à 8,90 millions à la fin de 1999, et ce chiffre devrait atteindre 32 millions d'ici à 2002. A la fin de l'année 1999, plus de 300 fournisseurs de services Internet étaient présents sur le marché chinois. On comptait par ailleurs 48 695 noms de domaines enregistrés, 15 153 sites www, dont 2 300 appartenant à des organismes publics, et 3,50 millions d'ordinateurs avec accès à l'Internet. Les quatre sociétés concernées (China Telecom, China Unicom, Jitong Communications Corporation et China Netcom Corporation) ont reçu du Conseil d'Etat l'autorisation de proposer divers services Internet et services de téléphonie IP.

3.4 Réseaux de transmission interurbains

Le réseau de transmission interurbain de la Chine est actuellement divisé en deux catégories: le réseau interurbain interprovincial et le réseau de transmission interurbain intraprovincial, avec plusieurs caractéristiques indiquées ci-après:

- Le passage du système de transmission analogique au système de transmission numérique a été réalisé à presque 100%. Le système de transmission à grande capacité et le système de transmission numérique représentent plus de 99% des circuits du service interurbain; la conversion analogique/numérique est, pour l'essentiel, achevée.
- La structure du réseau évolue, le réseau interurbain interprovincial de type arborescent se transforme en un réseau maillé, tandis que des tronçons intraprovinciaux numériques en anneau ou linéaires à deux niveaux ont été construits dans certaines régions.
- Au cours du «Huitième Plan quinquennal», on a énergiquement développé les systèmes PDH aussi bien dans le réseau interprovincial que dans le réseau intraprovincial et on a ainsi constitué le réseau de transmission interurbain avec équipement PDH comme ossature principale. Au cours du «Neuvième Plan quinquennal», les systèmes SDH seront mis en service à grande échelle. Les systèmes SDH et PDH sont compatibles et coexistent. Pour faciliter le passage du réseau de transmission interurbain de la hiérarchie PDH à la hiérarchie SDH, l'extension des systèmes en câble à fibres optiques, l'élévation de la capacité et la mise à jour de l'équipement, on introduira progressivement l'équipement SDH, sauf pour les systèmes PDH utilisés sur des câbles optiques déjà installés et pour les équipements PDH déjà mis en service.

Compte tenu de la construction uniforme des réseaux interurbains en câble à fibres optiques de la Chine, plus de 90% des préfectures et des villes seront desservies par un réseau en câble interurbain à fibres optiques et le réseau-cible SDH aura finalement une structure à trois niveaux; les réseaux interurbains de niveau 1 et de niveau 2 seront combinés en un unique réseau de transmission interurbain de base.

Pour renforcer la sécurité du réseau, le réseau de transmission interurbain de la Chine utilisera de nombreux types de moyens de communication avec des câbles à fibres optiques et des systèmes à satellites et hertziens numériques comme moyens auxiliaires.

A la fin de l'année 1998, la Chine avait pratiquement achevé la construction du réseau de base en câbles à fibres optiques à huit câbles en latitude et huit câbles en longitude reliant 31 provinces, municipalités et régions autonomes sur l'ensemble du territoire. La longueur totale des lignes en câbles à fibres optiques de Chine a atteint un million de km, dont 0,2 million de km de lignes interurbaines, auxquelles s'ajoutent 5 000 km de lignes interurbaines construites par Unicom. Le réseau SDH relie 31 capitales provinciales et des réseaux SDH intraprovinciaux commencent également à prendre forme. Sept projets interurbains à hyperfréquences SDH numériques ont été achevés en 1998. Au total, la longueur des câbles à fibres optiques représentait 949 632 km de gaines à la fin 1999. La longueur totale des liaisons hyperfréquence numériques représentait quant à elle 69 000 km à la même date.

3.5 Réseaux de synchronisation numérique

Le réseau de synchronisation numérique de China Telecom est constitué de points de transfert sémaphores supérieurs (HSTP), d'horloges de référence primaires locales (LPR) et de systèmes de synchronisation intégrés dans les bâtiments (BITS). Les première et deuxième phases du projet de construction de ce réseau ont été achevées, de sorte que 31 capitales provinciales ont maintenant constitué leurs réseaux respectifs de synchronisation, et les réseaux de synchronisation intraprovinciaux ont commencé à prendre forme.

3.6 Réseaux intelligents

La Chine dispose d'un réseau intelligent international doté de 3 nouvelles passerelles internationales pour les services de télécommunication internationaux normaux et intelligents. Le réseau intelligent national est combiné au réseau intelligent international. Le réseau intelligent national se compose de points de commutation de service, de points de commande de service, d'un système de gestion des services et d'un point d'atelier de création de services. Des réseaux intelligents provinciaux ont en outre été mis en place dans toutes les provinces et régions autonomes à l'exception du Tibet.

3.7 Réseaux d'accès

La majorité des réseaux d'accès de Chine utilise des câbles locaux à âme de cuivre (paires de fil de cuivre torsadées), et quelques métropoles emploient en outre une petite quantité de câbles d'abonné «fibre optique-fibre optique» pour la prise en charge de systèmes à courants porteurs d'abonné de boucle numérique. Depuis le milieu des années 90, et en particulier après 1998, la Chine a fait des progrès significatifs dans les applications FTTC, FTTB et FTTH. L'utilisation de câbles «fibre optique-fibre optique» dans les réseaux d'accès a été un grand pas en avant vers la promotion de l'informatisation dans les grandes villes et villes de taille moyenne et dans les régions économiquement développées. Beijing, Shanghai et Guangzhou montrent l'exemple à cet égard. Les applications FTTC et FTTB, par exemple, ont également été synonymes de progrès dans les réseaux d'accès de télécommunication. La Chine a adopté des solutions ADSL ou RNIS-BE fixes avancées, des réseaux IP, des réseaux locaux et des solutions d'accès hertzien (boucle locale hertzienne) dans les réseaux d'accès locaux. Elle a en outre notablement accéléré la mise en place des applications FTTC, FTTB, FTTO et FTTZ en s'appuyant, depuis quelques années et pour les années à venir, sur la hiérarchie numérique synchrone (STH) et les réseaux optiques passifs (PON) comme principaux moyens de transmission.

4 Objectifs de développement pour le secteur chinois des télécommunications

4.1 Principaux objectifs de développement du secteur des télécommunications pour l'année 2000

Chiffre d'affaires total des services de télécommunication: 260 milliards de yuans (RMB) (+21%)

Capacité totale des nouveaux commutateurs pour la téléphonie fixe: 20 millions de lignes

Nombre de nouveaux abonnés au téléphone fixe: 18,50 millions

Nombre de nouveaux abonnés aux télécommunications mobiles: 25 millions

Nombre de nouveaux abonnés pour les communications de données et communications multimédias: 7,1 millions

Taux de pénétration téléphonique national: 16 téléphones pour 100 habitants

Taux de pénétration téléphonique urbain: 29 téléphones pour 100 habitants

Pourcentage de villages bénéficiant d'un service d'accès téléphonique: 85%

Objectif de capacité pour la production de commutateurs SPC fabriqués en Chine: 21 millions de lignes

Objectif de capacité pour la production de commutateurs pour les communications mobiles fabriqués en Chine: 25 millions de lignes

Nombre de combinés mobiles fabriqués en Chine: 37 millions

CHAPITRE 3

3 Réseaux cellulaires et services mobiles numériques

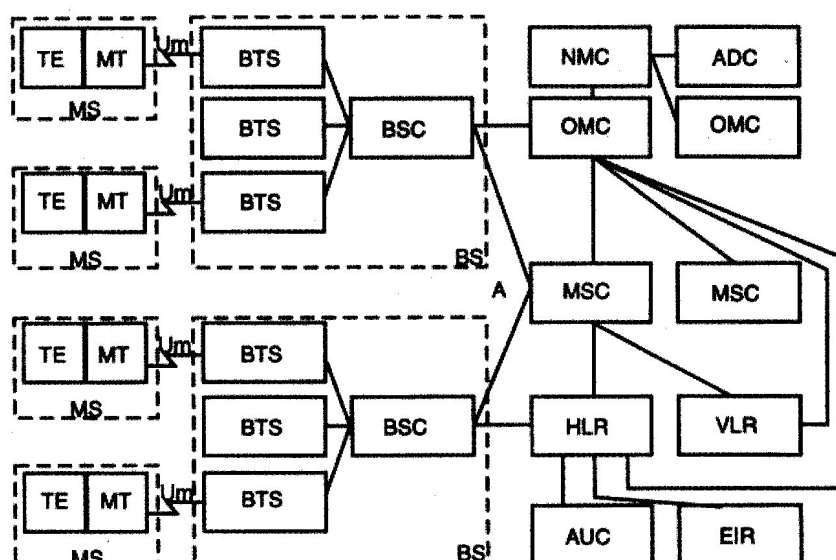
3.1 Système mondial de télécommunications mobiles (GSM)

3.1.1 Introduction

Après la normalisation et le lancement du système radiocellulaire paneuropéen de services mobiles numériques appelé GSM, une présentation sommaire des principales caractéristiques de ce système présentera une valeur pratique pour le spécialiste des communications. Comme les permis d'exploitation du système GSM ont été accordés à 126 fournisseurs de services dans 75 pays, il peut se justifier que ce système soit souvent désigné comme étant le système mondial de télécommunications mobiles (Global System of Mobile communications). Les spécifications GSM ont été publiées sous la forme d'une série de treize recommandations (ETSI, 1988) qui sont résumées dans le § 3.2.8 et qui couvrent divers aspects de ce système.

Les éléments constituant d'un réseau mobile terrestre public (RMTTP) par système GSM sont décrits sur la Figure 3.1, qui indique également leurs interconnexions via les interfaces normalisées A et Um. La station mobile (MS) communique avec les stations de base (BS) de rattachement et adjacente via l'interface radio Um, tandis que les stations de base sont connectées au centre de commutation pour les services mobiles (CCM) par l'interface réseau A. Comme indiqué sur la Figure 3.1, la station mobile se compose d'une terminaison de mobile (MT) et d'un équipement terminal (TE) qui peut être un poste téléphonique ou un télécopieur. La terminaison MT exécute les fonctions nécessaires pour prendre en charge le canal physique entre la station mobile et la station de base, comme les transmissions radioélectriques, la gestion des canaux radioélectriques, le codage/décodage des voies, le codage/décodage de la parole, etc.

Figure 3.1 – Structure simplifiée du système GSM



La station de base se subdivise fonctionnellement en un certain nombre de stations émettrices-réceptrices de base (BTS) et en un contrôleur de station de base (BSC). La station de base est chargée de l'attribution des canaux (R.05.09), de la qualité des liaisons et de la commande du bilan de liaison (R.05.06 et R.05.08), de la commande de la signalisation et du trafic radiodiffusé, des sauts de fréquence (FH) (R.05.02), du déclenchement (R.03.09 et R.05.08) des transferts intercellulaires (HO), etc. Le CCM représente la passerelle vers d'autres réseaux tels qu'un réseau téléphonique public commuté (RTPC), un réseau numérique à intégration des services (RNIS) et les réseaux de données en mode paquet (RDP) utilisant les fonctions d'interfonctionnement qui sont normalisées dans la Recommandation R.09. Les autres fonctions du CCM sont la radiorecherche, la mise à jour de position des stations de base (R.03.12), la commande centrale (R.03.09), etc. La gestion de la mobilité des stations mobiles est facilitée par le registre de position de rattachement (HLR) (R.03.12), par la mémorisation d'une partie des informations de position des stations mobiles et par le routage des appels entrants vers le registre de position nominale (VLR) (R.03.12) chargé de la zone dans laquelle la station mobile radiorecherchée est en itinérance.

La mise à jour de position est demandée par la station mobile chaque fois qu'elle détecte (d'après les messages reçus et décodés dans le canal de gestion de diffusion) qu'elle est entrée dans une nouvelle zone géographique. Le registre HLR contient, entre autres paramètres, l'identité internationale de l'abonné mobile (IMSI), qui est utilisée pour l'authentification (R.03.20) de cet abonné par son centre d'authentification (AUC). Cela permet au système de confirmer que l'abonné est autorisé à y accéder. Chaque abonné appartient à un réseau de rattachement et les services spécifiques que l'abonné est autorisé à utiliser sont introduits dans son registre HLR. Le registre d'identification des équipements (EIR) permet aux opérateurs de réseau d'identifier les stations mobiles volées, frauduleuses ou défectueuses. Le registre VLR est l'unité fonctionnelle qui veille sur une station mobile fonctionnant à l'extérieur de la zone de son registre HLR. La station mobile étrangère est automatiquement enregistrée au plus proche CCM et le registre VLR est informé de l'arrivée de cette station mobile. Un numéro d'itinérance est alors attribué à la station mobile pour lui permettre de recevoir les appels. Le centre d'exploitation et de maintenance (CEM), le centre de gestion du réseau (NMC) et le centre d'administration commerciale (ADC) sont les entités fonctionnelles au moyen desquelles le système est surveillé, commandé, entretenu et géré (R.12).

La station mobile lance un appel en recherchant une station de base possédant un niveau de réception de signal suffisamment élevé sur la porteuse du canal BCCH. Elle attend la reconnaissance d'une salve de correction de fréquence (FCB) et se synchronise sur cette fréquence (R.05.08). La station de base attribue ensuite un canal de signalisation bidirectionnelle et établit une liaison avec le CCM par l'intermédiaire du réseau. La façon dont la structure de trame de commande facilite ce processus sera décrite ultérieurement. Le CCM utilise l'identité IMSI reçue de la station mobile pour interroger son registre HLR puis envoie les données obtenues au registre VLR nominal.

Après avoir été authentifiée (R.03.20), la station mobile fournit le numéro de destination et la station de base attribue un canal de trafic. Puis le CCM achemine l'appel vers sa destination. Si la station mobile se déplace vers une autre cellule, une autre station de base lui est réattribuée et un transfert de cellule se produit. Si les deux stations de base du processus de transfert sont commandées par le même contrôleur BSC, le transfert s'effectue sous la commande de celui-ci. Sinon, il est effectué par le CCM. En cas d'appels entrants, la station mobile doit être radiorecherchée par le contrôleur BSC. Un signal de radiorecherche est émis sur un canal de radiorecherche (PCH) surveillé en permanence par toutes les stations mobiles et couvrant la zone géographique dans laquelle la station mobile est en itinérance. En réponse au signal de radiorecherche, la station mobile effectue une procédure d'accès identique à celle qui est effectuée lorsque la station mobile émet un appel.

3.1.2 Canaux logiques et physiques

Les canaux logiques de commande et de trafic GSM sont normalisés dans la Recommandation R.05.02 tandis que leur insertion dans les canaux physiques fait l'objet des Recommandations R.05.03. Le principal objectif du système GSM est de transmettre les informations de parole ou de données contenues dans les canaux logiques de trafic (TCH). Leur transmission par l'intermédiaire du réseau nécessite divers canaux logiques de commande. Il y a deux formes générales de canaux de trafic voix et données: les canaux de trafic

à plein débit (TCH/F) qui transmettent les informations au débit brut de 22,8 kbit/s et les canaux de trafic à mi-débit (TCH/H) qui communiquent au débit brut de 11,4 kbit/s. Un canal physique transporte soit un canal de trafic à plein débit soit deux canaux de trafic à mi-débit. Dans le premier cas, le canal de trafic occupe un seul créneau temporel tandis que dans le deuxième cas les deux canaux de trafic à mi-débit sont insérés dans le même créneau temporel mais dans des trames alternées.

Dans un système à accès multiple par répartition dans le temps (AMRT), un canal physique est défini comme étant un créneau temporel ayant un numéro (TN) dans une séquence de trames AMRT. Le système GSM déploie cependant des trames AMRT combinées avec des sauts de fréquence (FH), de sorte que le canal physique subit un découpage aussi bien dans le domaine temporel que dans le domaine fréquentiel. Le saut de fréquence (R.05.02) combiné à l'entrelacement est notoirement très efficace pour combattre les évanouissements de canal: il permet d'obtenir une performance quasi gaussienne même en présence de canaux affectés d'évanouissements de Rayleigh. Le principe du saut de fréquence est que chaque salve AMRT est émise via un canal radioélectrique différent (RFCH). Si la salve AMRT actuelle se trouve dans un creux d'évanouissement, il est très probable que la prochaine ne s'y trouvera pas. Par conséquent, le canal physique est défini comme une séquence de voies radioélectriques et de créneaux temporels. Chaque fréquence porteuse prend en charge 8 canaux physiques insérés dans 8 créneaux temporels d'une trame AMRT. Un canal physique donné utilise toujours le même numéro TN dans chaque trame AMRT. Une séquence de créneau temporel est donc définie par un numéro de créneau TN et par une séquence FN de numéros de trame AMRT.

3.1.3 Transmission de signaux de parole et de données

La norme de codage des signaux de parole est la Recommandation R.06.10, tandis que la Recommandation R.05.02 spécifie les aspects d'insertion des informations de canal logique de trafic de parole dans le canal physique constitué par un créneau temporel d'une certaine porteuse. Etant donné que la correction d'erreur représente une partie de ce processus d'insertion, la Recommandation R.05.03 est également applicable à ces considérations. L'exemple du canal de trafic de parole à plein débit (TCH/FS) est utilisé ici pour mettre en évidence la façon dont ce canal logique est inséré dans le canal physique constitué par ce qui est désigné comme une salve (NB) de la structure de trame AMRT. Cette mise en correspondance est expliquée par référence aux Figures 3.2 et 3.3.

Figure 3.2 – Structure de trame AMRT du système GSM

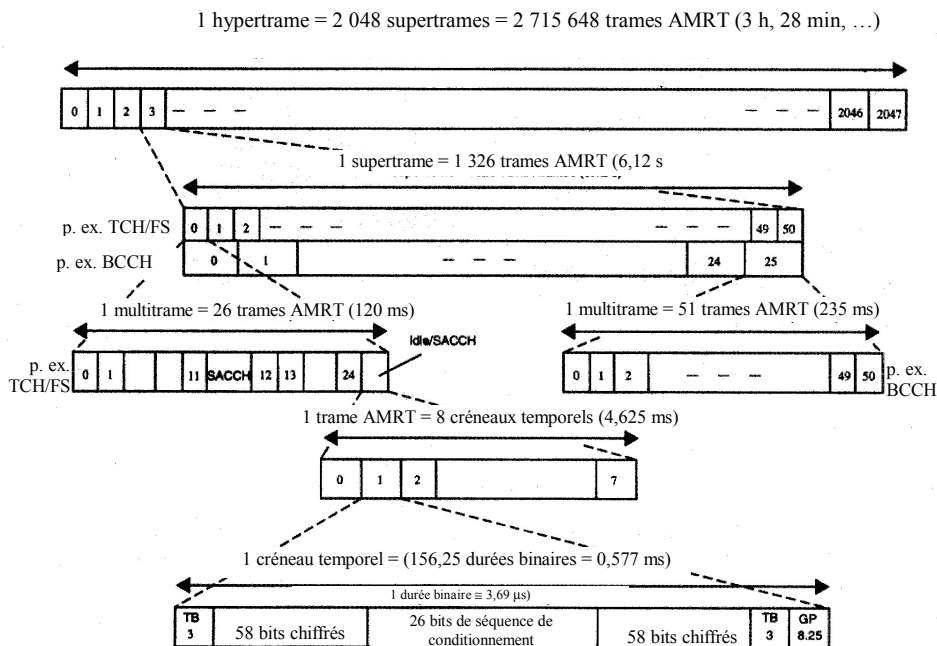
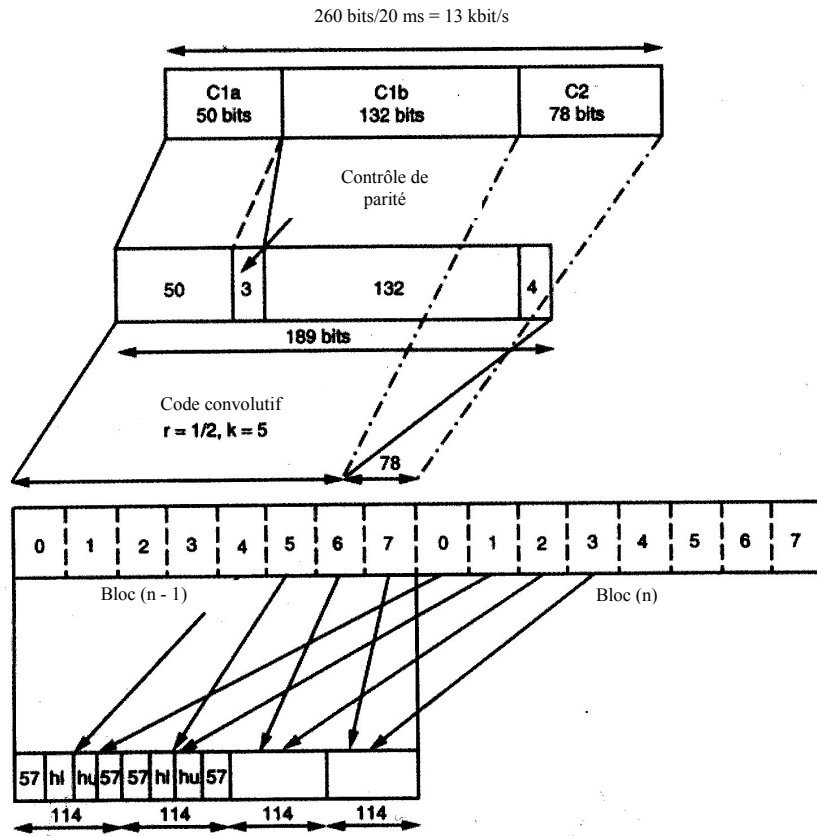


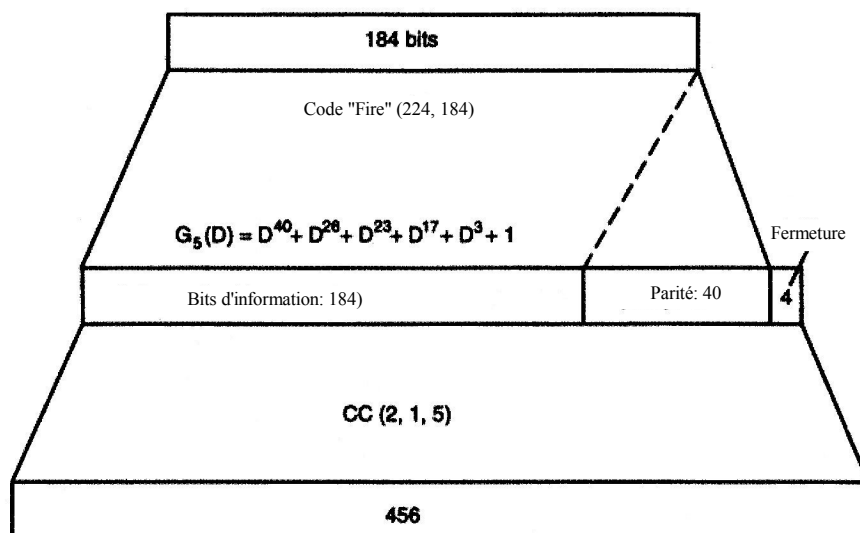
Figure 3.3 – Insertion du canal logique TCH/FS dans un canal physique



3.1.4 Transmission des signaux de commande

L'extraction exacte, la correction d'erreur directe (CED), le codage et l'insertion des informations du canal logique de commande sont hors du domaine d'application du présent chapitre et le lecteur intéressé est appelé à consulter les références R.05.02 et R.05.03 de l'ETSI (1988) ainsi que Hanzo et Stefanov (1992) où il trouvera une analyse détaillée. Par exemple, l'insertion des canaux 184-b SACCH, FACCH, BCCH, SDCCH, PCH et AGCH (canal de commande d'octroi d'accès) dans un bloc 456-b, c'est-à-dire dans 4 salves de 114-b est décrite par la Figure 3.4. Un motif de codage à double couche de convolution/code FIRE concaténé produit 456 bit avec un débit de codage global $R = 184/456$, ce qui offre une protection plus robuste des canaux de commande que la protection contre les erreurs dans les canaux de trafic.

Figure 3.4 – CED dans les canaux SACCH, FACCH, BCCH, SDCCH, PCH et AGCH



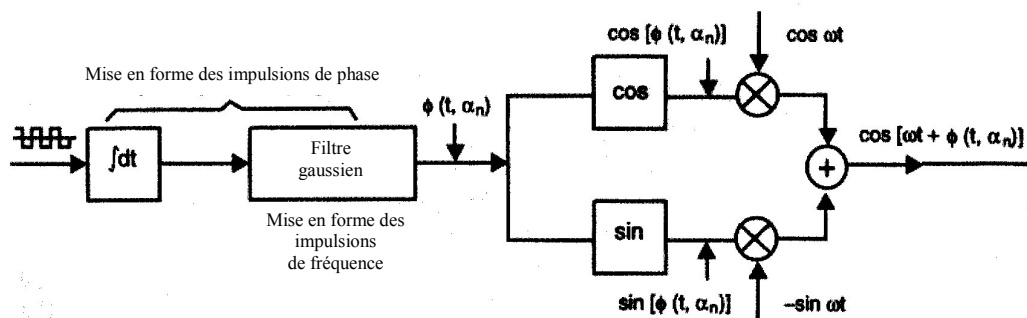
3.1.5 Questions de synchronisation

Bien que quelques questions de synchronisation soient normalisées dans les Recommandations R.05.02 et R.05.03, la Recommandation GSM ne spécifie pas les algorithmes de synchronisation exacts entre station de base et station mobile à utiliser: leur choix est laissé aux équipementiers. Un ensemble unique de compteurs de base de temps est cependant défini afin d'assurer un parfait synchronisme BS-MS. La station de base envoie à la station mobile les salves FCB et SB dans des créneaux temporels spécifiques de la porteuse BCCH afin de veiller à ce que l'étalon de fréquence de la station mobile soit parfaitement verrouillé sur celui de la station de base et afin d'informer la station mobile de l'état initial requis de ses compteurs internes. La station mobile transmet sa salve de trafic et de commande à numéro unique avec un décalage de trois créneaux temporels par rapport à ceux de la station de base afin d'éviter une émission-réception simultanée dans la station mobile. Celle-ci tient également compte de l'avance temporelle requise (TA) pour compenser les différences de temps d'aller-retour BS-MS-BS.

3.1.6 Modulation à déplacement minimal par filtre gaussien (MDMG)

Le système GSM utilise la modulation MDMG à réponse partielle dans une enveloppe constante qui est spécifiée dans la Recommandation R.05.04. Les systèmes de modulation à enveloppe constante et sans discontinuité de phase sont robustes en présence d'un évanouissement ou d'un brouillage du signal et possèdent un bon rendement spectral. Plus les déphasages sont lents et progressifs, meilleur est le rendement spectral car le signal est amené à subir des modifications moins brusques, ce qui met en jeu des composants à plus basse fréquence. L'effet d'un bit d'entrée est cependant réparti sur plusieurs périodes binaires, ce qui donne lieu à un système dit à réponse partielle nécessitant un égaliseur de canaux pour supprimer ce brouillage intersymbolique (ISI) intentionnel et commandé même en l'absence d'une dispersion des canaux non commandée.

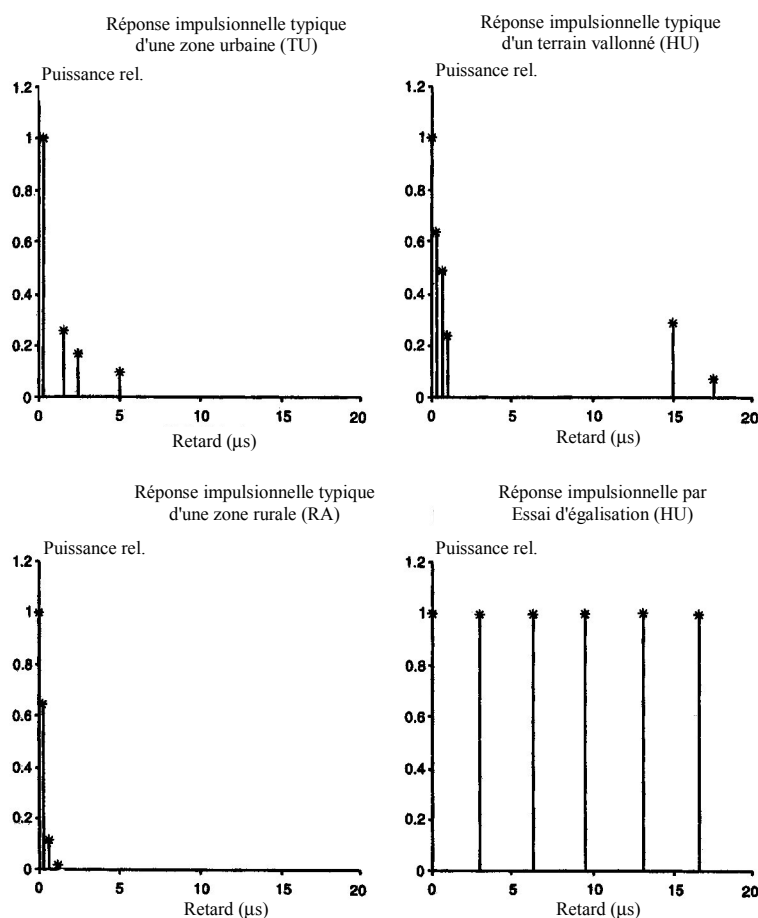
Figure 3.5 – Schéma fonctionnel du modulateur MDMG



3.1.7 Modèles de canaux à large bande

L'ensemble des réponses impulsionnelles GSM à 6 gains est spécifié dans la Recommandation R.05.05 dans laquelle les trajets de propagation individuels sont des trajets d'évanouissement de Rayleigh indépendants, pondérés par le coefficient approprié h_i correspondant aux puissances relatives de ces trajets, comme décrit dans la Figure 3.6. En termes simples, les réponses impulsionnelles des canaux à large bande sont mesurées par émission d'une impulsion et détection des échos reçus à la sortie du canal dans chaque *segment de retard* de longueur D . Dans certains segments, aucune composante de retard et d'affaiblissement par trajets multiples n'est reçue tandis que dans d'autres une énergie notable est détectée, selon les objets réflecteurs typiques et leur distance du récepteur. Le temps de trajet peut être facilement rapporté à la distance des objets réflecteurs puisque les ondes radioélectriques se propagent à la vitesse de la lumière. Par exemple, à une vitesse de 300 000 km/s, un réflecteur situé à une distance de 0,15 km produit une composante de trajet multiple à un temps de propagation aller-retour de 1 μ s.

Figure 3.6 – Réponses impulsionnelles typiques de canal GSM



3.1.8 Emission discontinue

Les questions d'émission discontinue (DTX) sont normalisées dans la Recommandation R.06.31 tandis que les problèmes associés de détection d'activité vocale (VAD) sont spécifiés dans la Recommandation R.06.32. Si l'on admet une activité vocale moyenne de 50% et un nombre élevé de brouilleurs combinés au saut de fréquence afin de randomiser la charge brouilleuse, d'importants gains de rendement spectral peuvent être obtenus lorsqu'on déploie des émetteurs discontinus, qui font diminuer les brouillages ainsi que la dissipation d'énergie. A cause de la réduction de puissance absorbée, une exploitation totale en DTX est impérative pour les stations mobiles tandis que, dans les stations de base, les fonctions DTX ne sont obligatoires que dans les récepteurs.

Le problème fondamental en détection d'activité vocale est de savoir comment différencier les signaux vocaux du bruit tout en minimisant autant que possible les déclenchements intempestifs dus au bruit ainsi que la mutilation impulsionnelle des paroles. Dans les stations mobiles embarquées à bord de véhicules, la gravité du problème de reconnaissance des paroles/du bruit est augmentée par le bruit de fond excessif du véhicule. On résout ce problème en déployant une combinaison de techniques de comparaisons de seuil et de domaine spectral. Un autre important problème associé est celui de l'introduction de segments inactifs sans bruit, que l'on compense par l'insertion d'un bruit de confort (CNI) dans ces segments au niveau du récepteur.

3.1.9 Résumé

Les principales caractéristiques du système GSM peuvent être résumées comme suit.

La technique d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) avec huit usagers par porteuse est utilisée au débit d'usagers multiples de 271 kbit/s, ce qui nécessite un égaliseur de canaux afin de compenser la dispersion d'énergie dans les environnements à cellules de grandes dimensions. Le débit des éléments protégés contre les erreurs est de 22,8 kbit/s dans les canaux de trafic à plein débit, tandis qu'il est de 11,4 kbit/s dans les canaux à mi-débit. En dehors des canaux de trafic de parole à débit plein ou moitié, il existe 5 canaux de trafic de données à débit différent et 14 canaux divers de commande et de signalisation prenant en charge l'exploitation du système. L'on utilise un codec de signaux vocaux de complexité moyenne, excité par impulsions régulières à 13 kbit/s et équipé d'un prédicteur à long terme (LTP). Ce codec est combiné avec un codec intégré à trois classes de correction d'erreur et avec un entrelacement à couches multiples afin d'assurer une protection des bits de parole adaptée à la sensibilité aux erreurs d'inégalité. Un retard global de 57,5 ms des signaux de parole est conservé. Un saut de fréquence lent (217 sauts/s) apporte de notables gains de performance pour des piétons en déplacement lent.

Tableau 3.1 – Résumé des caractéristiques du système GSM

Caractéristiques du système	Spécification
Largeur de bande montante, MHz	890-915 = 25
Largeur de bande descendante, MHz	935-960 = 25
Largeur de bande GSM totale, MHz	50
Espacement des porteuses, kHz	200
Nombre de porteuses RF	125
Accès multiple	AMRT
Nombre d'utilisateurs/porteuse	8
Nombre total de canaux	1000
Débit de salve AMRT, kbit/s	271
Modulation	MDMG
Rendement spectral, bit/s/Hz	1,35
Egaliseur de canaux	Oui
Débit de codage des paroles, kbit/s	13
Débit de paroles codées CED, kbit/s	22,8
Codage CED	A blocs imbriqués/convolutif
Sauts de fréquence, sauts/s	217
DTX et VAD	Oui
Rayon maximal de cellule, km	35

La MDMG à réponse partielle dans une enveloppe constante est déployée avec un espacement des canaux de 200 kHz afin de prendre en charge 125 canaux bilatéraux dans les bandes de 890-915 MHz en liaison montante et de 935-960 MHz en liaison descendante. Au débit de transmission de 271 kbit/s, l'on obtient un rendement spectral de 1,35 bit/s/Hz. Les brouillages intersymboliques induits avec contrôle par la modulation MDMG et sans contrôle par les canaux sont supprimés par l'égaliseur de canaux. Un ensemble de canaux GSM normalisés à large bande a été introduit afin de fournir des critères d'essai pour les comparaisons de performance. Un calcul de budget efficace et des brouillages dans le même canal minimaux sont garantis par la combinaison de la puissance adaptative et de la commande de transfert sur la base d'une intégration pondérée d'un maximum de 8 paramètres système de liaison montante et de liaison descendante.

Des transmissions discontinues, assistées par une détection fiable d'activité vocale dans le domaine spectral et par une insertion de bruit de confort réduisent encore le brouillage et la puissance absorbée. En raison du chiffrement, aucune information non protégée n'est envoyée par la liaison radioélectrique. Par conséquent, des communications mobiles de qualité élevée sont possibles avec divers services et l'itinérance internationale dans des cellules dont le rayon peut atteindre 35 km pour des rapports signal sur bruit et signal sur brouillage dépassant 10 à 12 dB. Les principales caractéristiques du système sont résumées dans le Tableau 3.1.

En 1990, à la demande du Royaume-Uni, la spécification d'une version du système GSM adaptée à la bande de fréquences de 1 800 MHz a été ajoutée au domaine du groupe de normalisation, avec une attribution de fréquence de deux fois 75 MHz. Cette variante, désignée par l'acronyme DCS1800 (système numérique cellulaire 1800) vise à atteindre des capacités très élevées dans les zones urbaines, par exemple pour le type d'approche du marché de masse appelé RCP (réseau de communications personnelles) décrit dans le Tableau 3.2.

Tableau 3.2 – Résumé des caractéristiques des systèmes GSM et DCS

Système	DCS-1800
Accès multiple	AMRT/AMRF
Bande de fréquences, MHz	
Liaison montante	1710-1785
Liaison descendante	1805-1880 (R.U.)
Espacement des canaux RF, kHz	
Liaison montante	200
Liaison descendante	200
Modulation	MDMG
Puissance d'émission du portable	
Maximum/moyenne	1W/125 mW
Codage des signaux vocaux	RPE-LTP
Débit des signaux vocaux, kbit/s	13
Canaux de parole/RF	8
Débit binaire de canal, kbit/s	
Liaison montante	270,833
Liaison descendante	270,833
Codage des canaux	½ débit convolutif
Longueur de trame, ms	3,615

3.2 Télécommunications mobiles internationales (IMT-2000)

3.2.1 Introduction

A la fin de l'année 1999, le marché mondial des utilisateurs de réseaux cellulaires atteignait le nombre de 468 millions. Cette indication du développement du marché des mobiles est confirmée par la croissance remarquable du nombre d'abonnés au premier système numérique de services mobiles cellulaires appelé GSM, qui compte plus de 250 millions de clients. Compte tenu d'une telle croissance du marché, il est évident que la situation doit être réexaminée afin de garantir un développement à long terme du marché des communications mobiles et de passer aux services de troisième génération.

Au cours de l'année 1992, l'on ne savait pas encore quel type de services la troisième génération offrirait. Et même aujourd'hui, bien que l'on en sache plus qu'en 1992, on ne peut pas les définir. Les services multimédias constitueront un nouveau marché pour le commerce des télécommunications en plus des communications mobiles de signaux vocaux et de données à bas débit, qui existent déjà. Le réseau Internet sera certainement le principal stimulateur d'applications mobiles. Il est donc important pour l'économie mondiale que l'on mette l'Internet sur les ondes. Au cours de l'année 2002, lorsque les premiers services IMT-2000 seront lancés, l'Internet comptera plus de 500 millions d'utilisateurs enregistrés dans le monde. Ce potentiel d'utilisation sera assez grand pour stimuler la progression de ce secteur commercial. La mise de l'Internet (et des Intranets) sur les ondes radioélectriques ajoutera la mobilité à ce marché fondé sur les lignes fixes, qui peut être considéré comme étant un marché de masse d'échelle mondiale.

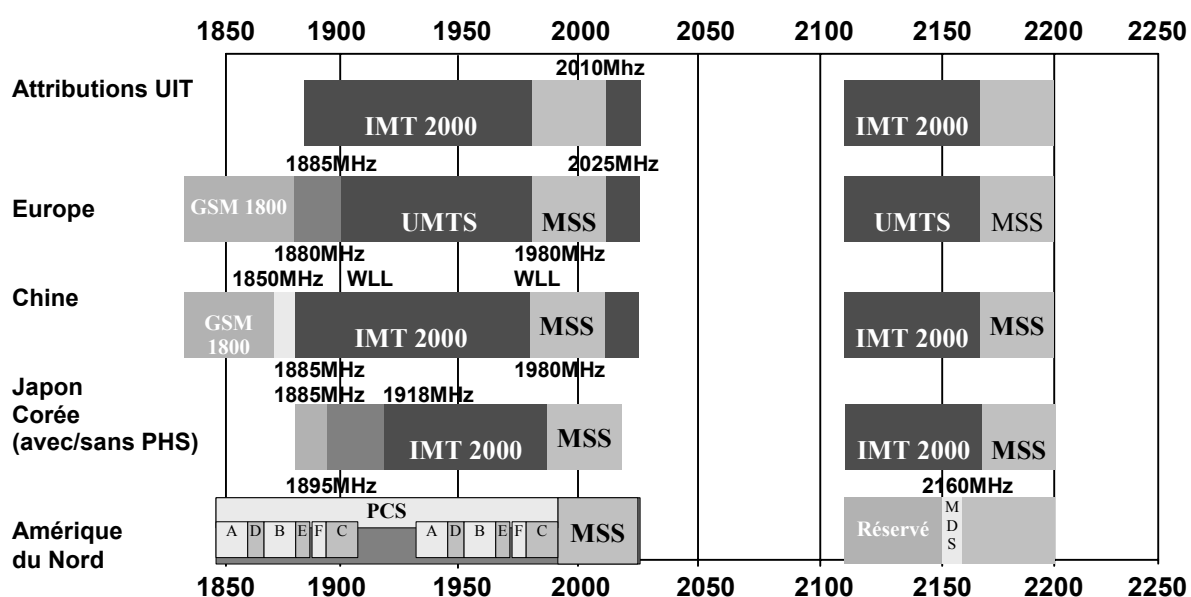
Dans ce contexte, la communauté internationale a reconnu qu'il était très opportun d'analyser les récents développements du marché et de vérifier si le spectre disponible sera suffisant ou non pour répondre aux besoins des clients. En plus des bandes de la 2^{ème} génération, la CMR-92 a identifié une largeur totale de 230 MHz à l'échelle mondiale dans les bandes de 2 GHz. Ces 230 MHz sont subdivisés en 170 MHz pour l'usage mondial de Terre et en 60 MHz pour un partage avec les services à satellite étant entendu que le système IMT-2000 aura un élément Terre et un élément satellite. [L'appellation *IMT-2000* indique que le système commencera au début du siècle prochain et qu'il utilisera le spectre de la bande des 2 000 MHz]. Plus récemment, la CMR-2000 a attribué de nouvelles bandes de fréquences aux éléments de Terre et mobiles des IMT-2000.

Comme représenté sur la Figure 3.7, un certain nombre de régions du monde ont convergé dans le sens de l'accord CMR-92:

- En Europe, la CEPT peut mettre à disposition tout le spectre UIT à l'exception de la bande des 15 MHz, qui est déjà attribuée au système DECT. Il reste donc un spectre de 155 MHz pour les services de Terre avec une bande supplémentaire de 60 MHz réservée aux services UMTS par satellite.
- En Chine, les récents débats du Forum UMTS qui ont eu lieu dans ce pays reflètent le fait que les attributions UIT sont tout à fait semblables à celles du Japon et de la Corée. L'on peut en déduire que l'essentiel de la largeur des bandes UIT pourra être mise à disposition. Quelques segments sont désignés pour les systèmes d'accès hertziens. Aucune planification ou décision finale n'a cependant été arrêtée à ce jour.
- La Corée a déjà indiqué des attributions de spectre pour usage apparié et non apparié: 1 895-1 920 MHz, 1 920-1 980 MHz, 2 010-2 025 MHz, 2 110-2 170 MHz.
- Le Ministère japonais des postes et télécommunications (MPT) prévoit actuellement d'attribuer le spectre CMR-92 aux systèmes de troisième génération comme l'ont fait les Européens, à la différence que la bande de fréquences 1 895 MHz-1 918,1 MHz est déjà attribuée aux services PHS.
- L'Amérique du Nord a choisi un scénario légèrement différent. L'introduction des services PCS et les adjudications ont conduit à distinguer des concessions de 2×15 MHz et de 2×5 MHz jusqu'à 1 980 MHz. Cette utilisation du spectre pose la question de savoir comment les équipements radioélectriques pourront être harmonisés avec le système IMT-2000 en Europe et au Japon, ainsi que dans le reste du monde. Par exemple, la norme sur le trajet aérien doit s'intégrer dans des blocs de fréquences de 5 MHz.

- Les régions restantes du monde comme l'Afrique peuvent continuer à appliquer la décision de la CMR-92. Rien n'indique un changement d'orientation, ce qui signifie que l'objectif de l'UIT, qui est de parvenir à une attribution harmonisée du spectre à l'échelle mondiale pour le système IMT-2000, reste valide pour la plus grande partie du monde.

Figure 3.7 – Bandes de fréquences pour le système IMT-2000



UMTS Système de télécommunications mobiles universelles

MSS Service mobile par satellite

MDS Service de distribution multimédia

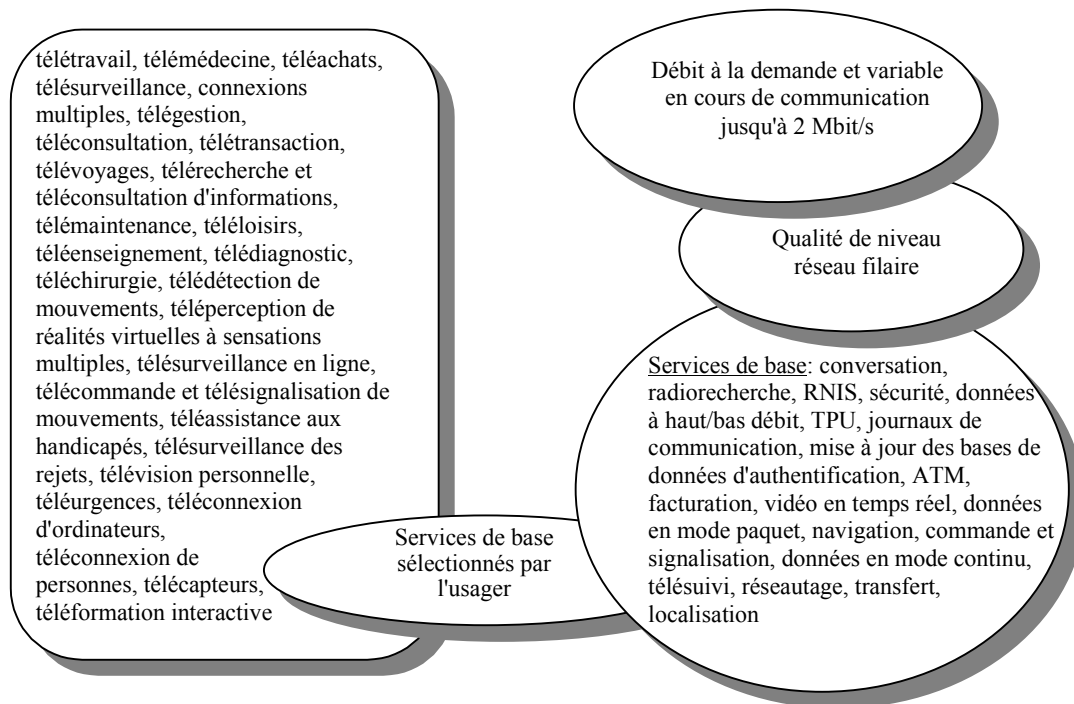
PCS Service de communication personnelle

WLL Boucle locale hertzienne

3.2.2 Le système IMT-2000

Le système IMT est né sous la forme d'une vision dans laquelle l'utilisateur des communications personnelles est inséré dans la société informationnelle du monde actuel (le système UMTS fait partie de la famille des systèmes IMT-2000). Le traitement et l'acheminement des informations, des signaux vidéo et audio, de la télécopie et des fichiers de données entre utilisateurs et fournisseurs d'informations caractérisent la société informationnelle de demain (Figure 3.8).

Figure 3.8 – Multimédia personnalisé



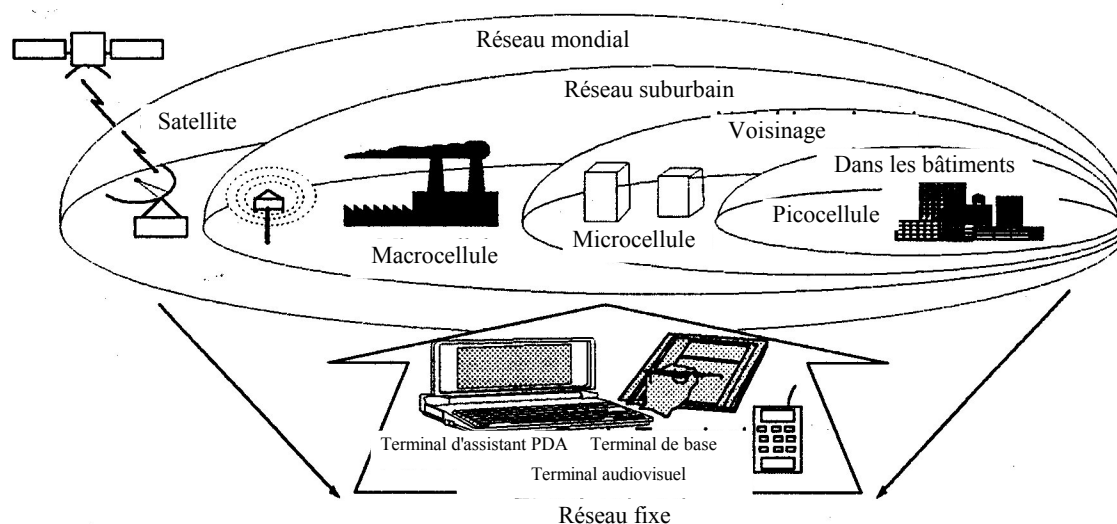
Le système IMT est constitué par la 3^{ème} génération des techniques de système radiomobile traitant d'applications multimédia à large bande. L'on s'attend cependant que l'ère de l'information produira une demande en télécommunications multimédias personnalisées par lesquelles le client sélectionne les services de base disponibles avant et après la communication. Une attribution flexible des ressources radioélectriques avec un débit brut imprévisible et un débit utile de transmission asymétrique est requise, de même qu'une grande puissance de traitement dans l'équipement de l'utilisateur final. Tel est le défi qui est posé aux industries des télécommunications et de l'informatique ainsi que, probablement, au marché des médias.

La libéralisation mondiale dans le secteur des télécommunications permettra aux opérateurs de réseau mobile d'offrir des services de réseau fixe et inversement. Dans cette situation, une technique IMT à environnements multiples et à capacité de large bande devient essentielle pour garantir que les opérateurs mobiles pourront entrer en concurrence dans le marché hautement compétitif qui en résultera dans le secteur des télécommunications.

A ce propos, certains opérateurs préparent déjà la convergence des réseaux fixes et mobiles. Ils bénéficieront de progrès tels que le réseau intelligent, la création de service et la numérotation personnelle. La prise en charge de la convergence des réseaux fixes et cellulaires est donc un élément fondamental de l'éligibilité du système IMT par les opérateurs comme par les clients.

Un des principaux objectifs du système IMT est d'intégrer le monde hétérogène de différents systèmes radioélectriques avec différentes normes, différentes applications et caractéristiques, différentes tailles de cellule, des picocellules aux hypercellules.

Figure 3.9 – Intégration des réseaux filaires et non filaires à capacités large bande



Le système IMT offrira des méthodes d'accès qui sont actuellement offertes par des systèmes spécialisés:

- réseaux cellulaires publics
- téléphones sans fil pour usage domestique
- téléphones sans fil pour mobilité personnelle
- autocommutateurs privés sans fil
- réseaux locaux sans fil
- boucle locale sans fil
- radiomobiles privés
- réseaux mobiles de données
- réseaux de radiorecherche
- systèmes à satellites
- accès ubiquitaire permanent

Les paramètres de positionnement seront les suivants pour les futurs fournisseurs de services:

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| • réseau privé | ... réseau public |
| • couverture locale | ... couverture mondiale |
| • faible mobilité | ... mobilité élevée |
| • données à bas débit | ... données à haut débit |
| • services de base | ... services multimédias |

3.2.3 Le marché des mobiles

Le marché IMT est caractérisé par la nécessité d'un grand nombre de types de service. Il y a actuellement les services compatibles avec «la bande vocale» comme la télécopie et les données à moyenne vitesse. Il y aura les services audiovisuels qui auront besoin d'une plus grande largeur de bande. Puis viendront les services

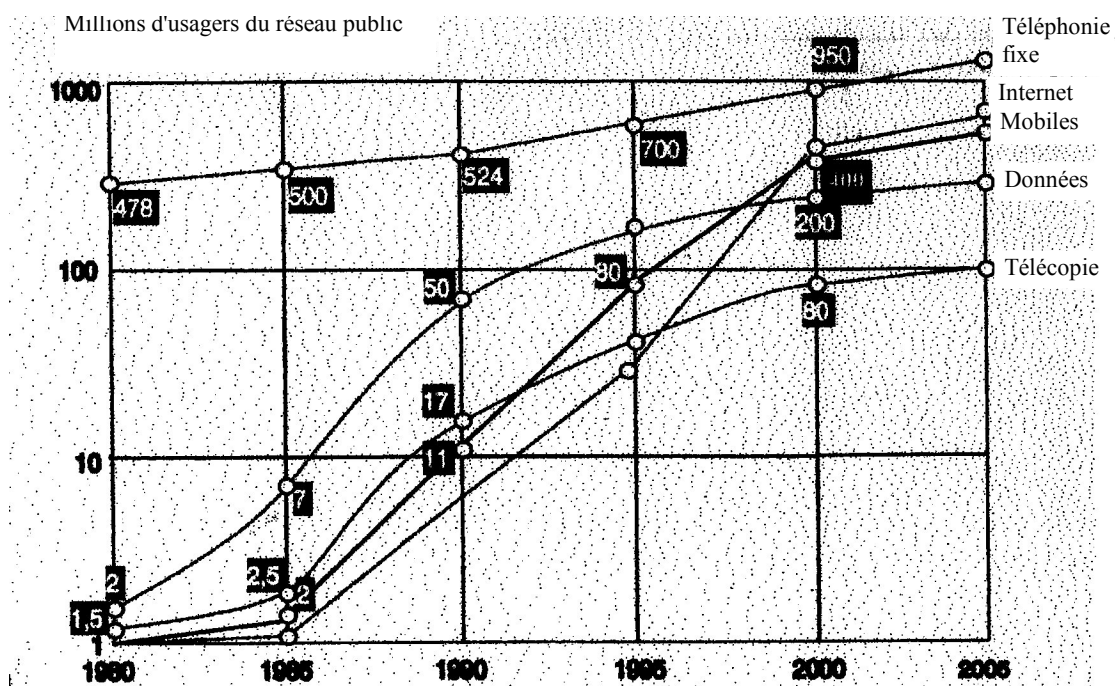
multimédias avec des profils de trafic asymétriques. Un tel scénario décrit la base du marché IMT. La mobilité est un autre facteur clé du succès des systèmes IMT, comme on peut le constater d'après les rapides développements des réseaux mobiles aujourd'hui. *Les principales questions posées par un marché IMT sont les suivantes:*

- Qui sont les utilisateurs, de quels segments de marché viendront-ils?
- Quelle est l'influence de la mobilité sur les services?
- Quelle sorte de terminaux sera utilisée?

Un modèle de marché est à mettre au point compte tenu de segments comme les entreprises et les utilisateurs privés, les barèmes tarifaires et les structures de prix à prendre en compte.

Qu'en est-il du marché et de la concurrence entre équipementiers, opérateurs de réseau et fournisseurs de services? Il y a là un important facteur de développement du marché IMT comme en témoigne la libéralisation mondiale – déjà effectuée – du secteur des télécommunications. Les questions réglementaires jouent un rôle important pour stimuler le marché des services IMT.

Figure 3.10 – Le marché mondial des télécommunications



Si l'on examine le marché des télécommunications jusqu'en 2005 (Figure 3.10), l'on constate un transfert du potentiel commercial des services à lignes filaires aux services mobiles personnels et aux services de type Internet. Il est prévu que le marché des services IMT commence en 2005. Il n'existe aujourd'hui aucune image clairement prévisible quant à la combinaison des services audiovisuels avec les services multimédias. Mais des signaux sont donnés par les progrès du marché des mobiles et du marché Internet. Les travaux relatifs au système UMTS doivent donc être centrés sur ces questions pour que l'on trouve, en tant qu'objectif ultime, la meilleure façon de pénétrer le marché correspondant précisément au commerce de masse (le système GSM est un bon exemple de la manière dont il convient de développer avec succès le marché des mobiles personnels car ce système a déjà atteint une dimension mondiale).

3.2.4 La technique IMT

L'on reconnaît aujourd'hui que les communications personnelles sont principalement associées à une capacité de transmission structurée «en bande vocale». Les communications personnelles vocales sont en position dominante car les portables mondialement répandus sont surtout utilisés pour des communications personnelles, cette application étant la téléphonie.

Tableau 3.4 – L'évolution des techniques de communication mobile

Aspects relatifs au système	Systèmes mobiles de 2ème génération actuels	Nouveaux systèmes IMT-2000 de 3ème génération
Utilisation des techniques numériques	Systèmes déjà utilisés pour le codage de modulation, des signaux vocaux et des canaux ainsi que pour la mise en œuvre et la commande des canaux de transmission de données	Utilisation accrue des techniques numériques
Compatibilité de différents environnements d'exploitation	Chaque système est d'abord optimisé pour son environnement d'exploitation propre	Optimisation des interfaces radioélectriques pour de multiples environnements d'exploitation tels que les véhicules, les piétons, les bureaux, l'accès radio au réseau fixe et les satellites, au moyen d'une seule interface radioélectrique flexible ou modulable
Bandes de fréquences	Exploitation dans les bandes de fréquences allant de 800 MHz à 1,9 GHz, selon le pays	Utilisation d'une bande de fréquences mondiale commune
Services de transmission de données	Limitation aux débits binaires inférieurs à 115 kbit/s (WAP-GRPS-SMS)	Débit de transmission jusqu'à 2 Mbit/s
Itinérance	Généralement limitée à des régions spécifiques. Combinés incompatibles entre différents systèmes	Coordination mondiale des fréquences et normes UIT assurant une itinérance et une compatibilité des équipements véritablement mondiales
Techniques	Efficacité spectrale, rentabilité et flexibilité limitées par les techniques utilisées au moment de la conception des systèmes	Nette amélioration de l'efficacité spectrale, de la flexibilité et de la rentabilité globale

En 2005, l'on peut s'attendre à voir beaucoup plus d'utilisateurs de type Internet que d'utilisateurs de communications vocales, avec une progression des progrès techniques en direction de codecs adaptatifs pour signaux vidéo et vocaux.

En 2005, les services IMT devront permettre de transporter, de commuter et de traiter des applications combinant vidéo, voix et données. Les communications multimédias devront alors être offertes, comme le sont aujourd'hui les «portables vocaux», pour un prix, un volume et un poids acceptables. La largeur des canaux d'utilisation pourra varier entre 16 kbit/s et 2 Mbit/s.

Le positionnement des services IMT dans l'infrastructure du réseau peut être considéré comme comportant deux sous-systèmes distincts:

Le sous-système radioélectrique IMT

Les services IMT sont appelés à couvrir une vaste gamme d'environnements radioélectriques, de l'intérieur à l'extérieur des bâtiments, y compris la couverture par satellite. L'adaptation du terminal mobile à un environnement radioélectrique spécifique s'effectue par un mécanisme de négociation. Le sous-système

radioélectrique prend simultanément en charge de multiples réseaux publics et privés ainsi que des demandes de débit dynamique et asymétrique de la part de l'utilisateur. Les objectifs du système IMT, en termes de débit de transmission, sont déterminés par les besoins des services à offrir. Il est proposé d'atteindre des débits inférieurs ou égaux à 2 Mbit/s jusqu'au terminal dans les zones micro/picocellulaires et à 144 kbit/s (ou probablement 384 kbit/s) dans les macrocellules, avec capacité d'attribution dynamique des services supports radioélectriques.

Le sous-système commutateur IMT

Le sous-système commutateur IMT se compose du cœur de réseau et des fonctions de service à valeur ajoutée y compris les capacités de réseau intelligent. L'utilisateur sera desservi par de nombreuses interfaces IMT différentes pour:

- Réseaux publics mobiles
- Systèmes hertziens y compris autocommutateurs hertziens, réseaux locaux hertziens, terminaux mobiles sans fil (CTM, *cordless terminal mobility*)
- Boucle locale hertzienne
- Réseaux PCN à satellite
- Réseaux radiomobiles privés
- Réseaux mobiles de données
- Réseaux de radiorecherche.

Certaines parties de l'infrastructure IMT seront exploitées par des transporteurs publics concurrents; d'autres parties seront en propriété privée sur une base non réglementée. Un assortiment de base de services normalisés prendra en charge les diverses applications. Des interfaces ouvertes doivent également exister dans les plates-formes de commutation afin de permettre un interfonctionnement facile. Grâce au RI, l'on peut créer et déployer rapidement des services recouvrant les cœurs de réseau mis en œuvre par les systèmes IMT. La transmission et la commutation doivent toujours être conformes à la pointe du progrès technique. Au fur et à mesure que les systèmes IMT avanceront dans le siècle, les protocoles TCP/IP et ATM seront les principes de commutation dominants, en plus de la commutation de circuits.

3.2.5 Conclusions

La motivation en faveur des systèmes IMT résulte de la reconnaissance des futurs progrès vers la combinaison du multimédia avec la mobilité personnelle. En plus des innovations techniques dans les réseaux existants, seules de nouvelles techniques radioélectriques à large bande pourront répondre complètement à de telles exigences. Il faudra associer ces moyens au niveau de mobilité atteint à l'échelle mondiale par les réseaux cellulaires (GSM, par exemple) utilisant l'intelligence du réseau.

La convergence entre réseaux fixes et mobiles interviendra de concert avec la prochaine demande en mobilité indépendamment de l'emplacement de l'utilisateur, ce qu'il faudra développer de façon progressive. Le client du XXI^e siècle exigera des services indépendants du mode d'accès.

3.2.6 Recommandations UIT concernant actuellement les IMT

Recommandation UIT-R M.687, *Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) – Concepts et objectifs*.

Recommandation UIT-R M.816, *Cadre de description des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)*.

Recommandation UIT-R M.817, *Télécommunications mobiles internationales (IMT-2000). Architectures de réseau*.

Recommandation UIT-R M.818, *Utilisation des satellites dans les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)*.

Recommandation UIT-R M.819, *Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement.*

Recommandation UIT-R M.1034, *Exigences imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1035, *Cadre de description de la ou des interfaces radioélectriques et fonctionnalité des sous-systèmes radioélectriques pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1036, *Considérations relatives au spectre pour la mise en œuvre des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) dans les bandes 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz.*

Recommandation UIT-R M.1078, *Principes de sécurité pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1079, *Exigences imposées à la qualité de la parole et des données dans la bande vocale pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1167, *Cadre de description de l'élément satellite des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1168, *Cadre de description de la gestion des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1223, *Évaluation des mécanismes de sécurité pour les IMT-2000.*

Recommandation UIT-R M.1224, *Terminologie des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).*

Recommandation UIT-R M.1225, *Directives d'évaluation des technologies de transmission radioélectrique pour les IMT-2000.*

Recommandation UIT-R M.1308, *Évolution des systèmes mobiles terrestres vers les IMT-2000.*

Recommandation UIT-R M.1311, *Cadre de description de la modularité et de la communauté de conception radioélectrique au sein des systèmes IMT-2000.*

Recommandation UIT-R SM.328, *Spectres et largeurs de bande des émissions.*

Recommandation UIT-R SM 329, *Rayonnements non essentiels.*

Recommandation UIT-T F.115, *Objectifs de service et principes relatifs aux futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication.*

Recommandation UIT-T F.116, *Fonctionnalités de service et dispositions d'exploitation des télécommunications IMT-2000.*

Recommandation UIT-T H.324, *Terminal pour communications multimédias à faible débit (Annexe C – Terminaux téléphoniques multimédias sur des canaux sujets à des erreurs).*

Recommandation UIT-T I.5xw, *Interfonctionnement entre les réseaux IMT-2000 et d'autres types de réseau.*

Recommandation UIT-T I.5xz, *Interaction TPU-mobiles.*

Recommandation UIT-T I.140, *Technique des attributs pour la caractérisation des services de télécommunication assurés sur un RNIS et possibilités réseau d'un RNIS pour IMT-2000.*

Recommandation UIT-T I.340, *Types de connexion de RNIS pour IMT-2000*.

Recommandation UIT-T Q.1541, *Description d'étape 2 des procédures TPU pour l'ensemble de services 1 de l'ensemble de capacités CS-1 du RI – Procédures pour les télécommunications personnelles universelles: modélisation fonctionnelle et flux informationnels*.

Recommandation UIT-T Q.1701, *Cadre général des réseaux IMT-2000*.

Recommandation UIT-T Q.1711, *Modèle fonctionnel réseau pour les télécommunications IMT-2000*.

3.2.7 Publications de l'UIT

Les publications suivantes de l'UIT pourront être utiles pour étudier, planifier et organiser des communications mobiles:

- Manuel à l'usage des services mobile maritime et mobile maritime par satellite, 1999.
- Communications mobiles terrestres (y compris accès hertzien). Volume 2: Manuel sur l'évolution vers les IMT-2000/FSMTPT: principes et orientations, 1997.
- Manuel sur le développement des communications mobiles, 1997.
- Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde – Téléphonie mobile cellulaire – Indicateurs des télécommunications dans le monde, 5ème édition, 1999.
- Livre de référence GMPCS, 2000.
- Résolutions de la CMR-2000.

3.2.8 Recommandations de l'ETSI concernant le système GSM

R.00	<i>Préambule</i> aux Recommandations GSM
R.01	<i>Structure générale</i> des recommandations, description d'un réseau GSM, recommandations associées, vocabulaire, etc.
R.02	<i>Aspects relatifs aux services</i> : services supports, téléservices et services complémentaires, utilisation des services, types et caractéristiques des stations mobiles (MS), attribution de licences et abonnements, comptabilité transférée et internationale, etc.
R.03	<i>Aspects relatifs au réseau</i> , y compris fonctions et architecture du réseau, routage des appels vers les stations mobiles, performances techniques, objectifs de disponibilité et de fiabilité, procédures de transfert et d'enregistrement de position ainsi que réception discontinue et algorithmes cryptographiques, etc.
R.04	<i>Interfaces et protocoles de station mobile/station de base</i> , y compris spécifications pour aspects des couches 1 et 3 de la structure OSI à 7 couches.
R.05	<i>Couche physique sur le trajet radioélectrique</i> , y compris les questions de multiplexage et d'accès multiple, de codage et de modulation dans les canaux, d'émission et de réception, de commande de puissance, d'attribution des fréquences et de synchronisation, etc.
R.06	<i>Spécifications de codage de la parole</i> , comme les procédures fonctionnelles, calculatrices et vérificatrices pour le codec vocal avec son détecteur d'activité vocale (VAD) associé et autres caractéristiques facultatives.
R.07	<i>Adaptateurs de terminal pour stations mobiles</i> , y compris mode circuit et mode paquet ainsi que services de transmission de données en bande vocale.
R.08	<i>Interface de station de base et de centre de commutation pour les services mobiles (CCM)</i> , ainsi que fonctions de transcodage.
R.09	<i>Interfonctionnement du réseau</i> avec le réseau téléphonique public commuté (RTPC), avec le réseau numérique avec intégration des services (RNIS) et avec les réseaux de données en mode paquet.
R.10	<i>Interfonctionnement entre services</i> , service de messages courts.

R.11	<i>Cahier des charges et spécification d'homologation de type</i> concernant les stations mobiles, les stations de base, les CCM, les registres de position de rattachement (HLR) et de position nominale (VLR), ainsi que simulateur de système.
R.12	<i>Exploitation et maintenance</i> , y compris administration des abonnés, des tarifs de routage et du trafic, ainsi que questions de maintenance pour BS, CCM, HLR et VLR.

3.3 Convergence fixe-mobile

3.3.1 Introduction

La concurrence croissante dans le secteur des télécommunications oblige actuellement les opérateurs, les exploitants agréés et autres nouveaux acteurs analogues à rechercher des formes de service nouvelles et attractives ainsi qu'à réduire les coûts. Aujourd'hui, les opérateurs fixes et mobiles sont habituellement des compagnies distinctes qui gèrent deux secteurs différents. Même la législation s'oriente vers une réglementation commerciale différente du fixe et du mobile. Les clients constituent cependant la principale force motrice pour le développement des services de télécommunication. Ils ont des exigences que l'on peut décrire comme suit:

- connexité permanente;
- portabilité des numéros/adresse unique d'utilisateur;
- groupage des services;
- facturation commune/facture unique pour les services de communication;
- profil de service universel (conservé en transparence entre réseaux différents);
- point commun de service et de gestion client.

La fourniture de ces services implique que l'on puisse activer la mobilité de l'intérieur à l'extérieur des réseaux: la mobilité doit être intégrée dans tous les segments des futurs réseaux de communication.

Pour relever ce défi, les opérateurs doivent veiller à posséder:

- une nouvelle architecture de communications flexible et modulable, pouvant répondre aux besoins d'aujourd'hui et de demain pour de multiples services et pour de multiples modes d'accès des usagers à ces services;
- des partenaires essentiels pouvant gérer tous les travaux d'intégration des systèmes et tous les systèmes ou services de gestion des télécommunications requis;
- des moyens techniques supérieurs afin d'élaborer et de déployer rapidement et rentablement tout service nouveau;
- une mobilité intégrée au cœur de leurs architectures de communication pour que les usagers puissent tirer pleinement parti des réseaux à mobilité intégrée quel que soit le lieu ou le moment.

Une des approches attractives est la convergence des systèmes et services fixes et mobiles, appelée *convergence fixe-mobile (FMC, fixed mobile convergence)*. Celle-ci permet de fournir des services de communication sur la base d'une combinaison de techniques fixes et mobiles ainsi que d'une rationalisation de l'exploitation et des ressources du réseau.

La convergence FMC est une évolution stimulante du monde actuel de communications hétérogènes, qui se compose d'une variété de réseaux fixes, cellulaires, sans fil et de données. Défi pour l'industrie des télécommunications, cette convergence est d'un intérêt majeur pour les opérateurs.

La convergence FMC est motivée par la demande croissante, d'une part en services de communications personnelles et en applications de données en très large bande et, d'autre part, en intégration et transparence des services.

La convergence FMC peut être décrite comme une intégration de capacités de réseau et de capacités de service, permettant à l'utilisateur d'accéder de manière cohérente à un ensemble de services, quel que soit le terminal et le point d'accès, c'est-à-dire au moyen de réseaux publics, privés, fixes ou mobiles et en profitant d'un numéro personnel et d'une facturation unique. Particulièrement importante est la capacité de répondre au souhait d'itinérance des usagers entre différents réseaux tout en restant toujours en mesure d'accéder au même ensemble de services.

3.3.2 Approche vers la convergence fixe-mobile

Le scénario à moyen et à long terme pour la convergence FMC est étroitement lié à une intégration service-réseau. Cela permettra de fournir des «services personnels» évolués comme le numéro personnel unique, la facture unique, le courrier vocal unique, l'Internet et les services multimédias.

Les questions techniques suivantes seront traitées dans ce contexte:

- *niveau réseau*: les ressources de transmission et de commutation seront partagées afin de rattacher les abonnés câblés et non câblés;
- *niveau service*: les services offerts seront également disponibles à tous les types d'accès;
- *niveau gestion de service*: les services fixes-mobiles seront pris en charge par une plate-forme intégrée de gestion ouverte avec systèmes intégrés de facturation et d'après-vente.

La réalisation suivra une approche progressive permettant une évolution uniforme en termes de convergence des réseaux et des services, comme décrit dans la Figure 3.12 ci-après, à partir des réseaux fixes et mobiles existants.

Dans un premier temps, l'offre de convergence fixe-mobile pourra être un ensemble appelé *2 postes/1 service* permettant aux utilisateurs des terminaux d'accéder, à partir de différents réseaux et terminaux, à un ensemble d'éléments de service y compris le numéro personnel unique, la facture unique et le courrier vocal unique.

Le service *2 postes/1 service* est une solution fondée sur le réseau intelligent (pour de plus amples détails, voir les § 2.3 et 2.9 du Chapitre 2) qui permet d'introduire rapidement le service à l'échelle du réseau et de minimiser l'incidence sur les réseaux existants.

L'ensemble *1 poste/1 service* ajoute l'accès «sans fil» dans les bâtiments à l'ensemble de services ci-dessus mentionné, avec des stations mobiles multimodes ou multinormes et les *stations de base de rattachement* correspondantes.

En parallèle avec la première phase, qui est plus axée sur la convergence des services, les fournisseurs travaillent à la convergence des réseaux. La stratégie consiste à commencer par l'intégration des ressources de transmission et de commutation puis à poursuivre les travaux sur une plate-forme commune de compilation CCBS et de gestion de réseau.

L'étape de migration à partir des éléments de l'ensemble 1 implique une optimisation du réseau en termes de ressources telles que les ressources d'accès et de gestion de réseau ainsi que les protocoles de couche réseau.

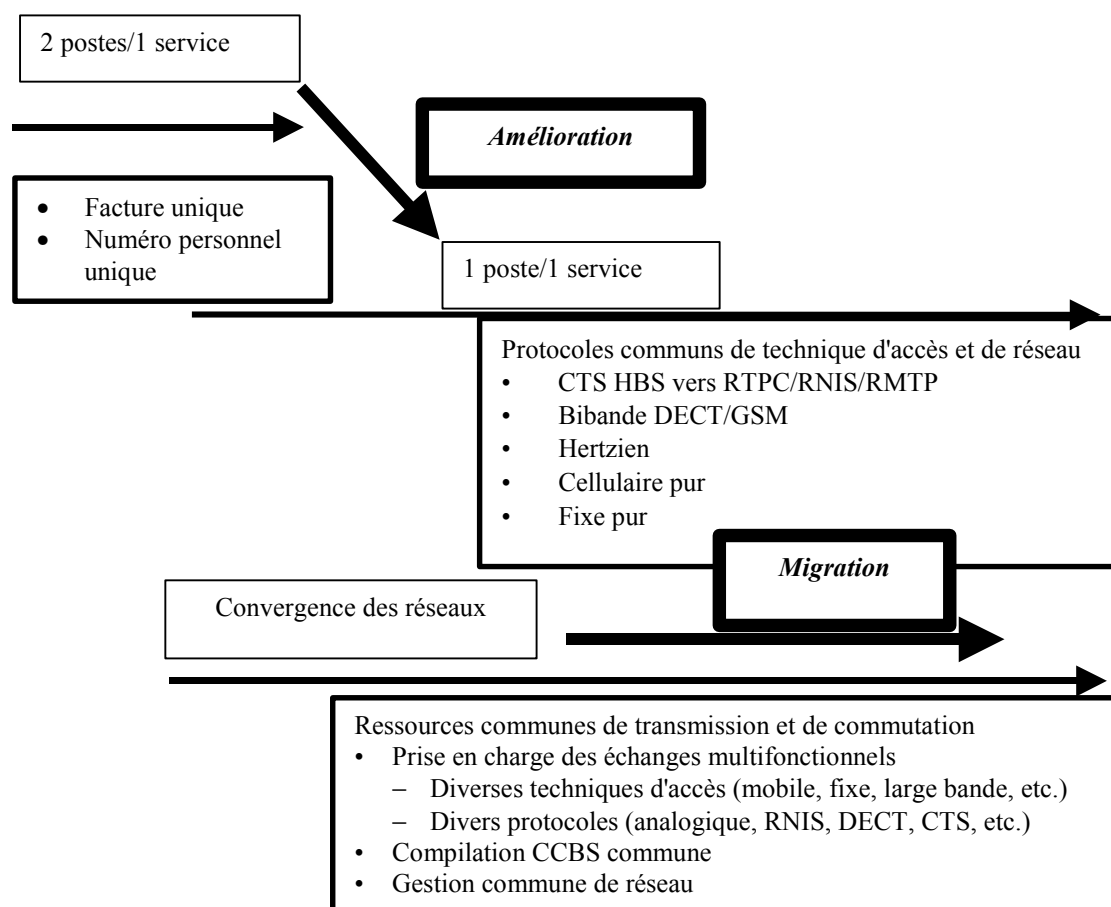
En plus des capacités de la phase 1, cet ensemble prendra en charge une très large gamme d'applications.

De nombreuses plates-formes de commutation sont actualisables aux capacités de transmission de données en large bande et de protocole IP, tandis que les plates-formes ou applications du RI et des services à valeur ajoutée évolueront à l'appui d'une architecture de services harmonisée et puissante, permettant d'introduire rapidement des services différenciateurs dans des réseaux collaboratifs.

Cette stratégie assure pleinement l'évolution vers le système UMTS, ce qui implique l'introduction de trois grandes innovations associées:

- un accès radiocellulaire à large bande;
- la convergence fixe-mobile, informatique-télécommunications (voix et données), public-privé; et
- une architecture de services puissante.

Figure 3.12 – Convergence fixe-mobile



3.3.3 Conclusions

L'évolution des systèmes de télécommunication vers la normalisation du système UMTS doit également tenir compte de l'actuelle convergence des réseaux. L'adoption des exigences de convergence FMC permettra au système UMTS d'être le futur système mondial de communication prenant en charge non seulement une large gamme de techniques d'accès et de protocoles de couche réseau mais aussi une grande variété de services.

Pour des raisons de concurrence, les futurs réseaux évolueront vers des systèmes hybrides prenant en charge des capacités multiples dont divers éléments de service comme la téléphonie fixe et mobile, les services de mobilité, l'accès Internet, les RPV, les centrex, le RI et les services en bande étroite/large.

3.4 Liste des abréviations

ADC	Centre d'administration commerciale (<i>administration center</i>)
AGCH	Canal de commande d'octroi d'accès (<i>access grant control channel</i>)
AMRT	Accès multiple par répartition dans le temps
ATM	Mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BCCH	Canal de commande de radiodiffusion (<i>broadcast control channel</i>)
BCCH	Traitement de canal de commande de radiodiffusion (<i>broadcast control channel handling</i>)
BS	Station de base (<i>base station</i>)
BSC	Contrôleur de station de base (<i>base station controller</i>)
BTS	Station émettrice-réceptrice de base (<i>base transceiver station</i>)
CCBS	Compilation d'appels à abonné occupé (<i>compilation of call to busy subscriber</i>)
CCM	Centre de commutation des services mobiles
CED	Correction d'erreur directe
CEM	Centre d'exploitation et de maintenance
CMR	Conférence mondiale des radiocommunications
CNI	Insertion de bruit de confort (<i>comfort noise insertion</i>)
CTM	Mobilité de terminal sans fil (<i>cordless terminal mobility</i>)
DECT	Système de télécommunication numérique sans fil amélioré (<i>digital enhanced cordless telecommunication system</i>)
DTX	Emission discontinue (<i>discontinuous transmission</i>)
ETSI	Institut européen de normalisation des télécommunications (<i>european telecommunication standardization institute</i>)
FACCH	Canal associé de commande rapide (<i>fast associated control channel</i>)
FCB	Salve de correction de fréquence (<i>frequency correction burst</i>)
FH	Sauts de fréquence (<i>frequency hopping</i>)
FSMTPT	Futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication
GMPCS	Systèmes mobiles mondiaux de communications personnelles (<i>global mobile personal communications by satellite</i>)
GSM	Système mondial de communications mobiles (<i>global system of mobile communications</i>)
HLR	Registre de position de rattachement (<i>home location register</i>)
HO	Transfert (de cellule) (<i>handover</i>)
IMSI	Identité internationale d'abonné mobile (<i>international mobile subscriber identity</i>)
IMT-2000	Norme des télécommunications mobiles internationales-2000 (<i>international mobile telecommunications 2000 standard</i>)

ISI	Interface intersymbolique (<i>inter-symbol interface</i>)
MDMG	Modulation à déplacement minimal à filtre gaussien
MS	Station mobile (<i>mobile station</i>)
MT	Terminaison mobile (<i>mobile termination</i>)
NMC	Centre de gestion du réseau (<i>network management center</i>)
PABX	Autocommutateur privé (<i>public branch exchange</i>)
PCH	Canal de radiorecherche (<i>paging channel</i>)
PCN	Réseau de communications personnelles (<i>personal communications network</i>)
RFCH	Canal radioélectrique (<i>radio frequency channel</i>)
RMTTP	Réseau mobile terrestre public
RNIS	Réseau numérique à intégration des services
RTPC	Réseau téléphonique public commuté
SACCH	Canal associé de commande lent (<i>slow associated control channel</i>)
SB	Salve de synchronisation (<i>synchronization burst</i>)
SDCCH	Canal spécialisé de commande autonome (<i>stand-alone dedicated control channel</i>)
TCH	Canal de trafic (<i>traffic channel</i>)
TCH/F	Canal de trafic à plein débit (<i>traffic channel full-rate</i>)
TCH/H	Canal de trafic à mi-débit (<i>traffic channel half-rate</i>)
TCP/IP	Protocole de commande de transmission/protocole Internet (<i>transmission control protocol/internet protocol</i>)
TE	Équipement terminal (<i>terminal equipment</i>)
TN	Numéro de créneau temporel (<i>timeslot number</i>)
TPU	Télécommunications personnelles universelles
UMTS	Système universel de télécommunications mobiles (<i>universal mobile telecommunications system</i>)
VLR	Registre de position nominale (<i>visitor location register</i>)

CHAPITRE 4

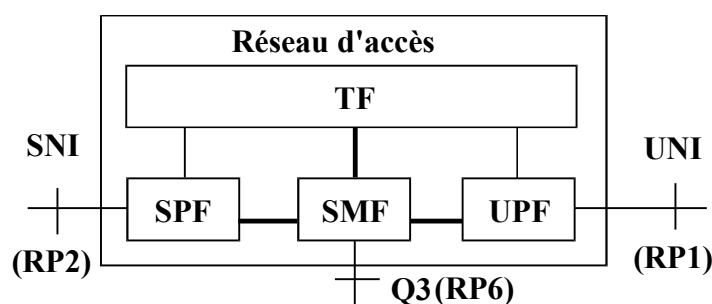
4 Réseaux d'accès

4.1 Réseau d'accès

4.1.1 Architecture fonctionnelle d'un réseau d'accès

La Figure 4.1 représente une architecture indépendante du support de transmission du réseau d'accès (AN), les interfaces servant de limites avec les autres entités de réseau.

Figure 4.1 – Exemple d'architecture fonctionnelle d'un réseau d'accès



- | | |
|-----|--|
| -- | – Information de support d'utilisateur et de signalisation d'utilisateur |
| UPF | – Fonction d'accès d'utilisateur |
| SMF | – Fonction de gestion-système |
| SPF | – Fonction d'accès de service |
| TF | – Fonction de transport |
| SNI | – Interface de nœud de service |
| UNI | – Interface usager-réseau |

La fonction d'accès d'utilisateur (UPF) adapte les besoins particuliers de l'interface UNI aux fonctions de transport et de gestion (terminaison des fonctions d'interface UNI, conversion analogique/numérique, conversion de la signalisation, activation/désactivation, essais de l'interface UNI, fonctions de gestion, maintenance de la fonction UPF, traitement des voies/capacités supports de l'interface UNI).

La fonction de transport (TF) fournit les conduits nécessaires pour le transport des informations communes entre différents emplacements du réseau AN et assure l'adaptation requise en fonction du support de transmission utilisé (fonction de multiplexage, fonctions de sous-répartition, y compris conditionnement et configuration, fonctions de gestion, fonctions de support physique).

La fonction d'accès de service (SPF) adapte les besoins définis pour une interface de nœud de service (SNI) donnée aux supports communs en vue de leur traitement dans le groupe fonctionnel de transport et choisit les informations appropriées en vue de leur traitement dans la fonction de gestion-système du réseau AN (terminaison des fonctions de l'interface SNI, mise en correspondance des capacités supports et des opérations à durée critique requises pour l'exploitation et la maintenance avec la fonction centrale, mise en correspondance, si nécessaire, des protocoles pour une interface SNI particulière, essais de l'interface SNI, maintenance de la fonction SPF).

La fonction de gestion-système (SMF) coordonne les informations de gestion de la configuration provenant de l'interface Q3 qui doivent être réparties entre les blocs fonctionnels du réseau d'accès (UPF, TF, SPF). De plus, elle coordonne/adapte l'information de signalisation d'utilisateur et assure la mise en correspondance avec la fonction de transport du nœud SN pour la commande d'appel. Elle coordonne en outre l'information de dérangement et de qualité de fonctionnement au sein du réseau d'accès pour les besoins du contrôle de protection.

Le Tableau 4.1 donne des exemples d'interfaces UNI et SNI à partir de l'architecture fonctionnelle d'un réseau d'accès.

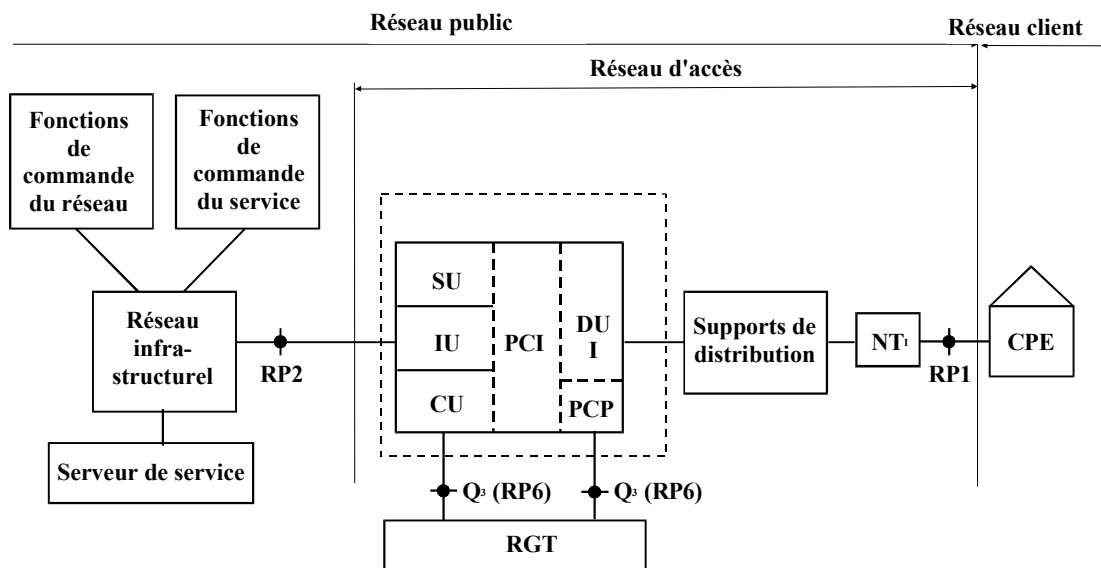
Tableau 4.1 – Exemples d'interfaces UNI et SNI spéciales

Service	Interface UNI (RP1)	Interface SNI (RP2)
Routage IP	Ethernet (par exemple, IEEE802.3), 25 Mbit/s (I.432.5)	VB5.1
Canal virtuel commuté en mode ATM	25 Mbit/s (I.432.5), 155 Mbit/s (I.432.2)	VB5.1, VB5.2
Vidéo à la demande	25 Mbit/s (I.432.5), 155 Mbit/s (I.432.2)	VB5.1
Radiodiffusion vidéo à commutation	25 Mbit/s (I.432.5), 155 Mbit/s (I.432.2)	VB5.1
RNIS	64 kbit/s (I.430), 1,5/2 Mbit/s (I.431)	V5, etc.

4.1.2 Etude de la structure cible du réseau d'accès

L'objectif premier de la mise en place des réseaux de télécommunication actuels est de s'orienter vers une architecture de réseau offrant, de manière rentable, tous les services possibles à partir d'un seul point d'accès. Ainsi, comme on le verra à la Figure 4.2, l'architecture du réseau d'accès, en tant que partie de l'ensemble du réseau de télécommunication répond à ces besoins.

Figure 4.2 – Structure cible du réseau d'accès



Le réseau d'accès assure le transport de l'information, des données interactives de signalisation et des flux binaires de commande entre l'équipement local client (CPE) et le réseau infrastructurel. La technologie d'accès qui représente jusqu'à 60% des coûts d'infrastructure des réseaux de télécommunication et constitue le principal élément permettant de définir les types de services pouvant être offerts à l'abonné, est le véritable point de convergence dans la quête des recettes et du profit. En 1996, le réseau d'accès pesait pour 6 milliards de dollars EU dans les activités de télécommunication au niveau mondial. Ce réseau connaît une progression d'environ 27% par an. En 2000-2001, sa valeur atteindra environ 19 milliards de dollars EU. Autrement dit, le réseau fera plus que tripler en l'espace de cinq ans. Il est donc important d'accorder une attention particulière au segment d'accès du réseau de télécommunication dans le processus de modernisation de l'infrastructure de télécommunication dans les pays en développement.

L'élément essentiel de cette nouvelle architecture du réseau est l'unité d'accès (AU). L'unité d'accès, plateforme générique pour différents types de technologies et de services de distribution, connecte le réseau d'accès aux nœuds de différents réseaux infrastructurels (réseaux de données ou RTPC). Chaque modèle du réseau d'accès utilise une unité d'accès spéciale, composée de quatre sous-unités fonctionnelles: l'unité de distribution (DU), l'unité de commutation (SU), l'unité de commande (CU) et l'unité d'interface (IU).

Cette architecture du réseau d'accès comporte trois caractéristiques distinctes:

- 1) Une interface commune entre les unités de distribution assurant les services à bande étroite et à large bande et l'unité de commande. Cette interface indépendante du service, appelée interface de base des périphériques (PCI), permet d'assurer, d'une part, une connexion souple parfaitement interchangeable des différentes unités de distribution à d'autres unités fonctionnelles au sein de l'unité d'accès, avec pour effet de faciliter la modernisation de l'équipement sur le terrain en fonction des besoins du client. Cette interface permet aussi, d'autre part, une évolution indépendante de l'unité de commande, de l'unité de commutation, de l'unité d'interface ainsi que des unités de distribution offrant les différents services. Pour les services à large bande, on a recours à une interface analogue fondée sur l'ATM.

Au niveau logique, l'interface PCI est conçue en tant qu'interface générique pour toutes les unités de distribution à bande étroite et à large bande, c'est-à-dire qu'elle est indépendante des services et des interfaces comme celle du service téléphonique ordinaire, de l'accès au débit de base et de l'accès au débit primaire du RNIS et enfin, des services de lignes louées. On peut les adapter au format de base de l'interface PCI. Par conséquent, une interface PCI se compose d'un ensemble de canaux à 64 kbit/s qui peuvent être combinés en fonction du type de service.

- 2) Une plate-forme de commande commune pour toutes les unités de distribution. Cette plate-forme commune, appelée plate-forme de commande des périphériques (PCP), contient les éléments matériel et logiciel de commande de base qui sont communs à toutes les unités de distribution. Seules les parties spécifiques au service sont différentes. Grâce à ce concept, il est plus facile d'ajouter de nouvelles unités de distribution et de nouveaux types de services. Il suffira d'installer les nouvelles parties spécifiques au service car la plate-forme de base peut être réutilisée. De même, la mise à niveau de parties communes doit être réalisée une seule fois pour le système tout entier. De cette façon, les cycles de développement sont écourtés et la stabilité du système s'en trouve améliorée. Une telle plate-forme de commande commune offre, en mode générique, des fonctions intelligentes du réseau d'accès pour toutes les unités de distribution différentes: administration, traitement de la base de données, maintenance du système, aide pour le traitement de l'appel, traitement d'erreur, traitement de messages, traitement du retour à la normale, essais de routine.
- 3) Une plate-forme de commande pour l'unité de commande provenant d'une plate-forme de commande de commutation centrale. Toutes les fonctions complexes disponibles pour la plate-forme de commutation le sont donc aussi pour l'unité d'accès. On se contente de faire un modèle à échelle réduite du matériel car ses exigences de qualité de fonctionnement sont moins strictes.

Le nouveau concept de l'unité d'accès permet d'offrir les services et les moyens du réseau de gestion des télécommunications (RGT) sous la forme de modules, indépendants des supports de distribution. Autrement dit, ce concept offre la possibilité de modifier les supports de distribution sans changer l'équipement ni le

système d'exploitation du RGT. De plus, une extension simple est possible avec l'adjonction de nouveaux services ou de nouveaux utilisateurs des services existants. Il s'agit là d'avantages considérables compte tenu de l'environnement en évolution et des difficultés qu'il y a d'obtenir des prévisions exactes sur les besoins futurs du service.

Si l'on estime que les besoins futurs en matière de capacité de transmission peuvent atteindre 1 Gbit/s, pour une zone d'accès couvrant un peu plus de 2 000 foyers, ce réseau doit être desservi par une seule unité d'accès. Etant donné qu'il existe des modèles d'accès différents, l'unité d'accès doit convenir aussi bien à des applications à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Sachant qu'un modèle donné se définit à la fois par son support de distribution, par la technologie appliquée et par le type de service, une sous-unité de distribution distincte ($DU_{i=1, 2, \dots, 6}$) est prévue dans chaque unité d'accès pour chacun d'eux. Il convient de souligner que seule la sous-unité fonctionnelle dépendant du modèle appliqué est l'unité DU. Les autres unités fonctionnelles présentes dans l'unité d'accès sont générales et communes à tous les modèles. Les nouveaux services constituent un élément moteur essentiel de l'évolution du réseau de télécommunication existant vers la création de la GII, sous la forme du réseau d'accès. Pour cette raison, il faut définir et élaborer d'autres modèles car il est évident qu'aucune solution à elle seule ne permet de répondre aux différents besoins. A la suite d'une recherche analytique, six modèles de réseau d'accès ont été définis, en fonction de la technologie de transmission utilisée, l'objectif étant essentiellement de fournir des services multimédias dans les pays en développement.

MODÈLE 1: *Fourniture de services avec l'infrastructure existante*

Dans les réseaux existants dont l'infrastructure repose sur l'utilisation de câbles métalliques, les abonnés des services téléphoniques, des lignes louées et des services RNIS-BE sont connectés à l'unité d'accès par le biais de l'unité DU1.

Les caractéristiques de l'unité DU1 doivent:

- être fondées sur les Recommandations G.702 et G.703 et sur les séries de Recommandations G.730, G.740 et G.750 pour les systèmes de transmission PDH;
- répondre aux dispositions de la Recommandation I.430 (débit binaire de transmission de 192 kbit/s, code en ligne 2B1Q), pour l'accès de base et des Recommandations I.431 et G.730 (débit binaire de transmission de 2 048 Mbit/s, code en ligne HDB3) pour l'accès primaire dans le RNIS.

MODÈLE 2: *Utilisation de la technologie ADSL/VDSL (ligne d'abonné numérique asymétrique/ligne d'abonné numérique à très haut débit) pour offrir une largeur de bande vidéo sur des paires de fils de cuivre*

Si l'on veut augmenter la largeur de bande et la capacité, compte tenu de l'infrastructure existante, il est possible d'utiliser la technologie ADSL/VDSL par le biais de l'unité DU2.

La technologie ADSL permet la distribution de services à vitesse élevée sur le réseau existant à paires de fils de cuivre torsadées sans recourir à des régénérateurs. Dans l'unité DU2, on utilise alors les nouvelles techniques de modulation (DMT – Code à multitonnalité discrète, MAQ – Modulation d'amplitude en quadrature, CAP – Modulation d'amplitude sans porteuse) ainsi que les techniques de code en ligne (AMI, 2B1Q, HDB3) pour assurer une transmission asymétrique entre 1,5 Mbit/s (distance maximale de 5,5 km pour un conducteur de 0,5 mm de diamètre) et 6 Mbit/s (distance maximale de 3,6 km pour un conducteur de 0,5 mm de diamètre) dans le sens descendant et dans le canal de commande montant de 16 à 640 kbit/s [6]. La technologie ADSL sera appliquée essentiellement aux services VoD distributifs et interactifs (permet de visualiser simultanément deux canaux vidéo différents avec compression MPEG1 ou un canal vidéo de qualité NTSC avec la prochaine norme MPEG2). Si on utilise la technologie VDSL, il faut que l'unité DU2 puisse offrir des services ayant une largeur de bande supérieure, jusqu'à 50 Mbit/s (sens descendant) sur de courtes distances (en général, quelques centaines de mètres).

MODÈLE 3: Fourniture de services sur des réseaux de câbles en fibres utilisant le RNIS-LB

Lorsqu'il n'existe aucune infrastructure fondée sur l'utilisation de câbles à fils de cuivre ou lorsqu'il est justifié sur le plan économique d'investir dans de nouvelles infrastructures, il faut employer des câbles à fibres optiques comme supports de distribution. Cela permet d'appliquer la technologie FITL (réseaux passifs optiques, PON, ou structures actives en étoile). Dans ce cas, pour fournir des services vocaux/de données/vidéo, on utilise les principes du RNIS-LB et la sous-unité DU3 s'avère indiquée en l'occurrence.

Si l'on fait appel à la technologie FITL, en vue de fournir des services téléphoniques ordinaires ainsi que ceux du RNIS, les réseaux PON constituent alors la solution de choix pour répondre aux besoins du réseau d'accès local. Dans ce cas, l'unité DU3 doit pouvoir accepter un débit de $16 \times 2,048$ Mbit/s (480 canaux d'accès à 64 kbit/s au maximum), conformément aux Recommandations G.703, G.704, G.732 et prendre en charge un système de transport d'octets fonctionnant à 20 Mbit/s, sur deux fibres optiques monomodes (longueur d'onde d'exploitation comprise entre 1260 et 1360 nm; spécifications de la fibre: Recommandation UIT-T G.652). Pour les émetteurs optiques, on utilise, pour des raisons économiques, des lasers Fabry-Perot (sensibilité de -7 dBm) et pour le récepteur optique, des diodes PIN (sensibilité de -40 dBm pour un TEB de 10^{-9} , dynamique de 27 dB). La distance maximale du CPE télécommandé est de 20 km.

MODÈLE 4: Scénario d'accès hybride fibre optique/câble coaxial

Si l'infrastructure de télécommunication repose sur les câbles à fibres optiques, la distribution des services vidéo et multimédias interactifs est assurée par l'unité DU4. Les configurations HFC (configuration hybride fibre optique/câble coaxial) et FTTC (fibre au point de concentration), FTTH (fibre jusqu'au domicile) par l'intermédiaire des réseaux PON-BPON à large bande, sont acceptables respectivement pour les opérateurs de télévision par câble et pour les exploitants de centraux urbains. Pour la fourniture des services à large bande il faut que le réseau d'accès permette une communication asymétrique bidirectionnelle de type interactif. Pour la solution HFC, qui sera la plus largement utilisée dans les tout prochains réseaux d'accès modernes, l'unité DU4 comprend un ensemble de dispositifs pour la transmission bidirectionnelle (un émetteur optique, un laser à réaction répartie pour le trajet descendant 47-860 MHz et un récepteur optique, une diode PIN, pour chaque trajet montant 5-30 MHz). Les valeurs types de l'unité DU4 sont indiquées dans le Tableau 4.2.

Tableau 4.2 – Fonctions de l'unité de distribution pour la solution HFC

Trajet descendant		
Bande de fréquences	MHz	47-862
Amplification	dB	15-34
Impédance	Ω	75
Affaiblissement d'adaptation	dB	>20
Régulation de l'amplification	dB	0-20
Bande d'égalisation	dB	0-10
Ecart entre les sorties	dB	>20
Niveau de sortie RF (60 dB)	dB μ V	95-121
• FTTB	dB μ V	63-82
• FTTC	dB μ V	110
Facteur signal/bruit (max)	dB	8
Courant débité	A	5
Alimentation en énergie	V	25-60 (distant) 220 (local)
Trajet montant		
Bande de fréquences	MHz	5-40 (30)
Impédance	Ω	75

MODÈLE 5: Utilisation des moyens radioélectriques dans la boucle locale (RITL)

La technologie RITL devient de plus en plus importante pour les services téléphoniques. Les communications hertziennes permettent des temps d'installation très courts par rapport aux connexions filaires. La mobilité locale est un autre élément important pour le client et cette technologie convient aussi pour les zones rurales à faible densité, où l'accès hertzien est plus rentable que l'accès filaire. L'accès RITL se fait par l'intermédiaire de l'unité DU5. Les caractéristiques de cette unité dépendent de la mobilité et de la densité de la clientèle, dans certaines régions, de l'utilisation de la bande RF (sous réserve de l'application de certains règlements régionaux), de la capacité de canaux pour le transport, de la méthode d'accès des clients, du type de service offert au client, etc. (pour plus de détails, voir le paragraphe 4.2).

MODÈLE 6: Accès par le biais des satellites

Si l'on a recours aux satellites pour distribuer les services à un plus grand nombre de clients, il faut utiliser l'unité DU6. La technologie numérique permettra à l'avenir de fournir des services vocaux, de données et vidéo par le biais des satellites. L'application de la transmission numérique et de la bande Ku permet d'utiliser des antennes de petit diamètre et d'éliminer les distorsions et les défaillances (brouillage, réflexion), que l'on rencontre en général dans la transmission analogique. Pour ces raisons, l'unité DU6 doit offrir les fonctions suivantes: traitement numérique, compression, multiplexage, codage et modulation MDP quadrivalente (ou à quatre états) ou modulation MAQ (on trouvera des détails supplémentaires au paragraphe 2.4 du Chapitre 2, Fascicule 1).

L'unité IU est la sous-unité commune à tous les modèles précités. Elle doit offrir tous les réglages nécessaires pour connecter l'unité d'accès au réseau de transmission et intégrer la totalité de la gamme d'équipements, qu'il s'agisse du mode PDH, SDH ou ATM.

Les progrès de la technologie et l'évolution des réseaux spécialisés existants vers un réseau à intégration des services influent sur la modernisation des systèmes de commutation (en ce qui concerne leur élaboration et les performances nécessaires pour aboutir à des prix plus modiques). L'unité SU doit servir aux applications des systèmes de commutation existants ou futurs dans un réseau d'accès, cela en vue de simplifier la conception, la construction et, en particulier, l'exploitation. Cette unité est divisée en deux parties: la partie à bande étroite qui offre un débit binaire de $n \times 64$ kbit/s et la partie ATM conçue pour permettre la commutation des canaux à n'importe quel débit. La principale utilisation de l'ATM concerne les applications multimédias interactives.

L'unité CU a pour fonction de rassembler, de transmettre et de traiter les données du réseau d'accès qui serviront de base à la gestion du réseau d'accès concernant l'utilisation optimale des éléments du réseau. Principales fonctions de gestion de l'unité CU:

- La gestion des dérangements est l'ensemble des fonctions qui permettent de détecter, localiser, isoler et corriger un fonctionnement anormal du réseau d'accès et de son environnement. Des moyens sont mis à disposition pour tester l'équipement au moment de remédier à la défaillance.
- La gestion de la qualité de fonctionnement s'appuie sur des fonctions qui évaluent et décrivent le comportement de l'équipement de télécommunication ainsi que l'efficacité du réseau d'accès ou de l'élément de ce réseau. A cet égard, l'élément clé est la mesure de la qualité de fonctionnement car il est important pour une gestion efficace du réseau d'accès, de disposer de renseignements sur le mauvais fonctionnement de l'équipement dans les éléments du réseau d'accès afin de pouvoir prendre des mesures préventives. La gestion de la qualité de fonctionnement vise à recueillir des données de surveillance et de correction des éléments du réseau d'accès. Ces données servent à évaluer la qualité de service du réseau d'accès et les critères d'alarme des éléments du réseau.
- La gestion de la configuration englobe toutes les fonctions nécessaires à la mise en service des éléments du réseau d'accès, sans installation, ou contrôle de l'état de l'élément du réseau (en service, hors service, en réserve), au blocage de l'équipement défectueux et aux essais de l'équipement nouvellement installé.

Le RGT contrôle l'infrastructure complète de toute la zone d'accès. Il a pour principale fonction de contrôler et de surveiller de manière concertée les différents services, indépendamment des supports de distribution utilisés. Des unités de commande sont installées dans chaque partie fonctionnelle du réseau. Une unité CU présente dans une unité d'accès est connectée au RGT par l'intermédiaire de l'interface Q3 avec le protocole associé.

L'interface physique en un point de référence RP1 (entre l'équipement interne de l'équipement local client et le réseau d'accès) doit assurer la connexion de l'équipement terminal pour la télévision par câble, le RNIS-LB (ATM), le RNIS-BE et le RTPC. Les terminaisons $NT_1 = 1, 2, \dots, 6$ du réseau d'accès offrent des fonctions d'accès différentes tributaires du support de distribution utilisé mais doivent rester indépendantes du service. Au point de référence RP2 (type d'interface physique) se trouve l'interface V5.x (pour les services réalisés à l'aide de la structure SDH en anneau). Au début, l'interface V5.1 jouera un rôle important. Par la suite, on utilisera l'interface V5.2 qui permet une concentration statistique dans le réseau d'accès et une réduction de la capacité de transport nécessaire pour le réseau de transmission.

4.1.3 Scénarios de mise en œuvre: solution proposée

De nombreux scénarios différents peuvent être appliqués à la mise en place de l'architecture du réseau d'accès qui couvre aussi bien les zones urbaines à forte densité que les banlieues et les communautés rurales. Ces scénarios dépendent des politiques de développement qui ont été approuvées, à savoir:

- *Nouvel opérateur*: dans ce scénario, il s'agit essentiellement de fournir des services aussi rapidement et aussi efficacement que possible. Ce scénario revêt une importance toute particulière dans les pays développés.
- *Augmentation de la capacité*: de nouvelles demandes pour des services peuvent surgir dans les réseaux développés. Toutefois, ce scénario concerne en général les zones mal desservies, qu'elles soient de type urbain ou rural, dans les parties encore non développées du monde.
- *Zone rurale*: dans ces zones, 90% des abonnés se trouvent en principe à quelques kilomètres du central. Les 10% restants sont groupés dans de petits villages et il arrive aussi de trouver un seul abonné à 25 km du central local.

Par conséquent, il est extrêmement important de définir les critères à utiliser pour évaluer le moment exact où il convient de lancer des projets de mise en œuvre d'un scénario précis de réseau d'accès en tenant compte:

- du niveau de la technologie des communications dans le pays;
- du coût de service acceptable pour le client.

Le nombre de lignes téléphoniques principales, de postes de télévision, d'ordinateurs personnels et d'abonnés à la télévision par câble indique le niveau de la technologie des communications dans un pays donné (pour 100 habitants). Après avoir analysé et comparé les données disponibles pour les pays développés et pour les pays en développement, on a estimé que lorsque la densité téléphonique était de 40 et la densité de PC de 14, au minimum, le moment était venu de mettre en œuvre des services multimédias. Pour les services vidéo à la demande, il faut disposer d'une densité de 30 récepteurs de télévision, alors que dans le même temps la densité d'abonnés à la télévision par câble doit être supérieure à 10 pour justifier cette mise en œuvre.

Il est difficile de déterminer les montants que les clients devront verser au principal opérateur de réseau pour les nouveaux services à large bande. Toutefois, à titre indicatif, on peut prendre comme point de départ la redevance téléphonique mensuelle dont doit s'acquitter un abonné résidentiel d'un pays donné. En 1995, dans les pays à revenus élevés, cette redevance était comprise entre 8 et 22 USD, dans les pays à revenus intermédiaires, entre 0,4 et 13 USD et dans les pays à faible revenu, entre 0,5 et 5 USD.

Comme les services multimédias et vidéo à la demande sont très appréciés par les clients qui sont prêts à en payer le coût, leur coût ne devrait pas être supérieur au double ou au triple de celui du service téléphonique.

De plus, pour prendre une décision appropriée, il faut pouvoir évaluer le coût de chaque solution technologique. Ainsi, en ce qui concerne l'emploi de la paire à fils de cuivre dans les pays développés, le coût du réseau d'accès, dans les zones rurales, est compris entre 1 200 et 1 400 USD par abonné (creusement, matériel, raccordements, mise en service). Dans les villes, le réseau d'accès est toujours installé par les PTT et le coût moyen du réseau dans les zones urbaines oscille entre 500 et 600 USD par abonné (ce coût tient également compte du coût des conduits).

Le coût des nouvelles technologies diminue chaque année à mesure que la production augmente. On trouvera ci-après une estimation approximative des coûts (prix pour 1995) pour les configurations PON FTTC et PON FTTB et pour la technologie RITL, technologies les plus intéressantes pour les abonnés résidentiels (voir le paragraphe 4.2 du présent chapitre). Le coût concerne la fourniture du service téléphonique ordinaire (pénétration de 90%) et du RNIS (pénétration de 10%).

FTTC (Unité ONU = équivalent 32 lignes téléphoniques):	600 (zone urbaine) – 1 200 USD (zone rurale)
FTTB (Unité ONU = équivalent 32 lignes téléphoniques):	500 USD (zone urbaine)
RITL (DECT):	400 (zone suburbaine) – 500 USD (zone rurale)

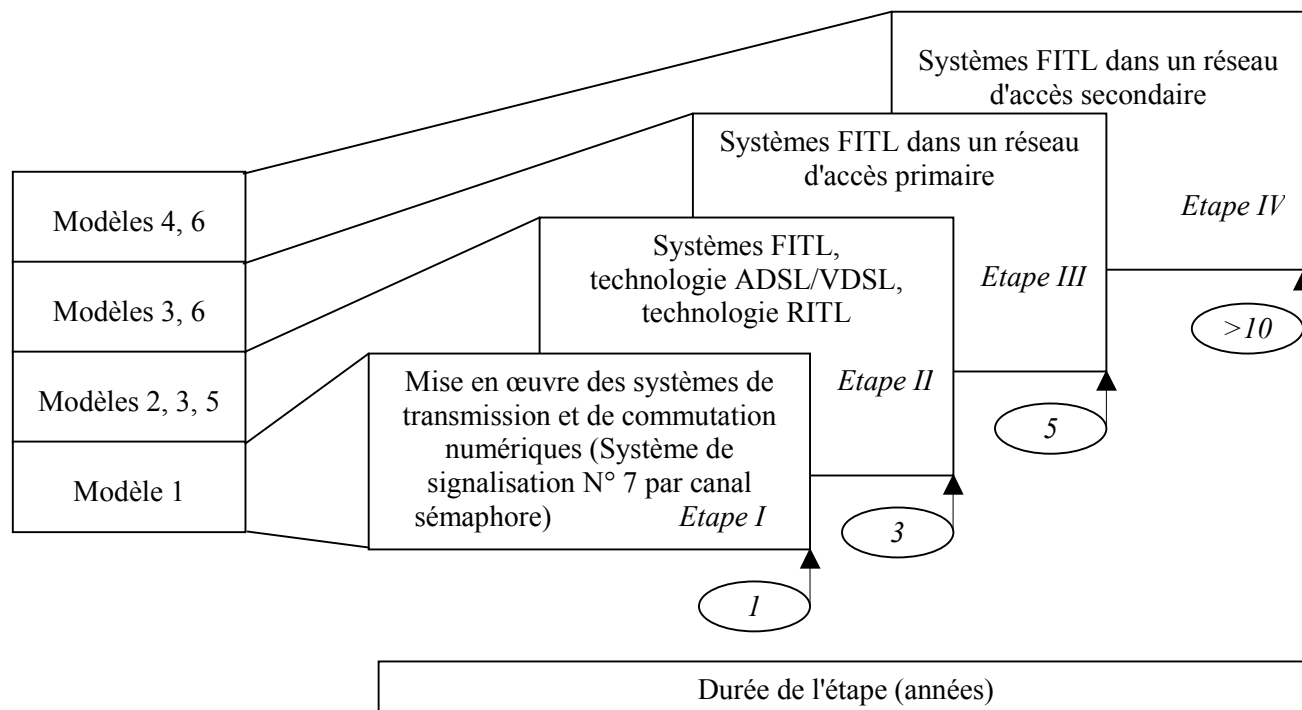
Pour des raisons d'ordre économique et technique, la mise en œuvre de l'architecture cible du réseau d'accès doit s'effectuer par étapes. Après avoir analysé les aspects ci-après de la situation existant:

- dans le réseau infrastructurel;
- dans le réseau d'accès;
- au niveau de l'équipement local client;
- dans les pays voisins;
- au sujet des services actuels et des ressources humaines disponibles pour l'application des nouvelles technologies à utiliser,

un scénario de mise en œuvre possible peut être suggéré pour les pays en développement (voir la Figure 4.3).

Dans la première étape, on suppose que la mise en œuvre des systèmes de transmission et de commutation numériques (Système de signalisation N° 7 par canal sémaphore) est achevée, ce qui signifie que les deux principales conditions préalables à la réalisation du RNIS-BE ont été remplies. La distribution des services dans l'infrastructure existante, à l'aide du Modèle 1, est désormais possible et son application particulière s'opère en un temps relativement court puisque la durée prévue pour cette étape est d'une année. Dans la seconde étape, même lorsque l'infrastructure existante utilise des câbles métalliques et des modems, on peut envisager une transition vers les systèmes FITL. La mise en œuvre de ces systèmes permet d'offrir des débits binaires élevés mais aussi de concevoir différemment les réseaux de transmission. Si l'on a recours à des systèmes de transmission SDH, le transport par l'intermédiaire du réseau de transmission peut être organisé en trois couches – aux niveaux national, régional et local, ce qui diminue fortement le nombre de niveaux de commutation. Au niveau national, les réseaux PON ne se prêtent qu'à une utilisation limitée (là où la densité de population est élevée), alors que l'utilisation de systèmes FITL actifs est recommandée pour les solutions futures, en raison de l'évolution des services vers le RNIS-BE. Puisque cette étape se caractérise par l'installation de câbles à fibres optiques dans le réseau national, en plus du Modèle 3 qui est réservé à la distribution des services sur les 500 derniers mètres jusqu'aux abonnés, il convient d'utiliser aussi le Modèle 2 – technologie ADSL/VDSL. Il se peut par ailleurs que des abonnés souhaitent qu'il soit répondu rapidement à leurs besoins concernant la distribution des services et qu'ils soient prêts à en payer le prix: dans ce cas, il faut utiliser le Modèle 5 de technologie RITL. Il ressort de la pratique des pays développés qu'il faut recourir à des projets expérimentaux qui permettent tant aux opérateurs qu'aux abonnés d'acquérir l'expérience nécessaire dans l'optique de la restructuration du secteur national des équipements de télécommunication. Par conséquent, une période de trois ans est envisagée pour la deuxième étape.

figure 4.3 – Réseau d'accès: Scénario de mise en œuvre de la structure cible



Par analogie avec l'infrastructure des télécommunications qui utilise soit des câbles métalliques soit des câbles optiques, on définit en général deux niveaux pour le réseau d'accès: le réseau d'accès primaire (partie entre le central local et le point de distribution) et le réseau d'accès secondaire (partie entre le point de distribution et l'équipement local client).

Au cours de la troisième étape il est envisagé de mettre en œuvre les systèmes FITL dans le réseau d'accès primaire. Les résultats obtenus avec les réseaux expérimentaux dans le monde entier montrent que dans les zones à forte densité de population (100 000 abonnés et service vidéo commuté), il est possible d'aboutir à un coût de 1 437 USD par abonné dans une architecture active de réseau séparateur de faisceaux à configuration en étoile double (selon les données fournies par l'UIT, l'investissement par ligne téléphonique principale est estimé à 1 500 USD) [13, 14]. On peut supposer que cette tâche complexe peut être achevée en l'espace de cinq ans. Dès l'achèvement de cette étape, il serait possible d'installer des câbles à fibres optiques dans le réseau d'accès secondaire (FTTH). Autrement dit, on peut utiliser le Modèle 4 pour la distribution des services dans le réseau d'accès sur tout le territoire du pays. Quant au développement parallèle des systèmes FITL, de gros investissements sont faits actuellement dans le domaine des télécommunications par satellite. De ce fait, il est difficile de prévoir aujourd'hui mais non inconcevable d'envisager que des services utilisant des satellites (Modèle 6) puissent être disponibles de manière rentable au cours de l'application éventuelle du scénario proposé. La mise en œuvre du Modèle 6 permet d'atteindre l'objectif stratégique de la GII pendant le délai le plus bref possible.

4.1.4 Normes de l'UIT-T

Les Recommandations UIT-T ci-après sont importantes dans l'étude des réseaux d'accès:

- Recommandation G.902, *Recommandation de base sur les réseaux d'accès fonctionnels*, Genève, janvier 1997.
- Recommandation I.375.1, *Capacités réseau pour la prise en charge des services multimédias: aspects généraux*, Genève, juin 1998.
- Recommandation I.375.2, *Capacités réseau pour la prise en charge des services multimédias: exemple de classe de service d'extraction multimédia – Service de vidéo à la demande sur un réseau en mode ATM*, Genève, juin 1998.
- Projet de Recommandation I.375.3, *Capacités réseau pour la prise en charge de services multimédias: exemple de classe de service de distribution multimédia – Diffusion numérique commutée*.

Références

- [1] UIT: Commission d'études 13, *Rapport 76*, COM 13-R 76, Genève, octobre 1996.
- [2] UIT: Commission d'études 13, *Rapport 1*, COM 13-R 1, Genève, avril 1997.
- [3] UIT: Commission d'études 13, *Rapport 9*, COM 13-R 9, Genève, mars 1997.
- [4] Maher A.: *Spending time-to revenue*, Telecom Report, Vol. 20, 3rd Quarter 3.97.
- [5] Olsen B. et autres: *PNO and CATV Operator Broadband Upgrade Technology Alternatives: A Techno-Economic Analysis*, Optical Fibre Communication Conference, OFC 96, San Jose, février 1996.
- [6] Jankovic M., Petrovic Z.: *Access Network Target Architecture*, Proc. of 4th IEEE International Conference in Multimedia Computing and Systems (ICMCS97), Ottawa, juin 1997.
- [7] Auer E., Helmstädt D., Hoogendoorth C., Ohlendorf G., Schmidt L.: *A Generic Service Access Network Platform*, Proc. of XV International Switching Symposium, Vol.1, Berlin, 1995.
- [8] Reinhard F., Scholz M.: *Interactive Video-services Success Factors and Network Solutions*, Proc. of XV International Switching Symposium, Vol.2, Berlin, avril 1995.
- [9] Kwok T.: *A Vision for Residential Broadband Services: ATM-to-the-Home*, IEEE Network, septembre/octobre 1995.
- [10] UIT: Commission d'études 13, *Rapport 8*, COM 13-R 8, Genève, mars 1997.
- [11] Bakmaz M., Petrovic Z.: *Access Network Architectures Comparison and Development Scenarios*, Proceeding of XIV Scientific/Professional Symposium on Novel Postal and Telecommunication Technologies, (en serbe), Belgrade, décembre 1996.
- [12] Lee M.S.: *Digital Optical CATV Network: An Integrated Service Network for CATV, POTS and N-ISDN*, Technology Summit, Vol. 2., Telecom 95, Genève, 1995.
- [13] UIT: *Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde*, Infrastructures de l'information, Indicateurs des télécommunications mondiales, Genève, 1996, 1997.
- [14] EURESCOM: *Project P614 Implementation Strategies for Advanced Access Networks*, Heidelberg, avril 1998.
- [15] Jankovic M., Petrovic Z.: *Scenarios for Building Global Information Infrastructure in Developing Countries*, Proc. of International Conference on Telecommunication (ICT98), Grèce, juin 1998.

4.2 Accès hertzien

4.2.1 Introduction

Au cours des quelques dernières années, l'accès hertzien aux réseaux de télécommunication a connu une véritable révolution qui s'explique pour une part non négligeable par les progrès rapides de la technologie des radiocommunications depuis l'introduction commerciale de la technologie cellulaire mobile dans les années 80.

Bien que ces réseaux s'inscrivent dans le cours normal de l'évolution de la technologie, pour les besoins du présent paragraphe, une distinction est établie entre les *télécommunications mobiles* et l'*accès hertzien*. Dans ce contexte, l'accès hertzien est défini en tant qu'utilisation des moyens de radiocommunication pour connecter à des réseaux de plusieurs types les utilisateurs situés essentiellement dans des emplacements fixes. Nous excluons de cette définition le vaste domaine des télécommunications mobiles qui permet aux utilisateurs finals de se déplacer à une vitesse vertigineuse sur des distances considérables. Ces systèmes comportent en général des fonctions de commutation, contrairement aux systèmes avec accès seulement. Nous avons aussi exclu de la présente analyse les systèmes de transmission polyvalents qui *peuvent* être utilisés pour l'accès sans toutefois être exclusivement conçus à cet effet.

D'après la plupart des sources disponibles, les télécommunications hertziennes fixes devraient connaître un essor explosif. En 1998, les ventes du secteur s'élevaient à 103 millions de dollars EU et pourraient atteindre la barre des 8 milliards de dollars EU en 2007, selon Pioneer Consulting [*New York Times*, 14 juin 1999].

Les systèmes d'accès hertzien fixe peuvent coexister sans problème avec les systèmes mobiles dans une région donnée à condition que les besoins de spectre de ces deux types de système soient satisfaits. En effet, certains commutateurs numériques modernes (mais pas tous) ont désormais la capacité d'opérer simultanément comme centre de commutation mobile (MSC) d'un système mobile cellulaire et comme central local d'un système filaire et/ou hertzien fixe. Dans certaines configurations disponibles actuellement, un MSC peut assurer des connexions aux stations de base mobiles, tout en prenant simultanément en charge des connexions V5.2 à destination des systèmes de boucle locale hertzienne (WLL). Compte tenu de la déréglementation accrue, les organes de réglementation peuvent autoriser à la fois l'offre de services fixes et de services mobiles, ce qui peut s'avérer intéressant pour les opérateurs. Cette offre combinée présente en effet un intérêt tout particulier du fait que les deux types de système peuvent être mis en œuvre simultanément sur le même commutateur et qu'ils peuvent tous les deux être de type hertzien. Selon certains analystes, la convergence de l'offre de services fixes et mobiles devrait être une tendance majeure au cours des toutes prochaines années.

Aujourd'hui, la plupart des systèmes d'accès hertzien permettent aux utilisateurs d'accéder à un commutateur de circuits mais l'on assiste actuellement à l'émergence de produits qui permettent aux utilisateurs d'accéder directement à des commutateurs de paquets à différents débits binaires.

Par comparaison avec n'importe quelle autre technologie filaire, qui nécessite la mise en place de conduits ou de pylônes, la technologie des radiocommunications est, sans aucun doute, beaucoup plus facile et moins coûteuse à installer. En plus de ces avantages essentiels qu'elle présente pour l'opérateur, on peut en citer d'autres, tout aussi importants.

Autres avantages:

- le rôle de concentration des stations de base qui explique qu'il faille moins d'infrastructures, pour un même nombre d'abonnés;
- la souplesse inhérente de la technologie des radiocommunications qui permet d'adapter automatiquement la ressource (nombre de circuits radioélectriques) à la demande de trafic;
- l'intérêt, pour l'opérateur, de ne pas prévoir dès le début qui seront ses futurs clients (abonnés résidentiels ou commerciaux) et où ils seront installés et, par conséquent, de ne pas être obligé de mettre en place une infrastructure supplémentaire inutile (câbles, conduits, pylônes, ..., etc.) qui pourrait ne jamais être utilisée;

- la possibilité pour l'opérateur de proposer une connexion immédiate avec n'importe quel abonné potentiel situé à l'intérieur de la couverture de la station de base radioélectrique;
- dans certains cas, la possibilité pour l'utilisateur final d'acheter et d'installer lui-même son propre équipement radioélectrique terminal;
- la possibilité pour l'utilisateur final de se connecter aux mêmes terminaux d'abonné (appareil téléphonique, télécopieur, répondeur, modem, etc.) que sur le réseau filaire et d'utiliser ces équipements.

En ce qui concerne ces deux derniers points, il convient de noter que la qualité de service et la qualité de fonctionnement sont des éléments déterminants pour le succès de l'opérateur hertzien. En tout état de cause, l'abonné ignore la technologie utilisée sur le réseau ou n'y attache même aucune importance. C'est en effet le cas lorsqu'il établit un appel d'un continent à l'autre. Peu lui importe si le service est assuré par satellite, si la communication est acheminée par câble sous-marin ou par toute autre technologie.

Il importe seulement à l'abonné que le service et la qualité de service soient les mêmes, voire meilleurs qu'avec le réseau local filaire.

4.2.2 Catégories fondamentales

Dans cette définition de l'accès hertzien, on notera l'émergence d'un certain nombre d'applications et de classes de produit différentes, qui dépendent en partie de la vitesse de transmission de données requise ou acceptable. Si l'on classait ces applications et produits appartenant à ce domaine extrêmement évolutif, on n'obtiendrait au mieux qu'une image instantanée d'un mouvement dynamique. Il existe en effet de nouveaux produits qui peuvent, sans aucun doute, relever de plusieurs catégories. Bon nombre de produits actuels d'accès à faible vitesse devraient devenir demain des produits à vitesse élevée.

Il existe assurément ou il existera bientôt des produits d'accès hertzien fixe qui n'entrent dans aucune de ces catégories. Toutefois, pour comprendre leur portée et leur potentiel, il est utile d'énumérer les catégories fondamentales actuelles de systèmes d'accès hertzien fixe du point de vue de l'utilisateur.

Les cinq catégories et applications de l'accès hertzien sont les suivantes:

- 1) **Boucle locale hertzienne (WLL – *Wireless Local Loop*)**. Utilisation de l'accès hertzien pour remplacer la boucle filaire finale entre un RTPC et des abonnés résidentiels ou d'affaires situés à quelques kilomètres d'un central téléphonique. En principe, ces systèmes hertziens assurent actuellement les communications vocales et les communications de données à vitesse faible ou moyenne dans la bande des fréquences vocales mais devraient à l'avenir offrir des débits binaires nettement supérieurs. Ils fonctionnent en général dans la bande des 1,9 GHz et 3,4 GHz, bien que certains systèmes utilisent la bande des 800 MHz des services mobiles ainsi que d'autres bandes. La densité d'abonné ainsi que la couverture de ces systèmes varient dans des proportions considérables. Aujourd'hui, les systèmes WLL les plus perfectionnés peuvent répondre aux besoins de couverture, de trafic et de densité d'abonné des populations très urbanisées ainsi que de ceux des zones rurales.
- 2) **Accès hertzien sur grande distance**. Moyen de fournir un service téléphonique à des abonnés résidentiels ou d'affaires situés à des distances considérables (jusqu'à des centaines de kilomètres) par rapport au central local. Pour cette application, on parle souvent de système point à multipoint (PMP) car la technologie des radiocommunications permet de connecter un point unique (le central local) à de nombreux points (stations terminales multiples auxquelles les abonnés sont reliés). Pour cette application, les faisceaux hertziens radioélectriques fonctionnent souvent dans la gamme 500 MHz – 2,5 GHz. De plus, des systèmes à satellites assurant un accès hertzien fixe sont actuellement mis en œuvre. Ils le sont en général dans des zones très isolées où les systèmes filaires ou hertziens au sol ne peuvent être mis en œuvre d'une manière économique.
- 3) **Accès Internet à grande vitesse avec utilisation de la technologie de transmission de données par paquets**. Cette catégorie de produit sert à fournir aux utilisateurs finals un accès hertzien à très grande vitesse (environ 1 à 2 Mbit/s) aux réseaux de données, y compris les Intranet et l'Internet. Ces systèmes utilisent les bandes prévues à cet effet: 1,9 GHz et 3,4 GHz.

- 4) **Accès hertzien à large bande.** Concerne les courtes distances mais la transmission de données à très grande vitesse (dizaines de Mbit/s) pour les entreprises ou les institutions publiques. Ces systèmes fonctionnent généralement dans les bandes nouvelles attribuées de la gamme 10-42 GHz et peuvent assurer un accès à des distances pouvant atteindre jusqu'à 25 km environ.
- 5) **Accès hertzien au réseau local.** On utilise la technologie des radiocommunications pour remplacer les câbles des réseaux locaux privés ordinaires. Ces systèmes peuvent utiliser des bandes de fréquences non prévues, par exemple 2, 4 GHz. Ils sont destinés en général à une utilisation interne. Certains systèmes offrent des compléments radioélectriques à l'extérieur pour relier les bâtiments voisins.

Ces applications sont étudiées plus en détail dans les paragraphes qui suivent. L'accent est mis sur les deux premières applications de l'accès hertzien, qui sont les plus courantes et qui assurent désormais un service téléphonique à plusieurs millions d'abonnés dans le monde entier.

4.2.2.1 Boucle locale hertzienne

Le terme «boucle locale» désigne en général la totalité ou la partie finale des réseaux d'accès (primaires et secondaires), mais la définition de cette «boucle locale» dépend normalement de la structure du réseau et de l'origine culturelle.

Pour supprimer toute ambiguïté, nous utiliserons le terme «boucle locale» pour désigner les réseaux «d'accès + de distribution».

Le terme sous-réseau d'«accès» sert à décrire la partie du réseau qui se situe entre l'équipement local de l'abonné et le premier point de distribution géographique ou de concentration des circuits.

Le terme sous-réseau de «distribution» sert à décrire la partie du réseau qui se situe entre le premier point de distribution géographique ou de concentration des circuits et le central local.

Il se peut que le point de distribution ou de concentration n'existe pas si le sous-réseau d'«accès» est directement connecté au central local.

Jusqu'à présent, le point de référence entre le sous-réseau d'«accès» et le sous-réseau de «distribution» n'est pas fixe et varie selon l'architecture du réseau et la technologie de la boucle locale.

Cela signifie aussi que l'on peut utiliser des technologies différentes pour chacun des deux sous-réseaux. On peut donc envisager des combinaisons hybrides de réseaux filaires/hertziens ou hertziens/filaires. De nombreuses configurations sont possibles. Elles dépendront de la topographie, des performances, des services, des coûts, des contraintes réglementaires et environnementales, de la stratégie de l'opérateur, etc.

La Figure 4.4 illustre cette définition de la boucle locale.

Ce n'est que depuis ces trois dernières années que l'on assiste à la mise en œuvre généralisée de la boucle locale hertzienne cellulaire et à l'utilisation de la technologie des radiocommunications pour remplacer la boucle filaire finale reliant le central à l'équipement local d'abonné. Compte tenu des nombreux progrès réalisés dans le domaine de la technologie des radiocommunications et dans le processus de fabrication généralement associé au secteur des télécommunications cellulaires mobiles, la boucle locale hertzienne est devenue récemment une solution économique intéressante par rapport aux installations extérieures filaires traditionnelles. En effet, les installations extérieures occasionnent souvent les dépenses d'installation les plus grandes pour les opérateurs de réseaux téléphoniques. Comme on peut le voir sur les Figures 4.5 et 4.6, le choix d'un système WLL peut influencer sur plus de la moitié de leurs dépenses d'investissement ordinaires. L'avantage offert en termes de coût par rapport à la ligne fixe traditionnelle peut donc être déterminant pour les produits du fournisseur de services.

Figure 4.4 – Définition de la boucle locale

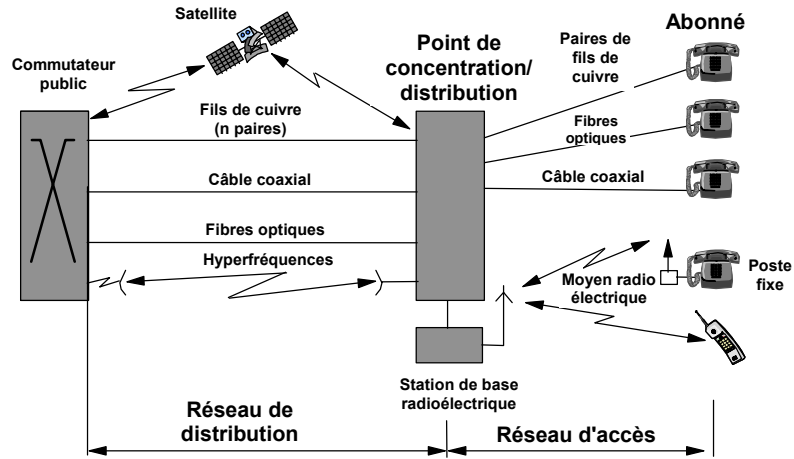
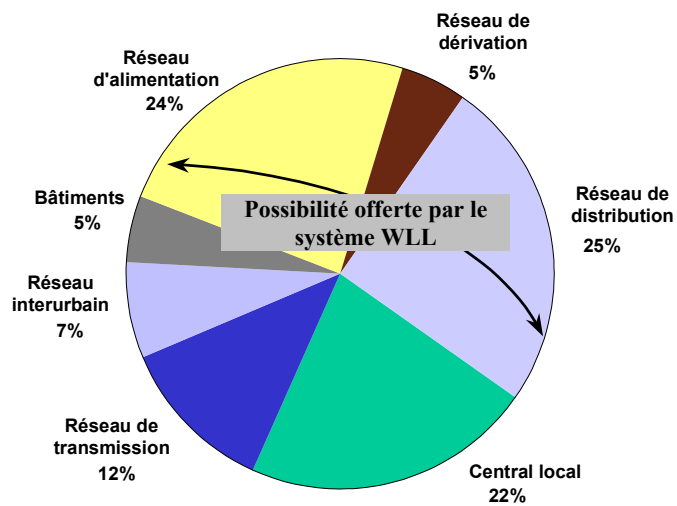
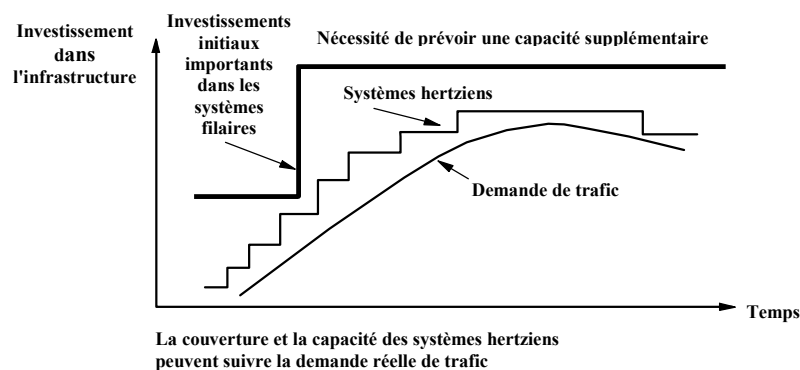


Figure 4.5 – Distribution moyenne de l'investissement dans un réseau de lignes fixes



Source: Etude réalisée par Lucent Technologies, 1996

Figure 4.6 – Courbe de l'investissement dans les systèmes hertziens



Bien que la technologie moderne WLL partage certains aspects de l'architecture commune des systèmes mobiles, la technologie cellulaire, la sectorisation, la réutilisation des fréquences, l'utilisation d'une faible puissance, etc., les meilleurs technologies et produits WLL ne possèdent pas, quant à eux, les défauts généralement associés à la téléphonie cellulaire mobile d'aujourd'hui.

Les réseaux cellulaires mobiles, de par leur nature même, doivent consacrer des ressources de traitement considérables pour localiser l'emplacement géographique des utilisateurs, face à la variation dynamique rapide de la dispersion de leur position. Cela n'est pas nécessaire avec les abonnés fixes car leur emplacement ne connaît pas de variation dynamique. De plus, comme l'orientation d'un abonné par rapport à une station de base de rattachement est fixe, les antennes WLL peuvent tirer parti de la directivité. Les meilleurs technologies et produits WLL peuvent donc offrir des densités d'abonné sensiblement plus élevées, une plus grande capacité de communication et une meilleure qualité de service que leurs homologues mobiles. Les systèmes cellulaires mobiles doivent généralement trouver un compromis au niveau de la qualité vocale en échantillonnant la voix à des débits de 8 ou 13 kbit/s. Les systèmes WLL spéciaux utilisent souvent des débits d'échantillonnage plus élevés, de 32 ou 64 kbit/s permettant d'obtenir une qualité vocale équivalant à celle des systèmes filaires.

Les systèmes WLL offrent une solution de rechange intéressante par rapport à l'accès filaire car ils peuvent en général être installés beaucoup plus rapidement et à un coût inférieur, tout en offrant un service équivalent, voire supérieur.

Pour remplacer véritablement les systèmes filaires sur le plan commercial, il faudra que les systèmes WLL veillent à assurer la *transparence*. En effet, ces systèmes présentent le plus d'intérêt lorsqu'ils se comportent comme des systèmes téléphoniques filaires de grande qualité, sauf que leur coût est sensiblement plus faible. Autrement dit, les procédures d'appel, la qualité vocale, l'accès aux services supplémentaires d'abonné ainsi que leur comportement et le temps d'établissement de l'appel correspondent étroitement aux caractéristiques équivalentes que l'on trouve dans les systèmes filaires de grande qualité.

Les meilleurs technologies et produits WLL disponibles aujourd'hui offrent un degré de transparence excellent, aussi bien pour le service téléphonique analogique que pour le service téléphonique numérique (RNIS). En réalité, le plus grand mérite d'un système WLL réside dans le fait qu'un utilisateur final type est incapable de détecter qu'un appel utilise une ligne WLL si l'antenne n'est pas visible.

Comme les systèmes WLL fonctionnent en application d'une technologie de radiocommunication publique conçue pour une exploitation à l'extérieur, pour réduire les brouillages, il faut impérativement que ces systèmes fonctionnent uniquement dans des bandes prévues à cet effet. Les fréquences exactes utilisées par ces systèmes WLL sont donc contrôlées par des organismes de réglementation aux niveaux national, régional et international. Les fournisseurs de services téléphoniques publics qui cherchent à exploiter de tels systèmes doivent en général demander que des fréquences leur soient attribuées là où ils souhaitent exploiter ces systèmes. Les fréquences communes utilisées par ces systèmes modernes se situent dans les bandes des 1,9 et 3,4 GHz.

Compte tenu des nombreuses technologies hertziennes différentes existant sur le marché mais aussi des différents niveaux de qualité de service et de transparence des systèmes, certains opérateurs hésitent à adopter les systèmes WLL. Toutefois, en raison de l'organisation inéluctable du secteur, il est probable que les systèmes WLL seront de plus en plus normalisés et deviendront des systèmes génériques, tout comme les systèmes filaires dont la technologie est désormais perçue comme telle. Les systèmes WLL qui ne sont que des systèmes cellulaires mobiles dont la fonction de mobilité est hors service sont désormais contraints d'améliorer leur transparence par rapport aux systèmes filaires. Les systèmes WLL spéciaux, qui disposent déjà d'une bonne transparence, sont désormais contraints de normaliser leurs opérations et leurs systèmes de gestion avec le reste du réseau et de procéder à l'harmonisation nécessaire. En outre, et cela est plus important encore, la demande formulée par les opérateurs de disposer de systèmes WLL pouvant accepter des débits binaires toujours plus élevés exige de la part des constructeurs qu'ils continuent de développer leurs systèmes. Il résulte de tous ces éléments qu'il y a de fortes chances pour que l'on assiste à la fois à une diminution des prix et à un développement des fonctions des systèmes WLL qui continueront d'être mis en œuvre dans les années à venir.

Figure 4.7 – Boucle locale hertzienne en République sudafricaine
(Un panneau solaire sert à alimenter l'équipement d'abonné)



En termes de marchés, les meilleurs résultats obtenus jusqu'ici par les constructeurs d'équipement WLL se situent au niveau de l'*application de télédensité*. Il s'agit d'utiliser le WLL pour augmenter rapidement et de manière économique le nombre de lignes téléphoniques dans un emplacement donné, en fournissant un

service téléphonique de base dans des zones où il n'existait pas ou n'était guère présent auparavant. Ainsi, la Figure 4.7 montre très concrètement comment le système WLL peut contribuer à «humaniser» le réseau de télécommunication dans le monde. Il n'est donc pas surprenant de constater que c'est dans les nations en développement d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine que sont installées le plus grand nombre de lignes hertziennes à ce jour.

S'il est vrai que la fourniture du service téléphonique de base dans les pays en développement a constitué leur principale réussite, les constructeurs d'équipement WLL sont obligés de continuer à moderniser leurs équipements pour offrir aux abonnés des services plus perfectionnés, correspondant à ceux qui sont mis à disposition par les toutes nouvelles technologies filaires. Dans la mesure où l'on assiste à la mise en œuvre de technologies telles que: modems V.90, xDSL et câblo-modems, les systèmes WLL sont contraints de rivaliser avec les capacités ainsi offertes. Seuls les systèmes faisant appel aux technologies radioélectriques numériques les plus modernes, DECT et autres technologies AMRT et AMRC, conserveront vraisemblablement une importante part du marché des systèmes WLL. En effet, même dans les zones les moins développées, tant urbaines que rurales, on assiste à l'émergence d'un besoin et d'une demande pour des services modernes de transmission de données tels que l'accès à l'Internet, à des débits binaires de plus en plus élevés.

Etant donné que les systèmes doivent accepter des débits binaires toujours plus élevés, tout donne à penser que la mise en œuvre des technologies par paquets sur les interfaces radioélectriques WLL sera de règle dans les prochaines années. Il est probable que ces systèmes, au lieu d'être connectés uniquement aux commutateurs de circuits traditionnels, soient également reliés directement à des routeurs IP. La technologie par paquets a pour caractéristique d'augmenter le partage des ressources radioélectriques, particulièrement utile dans le traitement des données en rafales, d'où l'intérêt d'appliquer cette technologie au WLL. Compte tenu de la réglementation accrue, les opérateurs, traditionnels ou nouveaux, peuvent vouloir offrir des services de téléphonie à commutation de circuits ainsi qu'à commutation par paquets pour des services comme l'accès à l'Internet.

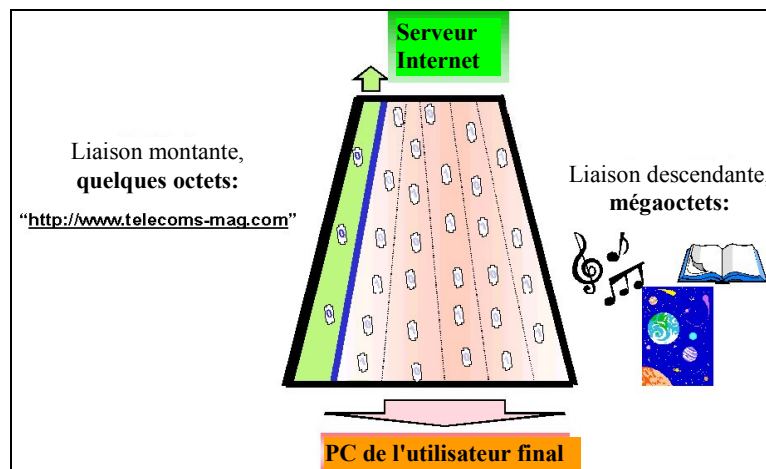
S'agissant des réseaux de télécommunication, de nombreux analystes prédisent, à long terme, le passage intégral des technologies de circuits aux technologies par paquets telles que IP et ATM pour tous les services, dont la téléphonie vocale. S'il est vrai que cette transition se fera probablement sur une longue période, il est évident que les systèmes WLL d'aujourd'hui sont déjà prêts à relever ce défi.

L'Internet étant responsable au premier chef de l'obligation d'offrir un accès à grande vitesse pour la transmission de données, il est intéressant de signaler le caractère asynchrone de la plupart des centraux de données Internet. Aujourd'hui, un utilisateur du web envoie en général un volume relativement faible de données sur la liaison montante (PC vers fournisseur de services Internet). Cette opération se fait en cliquant plusieurs fois sur la souris ou en introduisant une adresse web telle que <http://www.telecoms-mag.com>. La réponse fournie sur la liaison descendante (fournisseur de services Internet vers PC) à ce volume relativement faible de données prend souvent la forme d'une grande quantité de textes, de graphiques, de données audio ou vidéo, comme l'affichage d'une page web avec des graphiques complexes (Figure 4.8).

Ainsi, le flux d'informations dans l'accès de l'utilisateur à l'Internet est en général plutôt *asymétrique* par nature. Les technologies de radiocommunication qui peuvent s'adapter de manière dynamique à l'asymétrie présentent un net avantage par rapport aux technologies qui ne sont pas en mesure de le faire. En particulier, si l'on obtient des communications bidirectionnelles à l'aide du duplex à répartition dans le temps (TDD), il est beaucoup plus facile de s'adapter à une asymétrie *en temps réel* qu'avec le duplex à répartition en fréquence (FDD).

A terme, il est probable que les systèmes WLL continueront d'intégrer plusieurs nouvelles avancées technologiques comme celle de l'*antenne intelligente*, l'alternance dynamique de la forme de propagation électromagnétique, pour améliorer la qualité de fonctionnement de ces systèmes. Un certain nombre de méthodes ont été démontrées à cet effet. Pour les systèmes WLL, on obtiendra une plus grande capacité grâce à une réduction des brouillages et une utilisation plus efficace de la puissance rayonnée. A noter, une fois encore, que les produits et technologies de radiocommunication susceptibles d'intégrer ces techniques de pointe ont toutes les chances de l'emporter au niveau de la concurrence par rapport aux technologies qui ne sont pas en mesure de le faire.

Figure 4.8 – Flux asymétrique de données Internet



4.2.2.2 Accès hertzien fixe sur grande distance

Il existe une autre catégorie d'accès hertzien fixe qui permet de desservir les abonnés à partir d'un central téléphonique lorsque les abonnés sont situés à des distances beaucoup plus importantes que celles d'une boucle locale ordinaire. Les systèmes qui utilisent à cet effet les moyens hertziens existent depuis des décennies et sont en service aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement.

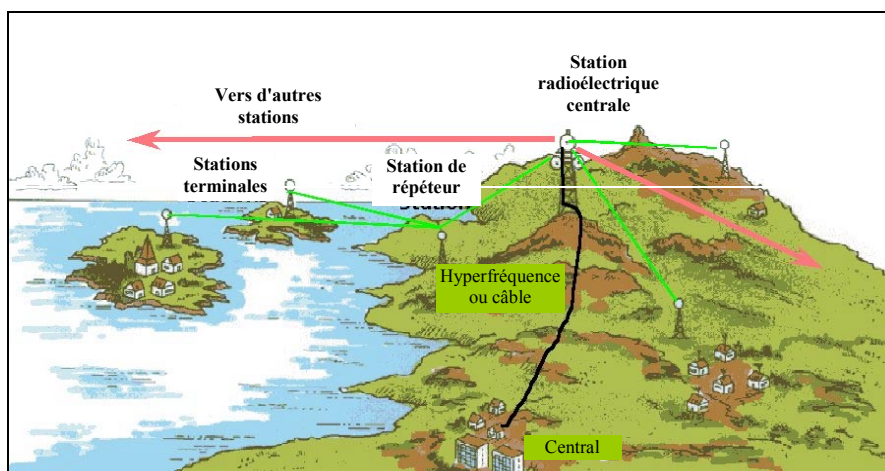
Au cours de la dernière décennie, une technologie très répandue a vu le jour: la technologie radioélectrique hyperfréquence d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) point à multipoint (PMP). Dans ces systèmes, une unité d'interface est située à proximité d'un central. A partir de cette station on peut établir des bonds radioélectriques hyperfréquence multiples pouvant atteindre 50 km, de technologie AMRT et utilisant en général la bande des 1,5 GHz ou 2,5 GHz, à destination de stations qui fournissent des points de connexion pour les postes téléphoniques filaires. Il existe aujourd'hui des systèmes offrant ce type d'accès à des abonnés au téléphone qui peuvent même être situés à des *centaines de kilomètres* de distance du central (Figure 4.9). Dans les systèmes les plus perfectionnés, il est même possible d'offrir un service RNIS à ces abonnés très éloignés. Plus récemment, certains systèmes ont ajouté des «extrémités» WLL, de sorte que la dernière connexion entre la station finale et l'équipement local de l'abonné peut également être dotée de moyens hertziens.

Le prix de ces systèmes varie considérablement car leurs configurations, densités d'abonné, zones de couverture et services peuvent varier dans de très grandes proportions. Ainsi, le prix peut osciller entre quelques centaines et quelques milliers de dollars par abonné. Pour desservir les zones rurales et isolées les opérateurs peuvent choisir la stratégie suivante: décider de mettre en place ces systèmes dès lors que le nombre d'abonnés dans une communauté donnée atteint un niveau qui justifie, sur le plan économique, l'installation d'un petit central ou d'un module éloigné d'un central distant. A ce moment-là, les extrémités WLL déjà en place peuvent continuer d'assurer un accès au nouveau central.

Dans cette catégorie d'accès hertzien fixe sur de très grandes distances, il existe aussi des systèmes qui utilisent des satellites pour assurer l'accès à un réseau. Les configurations varient énormément. On peut appliquer la technologie satellitaire des microstations (terminal à très petite ouverture) pour offrir des services vocaux et de données à des communautés distantes qu'il n'est pas possible de desservir de manière rentable par le câble ou par des moyens de radiocommunication hyperfréquence au sol. Lorsque le trafic

d'une telle communauté ne justifie pas la location d'un canal satellite permanent, on peut appliquer la technologie DAMA (accès multiple avec assignation en fonction de la demande) pour optimiser l'utilisation des satellites. De cette manière, les ressources du satellite ne sont attribuées que lorsqu'elles sont nécessaires. Il est alors rentable, sur le plan économique, de fournir un accès à un très petit nombre d'abonnés dans des zones très éloignées.

Figure 4.9 – Accès hertzien sur grande distance



4.2.2.3 Accès Internet à grande vitesse à l'aide de la technologie de transmission de données par paquets

Une troisième application intéressante de l'accès hertzien fixe se fait jour actuellement: il s'agit de l'accès Internet à grande vitesse utilisant la technologie de transmission de données par paquets. Certains systèmes WLL qui sont à l'heure actuelle utilisés essentiellement pour la voix et les données dans la bande vocale sont fondés sur des normes techniques prenant en charge des données par paquets à grande vitesse. Certains systèmes WLL actuels, fondés sur la technologie des circuits, devraient prochainement être en mesure d'assurer aussi la transmission de données par paquets. Or, il existe une catégorie nouvelle de produits conçus d'emblée pour la technologie hertzienne de transmission par paquets à très haute vitesse avec les protocoles IP et PPP. En pareils cas, l'accès Internet/Intranet et les réseaux privés virtuels entre des entreprises constituent des applications primaires. Les communications vocales ne seront pas nécessairement assurées.

Il se peut que ces systèmes d'accès soient utilisés par les sociétés d'exploitation qui cherchent à concurrencer l'accès Internet à grande vitesse offert par les câblopérateurs et les connexions de ligne d'abonné numérique (DSL). Les clients de ces produits sont les fournisseurs de services Internet, les fournisseurs de services de téléphonie hertzienne, les PTT et les fournisseurs d'accès concurrents. Les utilisateurs finals peuvent être des abonnés résidentiels ou d'affaires.

Ces systèmes, qui assurent un accès à grande vitesse pour la transmission de données dans les réseaux publics, peuvent également faire office de réseaux privés entre des entreprises disséminées sur le plan géographique.

4.2.2.4 Accès hertzien à large bande

4.2.2.4.1 Introduction

Aujourd'hui, l'accès hertzien à large bande se situe à l'avant-garde de la technologie d'accès hertzien fixe. Les systèmes de ce type ont des débits binaires très élevés, de l'ordre de dizaines de Mbit/s, destinés aux applications vocales et de données pour les abonnés d'affaires. La technologie monocellulaire en visibilité directe permet de relayer de grandes quantités de données entre les entreprises et les réseaux des opérateurs. On peut maintenant atteindre une distance allant jusqu'à 25 km en fonction du climat et du spectre radioélectrique. Cette technologie permet aux opérateurs d'éviter les longs temps d'attente et les grandes dépenses que nécessite la pose des câbles à fibres optiques pour connecter leurs réseaux aux bâtiments des entreprises dans les zones urbaines et suburbaines.

Les systèmes d'accès hertzien à large bande utilisent les bandes de fréquences supérieures du spectre radioélectrique disponible sur le plan commercial (10 à 42 GHz) les bandes étant légèrement différentes selon qu'elles ont été attribuées en Europe ou en Amérique du Nord. Cette application recouvre le système de distribution multipoint locale (LMDS), qui occupe une bande de fréquences particulière (28 GHz) de la catégorie globale de l'accès hertzien à large bande.

Cette technologie n'est pas encore largement répandue mais, selon une estimation récente du Strategis Group sur l'infrastructure, le marché portant uniquement sur le système LMDS aux Etats-Unis s'établirait à 8 milliards de dollars EU dans les dix prochaines années. Aux Etats-Unis, économie développée à tous les niveaux, seul un dixième des bâtiments de bureau est actuellement connecté par fibre optique, ce qui offre de grandes possibilités pour l'accès hertzien à large bande.

Parmi les applications possibles qui ne sont néanmoins pas exhaustives, il y a lieu de citer les suivantes: vidéo à la demande, vidéo interactif et accès Internet. Les acheteurs d'équipements d'accès hertzien à large bande seront probablement les PTT, les exploitants de centraux urbains (LEC), les fournisseurs de services interurbains (IXC), les fournisseurs de services Internet (ISP) et les nouveaux opérateurs de réseaux. Dans un premier temps, les utilisateurs finals pourraient être les petites et moyennes entreprises qui ne peuvent justifier le coût d'une fibre optique louée.

Un opérateur désireux de pénétrer sur le marché pourrait décider d'adopter la stratégie qui consiste à utiliser l'accès hertzien à large bande pour se constituer une première clientèle de ce type de système. La souplesse modulaire de l'accès hertzien, qui permet un investissement incrémentiel et des recettes rapides, facilite l'entrée sur le marché. Une fois qu'un nombre approprié d'utilisateurs finals dégagent suffisamment de recettes dans un emplacement géographique donné, l'opérateur peut alors décider d'investir dans la fibre. Les équipements d'accès hertzien peuvent alors être réinstallés ailleurs, là où l'opérateur cherche à déployer ses activités.

Enfin, l'accès hertzien à large bande peut aussi s'avérer intéressant pour les abonnés résidentiels. Les services vidéo interactifs perfectionnés et l'accès Internet à très grande vitesse en sont des applications possibles. Si l'on considère que la technologie de la fibre jusqu'au domicile coûte, selon les estimations, plusieurs milliers de dollars par abonné, la solution de l'accès hertzien à large bande peut se révéler être extrêmement intéressante.

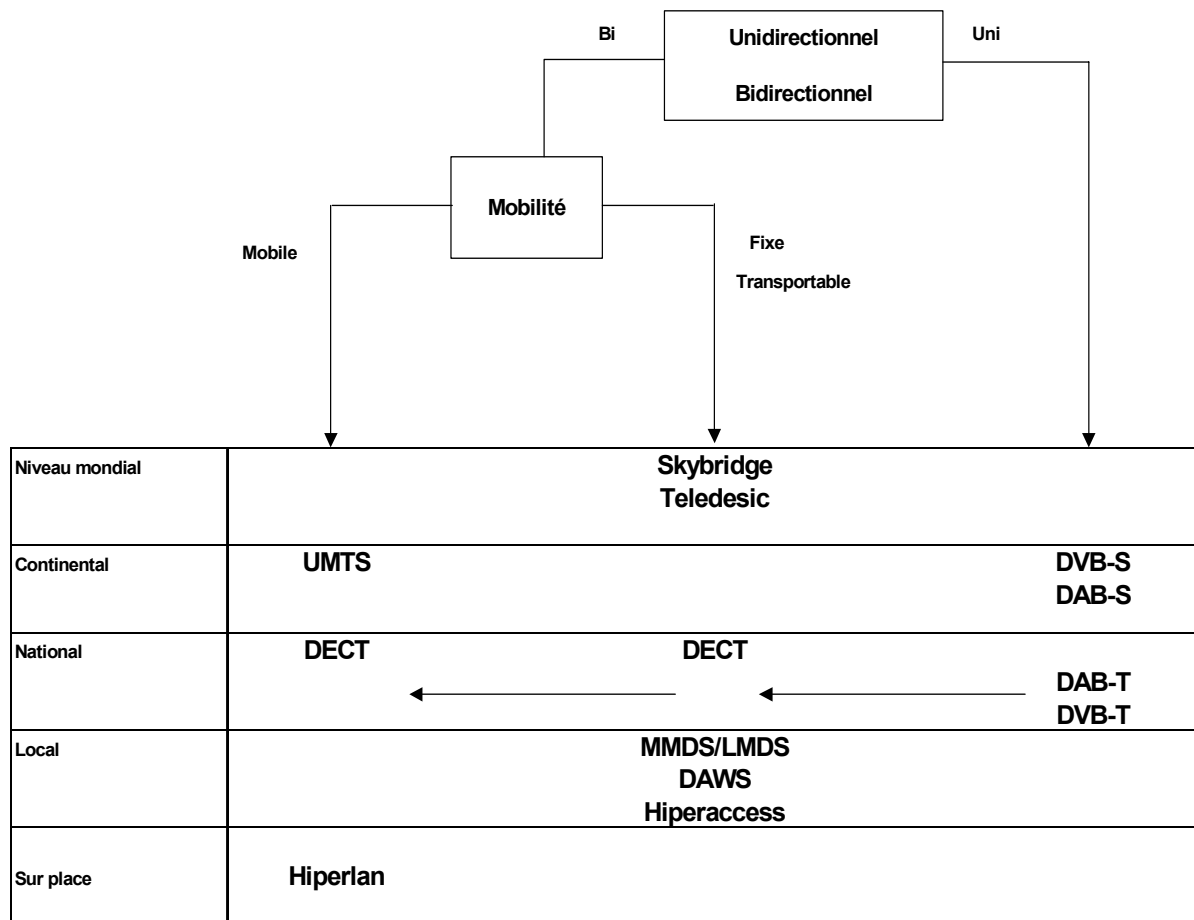
On trouvera une brève description de certains systèmes européens d'accès hertzien à large bande dans l'Annexe 4A.

4.2.2.4.2 Architecture du système d'accès hertzien à large bande

La configuration de la Figure 4.10 ne tient compte que des trois paramètres qui caractérisent le mieux les services fournis. Du point de vue de l'utilisateur, ils indiquent à celui-ci comment le système peut répondre à ses besoins.

- Unidirectionnel/bidirectionnel: paramètre qui différencie le monde de la radiodiffusion de celui des télécommunications, où les communications sont essentiellement bidirectionnelles. Les services fournis par des systèmes unidirectionnels sont limités bien que, dans certains cas, un canal de retour puisse être ajouté via des systèmes bidirectionnels.
- Mobilité du système: le système dessert une personne ou un emplacement, indépendamment du critère de mobilité.
- Couverture type: caractérise, pour l'utilisateur, le déplacement, en termes de distance, des terminaux.

Figure 4.10 – Architecture du système d'accès hertzien à large bande



4.2.2.5 Réseaux locaux hertziens

Afin que ce tour d'horizon de l'accès hertzien puisse être complet, il faut mentionner une autre catégorie de produits, apparue récemment sur le marché comme solution de rechange hertzienne aux réseaux locaux (LAN) d'immeuble pour la transmission de données. Dans la mesure où ces réseaux fonctionnent en général à l'intérieur, il est possible d'utiliser une bande de fréquences non spécialement prévue à cet effet (par exemple, 2,4 GHz). Ces systèmes permettent de déplacer aisément les terminaux qui restent néanmoins reliés au réseau local. La clientèle type de ces systèmes se recrute parmi les entreprises, les écoles et les ministères.

A l'heure actuelle, il existe des LAN hertziens qui offrent la même fiabilité et les mêmes capacités de vitesse pour la transmission de données que les LAN filaires. Ils présentent en outre l'avantage essentiel de pouvoir réinstaller beaucoup plus facilement les équipements de bureau (terminaux, PC, imprimantes, etc.) dans un bâtiment.

4.2.2.6 Conclusion

Au cours des dernières années, l'accès hertzien est devenu une solution de remplacement rentable par rapport à l'accès filaire dans toute une série d'applications. L'évolution générale de ce domaine se caractérise par le fait que les progrès de la technologie de l'accès filaire ont été vite rattrapés par leurs équivalents hertziens, qui peuvent en général être mis en œuvre plus rapidement et à moindre coût. Les équipements d'accès hertzien sont installés en surface, ce qui les rend plus facilement accessibles aux techniciens et facilite leur maintenance. De plus, comme ils sont installés dans des endroits distincts, les aspects de sécurité sont souvent moins importants que pour l'accès filaire. En outre, si la demande des abonnés diminue, obligeant des entreprises à quitter le bâtiment où elles se trouvaient, il est possible de récupérer et de réinstaller l'équipement d'accès hertzien, chose qui n'est normalement pas possible avec des câbles souterrains.

Le phénomène auquel nous assistons dans le cas de l'accès hertzien aujourd'hui s'explique en partie par le succès commercial prodigieux de la téléphonie cellulaire mobile qui a favorisé les progrès considérables de la technologie des radiocommunications et permis de réunir les capitaux et de susciter de l'intérêt pour le développement des applications de la technologie hertzienne.

La fourniture de la téléphonie vocale de base a été une des premières applications de l'accès hertzien. Cette application s'est révélée être extrêmement utile en abaissant le coût de la fourniture du service téléphonique et donc en permettant l'expansion rapide de la télédensité dans les pays les moins développés du monde. Le remplacement de la téléphonie par la transmission de données comme élément moteur des télécommunications modernes a pour corollaire l'utilisation imminente de débits binaires encore plus élevés par les systèmes d'accès hertzien, cela grâce à la technologie par paquets.

Par conséquent, l'accès hertzien constitue pour la moitié de l'humanité qui n'a encore jamais eu accès au téléphone l'espoir d'accéder aux télécommunications modernes. Par ailleurs, il contribue aussi au développement et à la mise en œuvre de services de données à très grande vitesse dans les régions les plus développées de notre planète. Dans les deux domaines, l'accès hertzien constitue l'un des secteurs les plus fascinants du monde des télécommunications d'aujourd'hui.

4.2.3 Solutions techniques en matière de radiocommunication

4.2.3.1 Systèmes hyperfréquences point à multipoint (PMP)

Ces systèmes numériques, disponibles aujourd'hui auprès d'un certain nombre de constructeurs, sont utilisés essentiellement pour offrir des services de télécommunication aux abonnés isolés ou à de petites communautés vivant en zones rurales.

Il n'existe pas de norme sur l'interface hertzienne commune applicable à ces systèmes mais uniquement des normes de «coexistence» définissant la méthode d'accès et le profil du spectre. Ces systèmes sont également conformes aux dispositions de la Recommandation UIT-R 756.

La couche physique utilise généralement la transmission à 2 Mbit/s, avec une capacité totale équivalant à un multiple d'un système MIC à 2 Mbit/s (30 canaux de trafic, de 64 kbit/s chacun). On trouve aussi des systèmes qui utilisent la transmission à 4 Mbit/s et mettent à disposition 60 canaux de trafic à 64,32 ou 16 kbit/s.

L'accès se fait par multiplexage temporel (liaison descendante) et mode AMRT (liaison montante) avec assignation du canal en fonction de la demande et utilisation d'un arrangement FDD (duplex à répartition en fréquence).

En général, les systèmes PMP fonctionnent entre 1 et 3 GHz dans les bandes normales attribuées au «service fixe» (voir la Recommandation UIT-R 701).

Par comparaison avec les systèmes cellulaires ou sans fil, les systèmes PMP se caractérisent par une mauvaise efficacité d'utilisation du spectre. Toutefois, cette comparaison n'est pas tout à fait juste car les systèmes PMP offrent des canaux à 64 kbit/s entièrement transparents ainsi que la possibilité pour l'utilisateur de disposer de plusieurs canaux (par exemple, pour le RNIS 2B+D), alors que les systèmes cellulaires offrent des canaux à bande étroite avec codage spécialisé des signaux vocaux et des débits binaires limités aujourd'hui à 9,6 kbit/s.

Les systèmes PMP répondent bien aux spécifications des applications WLL car ils ont été spécialement conçus comme remplacement filaire de la boucle locale, essentiellement dans les zones rurales. Ils peuvent fonctionner sur de très grandes distances, pouvant atteindre en général jusqu'à 50 km en un seul bond. Pour étendre leur portée, on peut aussi utiliser des répéteurs sur des centaines de kilomètres selon une configuration arborescente.

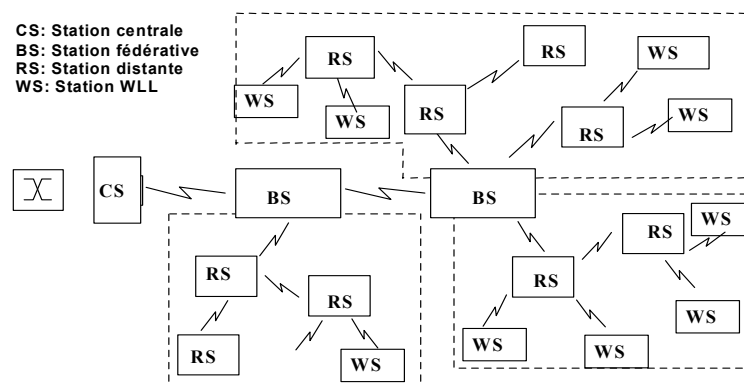
Le protocole étant fondé sur la modulation par impulsions et codage (MIC), le trafic est acheminé par des canaux à 64, 32 ou 16 kbit/s et le système est donc entièrement transparent par rapport aux services normaux de la bande des fréquences vocales et certains équipements peuvent prendre en charge le mode RNIS 2B+D complet. L'équipement de terminaison du réseau peut alors mettre à disposition un large éventail d'interfaces classiques: interface à deux fils pour le service téléphonique ordinaire ou interface à 4 fils entre un réseau analogique et le RNIS.

En conclusion, la solution PMP est rentable si l'on veut développer les réseaux numériques filaires existants ou moderniser les anciens réseaux analogiques en fournissant à l'abonné la même qualité et le même degré de service que sur le réseau filaire. Elle permet aussi à l'abonné de disposer de tous les services perfectionnés, du service téléphonique ordinaire jusqu'au RNIS (2B+D).

Enfin, il semble d'après les aspects économiques de l'application existante des systèmes PMP que ceux-ci offrent une solution idéale pour une utilisation dans les zones faiblement peuplées.

La Figure 4.11 donne un exemple d'architecture de système PMP.

Figure 4.11 – Exemple d'architecture d'un système PMP AMRT



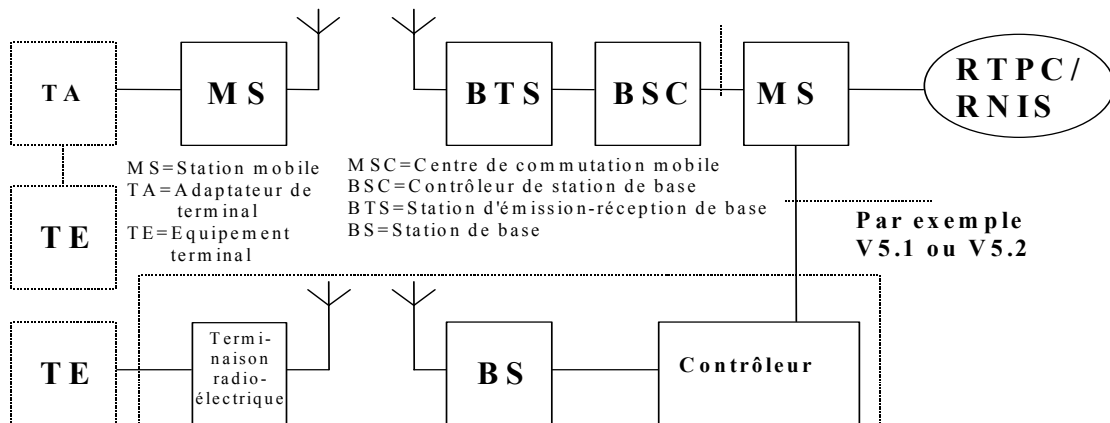
4.2.3.2 Systèmes cellulaires numériques

Les technologies cellulaires actuelles sont conçues pour des applications macro-cellulaires et des densités de trafic limitées. Elles peuvent donc constituer des solutions possibles pour la mise en œuvre des systèmes WLL dans les zones éloignées, rurales et suburbaines. Toutefois, les fortes densités de trafic exigent le recours à des technologies de radiocommunication micro-cellulaires ou à courte distance et la planification de la réutilisation des fréquences cellulaires devient alors complexe.

L'architecture type d'un système WLL cellulaire numérique mobile (voir la Figure 4.12) comprend les fonctions suivantes:

- le centre de commutation mobile (MSC) qui assure la fonction de commutation et la fonction d'itinérance dans le MSC et entre des centres de ce type;
- le registre des positions des visiteurs (VLR) et le registre des positions des stations de rattachement (HLR) que la base de données utilise pour gérer l'itinérance et les abonnés mobiles locaux;
- le centre d'authentification (AC) et le registre des identités d'équipement (EIR);
- le système de la station de base (BSS) qui gère les ressources radioélectriques et comprend:
 - le contrôleur de station de base (BSC);
 - la station d'émission-réception de base (BTS);
- la station mobile (MS) et l'équipement terminal (TE).

Figure 4.12 – Architecture WLL à la norme GSM



Lorsqu'on considère les systèmes cellulaires numériques pour une application WLL, les principales caractéristiques intéressantes peuvent être résumées comme suit:

- ils fonctionnent à 800/900 MHz (IS 54, GSM) ou à 1 800 MHz (IS 95, DCS1800) et desservent des abonnés mobiles dans une cellule dont le rayon peut atteindre jusqu'à 30 km environ;
- la transmission vocale étant l'aspect le plus important et constituant l'essentiel du service, on utilise des codecs vocaux spécifiques sur l'interface hertzienne pour assurer une bonne efficacité d'utilisation du spectre et une bonne résistance par rapport à l'environnement radioélectrique (évanouissement, brouillage, etc.). Ces codecs utilisent un codage des signaux vocaux allant jusqu'à 13 kbit/s et, même en dépit des améliorations récentes apportées aux algorithmes de codage, n'offrent pas une qualité vocale équivalente à celle du réseau filaire;
- en ce qui concerne les services, les systèmes n'assurent pas en transparence des services de télécopie et de données dans la bande vocale. Le GSM, par exemple, assure des services de données jusqu'à 9,6 kbit/s. Il assure aussi la plupart des services vocaux ordinaires et supplémentaires du RNIS et la signalisation RNIS mais ne prend pas en charge le RNIS 2B+D et applique des restrictions de capacité pour les services supports du RNIS;
- l'architecture du réseau, telle qu'elle est décrite ici, englobe des fonctions coûteuses de commutation et de gestion de la mobilité qui sont inutiles lorsqu'elles s'adressent uniquement à des utilisateurs fixes. Il va de soi que les systèmes cellulaires numériques peuvent desservir simultanément des abonnés mobiles et WLL si les services fournis, c'est-à-dire, la téléphonie, la télécopie et les données à faible vitesse, sont suffisants et acceptables. Tel est le cas, par exemple, s'il faut desservir des abonnés isolés pour cause d'urgence ou de mise en œuvre temporaire.

Comme pour les systèmes cellulaires analogiques, on peut élaborer des systèmes cellulaires numériques fixes dérivés pour connecter, par exemple, le centre MSC au RTPC (interface A1) ou un système BSS spécial comprenant un contrôleur spécifique et connecté au central local via une interface V5.X. Toutefois, même si le prix de cet équipement peut être intéressant, il garde néanmoins les caractéristiques inhérentes des équipements cellulaires.

Enfin, il faut noter que les améliorations et innovations prévues dans un proche avenir pourraient, si elles sont mises en œuvre, se traduire par une capacité accrue et de meilleures performances plus conformes aux spécifications WLL. Ces nouvelles spécificités concernent par exemple:

- Les nouveaux codecs à 16 kbit/s pour une application WLL spécifique et offrant une meilleure qualité de transmission de la parole, une meilleure transparence aux signaux DTMF, un délai plus faible à condition d'être optimisé pour un environnement de propagation stationnaire, etc.
- La prise en charge de débits binaires plus élevés (115 kbit/s) et du débit RNIS de base à l'aide d'intervalles de temps de concaténation.
- La surveillance des terminaux à l'aide de la procédure de gestion de la mobilité.

En conclusion, l'utilisation des systèmes cellulaires numériques pour les applications WLL permet de dégager les avantages et les inconvénients suivants:

- Avantages:
 - couverture étendue (notamment en cas de fonctionnement à 800/900 MHz) jusqu'à 30 km environ de la station BST;
 - existence de normes ouvertes relatives à l'équipement terminal sur les aspects suivants: modicité des coûts, interopérabilité et sources d'approvisionnement multiples.
 - authentification et chiffrement sécurisés;
 - ensemble de services supplémentaires normalisés, dont le RNIS;
 - technologies reconnues et éprouvées.

- Inconvénients:
 - qualité de transmission de la parole qui ne répond pas à la norme de qualité de service du réseau fixe;
 - débit limité par rapport au réseau fixe et aux technologies concurrentes;
 - transparence médiocre/inexistante par rapport aux services de bande vocale;
 - faible efficacité d'utilisation du spectre (même si elle est meilleure que les PMP) par rapport à des technologies plus spécialisées.

4.2.3.3 Nouveaux systèmes d'accès hertzien fixe (FWA)

Parmi les nouveaux systèmes d'accès hertzien fixe exclusifs qui sont apparus sur le marché, les systèmes d'accès multiple par répartition de code à séquence directe (DS CDMA) sont les plus prometteurs.

La technique DS CDMA est une technique d'étalement du spectre dans laquelle de nombreux abonnés occupent simultanément le même spectre. Des canaux individuels sont codés par multiplication avec une séquence d'étalement, la récupération se faisant par corrélation du côté du récepteur. Par rapport à un système AMRT où la ressource attribuée est le temps, ou à un système AMRF où la ressource est la fréquence, dans un système DS CDMA, la ressource est la puissance du signal, par rapport au bruit des autres abonnés.

Le système DS CDMA fonctionne actuellement dans les trois bandes de fréquences suivantes: 1,9 GHz (US PCS), 2,4 GHz et 3,4 GHz à 3,6 GHz, sur des distances comprises entre 2,5 km en zones urbaines et 6 km en zones rurales.

Par rapport au système CDMA à bande étroite ($2 \times 1,25$ MHz) pour les applications mobiles, le système DS CDMA (2×5 MHz) est optimisé pour des applications fixes et assure des services supports sensiblement meilleurs en termes de débit binaire et de taux d'erreur binaire (TEB).

Jusqu'à présent, le système DS CDMA peut offrir une largeur de bande de données comprise entre 16 et 144 kbit/s avec un TEB de 10^{-6} (contre 8 à 13 kbit/s avec un TEB de $\sim 10^{-3}$).

De plus, le système DS CDMA peut assurer en permanence une qualité de service variable à différents débits binaires sur une même interface hertzienne. Ce type de système devient donc très intéressant pour remplacer le cuivre car il constitue un moyen simple d'attribuer des ressources de radiocommunication en fonction des besoins des différents services pris en charge.

Ainsi, dans un système DS CDMA, toute réduction du nombre d'utilisateurs accédant au système se traduit par un gain en termes de niveau de service (GoS) pour les autres utilisateurs. Si le système arrive au point de saturation, le TEB atteindra la valeur nominale pour tous les utilisateurs et lorsque la charge est moins grande, tous les utilisateurs peuvent avoir un TEB bien inférieur. On peut utiliser cette caractéristique intrinsèque pour fournir un service de surcharge exceptionnelle: par exemple, service d'urgence, sans supprimer les appels de service.

En termes de services, le système DS CDMA prend en charge le codage vocal à 16, 32 ou 64 kbit/s, les données de la bande vocale jusqu'à 28,8 kbit/s et le RNIS 2B+D.

Pour les systèmes cellulaires, le bilan des avantages et des inconvénients est le suivant:

- Avantages:
 - attribution souple des ressources jusqu'au RNIS 2B+D;
 - transparence du service: tonalité de numérotation, télécopie de groupe 3, données de la bande vocale jusqu'à 28,8 kbit/s, RNIS 2B+D (télécopie de groupe 4, visioconférence) etc.;
 - interface radioélectrique robuste;

- faible retard de transmission;
- couverture étendue,
- efficacité d'utilisation du spectre.
- Inconvénients:
 - augmentation minimale de l'attribution de fréquences: 2×5 MHz;
 - systèmes et interfaces hertziennes exclusifs;
 - GoS variable en fonction du trafic assuré;
 - capacité compromise par une exploitation sur grande distance.

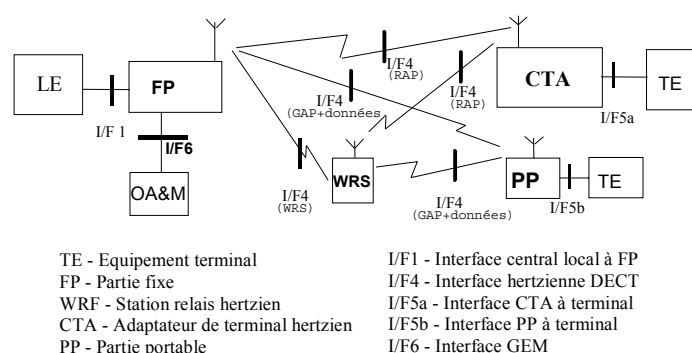
En conclusion, le système DS CDMA constitue une solution très prometteuse pour l'accès hertzien fixe aussi bien du point de vue de la capacité, de la diversité et de la qualité de service que de l'efficacité d'utilisation du spectre.

4.2.3.4 Technologies sans fil

Les technologies sans fil actuelles ont été conçues en tant que solutions peu complexes et à grande capacité de trafic pour les systèmes micro-cellulaires. Ces systèmes peuvent être appliqués avec succès aux applications WLL. Parmi les technologies sans fil existantes, la norme DECT est l'une des plus perfectionnées qui répond à toutes les prescriptions WLL, en ce qui concerne les aspects de service, les conditions d'exploitation, l'efficacité d'utilisation du spectre et l'environnement réglementaire mais aussi en ce qui concerne son aptitude à s'interconnecter aux réseaux fixes ou mobiles et à s'orienter vers les futurs systèmes mobiles mondiaux de 3^e génération.

En termes d'architecture, le système DECT se caractérise par un accès hertzien au réseau local et il est connecté au central local (Figure 4.13). Contrairement à un réseau cellulaire, le système DECT n'englobe pas la fonction de commutation, exécutée dans le réseau local.

Figure 4.13 – Modèle de référence DECT



S'agissant des caractéristiques de fonctionnement, le DECT utilise des spécificités techniques qui assurent un niveau de service élevé (GoS), une qualité de fonctionnement élevée et une très grande efficacité d'utilisation du spectre. Ces spécificités sont notamment les suivantes:

- un système AMRT multiporteuse et une gestion décentralisée des ressources radioélectriques, base même de la procédure très efficace et très rapide de sélection dynamique des canaux (DCS) effectuée au niveau du terminal;

- une sélection DCS qui augmente sensiblement les performances et la capacité du système dans les environnements parasites à courte distance où la planification fixe des canaux devient très difficile.

Sur les très courtes distances et dans les emplacements à forte densité de trafic, grâce en outre à la sélection DCS, les réseaux DECT WLL ne nécessiteront pas d'études détaillées de la planification des fréquences. De plus, l'application continue d'une sélection DCS pendant l'appel, par exemple pour le transfert, permettra d'assurer que l'attribution des canaux est optimisée en permanence par rapport aux conditions locales.

- Les caractéristiques de la voie de signalisation, c'est-à-dire vitesse élevée, robustesse, sensibilité et liaison spécifique, assurent au DECT une transmission de signalisation pleinement efficace, sûre et fiable.
- L'utilisation de répéteurs pour élargir la couverture WLL fixe.

S'agissant des applications, le DECT prend en charge les services suivants:

- La téléphonie vocale est assurée à l'aide d'un codec MICDA de 32 kbit/s (modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif) qui répond entièrement aux dispositions de la Recommandation UIT-T G.726.

Par ailleurs, la voie de conversation ou de signalisation MICDA peut transporter en transparence les tonalités DTMF.

- Les données de la bande vocale et la télécopie.

A l'heure actuelle, les modems disponibles de la bande vocale ne sont pas en mesure d'offrir un fonctionnement sans restriction sur les voies à codage MICDA. Toutefois, la télécopie (groupes 2 et 3) est assurée, mais le débit de transmission qui en résulte sera probablement égal ou inférieur à 7,2 kbit/s.

Le fonctionnement complet de tous les modems de la bande vocale peut être assuré avec un canal DECT à 64 kbit/s ou à l'aide d'adaptateurs de terminaux appropriés.

- Les lignes louées analogiques sont mises à disposition comme connexions permanentes par le RTPC et prises en charge par le DECT.
- Le RNIS. Lorsqu'il a normalisé le DECT, l'ETSI a élaboré un profil DECT-RNIS pour permettre une interopérabilité complète DECT-RNIS. On peut donc utiliser la structure à double créneau du DECT pour obtenir des canaux d'information d'utilisateur de $n \cdot 64$ kbit/s avec des valeurs de n allant jusqu'à 10. On peut combiner deux créneaux doubles en un créneau unique pour établir une liaison à 144 kbit/s adaptée au RNIS 2B+D.

Comme pour les autres technologies, l'analyse permet de dégager les avantages et les inconvénients suivants:

- Avantages:
 - bandes de fréquences réservées en Europe: 1 880-1 900 MHz et bandes voisines ou très proches dans d'autres régions;
 - capacité élevée dans les régions de forte chaleur;
 - transparence par rapport aux données de la bande vocale jusqu'à 4,8 kbit/s;
 - capacité jusqu'au RNIS 2B+D;
 - authentification et chiffrement sécurisés.
- Inconvénients:
 - portée limitée par la puissance RF;
 - sensibilité à la dispersion du retard.

4.2.3.5 Technologies satellitaires

Les nombreux progrès techniques réalisés au cours des dernières années dans les systèmes de télécommunication par satellite ont permis d'utiliser plus efficacement les systèmes satellitaires. Principaux progrès techniques:

- élaboration d'architectures fondées sur les orbites non géostationnaires, utilisant des caractéristiques de liaison qui permettent la mise en place de petits terminaux d'utilisateur de coût modique;
- réduction de la taille, du poids, de la consommation d'énergie et du coût des stations/terminaux d'utilisateur (VSAT, USAT) aux fins d'utilisation avec les satellites géostationnaires et les grands systèmes DAMA (accès multiple avec assignation en fonction de la demande).

Parmi les types de systèmes de télécommunication par satellite conçus comme solution de rechange à l'extension des réseaux de Terre pour l'accès au RTPC dans les zones rurales des pays en développement, il y a lieu de citer:

- Les systèmes à satellites géostationnaires classiques du service fixe par satellite (SFS) comme Intelsat et d'autres systèmes nationaux ou régionaux utilisés en liaison avec un grand système DAMA, les microstations VSAT et USAT ainsi qu'une ou plusieurs stations terriennes passerelles de grande capacité pour l'interconnexion avec le RTPC de Terre.
- Les grands systèmes SMS mondiaux LEO (GMPCS) comme Globalstar.
- Les systèmes SMS mondiaux (GMPCS) utilisant l'orbite circulaire intermédiaire non géostationnaire (ICO).
- Les systèmes SMS mondiaux (GMPCS) utilisant des orbites elliptiques comme Ellipso.
- Les systèmes géostationnaires régionaux du SMS et les systèmes analogues proposés pour l'Afrique et l'Asie.
- Le système SMS géostationnaire Inmarsat et les extensions futures.
- Les systèmes satellitaires mondiaux non géostationnaires de grande couverture comme Teledesic.
- Les petits systèmes LEO, comme Orbicom et Final Analysis, très rentables qui offrent des services avec enregistrement et retransmission tels que la radiomessagerie et le courrier électronique dans les zones mal desservies.

Pour plus de détails, voir le Chapitre 2.4, Fascicule 1.

4.2.4 Recommandations et publications de l'UIT

Les Recommandations UIT-R ci-après sont importantes pour l'étude des systèmes d'accès hertzien:

- UIT-R F.1488 (Document rose 9/1005), Projet de nouvelle Recommandation F.[Doc. 9B/100] – Dispositions de blocs de fréquences pour les systèmes d'accès hertzien fixe (AHF) dans la gamme 3 400-3 800 MHz – (Questions UIT-R 215/8, 125/9).
- UIT-R F.1489 (Document rose 9/1006), Projet de nouvelle Recommandation F.[Doc. 9B/136] – Méthode d'évaluation du niveau de compatibilité de fonctionnement entre systèmes à accès hertzien fixe (FWA) et systèmes de radiolocalisation en cas de partage de la bande 3,4-3,7 GHz – (Questions UIT-R 140/9, 215/8).
- UIT-R F.1490 (Document rose 9/1007), Projet de nouvelle Recommandation F.[Doc. 9B/135] – Prescriptions génériques pour les systèmes d'accès hertzien fixe (AHF) – (Questions UIT-R 140/9, 215/8).
- UIT-R F.1499 (Document rose 9/1016), Projet de nouvelle Recommandation F.[9B/BWA] – Systèmes de transmission radioélectriques pour l'accès hertzien fixe à large bande, sur la base des normes relatives aux câblo-modems – (Questions UIT-R 215/8, 140/9).
- UIT-R M.1450 – (Document rose 8/1014), Projet de nouvelle Recommandation M.[8A9B-T4/DD] – Caractéristiques des réseaux locaux hertziens (RLAN) à large bande – (Questions UIT-R 212/8, 142/9).

- UIT-R M.1454 – (Document rose 8/1040), Projet de nouvelle Recommandation M.[8/95] – Limites de densité de p.i.r.e. et restrictions opérationnelles applicables aux émetteurs des réseaux locaux hertziens (RLAN) ou d'autres systèmes d'accès hertzien pour assurer la protection des liaisons de connexion des systèmes non géostationnaires du service mobile par satellite dans la bande de fréquences 5 150-5 250 MHz – (Questions UIT-R 212/8, 142/9, 284/4).
- Recommandation UIT-R F.701-2, Dispositions des canaux radioélectriques pour les systèmes radioélectriques analogiques et numériques point à multipoint, fonctionnant dans des bandes de fréquences comprises entre 1,350 et 2,690 GHz (1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 et 2,6 GHz).
- Recommandation UIT-R F.754, Faisceaux hertziens fonctionnant dans les bandes 8 et 9, destinés à assurer des communications téléphoniques interurbaines dans les zones rurales.
- Recommandation UIT-R F.755-2, Systèmes point à multipoint utilisés dans le service fixe.
- Recommandation UIT-R F.756, Systèmes AMRT point à multipoint utilisés comme concentrateurs radioélectriques.
- Recommandation UIT-R F.757-2, Caractéristiques de base et objectifs de qualité des accès hertziens fixes mettant en œuvre des technologies issues des systèmes mobiles offrant des services de téléphonie de base.
- Recommandation UIT-R M.819-2, Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement.
- Recommandation UIT-R F.1098-1, Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens fonctionnant dans la bande 1 900-2 300 MHz.
- Recommandation UIT-R F.1103, Faisceaux hertziens de raccordement des abonnés des zones rurales au service téléphonique, fonctionnant dans les bandes 8 et 9.
- Recommandation UIT-R F.1104, Caractéristiques des systèmes radioélectriques point à multipoint utilisés pour la connexion RNIS dans la portion de qualité locale du réseau.
- Recommandation UIT-R F.1105, Equipements transportables pour les radiocommunications fixes destinées aux opérations de secours.
- Recommandation UIT-R F.1244, Réseaux locaux hertziens (RLAN).
- Recommandation UIT-R F.1332-1, Transport de signaux à fréquence radioélectrique par fibres optiques.
- Recommandation UIT-R F.1399, Terminologie relative aux accès hertziens.
- Recommandation UIT-R F.1400, Caractéristiques et objectifs de qualité et de disponibilité applicables à l'accès hertzien fixe au réseau téléphonique public avec commutation.
- Recommandation UIT-R F.1401, Bandes de fréquences utilisables par les systèmes d'accès hertzien fixe et méthodologie d'identification de ces bandes.
- Recommandation UIT-R F.1402, Critères de partage de fréquences entre un système d'accès hertzien mobile terrestre et un système d'accès hertzien fixe utilisant le même type d'équipement.

Les Manuels ci-après, publiés par l'UIT-R, sont utiles pour la planification, la conception et la mise en œuvre des réseaux d'accès hertzien:

- 1) *Boucle locale d'accès hertzien*, Volume 1, Manuel sur les communications mobiles terrestres (y compris accès hertzien), UIT, 1996.
- 2) *Principes et orientations sur l'évolution vers les IMT-2000/FSMTPT*, Volume 2, Manuel sur les communications mobiles terrestres (y compris accès hertzien), UIT, 1997.
- 3) *Introduction de nouvelles technologies dans les réseaux locaux*, Directives de l'UIT, Genève 1993.

4.2.5 Liste d'abréviations

ADSL	Ligne d'abonné numérique asymétrique (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
AMRC	Accès multiple par répartition en code
AMRT	Accès multiple par répartition dans le temps
AN	Réseau d'accès (<i>access network</i>)
ATM	Mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
AU	Unité d'accès (<i>access unit</i>)
BRA	Accès au débit primaire (<i>basic rate access</i>)
BRAN	Réseau d'accès radioélectrique à large bande (<i>broadband radio access network</i>)
CAM	Modulation d'amplitude sans porteuse (<i>carrierless amplitude modulation</i>)
CATV	Télévision par câble (<i>common antenna television</i>)
CPE	Équipement local client (<i>customer premises equipment</i>)
CU	Unité de commande (<i>control unit</i>)
DAB	Radiodiffusion audionumérique (<i>digital audio broadcasting</i>)
DAMA	Accès multiple avec assignation en fonction de la demande (<i>demand assigned multiple access</i>)
DAWS	Service hertzien numérique perfectionné (<i>digital advance wireless service</i>)
DCS	Sélection dynamique des canaux (<i>dynamic channel selection</i>)
DMT	Code à multitonnalité discrète (<i>discrete multi-tone</i>)
DS CDMA	Accès multiple par répartition de code (<i>direct sequence code division multiple access</i>)
DSL	Ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
DTMF	Multifréquence à deux tonalités (<i>dual tone multifrequency</i>)
DU	Unité de distribution (<i>distribution unit</i>)
DVB	Radiodiffusion vidéo numérique (<i>digital video broadcast</i>)
FDD	Duplex à répartition en fréquence (<i>frequency division duplex</i>)
FITL	Fibre dans la boucle (<i>fiber in the loop</i>)
FTTC	Fibre au point de concentration (<i>fiber to the curb</i>)
FTTH	Fibre jusqu'au domicile (<i>fiber to the home</i>)
FWA	Accès hertzien fixe (<i>fixed wireless access</i>)
GII	Infrastructure mondiale de l'information (<i>global information infrastructure</i>)
GoS	Niveau de service (<i>grade of service</i>)
HDSL	Ligne d'abonné numérique à grand débit binaire (<i>high speed digital subscriber line</i>)
HFC	Configuration hybride fibre optique/câble coaxial (<i>hybrid fiber coax</i>)
IP	Protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
ISP	Fournisseur de services Internet (<i>Internet service provider</i>)
IU	Unité d'interface (<i>interface unit</i>)
LEO	Satellite sur orbite basse (<i>low earth orbit</i>)
LMDS	Système de distribution multipoint locale (<i>local multipoint distribution system</i>)
MAQ	Modulation d'amplitude en quadrature

MDPQ	Modulation par déplacement de phase quadrivalente
MICDA	Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
MMDS	Système hyperfréquence de distribution multipoint (<i>multipoint microwave distribution system</i>)
MPEG	Groupe d'experts pour les images animées (<i>motion picture experts group</i>)
PCI	Interface de base des périphériques (<i>peripheral core interface</i>)
PCP	Plate-forme de commande des périphériques (<i>peripheral control platform</i>)
PDH	Hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronuous digital hierarchy</i>)
PMP	Système hyperfréquence point à multipoint (<i>microwave point to multipoint system</i>)
PMP	Point à multipoint (<i>point to multipoint</i>)
PON	Réseau optique passif (<i>passive optical network</i>)
POTS	Système téléphonique ordinaire (<i>plain old telephone system</i>)
PRA	Accès au débit primaire (<i>primary rate access</i>)
RGT	Réseau de gestion des télécommunications
RITL	Radiocommunication dans la boucle locale (<i>radio in the local loop</i>)
RNIS	Réseau numérique à intégration des services
RNIS-LB	RNIS à large bande
RTPC	Réseau téléphonique public commuté
SDH	Hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SMF	Fonction de gestion-système (<i>system management function</i>)
SMS	Services/système mobile par satellite
SNI	Interface de nœud de service (<i>service node interface</i>)
SPF	Fonction d'accès de service (<i>service port function</i>)
SU	Unité de commutation (<i>switching unit</i>)
TDD	Duplex à répartition dans le temps (<i>time division duplex</i>)
TF	Fonction de transport (<i>transport function</i>)
UNI	Interface usager-réseau (<i>user network interface</i>)
UPF	Fonction d'accès d'utilisateur (<i>user port function</i>)
VDSL	Ligne/boucle d'abonné numérique à très haut débit (<i>very high speed digital subscriber line/loop</i>)
VLR	Registre des positions des visiteurs (<i>vehicle location register</i>)
VoD	Vidéo à la demande (<i>video on demand</i>)
VSAT	Terminal à très petite ouverture (<i>very small aperture terminal</i>)
WLL	Boucle locale hertzienne (<i>wireless local loop</i>)

Références

- [1] A Scott Berman – «*Wireless Access: The Landscape Today, The Horizon Tomorrow*». Bell Laboratories, TRT Lucent Technologies.
- [2] Guy Cayla – «*New wireless technologies for rural and remote areas*». Lucent Technologies, Paris.
- [3] Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde – UIT, 1996.
- [4] Indicateurs des télécommunications pour les pays les moins avancés – UIT, 1995.
- [5] C. Garnier – Telecom 95 – Rural Telecommunications: the quest for the Missing Link.
- [6] G. Cayla – Telecom 95 – Wireless Local Loop: At last the last mile.
- [7] Institut européen des normes de télécommunication ETSI – 1992 – ETS 300175 DECT.
- [8] Institut européen des normes de télécommunication ETSI – 1994 – ETR 139 Radio in the Local Loop.
- [9] Institut européen des normes de télécommunication ETSI – 1993 – ETR 308 DECT: services, facilities and configurations for DECT in the local loop.
- [10] Institut européen des normes de télécommunication ETSI – 1996 – ETS 300765-1 & 2 DECT Radio in the local loop (RLL) Access Profile (RAP) Parts 1 & 2.
- [11] Ovum 1994 – «The Local Loop market, technical and regulatory strategies».

ANNEXE 4A

Systèmes européens d'accès hertzien à large bande**1 BRAN (réseau d'accès radioélectrique à large bande)/Hiperaccess (hyperaccès)**

Dans le cadre du projet BRAN, l'ETSI élabore une norme sur l'hyperaccès; un rapport définissant l'architecture ainsi que les objectifs a déjà été approuvé. L'hyperaccès repose sur les objectifs suivants:

- Services: téléphonie, données, multimédia, visioconférence.
- Spectre: au-dessus de 10 GHz.
- Offrir un accès hertzien à large bande (environ 25 Mbit/s) aux petites et moyennes entreprises et aux individus; des protocoles de transmission ATM ou IP sont envisagés; ils sont en concurrence avec l'accès et les modems xDSL associés aux systèmes de distribution par câble.
- Faire en sorte que la transmission des signaux sur les systèmes d'hyperaccès soit transparente, afin que ces systèmes puissent être adaptés à de nombreuses applications.
- Utiliser des interfaces radioélectriques et réseau/usager normalisées, permettant ainsi une large distribution par les différents constructeurs.
- Tirer parti de l'utilisation des paramètres normalisés (pour un niveau élevé d'intégration) et de la taille du marché ciblé pour obtenir un coût unitaire faible.

Les applications de l'hyperaccès envisagé concernent la transmission de données à débit élevé, essentiellement pour l'accès à l'Internet, la visioconférence et la vidéo à la demande, en plus de l'accès à la téléphonie et au RNIS. Compte tenu des prescriptions techniques susmentionnées, les terminaux d'hyperaccès ne seront pas attribués individuellement mais feront l'objet d'une licence générale. Le protocole permettra un partage en temps réel de la capacité globale du système entre les différents utilisateurs. Toutefois, l'opérateur se verra assigner une bande de fréquences par le biais d'une licence et il y aura donc partage de l'utilisation de la fréquence. L'identification des bandes de fréquences dans lesquelles l'hyperaccès pourra être mis en œuvre sans coordination est à l'étude; on examine en premier lieu les bandes qui relèveront du projet du Comité européen des radiocommunications (CER) sur l'accès hyperfréquence fixe. L'objectif visé est de définir une bande harmonisée en Europe. Les principales étapes du programme de travail de l'équipe du projet BRAN sont les suivantes: approbation des premiers projets de normes sur l'hyperaccès (spécification technique de la couche physique: septembre 2000, spécifications techniques de la commande de la liaison de données: décembre 2000) et mise à disposition, d'ici à 2002, de toutes les spécifications d'essai. Les principales caractéristiques à définir concernent l'interface radioélectrique, le protocole pour l'utilisation de l'ATM et/ou le protocole IP et l'interface usager.

2 DAB

La technologie DAB (radiodiffusion audionumérique) résulte des travaux d'un projet EUREKA (EU147), consortium qui réunit une cinquantaine de membres. Il permet la transmission de programmes radioélectriques de grande qualité, généralement de qualité disque compact, avec des données de service (DAP – données associées au programme) à destination de récepteurs fixes, transportables ou mobiles.

Le DAB est une norme de l'ETSI (ETS 300 401). Deux normes sont identifiées à l'UIT: DAB A pour l'Europe et DAB B pour les Etats-Unis.

Les bandes de fréquences utilisées pour la transmission DAB sont soit les bandes d'ondes métriques (170-240 MHz), soit la bande L (1,5 GHz) partagée entre les émissions par voie de Terre et par satellite. La portée d'un émetteur DAB équivaut à celle d'un émetteur de télévision, c'est-à-dire: 20 km (bande L) et 80 km (ondes métriques).

Le débit de la liaison descendante est d'environ 1,5 Mbit/s avec modulation OFDM (multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence). Le multiplex contient 6 programmes radio de haute qualité avec des données associées aux programmes. La méthode de compression utilisée est de type MPEG2 audio de couche 2.

D'après les essais effectués sur des véhicules équipés d'un récepteur DAB associé à un décodeur de télévision numérique, il est possible d'assurer la transmission des programmes de télévision à destination de véhicules en déplacement, avec une qualité limitée (900 kbit/s attribués à la vidéo). De même, la preuve de l'utilisation de l'Internet a été faite en associant un téléphone GSM pour la liaison montante à un multiplex DAB contenant le flux IP encapsulé pour la liaison descendante à débit élevé (1,5 Mbit/s).

Les services DAB sont mis en œuvre dans plusieurs pays dont l'Allemagne, la Belgique, la Grande-Bretagne, la Suède, etc. En France, cinq villes ont été équipées pour la Coupe du monde de football. La mise en œuvre se poursuit, avec pour objectif de desservir en premier les zones les plus peuplées.

Il existe des récepteurs de type fixe ainsi que de type utilisable dans les voitures, mais le prix actuel (environ 1 000 euros) en limite la mise en œuvre. En 1999, une deuxième génération de récepteurs a été introduite. Ce récepteur MA/MF haut de gamme coûte entre 270 et 450 euros et utilise une antenne-fouet.

3 DAWS

Compte tenu de la demande du marché qui vise à adapter les capacités mondiales hertziennes et les débits de données à ceux des réseaux fixes, l'ETSI (Institut européen des normes de télécommunication) encourage l'introduction de nouvelles générations d'infrastructure élaborées à partir de la norme existante.

A partir de janvier 1997, l'ACTE 36 a demandé qu'un rapport soit élaboré sur le concept DAWS (services hertziens numériques perfectionnés). Le rapport EPT 4 a été présenté à l'ACTE 37 en mars 1997 et a abouti à une demande de normalisation de la part de l'ETSI. Il en est résulté qu'un nombre important de membres de l'ETSI a décidé d'envisager une évolution de la norme TETRA PDO (données par paquets optimisés) susceptible d'assurer la mobilité et l'itinérance totales, avec des débits ATM hertziens pouvant atteindre 155 Mbit/s. Cette extension de la norme a été désignée par le sigle DAWS et étudiée par le Forum ATM.

Quelque dix contributions sur l'étude de faisabilité DAWS sont connues à ce jour et une démonstration en vraie grandeur a été faite au cours de la septième Conférence de la CEPT, à Copenhague, du 5 au 7 mai 1998.

La mobilité est désormais l'une des fonctions attendues de la part des futurs «surfeurs web hertziens» portables qui permettront la transmission directe des images ainsi que la localisation automatique des véhicules ou des personnes.

Ce concept DAWS s'inscrit donc dans le secteur des services mobiles à débit élevé et offrira les services de la boucle locale hertzienne à débit élevé: téléphonie, données, multimédia, vidéo, radiodiffusion, essentiellement à l'intention des utilisateurs professionnels.

En termes de marché, si l'on considère que 5% de la téléphonie mondiale intégrera l'Internet à la fin du millénaire, le potentiel du DAWS peut déjà être évalué à 5 millions d'utilisateurs.

Les aspects LLC (gestion de liaison logique) et MAC (gestion d'accès au support) sont à l'étude, après la publication d'un premier rapport technique en janvier 1998. D'après le calendrier actuel, on peut espérer qu'une norme normalisée sera produite d'ici à la fin de l'an 2000.

Le concept DAWS offre différentes capacités d'accès hertzien à l'Internet. Des opérateurs peuvent connecter directement des stations de base DAWS à l'Internet pour offrir à leurs clients un accès mondial à grande vitesse à l'Internet. Les administrateurs de système peuvent installer des points d'accès sur de nombreux sites d'entreprise afin d'assurer l'accès Intranet au personnel.

Par ailleurs, un point d'accès peut être installé à domicile afin que les abonnés résidentiels puissent bénéficier de l'accès hertzien à grande vitesse à l'Internet. Enfin, la police et l'armée peuvent utiliser des terminaux DAWS pour accéder à des réseaux IP appropriés.

Ainsi, le concept DAWS assure une mobilité «transparente» totale dans les zones desservies par une station de base DAWS ou disposant d'un point d'accès.

A ce jour, on étudie la possibilité d'un partage possible, dans la bande des 5 GHz et en particulier dans la bande 5,150-5,700 GHz, entre les utilisateurs actuels et le DAWS.

On assiste actuellement à la définition de fréquences harmonisées, selon les conditions fixées par la CEPT, pour la mise en œuvre du concept DAWS mais aussi à la préparation, par la Commission de l'Union européenne, de règlements techniques communs.

Grâce à ce concept DAWS, qui permet une mobilité totale et un accès multimédia à des débits pouvant atteindre 155 Mbit/s, l'interface ATM est intégrée aux réseaux fixes.

4 DECT

La norme européenne DECT (Télécommunications numériques améliorées sans fil) s'est développée rapidement depuis 1994. Cette norme a permis d'utiliser la technologie hertzienne dans les applications de téléphonie résidentielle, dans le secteur privé et dans le secteur public, à la fois dans les applications d'accès hertzien fixe ainsi que pour des applications de mobilité limitée (CTM pour la mobilité des terminaux sans fil).

Pour cette norme, l'ETSI a établi une série de profils destinés à différentes applications couvrant à la fois les services téléphoniques (32 kbit/s), de télécopie (28,8 kbit/s) et de données, tant pour la transmission dans la bande vocale que pour la transmission numérique (64 kbit/s). De nouveaux profils sont aussi disponibles pour les services de données par paquets avec des débits asymétriques (jusqu'à 552 kbit/s au maximum pour la liaison descendante et 24 kbit/s pour la liaison montante). Les normes en cours d'élaboration mettent désormais l'accent sur l'étude des profils multimédias et la définition de l'interface radioélectrique à 2 Mbit/s. L'adjonction de ces nouveaux profils permet d'élaborer des systèmes d'accès hertzien fixes multiservices pour les communications vocales et l'accès aux services Internet.

L'utilisation de la norme DECT dans le secteur public a porté essentiellement sur les abonnés résidentiels ainsi que les professions libérales et les télétravailleurs (plus de 1,5 million de lignes dans le monde), alors que l'utilisation pour de grandes entreprises a été limitée à des centraux hertziens disposant de fonctions de mobilité. Le rayon d'action des cellules du système d'accès hertzien fixe est limité à 16 km (visibilité directe). Le trafic maximal pouvant être assuré par une station de base est d'environ 80 Erlang. Pour les applications avec fonction de mobilité, le rayon de couverture est limité à 500 m. Pour 1997, la norme DECT représentait 31% des commandes de l'accès hertzien fixe au niveau mondial.

Les réseaux d'accès hertzien fixe de norme DECT peuvent avoir une couverture locale (cellule unique), régionale (plusieurs cellules) ou nationale (plusieurs systèmes) et sont conçus pour la mise en œuvre des réseaux d'accès.

Une directive européenne (1991) a approuvé l'utilisation de la bande 1 880-1 900 MHz pour le DECT en Europe. Dans le reste du monde, les bandes attribuées sont les suivantes: 1 880-1 900, 1 900-1 920 et 1 910-1 930 MHz, selon les pays considérés. Pour les applications d'accès hertzien fixe, il convient de mentionner aussi les équipements fonctionnant dans la bande 3,4-3,6 GHz. La technologie DECT permet l'utilisation en partage du spectre par plusieurs applications et par différents opérateurs. Le Forum DECT recommande au maximum deux opérateurs publics d'accès hertzien fixe pour 20 MHz.

Les terminaux d'accès fixe sont disponibles en version monoligne ou multiligne.

5 DVB

Le sigle DVB (Radiodiffusion numérique) désigne un consortium européen créé en 1993 qui regroupe aujourd'hui plus de 230 membres. Ce consortium a pour objet d'élaborer la normalisation de la télévision numérique:

- DVB-S: norme de transmission par satellite (ETS 300 421)
- DVB-T: norme de transmission par voie de Terre (hyperfréquences) (ETS 300 744)
- DVB-C: norme de transmission par câble (ETS 300 429).

Ces normes sont définies par l'ETSI.

Les normes DVB-S et C sont utilisées partout. La norme DVB-T est en concurrence avec les normes utilisées aux Etats-Unis d'Amérique (ATSC) et au Japon (ISDB). L'Australie a choisi la norme DVB-T, alors que l'Argentine et l'Asie du Sud-Est n'ont pas encore pris de décision quant au choix de la norme.

La bande utilisée pour le canal de transmission est la même que pour la télévision analogique (6, 7, 8 MHz) et permet la transmission de 24 à 30 Mbit/s (de 4 à 10 programmes). Les canaux «tabous» peuvent être utilisés.

La norme DVB-T permet à des terminaux fixes, transportables ou mobiles (par exemple, équipements à bord de véhicules) de disposer de certains services: télévision avec données associées comme «guide TV» et radiodiffusion de données. Le prix cible d'un récepteur à domicile correspond en principe à celui d'un récepteur actuel haut de gamme. Le poste de télévision pourrait intégrer à la fois la réception par voie de terre et par satellite ou la réception par voie de terre et par câble. Les antennes utilisées sont de type Yagi traditionnel ou des antennes-fouets. La technologie utilisée est le multiplexage COFDM (multiplexage fréquentiel orthogonal codé), avec codage convolusionnel des canaux.

La radiodiffusion numérique est en vigueur en Grande-Bretagne depuis le 15 novembre 1998. La Suède, l'Italie et l'Espagne suivront son exemple. Pour ce qui est de la France, aucune décision n'a encore été prise. En Allemagne, un essai avec environ 40 émetteurs permettra prochainement de valider la réception par les mobiles.

Des études sont menées actuellement en vue de mettre en œuvre un canal de retour à hyperfréquences. De nombreux services associés à ce canal de retour seront assurés dont le vidéoachat, l'Internet et la télévision à péage. Des services Internet associant une liaison montante de téléphonie et une liaison descendante d'une capacité de plusieurs Mbits/s sont déjà offerts.

Un émetteur couvre en principe une distance d'une cinquantaine de kilomètres. La mise en place de réseaux RFU (Réseau à fréquence unique) permet une réception continue dans une région donnée ou le long d'une autoroute.

Les bandes de fréquences utilisées sont les bandes des ondes décimétriques et métriques (470 à 890 MHz).

La norme DVB-S utilise les capacités des répéteurs à satellite et offre des débits compris entre 2 et 72 Mbit/s dans les bandes Ku et C. Le mode de modulation employé est la modulation par déplacement de phase quadrivalente (MDPQ), associée au codage convolusionnel des canaux. De nombreux programmes par satellite sont exploités. La couverture dépend des caractéristiques des satellites géostationnaires. En France, les principaux bouquets numériques: TPS, CANAL Satellite et AB SAT utilisent respectivement les satellites EUTELSAT (HOT BIRD) et SES (ASTRA).

Les récepteurs sont fixes et nécessitent actuellement l'utilisation d'un décodeur spécifique. A moyen terme, le décodeur numérique sera intégré dans le poste de télévision dont le prix devrait équivaloir à celui d'un poste haut de gamme. Les antennes utilisées sont des antennes à réflecteur de diamètre compris au minimum entre 50 et 60 cm.

A moyen terme, les récepteurs pourraient être de type mixte:

- Transmission par voie de terre + satellite.
- Transmission par voie de terre + câble.

6 Hiperlan

En décembre 1996, l'ETSI a publié la norme ETS 300 652 appelée Hiperlan (réseau local de grande performance) de type 1, conçue pour une utilisation dans la bande des 5,2 GHz, attribuée sans autorisation spécifique aux réseaux locaux hertziens d'Europe et des Etats-Unis. Le réseau Hiperlan peut ainsi utiliser un débit supérieur à 20 Mbit/s dans chacun des 5 canaux adjacents de cette bande (7 aux Etats-Unis), ce qui permet de le qualifier véritablement de réseau local multimédia dont les terminaux sont normalisés et donc interopérables.

Le débit à grande vitesse (10 Mbit/s, compatible avec l'Ethernet) et la normalisation du réseau Hiperlan par l'ETSI sont des facteurs qui garantissent le succès de ce réseau lorsqu'il est utilisé par les marchés d'abonnés professionnels et résidentiels. Aujourd'hui, plus de 90% des réseaux locaux d'entreprise fonctionnent sous Ethernet à 10 et 100 Mbit/s. Le réseau Hiperlan constitue l'extension radioélectrique naturelle de ces infrastructures.

Le réseau Hiperlan devrait permettre une croissance importante des réseaux locaux hertziens, notamment dans les secteurs des abonnés professionnels et résidentiels, les débits de données offerts étant compatibles avec les applications multimédias actuelles.

La distribution aux abonnés résidentiels, en tant qu'extension des réseaux d'accès à large bande, exige la mise en place d'une solution souple très performante, qui soit bien acceptée par l'utilisateur final. Les offres de téléphonie hertzienne, tout comme les systèmes d'alarme hertziens, ont contribué au succès des solutions radioélectriques dans les environnements résidentiels. Cette tendance devrait être confirmée avec l'introduction de nouveaux services interactifs et multimédias ainsi que l'explosion de l'informatique à domicile et dans les petites et moyennes entreprises.

Un produit Hiperlan conçu selon la norme ETS 300 652 de l'ETSI est le seul qui puisse assurer, à long terme et à faible coût:

- un réseau local réel;
- la compatibilité avec le réseau Ethernet à 10 Mbit/s;
- des débits de données d'utilisateur utiles supérieurs à 10 Mbit/s;
- une couverture comprise entre 50 et 100 m.

La norme Hiperlan de type 1 a été conçue pour assurer l'interopérabilité des systèmes entre les différents constructeurs. Les produits Hiperlan permettent de connecter les réseaux entre eux ou à un réseau infrastructurel filaire sans obligation de compromis au niveau du débit binaire et avec un maximum de souplesse et de transparence. Ces produits assurent une mobilité jusqu'à 10 km/heure. Deux systèmes peuvent être distants de 100 m et un mécanisme de «répéteur automatique» étend la couverture jusqu'aux nœuds cachés ou aux nœuds éloignés du réseau.

De plus, grâce à ses caractéristiques intrinsèques de débit de données élevé (mécanisme de traitement prioritaire de la transmission par trame par rapport aux classes de service), l'Hiperlan de type 1 est bien adapté à l'ATM et/ou à la transmission de flux Internet (IPv6) dans les cellules radioélectriques d'un réseau local et permet, déjà aujourd'hui, d'anticiper la convergence prévue de la technique de l'information et des télécommunications.

En remplacement de RES10, l'ETSI a créé, en 1997, le groupe BRAN afin de mener en parallèle des études sur l'élaboration de la norme Hiperlan de type 2 (réseau local ATM hertzien), la norme Hiperaccess (accès hertzien à débit de données élevé) et la norme Hiperlan de type 4 (système à débit de données très élevé, point à point, appelé aussi Hiperlink). On pense, d'une manière générale, que ces normes ne seront pas publiées avant 2000-2001.

Par conséquent, l'Hiperlan de type 1 se positionne à court terme sur le marché de masse existant. Cette norme, qui est à l'origine des premiers progrès technologiques réalisés dans la bande des 5 GHz, pourra être utilisée par les autres normes Hiperlan et par les initiatives prises en matière d'harmonisation dans la même bande (IEEE 802.11).

7 MMDS/LMDS

Les systèmes MMDS (système hyperfréquence de distribution multipoint) et LMDS (système de distribution multipoint locale) sont des systèmes hertziens à large bande fonctionnant respectivement dans les bandes 2,5-2,686 GHz et 26-28 GHz ou 40,5-42,5 GHz.

Traditionnellement, le système MMDS était unidirectionnel mais il est devenu un système bidirectionnel et il existe une variante du système LMDS, appelée MVDS (système de distribution vidéo multipoint) qui est unidirectionnel. Par définition, la liaison descendante est un canal de type radiodiffusion (point à multipoint) et la liaison montante une liaison point à point.

Les services assurés sont des services multimédias (téléphonie, données, Internet, vidéo) dont les capacités sont offertes par la fonction d'interactivité du canal de retour. La norme utilisée est la norme DVB (flux de transport). Des essais sont en cours en vue d'utiliser la modulation OFDM, dans le cadre d'un projet européen appelé CABSINET.

Le système MMDS a une couverture d'environ 50 km avec une capacité de transmission de près de 450 Mbit/s par secteur (120 programmes).

Le système LMDS a une couverture d'environ 5 km avec une capacité de transmission de près de 2,7 Gbits/cellule (500 programmes).

Les flux de données sont divisés en canaux à 6, 7 ou 8 MHz, ce qui permet d'offrir des débits binaires pouvant atteindre 45 Mbit/s.

Un autre avantage des systèmes MMDS/LMDS tient au fait qu'ils peuvent remplacer ou compléter le réseau filaire d'une ville, si bien qu'il devient inutile de creuser des tranchées pour la pose des câbles. On peut considérer que cette technologie constitue un câblage virtuel offrant les mêmes services.

Dans certains pays, la technologie MMDS/LMDS est intéressante car elle permet de couvrir de courtes distances et d'offrir des services ou des contenus différents par secteur ou par cellule.

Les récepteurs équipés d'un décodeur spécifique sont fixes, avec des antennes extérieures de petites dimensions (15 cm de diamètre).

Les coûts d'installation de l'émetteur sont faibles et le prix d'un décodeur équivaut à celui d'un récepteur DVB-T, c'est-à-dire, à moyen terme, environ 270 euros.

8 SkyBridge

Le système SkyBridge offre un accès en temps réel aux services interactifs suivants:

- accès rapide à l'Internet et à d'autres services en ligne;
- télétravail et accès à des serveurs distants, aux réseaux Intranet et aux réseaux locaux;
- visioconférence et visiophone;
- télémédecine;
- loisirs: vidéo à la demande, jeux électroniques, etc.

En outre, le système SkyBridge peut également assurer:

- une infrastructure de liaison point à point;
- des liaisons d'infrastructure pour:
 - les réseaux téléphoniques;
 - les interconnexions d'accès hertzien;
 - les interconnexions de stations de communications mobiles.

Le système SkyBridge peut également offrir des services à bande étroite améliorés (téléphonie – transmission de données).

9 Teledesic

Le réseau Teledesic offre la fonction de largeur de bande à la demande, qui permet à un utilisateur de demander et d'obtenir la capacité dont il a besoin. De cette façon, les utilisateurs ne payent que pour la capacité qu'ils utilisent véritablement et le réseau peut desservir un nombre beaucoup plus élevé d'utilisateurs.

Les fournisseurs de services fixeront des tarifs pour les utilisateurs finals mais Teledesic estime qu'ils devraient être comparables à ceux des futurs services hertziens urbains pour l'accès à large bande.

Avec une disponibilité de 99,9%, voire supérieure, que rend possible l'angle de site de 40° de Teledesic et un modèle conçu pour desservir des millions d'utilisateurs simultanés, Teledesic offrira un coût de service par canal comparable à celui des services urbains existants.

Le réseau Teledesic prolongera en toute transparence l'infrastructure de Terre de manière à fournir des services d'information perfectionnés en tout point du globe. La clientèle sera très variée: depuis les professionnels de l'information peu désireux d'être confinés dans des villes de plus en plus encombrées, en passant par les pays qui raccordent des lignes téléphoniques à partir d'emplacements cellulaires distants jusqu'aux multinationales qui relient leurs filiales dans le monde entier par le biais de leur réseau d'entreprise présent dans tous les pays. Chaque fois que des institutions ou des individus souhaitent accéder à des services de télécommunication qui n'existent pour l'instant que dans les zones urbaines les plus développées, le réseau Teledesic peut assurer une connectivité en toute transparence.

10 UMTS/IMT-2000

La deuxième génération de télécommunications mobiles a ouvert la voie à l'ère de la mobilité. Le monde a découvert les avantages des téléphones «portatifs», tant pour les besoins professionnels que pour l'usage privé.

Il suffit, pour illustrer ce succès, de citer quelques chiffres:

- 260 millions d'abonnés mobiles dans le monde entier, dont plus de 100 millions pour le GSM;
- des taux de pénétration en augmentation constante.

Toutefois, les systèmes de deuxième génération comportent deux inconvénients:

- ils ne peuvent pas être utilisés dans le monde entier;
- leur capacité et leur débit sont limités.

Les UMTS (systèmes de télécommunications mobiles universelles) représentent le «candidat» européen de la famille des IMT-2000 (télécommunications mobiles internationales pour l'an 2000). Ce système est en train d'être normalisé par l'ETSI; l'interface radioélectrique du système, appelée UTRA, a été approuvée par l'ETSI au début de 1998: elle combinera deux modes duplex: la répartition dans le temps et la répartition en fréquence. Tous les membres de la famille IMT-2000 seront interopérables; le débit de données des UMTS atteindra 2 Mbit/s.

Ainsi, les UMTS/IMT-2000 répondront à la demande du marché qui, après avoir découvert la mobilité, souhaite désormais combiner mobilité et transmission de données, par exemple:

- accès à la base de données/utilisation/téléchargement;
- accès à des réseaux de données de type Internet;
- courrier électronique perfectionné;
- transmission d'images animées.

Grâce à son débit de données élevé et à sa mobilité, les UMTS apportent une solution au problème de l'accès hertzien en ce sens qu'ils présentent l'avantage de supprimer la «rupture de charge» qui existe aujourd'hui lorsqu'on passe du téléphone cellulaire mobile au téléphone fixe, ou au sans fil: il existera un seul terminal.

Les premières licences UMTS ont été octroyées en 1999 en Finlande, pour une exploitation commerciale au début de 2001. Au total, 60 autorisations devraient être décernées d'ici à 2003.

Il est reconnu, d'une manière générale, que la mise en œuvre des UMTS se déroulera dans des conditions différentes par rapport au GSM: le GSM a remplacé des réseaux limités de première génération qui présentaient de nombreux inconvénients (propagation aléatoire, grands terminaux, etc.) et le succès du GSM a été tel que les opérateurs ont dû réaliser de gros investissements pour construire des réseaux susceptibles de satisfaire à la demande.

La mise en place des UMTS se fera plus progressivement, en commençant par les emplacements où la demande est forte, afin de former, selon la terminologie généralement adoptée, des «îlots UMTS dans un océan GSM». Par la suite, ces îlots couvriront tous les territoires. Les terminaux assureront, aussi longtemps qu'il le faudra, l'itinérance entre les deux systèmes.

Les réseaux UMTS sont des réseaux complets (accès, commutation, gestion de la mobilité) à couverture non limitée (complétée, le cas échéant, par une couverture satellitaire). La taille des cellules peut varier entre quelques dizaines de mètres et quelques kilomètres, à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments.

L'UIT a identifié les bandes de fréquences ci-après, appelées bandes «centrales» pour les IMT-2000:

- 1 920-1 980 MHz, couplée à 2 110-2 170 MHz (2×60 MHz), (de Terre);
- 1 885-1 920 MHz et 2 010-2 025 MHz (50 MHz), (de Terre);
- 1 980-2 010 MHz, couplée à 2 170-2 200 MHz (2×30 MHz), (satellite).

Pour le secteur de Terre, on attribue en général une portion de 2×15 MHz à chaque opérateur dans les bandes appariées, plus 5 MHz dans les bandes non appariées, au premier stade de la mise en œuvre. La question de l'attribution de bandes «sans licence» est étudiée actuellement.

Les études de marché ayant montré que ces bandes seraient insuffisantes en 2005, des bandes d'extension sont envisagées.

Il existera par ailleurs une demande pour des terminaux portables de type multimode en vue de permettre l'itinérance entre les UMTS et les systèmes de deuxième génération ou encore de type multibande en vue de couvrir les différentes bandes de fréquences utilisées par les systèmes mobiles.

CHAPITRE 5

5 Gestion des réseaux et des services

5.1 Nécessité d'une nouvelle approche de la gestion des réseaux

La gestion et le contrôle des réseaux de télécommunication reposent sur les fonctions classiques de gestion, d'exploitation et de maintenance (OAM). Avec, ces dernières années, la rapide évolution des réseaux, avec le grand nombre de technologies en projet ou déjà utilisées, avec les environnements multifournisseurs et l'introduction rapide des nouveaux services, il devient nécessaire d'améliorer les fonctions d'OAM, afin de définir pour la gestion des télécommunications une approche couvrant des procédures plus évoluées, notamment en ce qui concerne les aspects suivants: localisation des dérangements, configuration, qualité de fonctionnement, sécurité, comptabilité et planification, enfin gestion proprement dite couvrant l'acquisition des infrastructures et la mise à disposition des services. La gestion des télécommunications vise avant tout une utilisation optimale des ressources de télécommunication disponibles. Pour assurer l'interopérabilité des différents systèmes de gestion et répondre à la demande de fonctions de gestion très poussées, l'UIT a défini un nouveau concept de gestion dénommé RGT: le réseau de gestion des télécommunications.

Le RGT repose lui-même sur le concept d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI). Un langage normalisé assure les communications, la prise en compte des environnements multifournisseurs et enfin les fonctions traditionnelles d'exploitation et de maintenance (acquisition, essais, collecte et analyse des données, localisation des dérangements, rétablissement des réseaux et des services, gestion de la capacité en largeur de bande). Les avantages attendus sont nombreux: diminution des dépenses d'exploitation, plus grande souplesse des fonctions de gestion, d'exploitation et de maintenance, possibilité de proposer les services requis en temps voulu et dans des conditions concurrentielles.

5.2 Le RGT: normes et références

La normalisation des principes relatifs au RGT a été amorcée en 1986 à l'initiative essentielle de l'UIT, et s'est concrétisée par une large gamme de Recommandations de l'UIT-T qui décrivent le RGT de façon générale ainsi que de Recommandations sur des questions spécifiques de gestion des équipements, des réseaux et des services. La normalisation du RGT n'est pas terminée, et un grand nombre d'organismes de normalisation y consacrent actuellement une partie de leurs activités. La Recommandation M.3000 de l'UIT propose une présentation didactique des Recommandations relatives au RGT (voir la Figure 5.1).

D'autres organismes et forums de normalisation étudient actuellement les systèmes de gestion des réseaux:

- Organisation internationale de normalisation (ISO)
- TeleManagement Forum (Forum TM)
- Forum ATM (ATMF)
- Groupe de gestion d'objets (OMG)

La Figure 5.1 montre les principales organisations de normalisation qui jouent un rôle dans le RGT.

Le document de l'UIT «Amélioration de la maintenance – guide pour une nouvelle approche utilisant le RGT» rassemble des informations plus détaillées sur l'architecture et les applications RGT et pourra servir à l'élaboration de stratégies de gestion de réseau spécifiques.

Figure 5.1 – Exemple de relation entre les Recommandations RGT

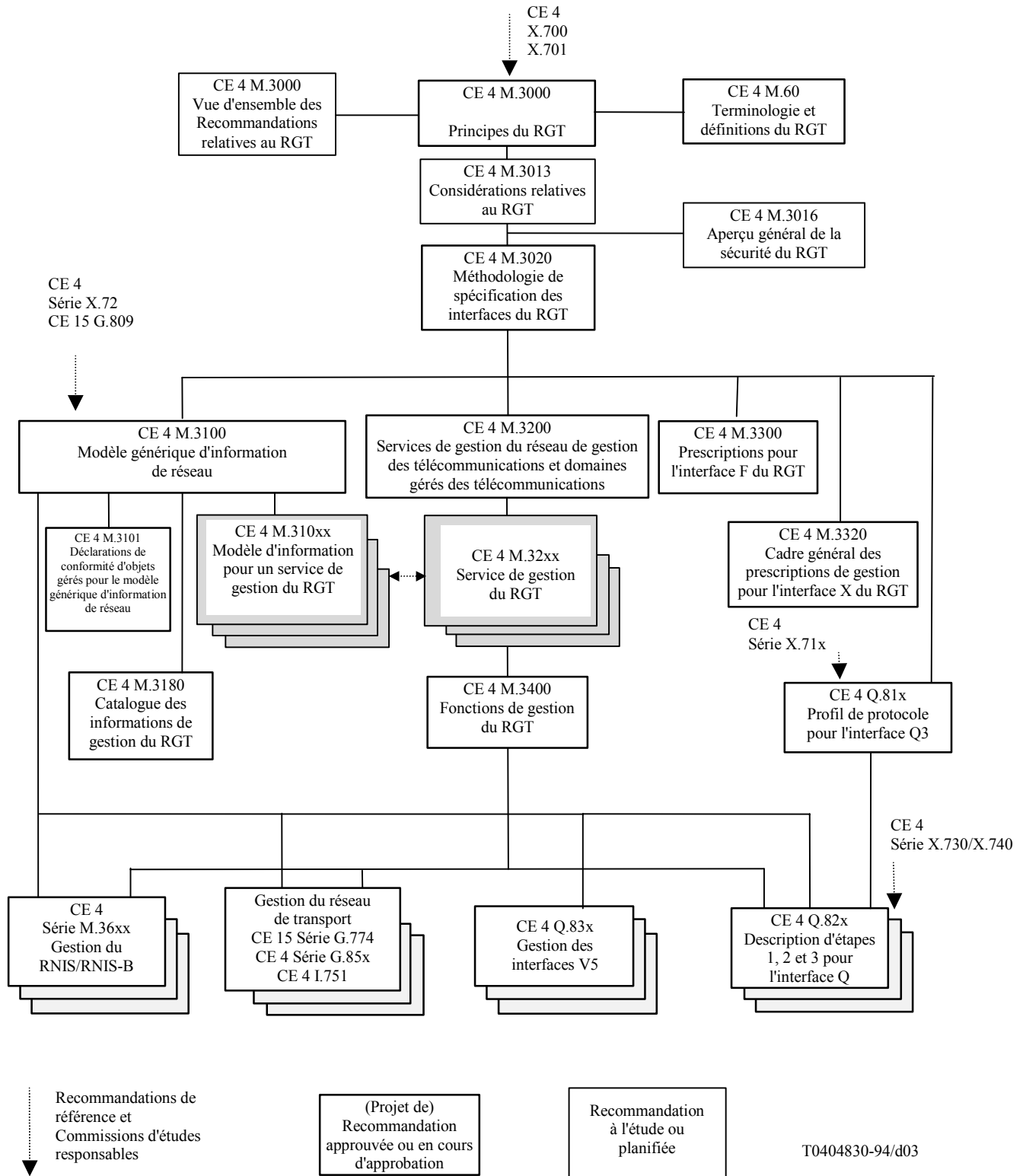
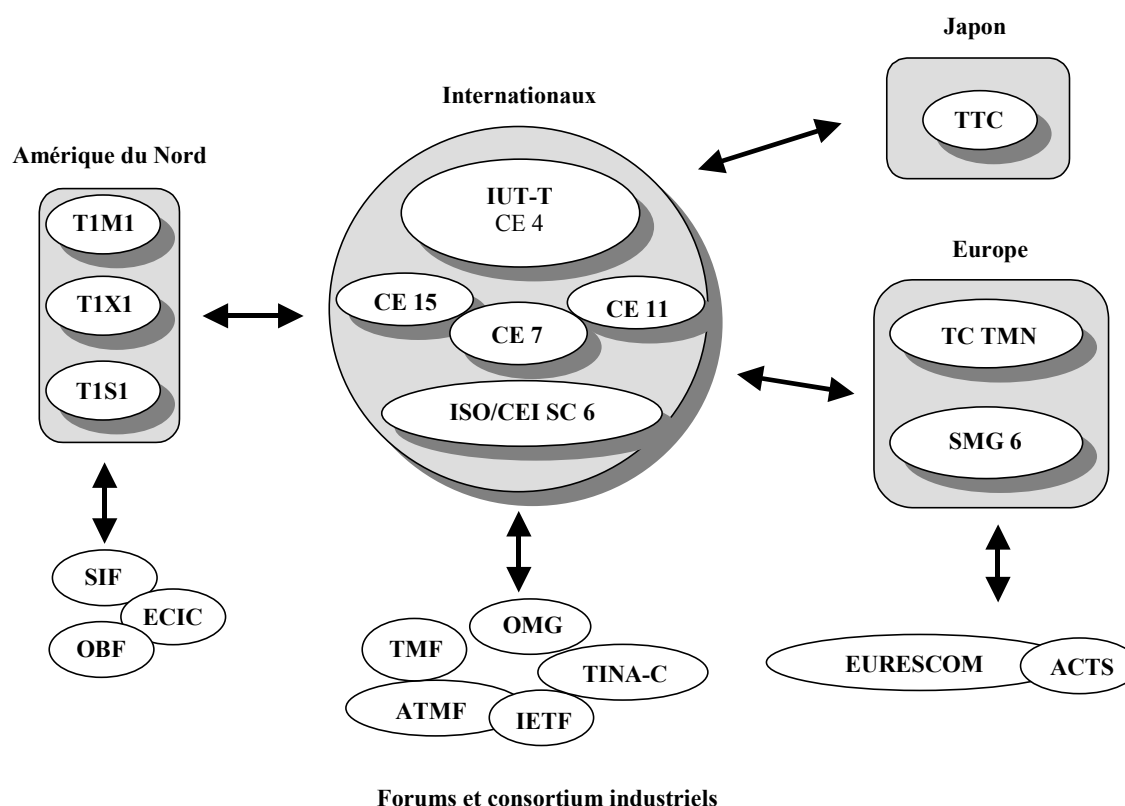


Figure 5.2 – Principales organisations de normalisation concernées par le RGT



La section 5.5 du présent chapitre fournit des informations plus détaillées sur le champ des activités déployées par les principales organisations de normalisation.

5.3 Principes du RGT

Le RGT est un nouveau concept défini par des spécialistes de la gestion et de l'informatique dans le cadre des activités de normalisation déployées à l'échelle internationale par plusieurs organisations de normalisation, orientées par l'UIT-T. De nouveaux outils ont dû être utilisés, de sorte que les modèles élaborés peuvent être d'un abord difficile pour le lecteur n'ayant pas une grande habitude des problèmes abstraits. Afin que le présent chapitre puisse être compréhensible pour les cadres et ingénieurs de toutes catégories, un minimum d'éléments théoriques fondamentaux ont été ajoutés à ce texte.

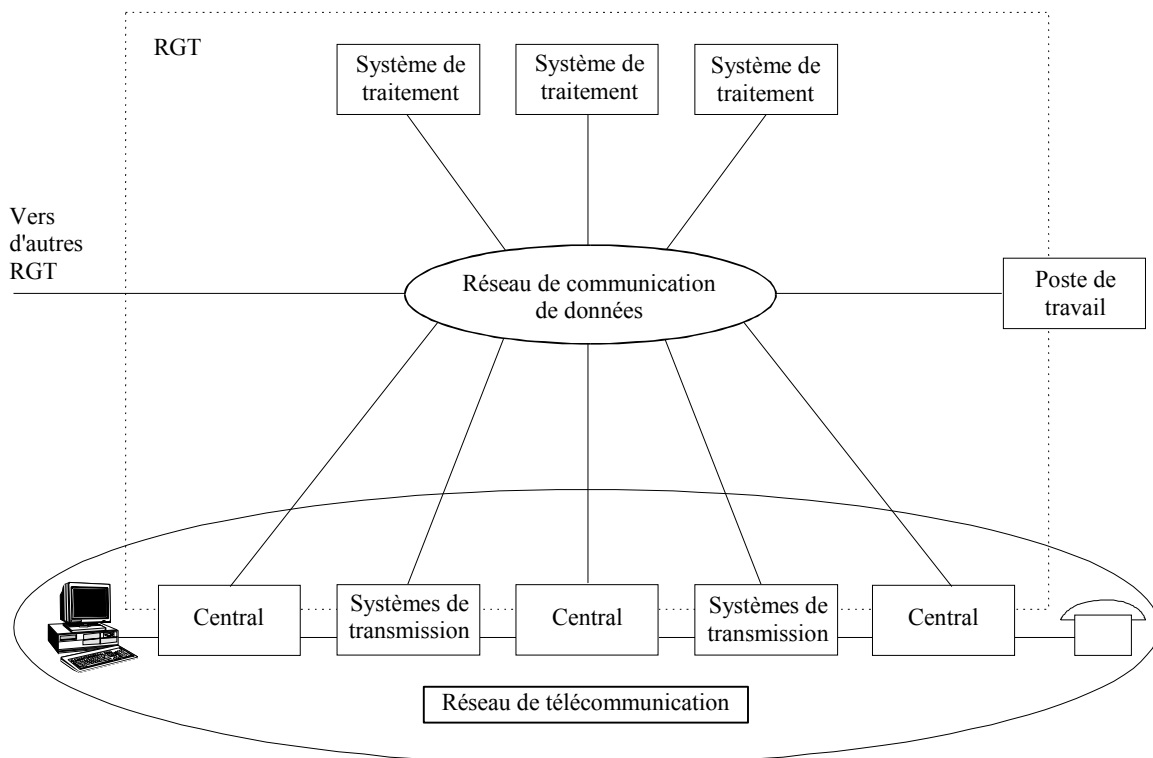
Le RGT est un concept très large, pouvant couvrir un grand nombre d'éléments, comme le montre l'exemple du Tableau 5.1 ci-après.

Conceptuellement, le RGT est un réseau distinct connecté à un réseau de télécommunication par des interfaces offrant divers points de mesure, de contrôle et de surveillance (Figure 5.3). En principe, les fonctions de gestion sont distinctes des fonctions de télécommunication. La frontière théorique du RGT établit une séparation entre les éléments des équipements de télécommunication qui interviennent dans les communications proprement dites et les éléments requis pour la gestion.

Tableau 5.1 – Exemple d'éléments couverts dans l'approche RGT

RGT, matériels:	Ordinateurs Terminaux Systèmes de communication Interfaces de gestion Equipements de réseau
RGT, logiciels:	Applications de gestion Bases d'informations de gestion Transfert de message
Champs d'application:	Réseaux publics et privés Services de télécommunication Systèmes de transmission numériques et analogiques Centraux numériques et analogiques
Domaines fonctionnels:	Gestion de la qualité de fonctionnement Gestion des dérangements Gestion des configurations Gestion de la sécurité Gestion de la comptabilité

Figure 5.3 – Relation générale entre le RGT et le réseau de télécommunication



Le RGT a pour fonction d'assurer la gestion de toutes catégories d'équipements de télécommunication (équipements de transmission et équipements de commutation), équipements d'appui aux télécommunications (alimentations électriques, systèmes de climatisation, équipements de sécurité) ainsi que sa propre gestion. En tant qu'outil, le RGT offre aux opérateurs de réseau des procédures d'interface homme/machine faciles à comprendre. Le concept général du RGT peut être décrit au moyen de différentes configurations d'architecture (Tableau 5.2).

Tableau 5.2 – Description des éléments du RGT

• Architecture fonctionnelle:	décrit les fonctions qui interviennent dans les échanges d'informations entre l'opérateur et l'équipement RGT.
• Architecture physique:	décrit les possibilités de répartition des fonctions entre les différentes unités matérielles de l'équipement RGT de gestion.
• Architecture d'information:	gère les relations entre les ressources gérables de l'équipement géré et la représentation abstraite des ressources dans les bases de données. L'architecture d'information décrit le traitement des informations de la base de données.
• Architecture structurée en couches logiques:	permet de subdiviser des activités de gestion complexes en tâches moins complexes, lesquelles peuvent être réparties entre les diverses couches de gestion.
• Fonctionnalités de gestion:	ensemble des diverses tâches de gestion des opérateurs.
• Communications de données:	assurent les transferts d'informations entre les différentes entités du RGT physiques (acheminement des messages par les interfaces de gestion).

L'architecture du RGT permet aux opérateurs de minimiser le temps de réaction aux événements qui se produisent sur le réseau, d'optimiser le flux des informations de gestion, de répartir géographiquement les différentes opérations de commande et enfin d'améliorer le service et les relations avec la clientèle.

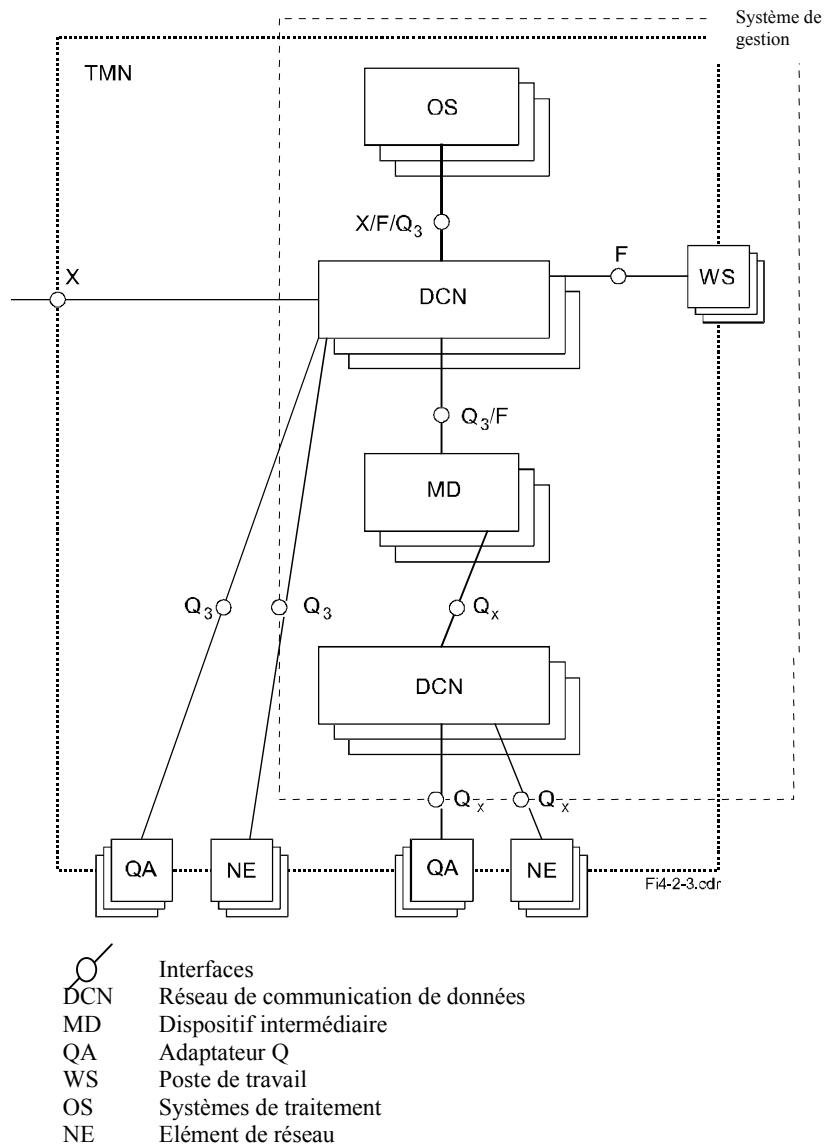
- ***Architecture fonctionnelle du RGT***

L'architecture fonctionnelle est un mécanisme de description et de compréhension des processus de gestion qui n'impose pas l'identification des systèmes physiques. L'architecture fonctionnelle décrit la répartition des fonctionnalités dans le RGT, ce qui permet de constituer des modules fonctionnels à partir desquels on peut définir un RGT de niveau de complexité donné. L'architecture définit des blocs fonctionnels qui recouvrent des éléments fonctionnels caractérisant en détail les fonctions spécifiques des blocs.

- ***Architecture physique du RGT***

L'architecture physique du RGT définit les mécanismes de description de l'architecture des systèmes de gestion, des équipements de réseau et des interfaces de gestion, etc., utilisés dans la mise en œuvre du RGT. Les blocs fonctionnels et les éléments fonctionnels qui leur sont associés peuvent être appliqués dans divers équipements physiques. Les équipements sont connectés par l'intermédiaire d'interfaces de gestion Q3 et d'interfaces F et X, selon le schéma de l'architecture physique simplifiée d'un RGT de la Figure 5.4. Les interfaces correspondent aux points de référence de l'architecture fonctionnelle et facilitent l'indépendance de la connectivité au niveau des équipements ou des fournisseurs. C'est par ces interfaces que les informations de gestion (demandes et résultats) circulent sous forme de messages de données structurés.

Figure 5.4 – Architecture physique du RGT



Source: Recommandation M.3010 de l'UIT.

• *Architecture d'information du RGT*

L'architecture d'information décrit la nature des informations de gestion, lesquelles doivent être échangées entre blocs fonctionnels. Cette architecture repose sur les concepts gestionnaire/agent définis pour la gestion des systèmes OSI. On définit un modèle d'information orienté objet qui présente une abstraction des ressources (physiques ou logiques) gérées. Le modèle d'information débouche sur une représentation abstraite des processus de gestion et des processus gérés. Un modèle d'information comporte les éléments suivants:

- une base d'informations de gestion (MIB), contenant un ensemble d'objets gérés avec toutes leurs propriétés (abstractions de ressources gérables);

- des systèmes de traitement (*operation systems*) qui interviennent dans les applications de gestion, par exemple la maintenance des équipements de transmission;
- des protocoles pour le transfert, sous forme de messages, d'informations concernant la maintenance pour les processus de gestion et les processus gérés.
- ***Architecture logique structurée en couche***

L'architecture logique structurée en couche (LLA) permet de subdiviser des fonctionnalités de gestion complexes en composantes moins complexes, groupées en couches logiques. Les couches logiques décrivent les fonctions résidentes des couches et les relations entre les couches. Les fonctionnalités de gestion – NEF, MF et OSF – peuvent être liées à cinq couches logiques:

- *Couche d'élément de réseau* (NEL), assurant la gestion des unités et fonctions atomiques dans un élément NE.
- *Couche de gestion d'élément* (EML), assurant la gestion et la coordination d'un sous-ensemble d'éléments de réseau sur une base NEF individuelle (les informations de gestion étant échangées entre des OSF de réseau et des NEF individuelles), ainsi que la gestion et la coordination d'un sous-ensemble d'éléments de réseau sur une base collective (les OSF peuvent donner d'un groupe de NEF une représentation d'unité unique et peuvent gérer la connectivité entre NEF). Fonctions types: mise à jour des données statistiques, des données d'enregistrement, etc., communication avec les couches adjacentes (NEL, NML).
- *Couche de gestion de réseau* (NML), assurant la gestion et la coordination de la représentation réseau de tous les éléments NE du réseau, ainsi que la visibilité complète des réseaux (données statistiques, données d'enregistrement, etc. et autres données concernant le réseau, communication avec les couches adjacentes).
- *Couche de gestion de service* (SML), chargée des aspects contractuels des services fournis aux consommateurs: commande de service, traitement des réclamations, facturation et communication avec les couches adjacentes, etc.
- *Couche de gestion d'entreprise* (BML), assurant la totalité des fonctions d'entreprise: appui aux décisions d'investissement pour les ressources de télécommunication, gestion des couches inférieures, communication avec les couches inférieures.
- ***Fonctionnalités de gestion***

Le RGT intervient dans une large gamme d'activités de gestion: planification, installation, exploitation, administration, maintenance et passation des marchés pour les réseaux et services de télécommunication. Les fonctionnalités de gestion prévues en la matière sont subdivisées en cinq domaines fonctionnels:

- Gestion de la qualité de service (collecte, mise en réserve et fourniture de statistiques d'exploitation, optimisation du réseau).
- Gestion des dérangements (identification, localisation, signalisation, enregistrement).
- Gestion des configurations (installation des équipements, définition des états et des paramètres, configuration de la largeur de bande).
- Gestion de la comptabilité (collecte, mise en réserve et fourniture d'informations de tarification et d'informations comptables).
- Gestion de la sécurité (gestion des fonctions d'autorisation, protection contre toute intrusion en provenance de réseaux de télécommunication publics).

Ces domaines définissent un cadre dans lequel on peut établir les applications appropriées pour répondre aux besoins économiques d'une administration.

Les activités de gestion des opérateurs sont très souvent comparables d'un opérateur à l'autre, et l'on s'efforce d'harmoniser et de normaliser ces activités dans le cadre de services de gestion RGT (Recommandation M.3400), schématisés à la Figure 5.5. Les services de gestion RGT peuvent être liés aux domaines RGT

gérés. Les services de gestion RGT se composent des fonctions de gestion RGT et des ensembles de fonctions de gestion RGT (Recommandation M.3200). Les fonctions de gestion RGT sont acheminées sous forme de messages par l'intermédiaire des interfaces de gestion.

Figure 5.5 – Exemple de services de gestion RGT

Utilisateurs du RGT													
Domaines de télécommunication gérés	Réseau téléphonique commuté	Réseau de communication mobile	Réseau pour données commuté	Réseau intelligent	SSCS N° 7	RNIS	RNIS-B	Réseau à circuits spécialisés et reconfigurables	RGT	IMT-2000 (FSMPT)	Réseaux d'accès et équipements terminaux	Réseau de transport	Infrastructure
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Services de gestion													
Administration clientèle	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Gestion des marchés d'équipements	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestion des effectifs	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tarification, taxation et comptabilité	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓			
Gestion de la qualité de service et de la qualité de fonctionnement du réseau	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mesures de trafic et analyse	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
Gestion du trafic	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
Analyse, routage et chiffage	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Gestion de la maintenance	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestion de la sécurité	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestion logistique	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

T0407120-96

Le signe ✓ signifie que le domaine de télécommunication géré auquel correspond la colonne considérée nécessite le service de gestion correspondant à la rangée considérée. L'ensemble de signes rassemblés dans une colonne définit les services de gestion qui peuvent être utilisés pour assurer la gestion du domaine de télécommunication géré correspondant. La Figure 5.5 donne un exemple de relations appliquées à la maintenance, en particulier à la surveillance des alarmes.

Communication de données

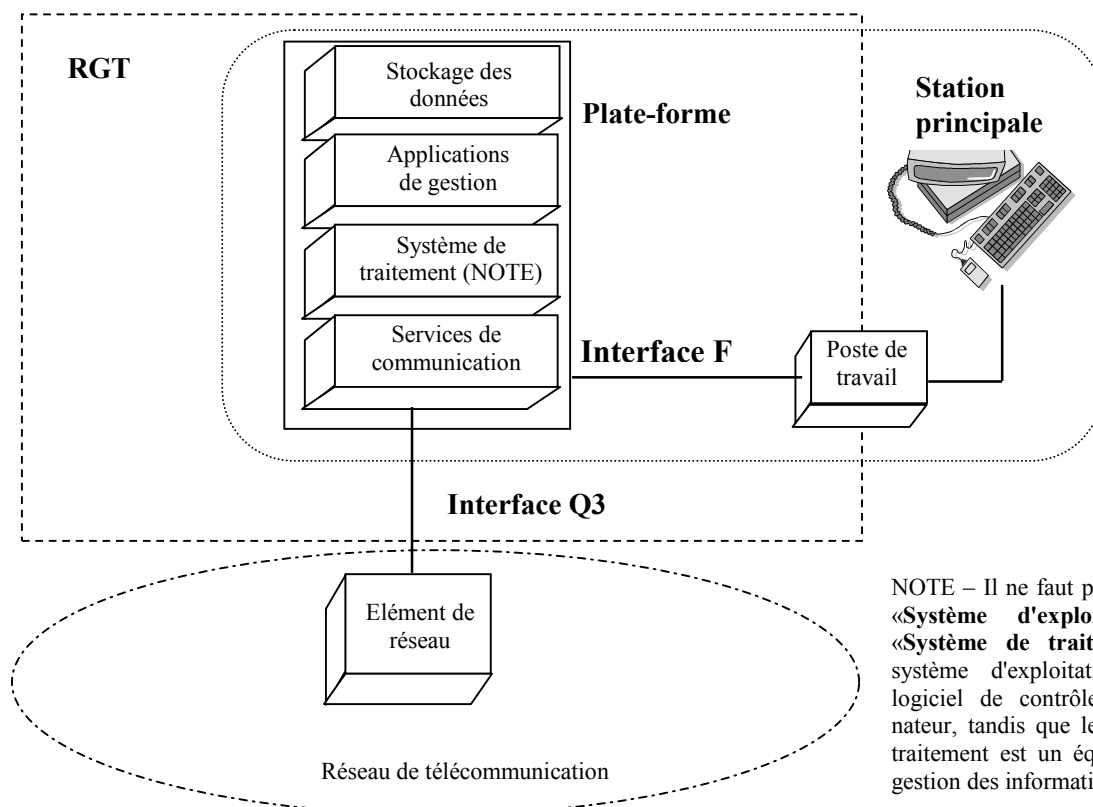
Le RGT utilise les profils OSI (Interconnexion des systèmes ouverts) pour transférer les informations d'un système à l'autre. Les suites de protocole DCF sont définies dans les Recommandations Q.811, Q.812 et G.773. La fonction de communication de données (DCF) à 7 couches mise en œuvre dans un réseau de communication de données (DCN) assure le traitement des messages relevant des fonctions de gestion RGT. La fonction de communication de message (MCF) regroupe les 3 couches de protocole inférieures.

Il est proposé d'inclure une option d'utilisation d'un profil de protocole TCP/IP dans la Recommandation révisée pour les profils de protocole de couche inférieure correspondant aux interfaces Q3 et X. Le protocole Internet TCP/IP est souvent utilisé dans les applications DCN locales (LAN).

5.4 Mise en œuvre du RGT

La réalisation pratique d'un RGT débouche sur une demande donnée de systèmes de gestion compatibles RGT appliquant les Recommandations de l'UIT relatives au RGT mais ne faisant pas partie des Recommandations RGT proprement dites. Toutefois, la pratique débouche sur le type d'application illustré à la Figure 5.6, qui représente un système de gestion simplifié dans un contexte RGT associé au réseau de télécommunication géré.

Figure 5.6 – Configuration type d'un système de gestion



Les systèmes de gestion se composent d'une plate-forme informatique et de terminaux informatiques comprenant:

- le matériel informatique et ses interfaces utilisateurs (opérateur) et le réseau de télécommunication géré;
- les logiciels informatiques comprenant le système d'exploitation de l'ordinateur, les applications de gestion, les systèmes de stockage des données (base d'informations de gestion) et les services de communication avec les utilisateurs et le réseau.

En raison de la répartition géographique du réseau géré, un système de gestion peut être réparti dans le cadre d'un traitement réparti.

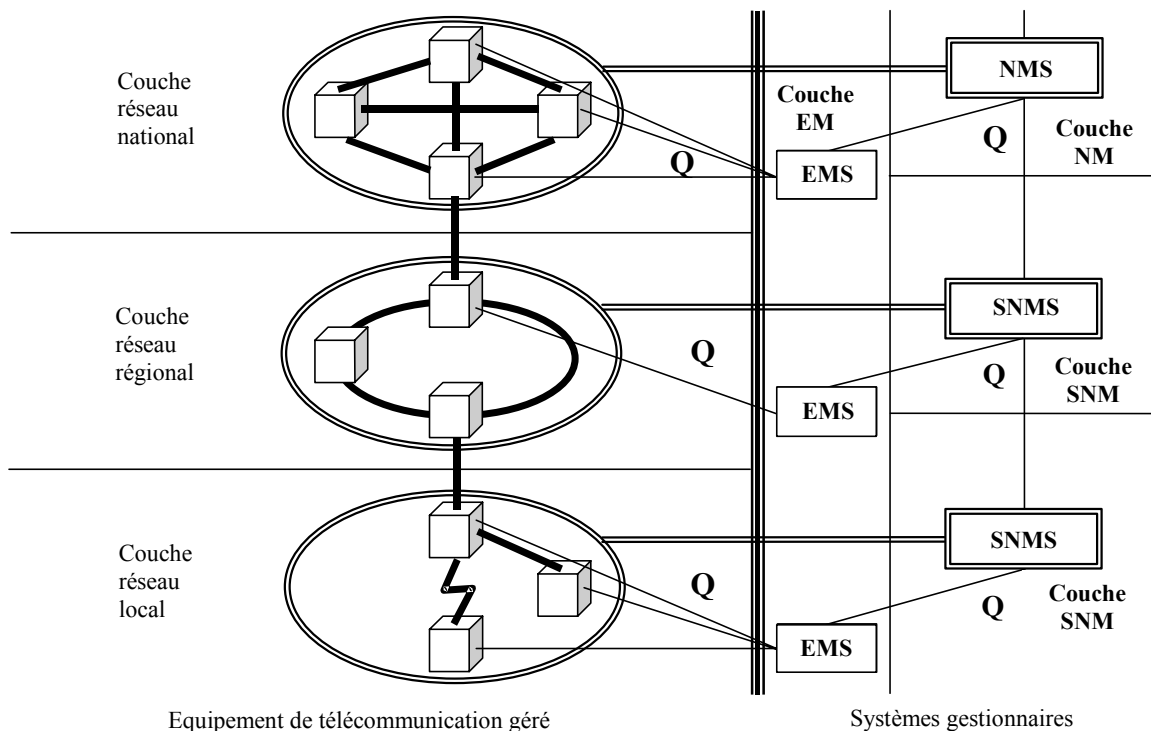
Les systèmes de gestion configurés selon une architecture logique structurée en couches peuvent comporter diverses composantes, chargées chacune des fonctions de gestion relevant d'une couche de gestion donnée. L'architecture physique qui en résulte se compose généralement des systèmes de gestion suivants:

- Système de gestion d'élément (EMS)
- Système de gestion de réseau (NMS)
- Système de gestion de service (SMS)
- Système de gestion d'activité économique (d'entreprise) (BMS)

A l'heure actuelle, les fournisseurs ne proposent que les éléments EMS et NMS, soit séparément soit cositués dans un même équipement (système de gestion). Un SMS est utilisé dans des services simples (service de lignes louées par exemple), tandis qu'on n'utilise pas encore couramment de version RGT du BMS.

Selon la hiérarchie des réseaux considérés (locaux, régionaux ou nationaux), on peut définir une hiérarchie de systèmes de gestion de réseau correspondante, et à partir de cette hiérarchie un certain nombre de systèmes de gestion de sous-réseau (SNMS), connectés hiérarchiquement au NMS. La Figure 5.7 illustre un exemple de MS pour réseau de transport.

Figure 5.7 – Exemple de réseau de transport géré



Certaines des fonctions EMS et NMS sont énumérées dans le Tableau 5.3.

Tableau 5.3 – Exemple de fonctions EMS et NMS

Fonctions de système gestionnaire d'éléments:

- *Elaboration du plan des éléments de réseau et gestion du plan*
- *Gestion d'un sous-ensemble d'éléments de réseau*
- *Gestion de la sécurité*
- *Informations de dérangement (localisation des dérangements, types, procédures de réparation)*
- *Fonction passerelle d'accès à la couche de gestion du réseau et au poste de travail*

Fonctions de système gestionnaire de réseau:

- *Elaboration du plan du réseau et gestion du plan*
- *Gestion du réseau ou du sous-réseau*
- *Gestion de la sécurité*
- *Collecte de données de comptabilité*
- *Fonction de passerelle d'accès à la couche de gestion de service et au poste de travail*

L'utilisation de fonctionnalités de gestion entraîne des transferts d'informations au niveau des interfaces de gestion. Se pose alors la question de savoir quelles sont les interfaces du système de gestion qui doivent être «compatibles RGT». Dans le cas des interfaces Q3, l'approche normalisée par l'UIT peut être utilisée pour la majorité des échanges d'informations. Toutefois, au niveau des DCN locaux, les communications sont souvent assurées par des interfaces SNMP disponibles sur le marché ou des interfaces propriétaires, qui peuvent offrir des solutions plus économiques.

Quelle est donc la plate-forme informatique qui convient le mieux aux applications RGT? L'expérience fait apparaître que la configuration doit être aussi indépendante de la technologie que possible, mais qu'il faut parallèlement tenir compte des fonctionnalités et des limitations de la plate-forme. Souvent, les plates-formes existantes ne sont pas spécifiquement conçues pour un RGT et imposent l'utilisation officielle d'applications de gestion et d'outils additionnels, dont la fourniture incombe normalement au fournisseur de plate-forme.

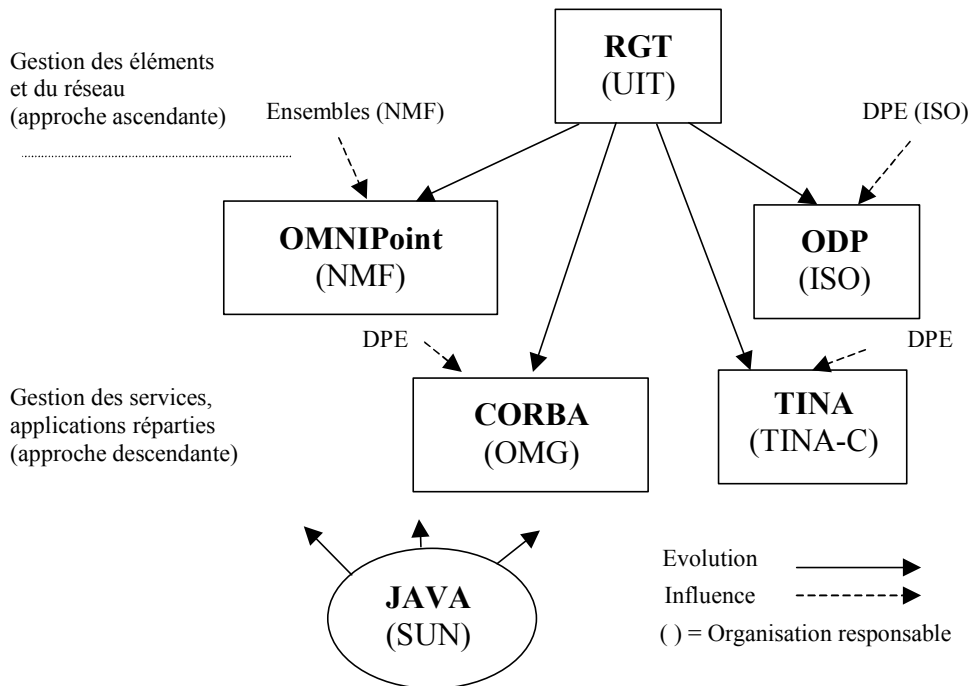
5.5 Evolution des outils de gestion

Au cours de la dernière période d'études, l'UIT et l'ISO ont élaboré des normes fondamentales RGT applicables à la couche élément, à la couche gestion d'élément et à la couche gestion de réseau. Pendant les phases d'application du RGT, il est apparu que la technologie du RGT, pourtant conçue comme une technologie globale dans son application, ne convenait pas à des situations de gestion complexes. En conséquence, un certain nombre d'organismes et de groupes de normalisation ont été contraints d'élaborer de nouvelles méthodes d'extension des outils de gestion. Plusieurs organisations continuent d'ailleurs de faire évoluer les outils de gestion conçus pour le RGT (Figure 5.8).

5.5.1 TeleManagement Forum (TM Forum)

Le TM Forum est une organisation internationale à but non lucratif au service de l'industrie de la communication. Sa mission consiste à aider les fournisseurs de services et les opérateurs de réseau à automatiser leurs procédures d'exploitation de façon efficace, aussi bien financièrement que dans le temps. Plus précisément, le Forum élabore des directives pratiques concernant la structuration de l'activité de l'entreprise, cerne les informations qui doivent être échangées d'une fonction à l'autre, définit un environnement systèmes réaliste pour l'interconnexion des systèmes d'appui opérationnels et enfin cherche à réunir les conditions de la constitution d'un marché et de produits concrets pour l'automatisation des procédures d'exploitation dans le domaine des télécommunications. Le Forum a recours aux normes internationales et régionales lorsque de telles normes sont disponibles, et fournit des éléments d'information à tous les organismes de normalisation dans le cadre des nouveaux travaux techniques. (www.tmforum.org)

Figure 5.8 – Schéma simplifié de l'évolution des outils de gestion



5.5.2 Organisation internationale de normalisation (ISO)

L'ISO cherche à résoudre les problèmes que pose la gestion répartie en recourant à ce que l'on appelle l'environnement de traitement réparti (DPE, *distributed processing environment*). Le traitement réparti ouvert (ODP, *open distributed processing*), établi sur la base du DPE, étend le concept RGT, tandis que le modèle de référence ODP fait intervenir différents «points de vue» pour simplifier l'approche des programmes complexes. Chaque point de vue est décrit selon son propre langage. Le Tableau 5.4 ci-après énumère les utilisations types de ces points de vue, ainsi que les utilisateurs.

Tableau 5.4 – Points de vue ODP

Point de vue	Utilisé par	Applications
Entreprise	Fournisseurs d'équipement et cadres d'entreprise	Besoins des entreprises (structure et gestion du réseau)
Information	Utilisateurs du système et analystes	Modélisation de l'information (détermination des règles, contraintes, relations statiques)
Traitement	Concepteurs d'applications et programmeurs	Décomposition fonctionnelle des objets (fonctions de programmation, types de données, relations statiques)
Ingénierie	Concepteurs de systèmes d'exploitation et de systèmes de communication	Configuration physique du RGT (localisation de l'information et des entités de traitement)
Technologie	Fournisseurs d'équipements pour les systèmes	Configuration, installation, maintenance des systèmes (mise en œuvre du réseau physique)

5.5.3 Groupe de gestion d'objets (OMG)

Le Groupe OMG a mis au point une architecture de gestion d'objets (OMA, *object management architecture*) à partir de laquelle a été définie une architecture de collaboration utilisateur/vendeur pour des composants d'application universelle, architecture dénommée (CORBA). Le RGT décrit un grand nombre d'objets gérés relativement simples associés à la couche d'élément de réseau. Toutefois, au niveau des couches service et entreprise, on observe un nombre relativement limité d'objets très complexes associés à des interactions également complexes, difficiles à traiter avec le RGT. L'architecture CORBA a précisément été élaborée dans le souci de décrire la gestion des objets complexes dans un environnement de traitement réparti.

La procédure gestionnaire/agent définie dans le RGT impose un langage et une compréhension communs au gestionnaire et à l'agent (principe dit de connaissances de gestion partagées (SMK, *shared management knowledge*). L'architecture CORBA étend le processus gestionnaire/agent au processus généralisé client/serveur qui offre les fonctionnalités suivantes: nouvelles transactions, agents mobiles, gestion de données multimédias, entités de données autogérées et logiciels intermédiaires intelligents.

Ces fonctions reposent sur le concept d'éléments logiciels indépendants du langage, de l'application, des outils, des systèmes d'exploitation, des fournisseurs, des applications réseau et des lieux d'implantation.

Les éléments sont des unités commercialisables qui font partie d'applications complètes utilisables sans limitation de combinaison. Les éléments dont le comportement est assimilable à celui des objets gérés, sont définis par leur interface.

Le modèle de référence CORBA schématisé par la Figure 5.9 comporte un intermédiaire de demande d'objet (ORB, *object request broker*) dont les connexions utilisent le langage de définition des interfaces (IDL, *interface definition language*), lequel définit, pour chaque élément, l'interface, les attributs, l'héritage, le nommage, les opérations, les services et la syntaxe. Les éléments peuvent communiquer entre eux en différents langages pendant le traitement et peuvent demander des services.

Les moyens communs prennent en charge les interfaces utilisateurs (par exemple, pour les services d'édition), la gestion de l'information (par exemple, pour le stockage des documents), la gestion des systèmes (par exemple, pour l'installation des éléments) et la gestion des tâches (par exemple, chaînes d'activité et règles). Les moyens communs sont généralement utilisables dans divers domaines: télécommunications proprement dites, services de santé, commerce de détail, services financiers.

Les services objets donnent des informations détaillées sur les éléments – vie utile, nommage, événements, transactions, relations et licences.

Les objets d'application permettent de définir des applications d'utilisateur spécifiques qui s'ajoutent aux moyens communs et aux services d'objets et permettent de structurer la modélisation de systèmes complexes.

5.5.4 Consortium TINA (TINA-C)

Le consortium TINA a défini une architecture de réseau d'information sur les télécommunications (TINA), architecture ouverte pour des applications logicielles réparties de télécommunication. Le consortium TINA regroupe les opérateurs, les fournisseurs de matériels de télécommunication et les fournisseurs de matériels informatiques. L'architecture TINA, qui repose sur le RGT, doit permettre d'améliorer ce concept à plusieurs niveaux: répartition, interopérabilité, rôles dynamiques, possibilité de réutilisation, cohérence. Certaines de ces améliorations sont précisées au Tableau 5.5.

L'architecture TINA offre une approche unifiée et structurée en catégories d'éléments: éléments de service (par exemple, agent utilisateur, gestionnaire de session), éléments de ressources (coordinateur de connexion, gestionnaire de ressources) et unités élémentaires (équipements de commutation et de transmission, convertisseurs de protocole).

A cet égard, l'architecture TINA fait intervenir un environnement de traitement réparti et des points de vue (point de vue ingénierie, point de vue information, point de vue traitement).

Figure 5.9 – Modèle de référence CORBA

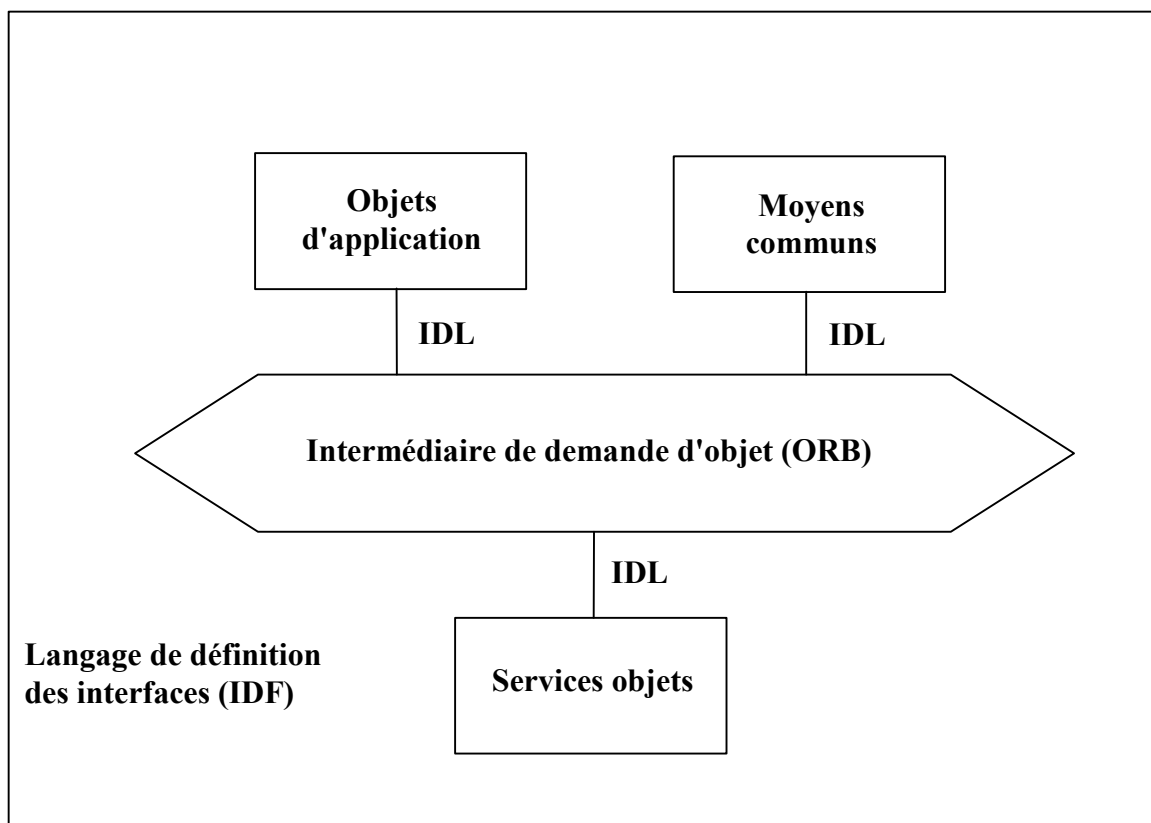


Tableau 5.5 – Améliorations apportées au RGT par l'architecture TINA

TINA	RGT
Protocoles	CMIP et SNMP
Rôle dynamique	<ul style="list-style-type: none"> – Un objet peut assurer des actions de gestion – Un gestionnaire peut être géré – Une relation gestionnaire/agent peut être dynamique
Concept	<ul style="list-style-type: none"> – Le concept de gestion peut être appliqué aux services – Le concept de service peut être appliqué à la gestion

5.5.5 JAVA

Dans les postes de travail et les terminaux informatiques, la présentation des fonctions de gestion a suivi l'évolution de l'Internet, selon les principales étapes suivantes:

- Années 70: fonction de courrier électronique
- 1987: World Wide Web (www), simplifiant l'accès au réseau Internet
- 1995: JAVA, langage de programmation pour la création de programmes
- 1996: Javascript, pour la gestion des programmes
- 1998: www + Javascript pour la création de pages www dynamiques.

JAVA offre divers avantages au niveau de la présentation des applications de gestion:

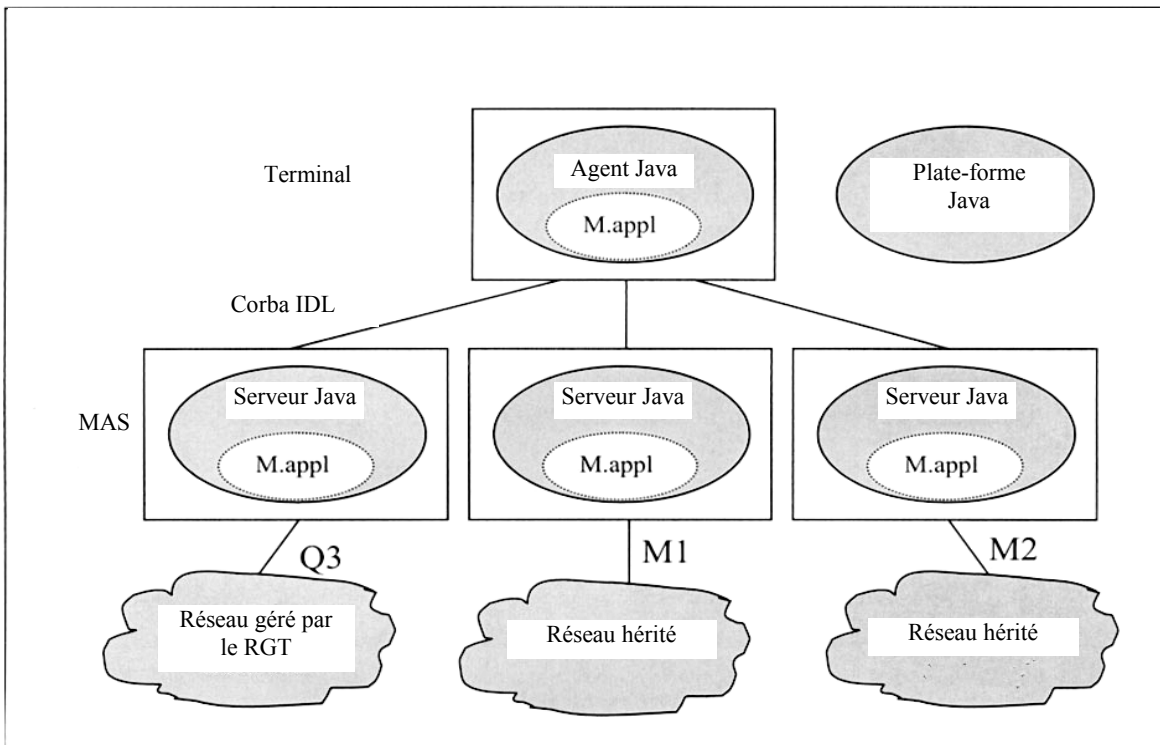
Simplicité	Analogue à C++
Orientation objet	Compatible avec les applications de traitement réparti
Indépendance par rapport aux plates-formes	Plate-forme logicielle universelle
Aspect dynamique	Téléchargement automatique des nouvelles versions
Indépendance par rapport à la technologie	Cœexistence avec les technologies en service et les nouvelles technologies

Un agent JAVA présente les avantages suivants:

- Prévisionnel sans intervention humaine
- Mise à jour automatique et à distance, par exemple via l'Internet
- Gestion par navigateur web
- Modularité d'adaptation des réseaux (dimensions et types).

La Figure 5.10 illustre un exemple de gestion de réseau sous JAVA. Des équipements gérés types des interfaces de gestion de types différents peuvent être connectés au même agent JAVA.

Figure 5.10 – Gestion d'un réseau avec JAVA



5.6 Conclusion

Les efforts déployés par divers organismes dans le domaine de la gestion des réseaux et des services ont débouché sur l'élaboration de plates-formes destinées essentiellement aux services RGT et CORBA. Les plates-formes existantes offrent des fonctions RGT et CORBA, qui peuvent grandement simplifier le travail des concepteurs de systèmes et des opérateurs, par exemple:

- corrélation et filtrage des événements, caractéristiques qui peuvent réduire le nombre des alertes;
- modélisation des objets gérés sur la base d'un navigateur interactif avec orientation graphique;
- outil de développement des agents et des gestionnaires utilisant le modèle GDMP de génération et d'essai;
- services de topologie utilisés pour les relations entre objets en vue de l'intégration d'applications multiples.

Documentation:

- 1 *A technical Strategy: Implementing TMN Using OMNIPoint, NMF.*
- 2 *The «Ensemble» concepts and Format, Forum 025, Numéro 1.0.*
- 3 *Telecommunications Information Networking Architecture, (TINA) IEEF/IFIP 1994 Network Operations and Management Symposium.*

- 4 *Rural Telecommunications, Volume III-Basic Aspects, Problems, Criteria, Instructions and Suggestions Concerning Maintenance of Rural Telecommunications Network*, 1994.
- 5 *An Overview of Open Distributed Processing* Primera Mullan, ATT Bell laboratories
- 6 Robert Orfali, *The Essential Distributed Objects Survival Guide*.
- 7 Aaron E. Walsh, *Java for Dummies*, IDG Sweden Books.
- 8 Todd Goldman, *Network Management* Global Telephony, novembre 1997.
- 9 *Guide for the Introduction of a Computerised Subscriber Management System (CSMS)*. UIT, 1^{re} édition, 1999.
- 10 *Guidelines for a new approach using Telecommunications Management Network (TMN)*. UIT-D.

5.7 Liste des abréviations

RGT	Réseau de gestion des télécommunications
ATM	Mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BML	Couche de gestion d'entreprise (<i>business management layer</i>)
BMS	Système gestionnaire d'entreprise (<i>business manager system</i>)
CORBA	Architecture intermédiaire de demande d'objet commun (<i>common object request broker architecture</i>)
DCF	Fonction de communication de données (<i>data communication function</i>)
DCN	Réseau de communication de données (<i>data communication network</i>)
DPE	Environnement de traitement réparti (<i>distributed processing environment</i>)
EML	Couche de gestion d'élément (<i>element management layer</i>)
EMS	Système de gestion d'élément (<i>element manager system</i>)
GDMO	Définition globale des objets gérés (<i>global definitions of managed object</i>)
IDL	Langage de définition d'interfaces (<i>interface definition language</i>)
ISO	Organisation internationale de normalisation (<i>international standardization organization</i>)
LAN	Réseau local (<i>local area network</i>)
MCF	Fonction de communication de message (<i>message communication function</i>)
MD	Dispositif d'intermédiation (<i>mediation device</i>)
MIB	Base d'informations de gestion (<i>management information base</i>)
MO	Objet géré (<i>managed object</i>)
MS	Système de gestion (<i>management system</i>)
NE	Élément de réseau (<i>network element</i>)
NEL	Couche d'élément de réseau (<i>network element layer</i>)
NML	Couche de gestion de réseau (<i>network management layer</i>)

NMS	Système gestionnaire de réseau (<i>network manager system</i>)
ODP	Traitement réparti ouvert (<i>open distributed processing</i>)
OMA	Architecture de gestion d'objets (<i>object management architecture</i>)
OMG	Groupe de gestion d'objets (<i>object management group</i>)
ORB	Intermédiaire de demande d'objet (<i>object request broker</i>)
OS	Système d'exploitation (<i>operation system</i>)
OSI	Interconnexion des systèmes ouverts (<i>open systems interconnection</i>)
P	Poste de travail
QA	Adaptateur Q (<i>Q adaptor</i>)
SMK	Connaissances de gestion partagées (<i>shared management knowledge</i>)
SML	Couche de gestion de service (<i>service management layer</i>)
SMS	Système gestionnaire de service (<i>service manager system</i>)
SNMP	Protocole de gestion de réseau simple (<i>simple network management protocol</i>)
SNMS	Système gestionnaire de sous-réseau (<i>subnetwork manager system</i>)
TCP/IP	Protocole de gestion de transmission/protocole (<i>transmission control protocol/internet protocol</i>)
TM Forum	Forum de télégestion (<i>telemangement forum</i>)

ANNEXE 5A

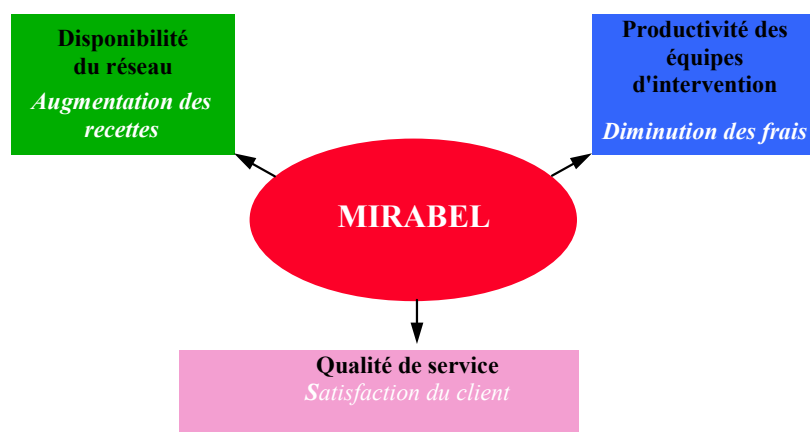
**Système de test et de mesure pour lignes
(système MIRABEL de Thomson CSF)****1 Introduction**

La présente Annexe décrit une application de type RGT d'un système de test et de mesure pour lignes.

1.1 Considérations générales

Dans de nombreux pays, les opérateurs de réseau de télécommunication se font actuellement une très vive concurrence. Dans cette lutte, les parties en présence disposent en quelque sorte de deux armes, d'une part les tarifs et d'autre part la qualité du service. Il est fondamental d'offrir des tarifs intéressants pour attirer de nouveaux clients, et d'assurer une qualité de service élevée pour les conserver. Toutefois, même avec des tarifs très intéressants, aucun client n'accepterait d'être privé du service pendant plusieurs journées de suite, de sorte que la qualité du service revêt une importance croissante.

S'il existe divers outils de maintenance du réseau local, notamment les fonctions intégrées dans les commutateurs, on observe en général que ces outils ne sont pas cohérents et ne peuvent pas être considérés comme des «systèmes». Ils dépendent souvent du type de commutateur et imposent généralement une formation et des connaissances spécialisées. Les concepteurs du système MIRABEL avaient donc deux objectifs: ils souhaitaient premièrement mettre au point un système complet intégrant toutes les fonctions possibles et en second lieu proposer une interface d'utilisation facile, sans connaissances spécialisées.

Figure A1 – Avantages du système MIRABEL

Pour résumer, MIRABEL présente des avantages sur trois niveaux:

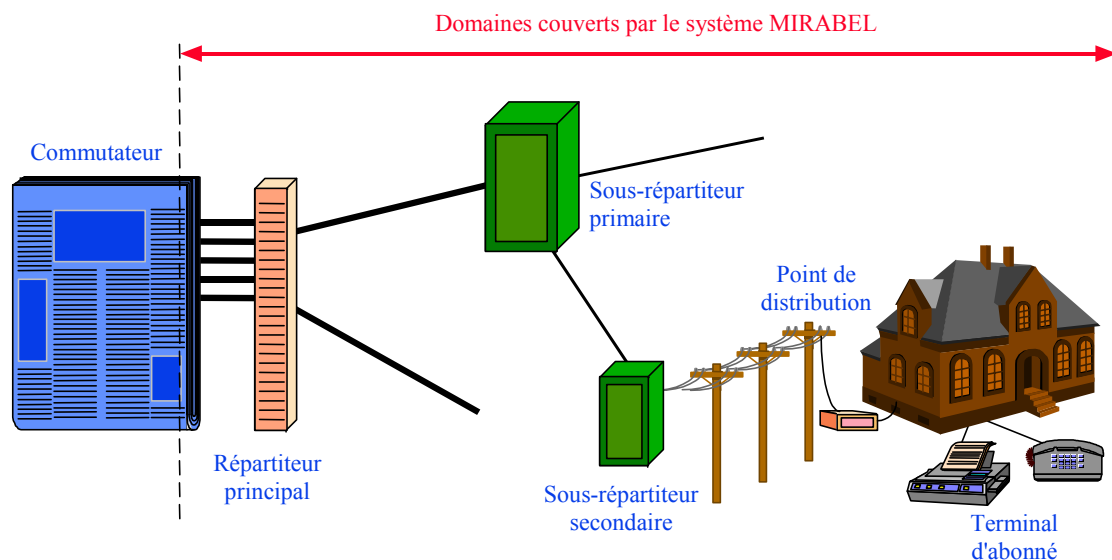
- La satisfaction du client augmente proportionnellement à la qualité du service.
- Les recettes dégagées par le réseau augmentent (une ligne hors service ne produit rien).
- Les dépenses de maintenance diminuent, en raison de l'amélioration de la productivité des équipes d'intervention.

1.2 Principales caractéristiques

Le système MIRABEL a pour fonction principale **d'identifier** et de **localiser** les dérangements (pannes, installations incorrectes, etc.) tout au long des lignes d'abonné, du commutateur à l'abonné lui-même. Le système couvre donc les domaines suivants:

- les circuits d'interface de ligne d'abonné au niveau des commutateurs (centraux ou installations d'abonné distantes);
- le répartiteur principal;
- l'ensemble des sous-répartiteurs et des tronçons qui constituent le raccordement avec l'abonné;
- les équipements téléphoniques.

Figure A2 – Domaines couverts par le système MIRABEL



Le système MIRABEL ne s'applique qu'aux lignes en cuivre, puisque les procédures portent sur des tests électriques. Tous les types de fils de cuivre peuvent être contrôlés. Les tests portent sur les aspects électriques, même dans le cas des lignes RNIS.

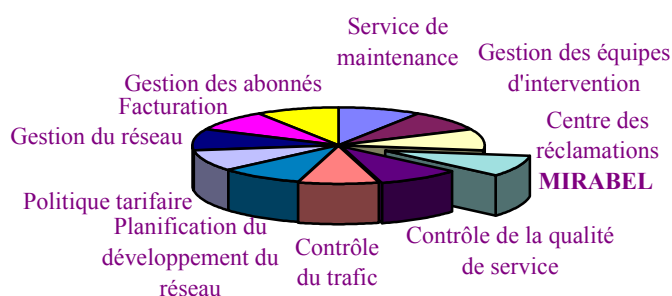
Le système MIRABEL permet de tester des lignes commutées aussi bien que des lignes spécialisées (louées).

Après avoir effectué une série de tests électriques, le système non seulement indique les valeurs électriques relevées mais fournit aussi un **diagnostic** qui précise le type de défaillance et la localisation du problème, ce qui est un avantage majeur, du fait que les outils traditionnels ne donnent que des fourchettes de valeurs électriques que ne peuvent utiliser que des spécialistes des télécommunications. Le diagnostic (par exemple: «court-circuit au niveau de la baie N° 23») peut être compris par des agents ou des employés sans aucune connaissance technique.

Le système peut exécuter non seulement des tests isolés mais encore, sur demande d'un agent ou d'un responsable de terrain, des séries de tests qui permettent d'évaluer périodiquement le réseau et de mettre en évidence des problèmes cachés n'ayant pas encore suscité de panne. En conséquence, le système MIRABEL se prête aussi bien à la maintenance curative qu'à la maintenance préventive.

Le système MIRABEL «travaille» avec le système d'appui à la clientèle et fait à ce titre partie du système général d'information de l'opérateur de télécommunication. Le système de test et de mesure est naturellement une caractéristique fondamentale de la structure globale, à côté de la facturation, de la gestion des tarifs, de la commercialisation, etc.

Figure A3 – Le système MIRABEL dans la structure générale de l'information



2 Architecture

Le système MIRABEL n'est pas seulement un outil de mesure précis, mais encore un système d'information complet, relié aux trois unités principales, à savoir:

- le centre des réclamations, en contact direct avec les abonnés, qui collecte toutes les données concernant les dérangements;
- l'équipe d'intervention sur le terrain, chargée des réparations sur le réseau local;
- le réseau téléphonique public commuté (RTPC).

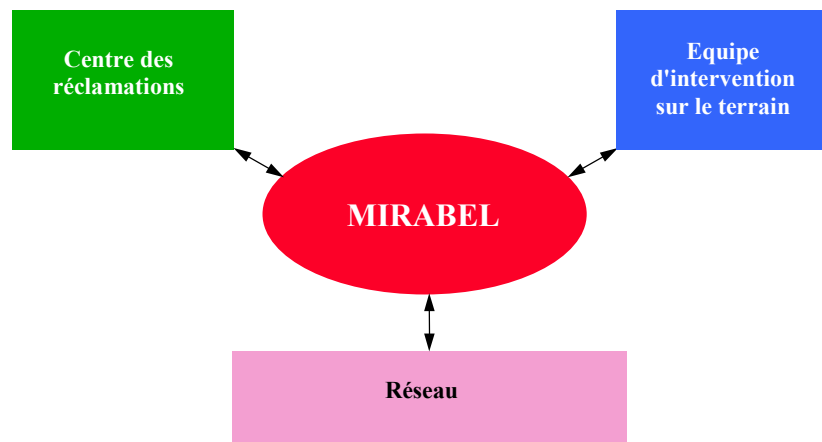
2.1 Interface réseau

Les tests de ligne sont effectués par un équipement dénommé «Unité de test et de diagnostic» (TDU, *test & diagnosis unit*), qui est un instrument conçu pour mesurer une large gamme de caractéristiques électriques sur une ligne d'abonné. Chaque TDU est reliée à un commutateur par l'intermédiaire de «circuits d'essai» (jusqu'à 24), disponibles sur la plupart des commutateurs.

Les TDU sont installées à proximité immédiate des commutateurs¹, ce qui permet d'éviter toute variation importante des caractéristiques électriques des lignes, qui auraient une incidence sur la précision des mesures.

¹ Central principal ou équipement d'abonné distant, selon la configuration du commutateur.

Figure A4 – Interfaces du système MIRABEL



Toutes les TDU sont contrôlées par des unités de contrôle principales (MCU, *main control units*), qui sont des ordinateurs utilisant des logiciels spécialement mis au point à cet effet. Chaque TDU est reliée à une MCU, par l'intermédiaire du RTPC, d'un réseau TC/IP ou X.25 ou d'un réseau local. Le nombre de MCU dépend essentiellement de la structuration de l'opérateur de télécommunication considéré.

La MCU régit les tests selon une procédure qui comprend trois étapes:

- La MCU accède au commutateur et demande la connexion d'une ligne d'abonné à un circuit d'essai². La MCU accède ensuite à la TDU et lance le test.
- La TDU exécute le test et communique les valeurs mesurées ainsi que le diagnostic à la MCU.
- La MCU se connecte de nouveau au commutateur et demande la libération de la ligne d'abonné.

La MCU accède aux commutateurs soit directement par l'intermédiaire du réseau, soit par l'intermédiaire de l'unité TDU, selon l'infrastructure de maintenance. Par exemple, l'accès à tous les commutateurs électromécaniques se fait par l'intermédiaire d'unités TDU.

La méthode de contrôle d'un commutateur dépend du type d'équipement. La société DASSAULT AT a élaboré un certain nombre d'interfaces pour commutateurs électroniques et commutateurs électromécaniques de divers fabricants (Alcatel, Ericsson, NEC, Siemens, Lucent Technologies, etc.). De nouvelles interfaces peuvent facilement être réalisées pour des commutateurs spécifiques.

Outre les lignes d'abonné, le système MIRABEL peut tester des lignes spécialisées, grâce à une «matrice de lignes spécialisées» (DLM, *dedicated line matrix*), placée sur la ligne.

La DLM est contrôlée par la TDU. Les tests sont effectués par la MCU selon la procédure en trois étapes. Chaque extrémité de ligne peut être testée séparément.

² Aucune taxe n'est facturée à l'abonné.

Figure 5 – Interface réseau

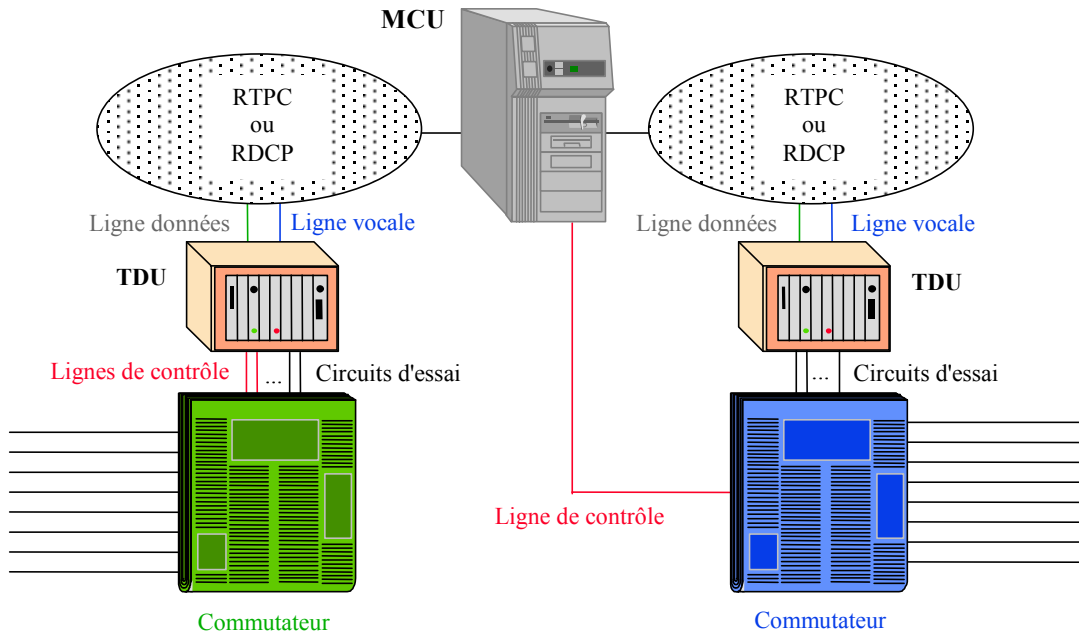
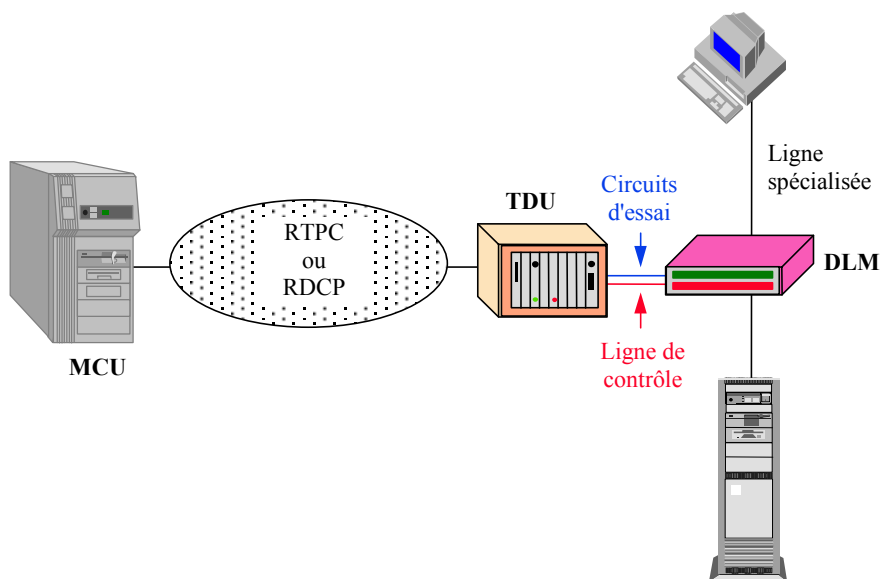


Figure 6 – Interface de ligne spécialisée



2.2 Interface «centre des réclamations»

Le centre des réclamations est le premier utilisateur du système MIRABEL, puisque tout abonné ayant un problème de ligne s'adresse à ce centre. En général, l'employé qui répond à une réclamation la consigne et la transmet à un spécialiste de l'analyse des dérangements, le problème étant ensuite réglé par l'équipe d'intervention sur la base du rapport fourni par le spécialiste.

Dernière étape de la procédure, l'équipe de terrain rend compte de son intervention au centre des réclamations.

Avec le système MIRABEL, la procédure est beaucoup plus rapide:

- L'employé qui reçoit la réclamation teste instantanément la ligne d'abonné et prend connaissance du problème. Cette personne peut alors répondre en toute certitude («apparemment votre problème est causé par ...»). Ce type de réponse inspire une grande confiance au client.
- Le diagnostic ainsi établi est communiqué immédiatement à l'équipe d'intervention.

Le logiciel du centre des réclamations n'est pas inclus dans le système MIRABEL. Ce logiciel fait généralement partie du système d'appui à la clientèle de l'opérateur et fournit d'importantes informations au système d'information global. Toutefois, ce logiciel peut assurer des interfaces avec:

- **Les logiciels propriétaires des opérateurs de télécommunication.** Cette question appelle une étude et des activités spécifiques, en collaboration avec l'opérateur de télécommunication et/ou toute tierce partie intéressée.
- **Les systèmes d'appui à la clientèle que les opérateurs de télécommunication acquièrent sur le marché.** Dans ce cas, ces interfaces sont déjà prévues.
- **Les logiciels développés tout spécialement** en fonction des spécifications de l'opérateur de télécommunication, ou en fonction de besoins particuliers³.

Les MCU sont reliées au système d'information de l'opérateur de télécommunication soit par l'intermédiaire d'un réseau régional (TC/IP ou X.25), soit par l'intermédiaire d'un réseau local (LAN). En l'occurrence, le choix dépend de la dimension du réseau et de l'organisation de l'opérateur de télécommunication.

En raison de l'intégration, les employés peuvent accéder aux ressources d'appui à la clientèle (base de données d'abonnement, par exemple) et au système MIRABEL par une seule interface homme-machine.

Le système d'information de l'opérateur de télécommunication bénéficie de cette intégration au niveau de la collecte des données relatives aux dérangements et du traitement des données statistiques.

Par ailleurs, si le système d'information de l'opérateur de télécommunication comprend une base de données de description de ligne, c'est-à-dire une base précisant la structure des lignes d'abonné (câbles et répartiteurs), le système MIRABEL, à partir de ces données, peut améliorer la localisation des dérangements. Par exemple, au lieu d'afficher «panne à 1 500 mètres de l'unité MDF», le système indique «dérangement dans le répartiteur N° 17», message beaucoup plus facile à comprendre du point de vue opérationnel.

³ Par exemple, un logiciel spécifique capable de traiter les caractères chinois a été créé pour un client.

Figure A7 – Interface du Centre des réclamations

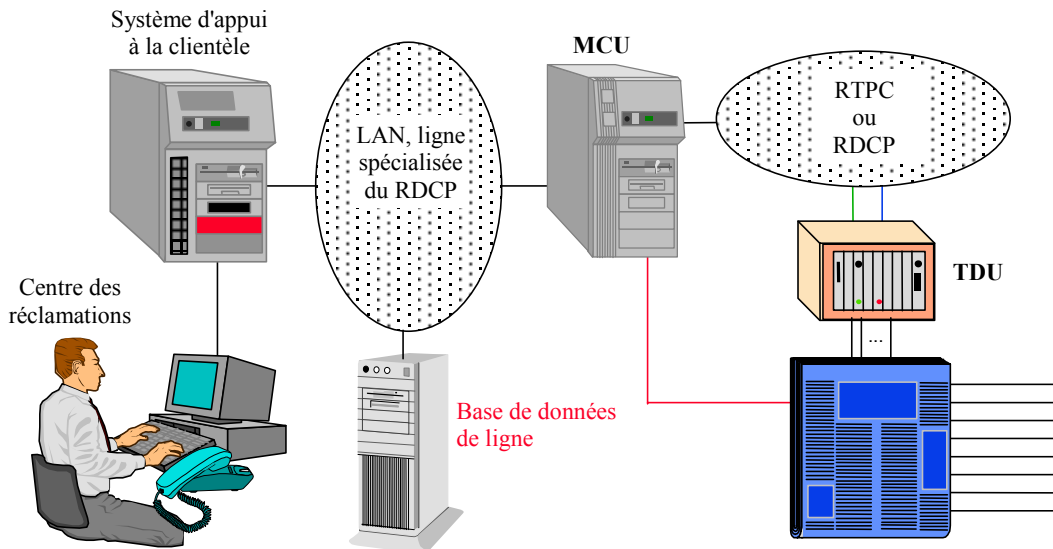
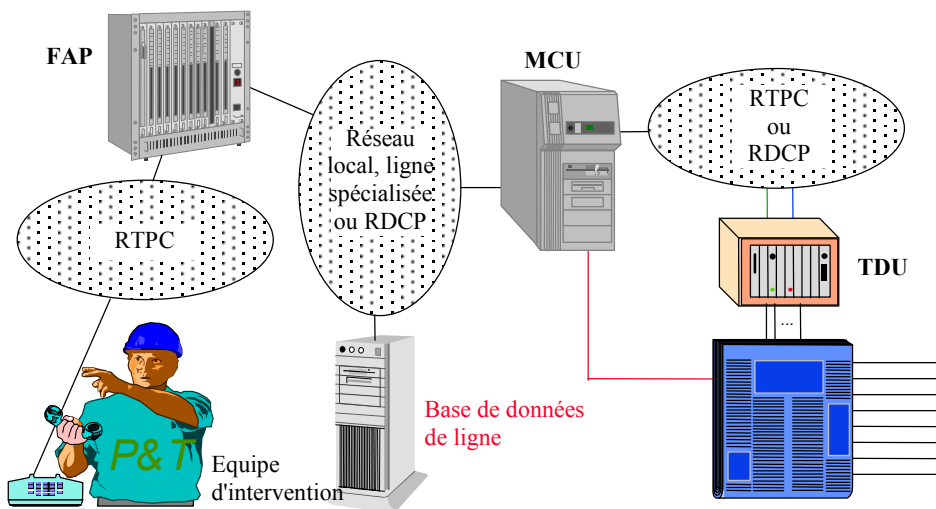


Figure A8 – Interface «équipe d'intervention»



2.3 Interface «équipe d'intervention»

Pendant leur travail, les techniciens des équipes d'intervention peuvent utiliser le système MIRABEL de façon interactive pour analyser un dérangement et évaluer en temps réel le résultat de la réparation: ainsi, l'efficacité et la productivité de l'équipe d'intervention sont grandement améliorées.

Les techniciens accèdent au système par l'intermédiaire d'un point d'accès d'intervention (FAP, *field access point*) au moyen d'un simple téléphone, voire d'un ordinateur portable.

Le FAP comprend un système de réponse vocale qui aide les techniciens à contrôler les tests avec un simple instrument téléphonique, configuré en clavier à tonalités, et à l'aide d'un menu vocal. Dans ce cas, le FAP indique le diagnostic et les valeurs mesurées en mode vocal.

En cas d'incertitude, le système MIRABEL demande au technicien de pousser plus loin le test, avec un message de type «installer une boucle dans le répartiteur N° 13 et retester la ligne».

Lorsque l'on considère que le système a été réparé, il est utile de demander un dernier test de vérification générale.

3 Services

Le système MIRABEL propose deux services:

- **Tests isolés:** forment la base de la maintenance curative.
- **Séries de tests:** forment la base de la maintenance préventive.

3.1 Tests isolés

Un test isolé est effectué à chaque dérangement, soit sur demande d'un employé du centre des réclamations soit sur demande d'un technicien de terrain.

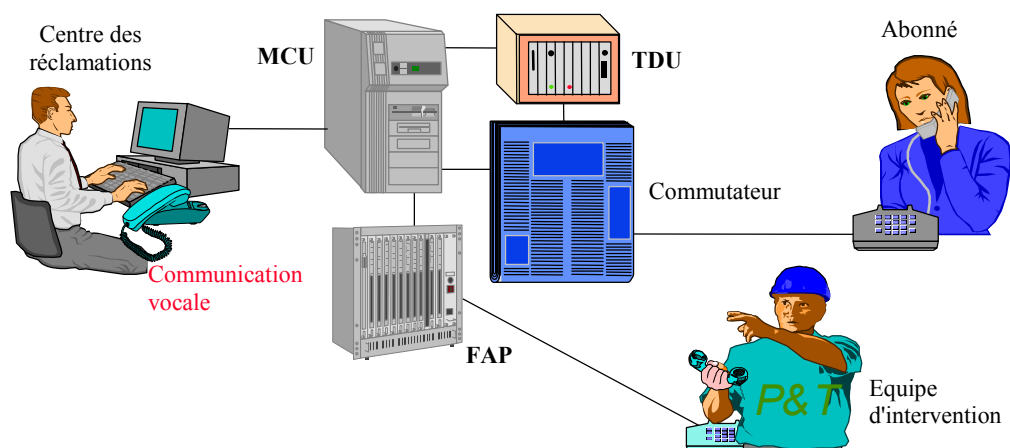
Un «test de base» est une opération exécutée automatiquement par le système MIRABEL en fonction des données entrées par l'employé ou le technicien. Le résultat du test de base est disponible en quelques secondes. L'employé ou le technicien peuvent demander une séquence de tests de base afin d'obtenir un résultat plus précis. Un test peut également être effectué en collaboration avec un technicien de terrain, voire un abonné. Une telle interaction est par exemple requise dans les cas suivants:

- En cas de panne de l'instrument téléphonique, l'employé peut demander à l'abonné (ou à toute autre personne) d'appuyer successivement sur chaque touche, et il vérifie alors le résultat à partir de son propre bureau.
- En cas de panne complexe, le technicien peut demander à un aide d'établir une boucle au niveau d'un répartiteur, avant de retester la ligne.

Pour pouvoir travailler de façon interactive, les agents et les techniciens de terrain accèdent à la ligne en mode vocal. Lorsqu'une ligne en dérangement est testée par l'intermédiaire d'une TDU, la TDU elle-même peut être appelée par l'intermédiaire du RTPC, ce qui permet d'établir des communications vocales de bout en bout sans interrompre le test.

Cette fonction sera le plus souvent utilisée par un agent qui souhaite tester un instrument téléphonique: l'agent peut alors parler à l'abonné pendant le déroulement du test.

Figure A9 – Test isolé



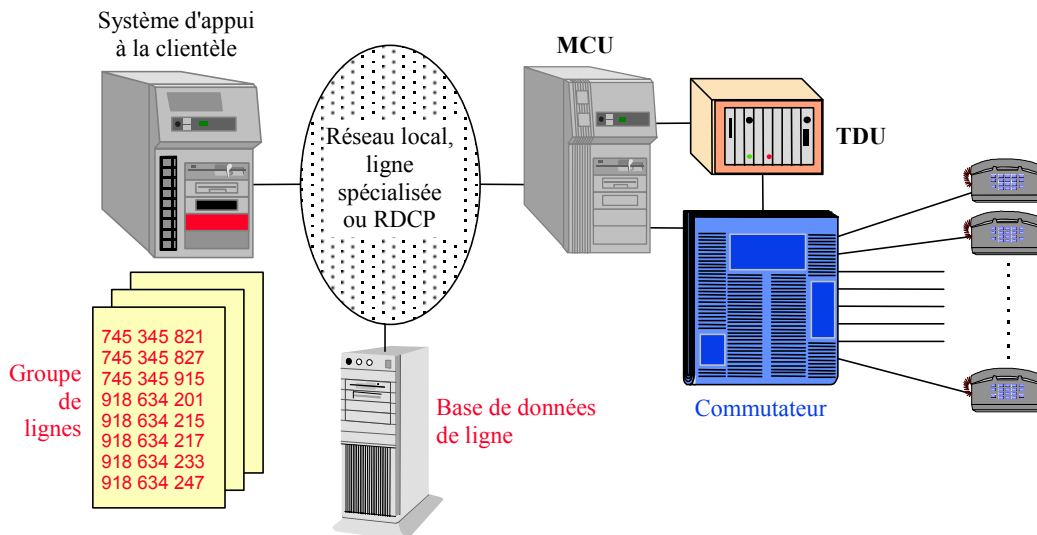
3.2 Séries de tests

Si le relèvement des dérangements présente une importance capitale, la prévention des dérangements présente une utilité encore plus grande pour les fournisseurs de services, à tous points de vue.

Le système MIRABEL facilite le contrôle qualitatif des lignes, puisqu'il offre la possibilité de procéder à des séries de tests répétitifs, exécutés en dehors des heures de pointe, le plus souvent la nuit. Pour procéder à un programme de tests, l'équipe de maintenance doit définir des séries de numéros de ligne ainsi que des dates et heures d'exécution. Le système procède ensuite automatiquement à la vérification de chaque série.

L'équipe de maintenance peut par exemple subdiviser le réseau en une série de groupes qui seront vérifiés pendant un certain nombre de nuits successives, ce qui permettra de tester la totalité du réseau en une ou deux semaines. Lorsque toutes les séries de tests ont été effectuées, le cycle recommence. L'opérateur de télécommunication dispose alors d'une image constamment actualisée de la situation de son réseau.

Figure A10 – Test d'un groupe de lignes



Dans un test de groupe, le système indique toutes les lignes en dérangement. Il existe deux méthodes pour déclarer qu'une ligne est en dérangement:

- On définit une fourchette de valeurs correctes pour chaque caractéristique électrique. L'ensemble de ces valeurs correctes est dénommé «référence». Du fait que toutes les boucles locales ne nécessitent pas la même qualité (téléphonie seule, téléphonie et données, etc.), on peut affecter à chaque ligne d'abonné une référence précise. On peut introduire jusqu'à seize références pour un réseau local (régé par une unité MCU). Pendant les tests, les résultats de mesure sont comparés aux fourchettes de valeurs correctes correspondantes, et tout écart est signalé.
- Pendant le test d'un groupe de lignes, on compare toutes les valeurs mesurées sur une ligne aux valeurs de référence correspondant à cette ligne. Les valeurs de référence sont relevées à l'occasion de séries de tests spécifiques, exécutés lorsque le fonctionnement du réseau est considéré comme correct. Cette procédure permet de déceler toute évolution anormale du réseau.

Un grand nombre de problèmes cachés sont mis en évidence pendant les programmes de tests, problèmes qui résultent souvent d'évolutions longues (infiltrations d'eau dans les cabines techniques, oxydation, etc.). En conséquence, l'opérateur qui a connaissance du comportement du réseau, peut prendre les mesures correctives appropriées avant l'apparition de pannes.

CHAPITRE 6

6 Aspects de planification

Dans le présent Chapitre, les aspects de planification concernent la mise en œuvre des nouvelles technologies et des nouveaux services. Compte tenu de l'importance que les systèmes de télécommunication revêtent pour la prospérité de l'économie nationale, la planification devrait être considérée comme étant une activité essentielle des pays, quels qu'ils soient. Dans le présent Chapitre, les aspects de planification des systèmes de radiocommunication ont été examinés séparément car ils font intervenir la gestion d'une ressource naturelle limitée (le spectre radioélectrique). Toutefois, il est reconnu que les infrastructures nationales de télécommunication sont conçues pour permettre une intégration transparente des services de radiocommunication assurés par des systèmes radioélectriques ou autres que radioélectriques. Le service de radiocommunication est défini dans le Règlement des radiocommunications et désigne des catégories précises d'utilisation du spectre dont chacune est définie séparément, par exemple le «Service mobile» ou le «Service fixe». A noter, toutefois, que le présent Manuel porte sur les «services» de télécommunication radioélectriques et autres que radioélectriques (sans «s» majuscule), autrement dit les services de l'utilisateur final (par exemple, la télécopie, la transmission de données ou un type de système radioélectrique comme les systèmes cellulaires).

L'UIT-D et l'UIT-R disposent de nombreuses publications (Manuels, Rapports et Recommandations) qui traitent de manière approfondie les questions présentées brièvement ci-dessous. Une liste des publications pertinentes est donnée au § 6.8

6.1 Aspects radioélectriques

6.1.1 Gestion et utilisation du spectre

On trouvera dans les paragraphes qui suivent une brève description des caractéristiques fondamentales de la gestion du spectre radioélectrique, pour comprendre comment la mise en œuvre des nouvelles technologies et des nouveaux services peut s'insérer dans le cadre du spectre radioélectrique. Ces informations ont été résumées, en grande partie, des Manuels de l'UIT-R intitulés «Gestion nationale du spectre» et «Contrôle du spectre radioélectrique» qui fournissent une explication complète des processus et des dispositions nécessaires. Les termes utilisés à propos des services de radiocommunication sont définis dans le Règlement des radiocommunications et une attention particulière est portée à la signification des termes *Attribution* (S1.16) et *Assignment* (S1.18).

6.1.1.1 Aspects généraux du spectre radioélectrique

Les radiocommunications sont devenues un élément essentiel de la vie de tous les jours. Les systèmes de radiocommunication qui peuvent fonctionner aussi bien sur des satellites que sur des plates-formes des services de Terre sont utilisés dans des services en nombre sans cesse grandissant, comme la défense nationale, la sécurité publique, la radiodiffusion, les communications pour le commerce et l'industrie, les communications et la navigations aériennes et maritimes ou encore les communications personnelles. Par ailleurs, on est souvent obligé de faire appel aux radiocommunications dans les cas où aucune autre forme de communication n'est possible (services mobiles), où l'on ne dispose pas de communications filaires (zones rurales), ou encore dans les cas où les communications filaires ont été détruites (situations d'urgence ou d'aide en cas de catastrophe). Outre les systèmes de télécommunication, on utilise de plus en plus les systèmes radioélectriques pour la gestion de l'environnement, notamment pour des applications de télédétection visant à protéger les ressources naturelles essentielles.

6.1.1.2 Gestion internationale du spectre

Au niveau international, les ondes radioélectriques franchissent les frontières nationales et, par ailleurs, nombre de systèmes radioélectriques fonctionnent à l'échelle mondiale pour concourir aux communications, aux échanges commerciaux et aux voyages internationaux. Cela explique que la communauté internationale ait mis en place, parallèlement au développement de la radiotechnologie, une structure pour coordonner les activités et lutter contre les brouillages par le biais de la coopération. C'est ainsi qu'une organisation appelée *Union internationale des télécommunications* (UIT), institution spécialisée des Nations Unies, a été créée par les nations participantes. L'UIT est régie par une Convention internationale des télécommunications, complétée par le Règlement télégraphique, le Règlement téléphonique et le Règlement des radiocommunications, qui ont chacun valeur de traité international.

Le Tableau d'attribution des bandes de fréquences, qui figure dans l'article S5 du Règlement des radiocommunications, répartit le spectre radioélectrique utilisable (9 kHz-275 GHz) en bandes de fréquences entre une quarantaine de services de radiocommunication différents. Les Conférences mondiales des radiocommunications (CMR) examinent notamment les modifications qu'il convient d'apporter au Règlement des radiocommunications à l'issue des travaux préparatoires effectués par le Secteur des radiocommunications de l'UIT, pendant un cycle qui est actuellement de deux ans. L'examen de parties de l'article S5, dont le Tableau d'attribution des bandes de fréquences, est inscrit à l'ordre du jour de la plupart des CMR, l'objectif étant d'ajuster les attributions entre les différents services de radiocommunication, compte tenu des nouveaux besoins et des technologies nouvelles.

6.1.1.3 Gestion nationale du spectre

Au niveau national, pour profiter des avantages de cette ressource naturelle, chaque pays doit élaborer des méthodes de gestion du spectre en vue d'assurer une coordination efficace entre les différents services et de répondre à la demande immédiate ou à long terme des services de radiocommunication existants ou nouveaux. S'il est probable que deux administrations données ne géreront pas le spectre de manière rigoureusement identique, les éléments fondamentaux décrits dans l'Appendice 2 [*extrait du Manuel de l'UIT-R intitulé Gestion du spectre radioélectrique, édition de 1995*] sont essentiels dans toutes les méthodes envisagées. En effet, en l'absence de ces éléments, la mise en œuvre des services radioélectriques serait presque à coup sûr entravée.

6.1.1.4 Besoins de spectre pour la gestion de l'environnement

La gestion de l'environnement au service du développement durable est devenue un sujet mondial majeur à la suite de la réunion de Rio. Plus récemment, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) de l'Organisation météorologique mondiale a publié son deuxième rapport qui a confirmé la tendance au réchauffement de la planète et fourni des projections pour le développement du climat qui vont très loin dans le temps. Ces projections manquent certes de détails mais le rapport a permis de conclure que l'incidence sur les conditions de vie des principaux centres de population sera extrêmement importante, voire sans précédent.

En plus des effets qui se font sentir à l'échelle mondiale, comme l'élévation générale du niveau de la mer, on utilise quotidiennement le terme très dynamique de «temps» pour désigner ici ou là le «climat». L'évolution saisonnière ou journalière du temps qui résulte des changements climatiques n'est pas encore comprise dans tous ses détails au niveau régional ou local. De ce fait, il n'est pas possible de faire des prévisions à long terme raisonnables d'un grand nombre de paramètres essentiels. Il suffit, à cet égard, de mentionner quelques exemples: la durée de la saison des pluies, l'intensité de la mousson, la fréquence et la gravité des orages tropicaux, la longueur de la saison de croissance ou de maturation, la profondeur et la durée du gel ou de la neige au sol, les zones affectées par des urgences environnementales comme les inondations ou la sécheresse. Ces facteurs évoluent d'une manière dynamique par suite de l'évolution du climat, sous l'effet des mécanismes de nébulosité, des courants maritimes, des vents et des précipitations.

Simultanément, le développement spectaculaire de la technologie de l'information permet de bénéficier plus facilement des résultats des sciences et des observations journalières pour gérer les activités assujetties aux conditions et aux manifestations environnementales. On peut considérer qu'il s'agit là de la valeur ajoutée de

ces produits de l'information. En effet, les services publics sont améliorés et de nouveaux marchés commerciaux voient le jour. Les systèmes d'observation utilisant les nouvelles technologies produisent d'importants volumes de données. Ainsi, la collecte automatique, l'analyse et la distribution des données environnementales deviennent des «producteurs» de contenu de plus en plus importants pour les systèmes de télématique. Les systèmes opérationnels chargés de rassembler et de distribuer ces informations ont véritablement une portée mondiale au sens réel du terme et ont d'ailleurs constitué l'un des moteurs du développement technologique dans bon nombre de pays les moins avancés du monde.

Ce système d'envergure planétaire ne saurait fonctionner de façon satisfaisante sans ressources. Les systèmes de télécommunication ont besoin d'une largeur de bande, ce qui pose rarement de graves problèmes. En revanche, l'accès à des bandes appropriées de fréquences est devenu un vrai problème. Le spectre radioélectrique est nécessaire à plus d'un titre. La télémessure d'observations à partir d'emplacements éloignés ainsi que l'utilisation des interactions des ondes électromagnétiques avec des paramètres qui présentent un intérêt environnemental font déjà partie de notre quotidien. Ce n'est que grâce à une bonne coopération avec les autres utilisateurs du spectre qu'il sera possible de faire face à l'augmentation de ces besoins et de ces impératifs.

Applications spécifiques de la télémessure

La surveillance de l'environnement est devenue très tôt une activité à caractère mondial sous les auspices de plusieurs institutions spécialisées des Nations Unies (par exemple, PNUE, OMS, COI, UNESCO, OMM et AIEA). En réalité, la plupart de ces institutions s'intéressent plus particulièrement à telle ou telle question de l'environnement et possèdent des compétences à cet effet. Or, comme bon nombre des phénomènes existants ne respectent pas les frontières nationales, plusieurs réseaux de surveillance à caractère véritablement mondial ont vu le jour, réseaux dont les rapports sont établis de plus en plus en format électronique ou en temps réel.

Nombreux sont les systèmes, tels que les stations hydrologiques ou météorologiques ou encore les bouées d'observation des océans, qui sont situés dans des zones éloignées et qui produisent des volumes de trafic trop faibles pour intéresser les opérateurs commerciaux de télécommunication. Il en est résulté la mise en place de systèmes spécialisés par satellite, exploités conjointement avec des télédétecteurs spatiaux. Il faut que cette activité soit intensifiée avec de nouveaux types de mesure et une couverture géographique améliorée. D'importants programmes internationaux comme le système mondial d'observation de l'océan (GOOS) et le système mondial d'observation du climat (SMOC) sont en préparation et supposent un investissement total proche de 10 milliards USD.

Certains de ces systèmes entraînent aussi des coûts d'exploitation élevés. Les prévisions météorologiques journalières dépendent essentiellement des données fournies par le réseau de radiosonde international. Près de 1 000 stations d'observation lancent deux fois par jour un instrument de haute précision non réutilisable transporté par ballon à des altitudes égales ou supérieures à 30 km. Ces instruments transmettent des données relatives à la pression atmosphérique, à la température et à l'humidité. Leur mouvement est suivi par des radars ou par des aides à la navigation afin d'obtenir des profils du vent. Ces systèmes fonctionnent à des fréquences réservées situées entre 403 et 1 680 MHz. Les contraintes techniques imposées aux radiosondes en matière de coût/performance sont considérables. En effet, il faut qu'elles atteignent un degré de précision exceptionnel, sans protection, à l'extérieur, entre -90°C et $+60^{\circ}\text{C}$, et cela, malgré leur très faible poids.

Les océans revêtent une importance accrue, comme en témoignent les progrès réalisés en ce qui concerne les instruments largables à partir d'aéronefs, conçus pour prendre des mesures sur place et notamment l'utilisation de véhicules aériens volant à haute altitude et pilotés à distance (AUAV).

La télémessure et la technologie des télécommunications sont partagées, fondamentalement, avec d'autres services. Toutefois, les applications environnementales exigent dans bien des cas une qualité de fonctionnement spécifique dictée par l'emplacement des détecteurs.

Applications de télédétection

Les technologies de télédétection constituent un domaine en expansion rapide de la surveillance de l'environnement. Ces technologies produisent de grandes quantités de données qui se présentent souvent sous la forme d'images faciles à visualiser.

L'utilisation quantitative des données de télédétection suppose néanmoins le concours efficace des instruments d'étalonnage sur place.

La télédétection dépend toujours des interactions des ondes électromagnétiques avec l'atmosphère, les océans, le sol ou la végétation. Ces interactions sont différentes selon les parties du spectre considéré. De ce fait, il faut attribuer plusieurs fréquences optimales pour la télédétection. Par ailleurs, on élabore actuellement des systèmes radars spatioportés pour les observations des propriétés de la végétation et des océans, encore que dans ces applications, l'accent ait toujours été mis sur les longueurs d'onde optiques.

Les applications de télédétection nécessitent une sensibilité extrême des systèmes aussi bien pour les mesures radiométriques que pour les mesures actives. Les interactions physiques de base sont faibles et sont souvent ambiguës en raison des phénomènes brouilleurs. De ce point de vue, il existe une similarité avec les besoins en matière de recherche astronomique. En fait, plusieurs techniques élaborées initialement pour la radioastronomie ont déjà été adaptées aux mesures environnementales et au traitement des données. Il en résulte de graves contraintes pour la gestion du spectre. Dans la plupart des cas, les systèmes de télédétection ne peuvent partager le spectre avec d'autres types de service mais des bandes réservées doivent leur être attribuées. Les besoins ont tendance à se globaliser. Bon nombre de systèmes sont installés en tant que réseaux à satellite sur orbite basse alors que d'autres sont des réseaux mondiaux avec stations au sol.

Les systèmes de télédétection offrent des avantages majeurs par rapport aux détecteurs sur place. Ils assurent une bonne couverture, l'actualisation rapide des données ainsi que l'accès à des zones qui seraient sinon inaccessibles. Ils favorisent également le traitement centralisé des données. Malheureusement, tous les systèmes connus présentent aussi de graves limitations quant aux paramètres susceptibles d'être mesurés, à la précision, à la représentativité des mesures ou à la capacité de fonctionner dans des conditions environnementales défavorables. Les coûts d'investissement constituent souvent un obstacle.

Recommandations

Qui dit gestion efficace des ressources naturelles et de l'environnement, prévention des catastrophes et développement durable, dit maintenance et évolution future de systèmes appropriés et rentables de mesure et de surveillance. Les besoins particuliers de cette fonction méritent une attention extrême en ce qui concerne les décisions à prendre en matière de gestion du spectre et de planification des systèmes de télécommunication.

Le développement des services de radiocommunication dépend entièrement de la disponibilité du spectre radioélectrique, ressource naturelle disponible sur un pied d'égalité dans chaque pays. Cette ressource possède un formidable potentiel qui peut être utilisé en vue d'accroître l'efficacité et la productivité de la population active d'une nation mais aussi d'améliorer sa qualité de vie. Toutefois, il s'agit d'une ressource limitée par la technologie et par la gestion. On peut obtenir une grande capacité de spectre à condition d'organiser, de développer et de réglementer correctement cette ressource, tant au niveau international qu'au niveau national, afin d'éviter les brouillages et de faciliter l'introduction de nouveaux systèmes ou utilisateurs de radiocommunication.

6.1.2 Coexistence entre les systèmes; coordination des fréquences entre pays voisins

6.1.2.1 Coexistence et brouillage

Le spectre radioélectrique est une ressource limitée et comme il ne suffit pas, de plus en plus souvent à répondre à la demande, il faut que des systèmes partagent des portions de ce spectre. Or, le partage du spectre peut occasionner des brouillages. Le Règlement des radiocommunications (numéro S1.166) définit le *brouillage* de la façon suivante: «Effet, sur la réception dans un système de *radiocommunication*, d'une énergie non désirée, se manifestant par une dégradation de la qualité de transmission, une déformation ou

une perte de l'information que l'on aurait pu extraire en l'absence de cette énergie non désirée». Les nouveaux et les anciens systèmes coexisteront s'il est possible de réduire le brouillage entre eux à un niveau acceptable, moyennant une isolation suffisante en termes de fréquences, de temps, d'emplacement spatial ou d'orthogonalité des signaux. Pour aider le gestionnaire du spectre dans cette tâche, il existe un large éventail d'outils réglementaires et techniques. Toutefois, l'augmentation de la demande de spectre ainsi que la complexité des nouvelles technologies nécessitent une amélioration continue des outils existants, ainsi que la mise au point de nouvelles techniques pour les compléter.

6.1.2.2 Attribution de fréquences

Le Tableau d'attribution des bandes de fréquences (voir l'article S5 du Règlement des radiocommunications) est le premier niveau de séparation des fréquences où des bandes de fréquences différentes sont attribuées aux services de radiocommunication dont les caractéristiques techniques et les prescriptions opérationnelles sont considérées comme étant mutuellement incompatibles. Ce tableau permet aussi une séparation spatiale par l'attribution de bandes de fréquences à différents services sur une base régionale.

La plupart des pays possèdent leur propre Tableau national d'attribution des bandes de fréquences, fondé sur le Tableau international du Règlement. Dans le cadre d'une attribution faite à un service, il peut y avoir une sous-répartition de bandes de fréquences entre différents utilisateurs nationaux. Ainsi, un pays peut décider qu'une attribution internationale donnée au service mobile fera l'objet d'une sous-répartition de bandes au niveau national afin que les systèmes mobiles des utilisateurs des secteurs public, privé ou de la défense disposent de bandes de fréquences distinctes.

6.1.2.3 Assignment de fréquence

Dans le cadre de ces attributions, des fréquences peuvent être assignées à des stations. L'objectif visé consiste, ici encore, à introduire de nouveaux systèmes en utilisant, si nécessaire, une ou plusieurs des techniques d'isolation prévues.

6.1.2.4 Coordination internationale des fréquences

La coordination internationale est requise (et nécessaire, dans certains cas) pour les assignations de fréquence qui doivent être utilisées lorsque des systèmes exploités par d'autres pays risquent de causer ou de subir des brouillages, par exemple, dans le cas des systèmes spatiaux, de la radiodiffusion, des systèmes fonctionnant au-dessous de 30 MHz et de la plupart des systèmes fonctionnant dans les zones limitrophes. Le Règlement des radiocommunications renferme des règles et des procédures générales approuvées au niveau international qui aident les administrations à échanger des informations et à prendre toutes les mesures nécessaires pour veiller à ce qu'il ne se produise pas de brouillage préjudiciable. Les procédures peuvent être subdivisées grosso modo comme suit: coordination, notification, examen par le Bureau des radiocommunications de l'UIT et, enfin, enregistrement dans le Fichier de référence international des fréquences.

Selon le service et la fréquence considérés, les procédures de coordination peuvent concerner aussi bien des assignations individuelles que l'établissement de plans régionaux (d'allotissement). Les plans régionaux sont nécessaires pour assurer un accès équitable au spectre ou à des emplacements de l'orbite des satellites géostationnaires, dans le cas d'un service donné (par exemple, la radiodiffusion), lorsque les pays d'une région appliquent des calendriers différents pour la mise en œuvre du service. Chaque pays indique au préalable ses besoins, en général dans le cadre d'une conférence ou d'une réunion de planification spécialement convoquée à cet effet. La conférence de planification a pour tâche d'incorporer les besoins déclarés de chaque pays sous forme d'«allotissements» dans le plan, dans les limites du spectre disponible et des caractéristiques techniques du service. Une fois que le plan est approuvé, les allotissements sont protégés conformément aux procédures techniques et réglementaires consignées dans le plan. Chaque pays peut alors convertir ses allotissements en assignations en fonction de son propre rythme de développement.

De plus, en vertu de l'article S6 du Règlement des radiocommunications, deux administrations ou plus ont la faculté de conclure des «Accords particuliers» sur l'utilisation du spectre. L'avantage de ces accords tient au

fait qu'ils peuvent contenir des procédures techniques détaillées s'appliquant aux administrations concernées, par exemple, l'utilisation d'une base commune de données topographiques numériques et de modèles spéciaux de propagation pour les zones montagneuses limitrophes.

Conformément aux dispositions de l'article S6, l'UIT devrait être invitée à participer à l'établissement de ces accords et être informée de la date à laquelle ils entrent en vigueur. Au niveau international, l'UIT a pour mandat d'encourager ces réunions en fournissant les avis techniques ou réglementaires susceptibles d'aider les pays voisins à conclure leurs propres accords sur des questions de coordination.

6.1.3 Planification de l'introduction des nouveaux systèmes de radiocommunication

6.1.3.1 Principes et définitions

La planification pourrait être catégorisée en fonction du temps (à court terme, à long terme et stratégique) et en fonction des domaines considérés (utilisation du spectre et systèmes de gestion du spectre). Les différentes catégories de planification applicables à la gestion du spectre sont définies comme suit:

- **Planification à court terme:** concerne des problèmes à résoudre ou des systèmes à mettre en œuvre dans un délai maximum d'environ 5 ans.
- **Planification à long terme:** concerne des problèmes à résoudre ou des systèmes à mettre en œuvre dans un délai maximum d'environ 10 ans.
- **Planification stratégique:** vise à identifier un nombre limité de problèmes clés qui exigent des actions concentrées de gestion du spectre.
- **Planification de l'utilisation du spectre:** porte sur des problèmes ayant trait à l'utilisation du spectre, par exemple, attribution et assignation de fréquences, normes, etc.
- **Planification du système de gestion du spectre:** fait appel à des techniques de gestion du spectre, à des méthodes d'analyse, à l'organisation, aux ressources, à la mise en œuvre de moyens informatiques, etc.
- **Planification des services ou des réseaux:** porte sur les caractéristiques et le fonctionnement de systèmes spécifiques. La planification des services ou des réseaux est souvent laissée au soin de l'opérateur de ces services ou réseaux.

6.1.3.2 Planification en vue de l'introduction de nouveaux systèmes ou de nouvelles technologies

Compte tenu du développement des réseaux existants, des nouvelles applications pour les technologies existantes et des nouvelles applications que rend possible l'émergence des nouvelles technologies, nombreux sont les nouveaux systèmes qui auront besoin d'avoir accès au spectre à l'avenir. Il va de soi que l'évolution des besoins peut entraîner une réduction de la demande chez certains utilisateurs et que les nouvelles technologies peuvent améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre, en permettant à des systèmes d'évoluer vers des bandes de fréquences supérieures où la largeur de bande est plus grande et la demande moins importante ou peuvent offrir des solutions économiques sans recourir pour autant à des systèmes radioélectriques. Toutefois, il est peu probable que la réduction de la demande de spectre compense l'augmentation. Il appartiendra aux administrations de décider quels nouveaux systèmes peuvent coexister avec les systèmes existants et, sinon, de dire comment faire face à des demandes concurrentielles pour les mêmes parties du spectre.

Dans toute planification visant à modifier l'utilisation du spectre, deux éléments influenceront de manière décisive sur le calendrier:

- tout progrès technologique majeur ou évolution de l'utilisation qui ne peut être pris en compte dans le Tableau international d'attribution des bandes de fréquences nécessitera l'adoption de mesures en vue d'inscrire la question à l'ordre du jour de la prochaine CMR appropriée;
- l'incidence opérationnelle et financière considérable qui pourrait vraisemblablement se faire sentir sur les utilisateurs existants et l'obligation habituelle de conclure des accords de transition entre les utilisateurs concernés.

Les plans à long terme ou les plans stratégiques ont un rôle essentiel à jouer à cet égard en indiquant:

- les nouvelles technologies importantes;
- les progrès techniques ou réglementaires dans d'autres pays;
- l'incidence possible (par exemple, sur les utilisateurs existants);
- l'évolution technique ou réglementaire nécessaire;
- les objectifs à atteindre pour permettre leur mise en œuvre.

6.1.3.3 Outils de planification pour l'optimisation des réseaux

6.1.3.3.1 Outils techniques

Comme cela est mentionné au § 6.1.2, l'augmentation de la demande de bandes de fréquences ainsi que la nécessité d'un plus grand partage du spectre soulignent encore davantage le besoin de disposer d'outils de planification plus perfectionnés. D'une manière générale, ils permettront de calculer l'isolation entre les systèmes avec plus de précision et de confiance, l'objectif global étant d'assurer que l'assignation des fréquences repose sur une utilisation optimale du spectre.

La complexité accrue de la gestion du spectre exige l'application de techniques informatiques pour la gestion de la base de données, l'assignation des fréquences, l'analyse des brouillages et le contrôle des émissions. La Commission d'études 1 de l'UIT-R est chargée de recueillir et de distribuer les informations concernant les programmes informatiques que les Commissions d'études ont identifiés pour la mise en œuvre des Recommandations pertinentes qui utilisent des procédés automatisés pour leur application. Cette Commission est également chargée de la mise en œuvre de la Recommandation 31 (CAMR-79) dans laquelle il est spécifié qu'un Manuel sur l'«Application des techniques informatiques à la gestion du spectre radioélectrique» devrait être élaboré et révisé périodiquement.

6.1.3.3.2 Outils économiques

Dans les pays où la demande d'accès au spectre est forte, les administrations doivent répondre à des demandes concurrentielles pour les mêmes parties du spectre. En pareils cas, et bien qu'elles disposent de systèmes de gestion efficaces du spectre, les administrations envisagent des solutions de rechange, faisant intervenir les aspects économiques, car les méthodes techniques à elles seules ne sauraient fournir une réponse complète.

Il est admis que l'utilisation du spectre apporte une contribution importante à l'économie d'un pays, avec la fourniture de services et d'équipements, des gains d'efficacité pour les utilisateurs de radiocommunication et enfin, la création d'emplois. Par conséquent, il faudrait que les facteurs économiques puissent influencer sur les décisions concernant l'utilisation du spectre, notamment en ce qui concerne les bandes de fréquences et les zones géographiques dans lesquelles la demande est supérieure à l'offre. Certains pays appliquent actuellement les différentes modalités du «libre jeu des mécanismes du marché».

L'adjonction des méthodes économiques à l'arsenal dont dispose le gestionnaire du spectre marquera un changement radical par rapport aux méthodes traditionnelles d'analyse technique et une certaine prudence est d'ailleurs conseillée dans leur application. La Commission d'études 1 de l'UIT-R a publié le Rapport UIT-R SM 2012 intitulé «Aspects économiques de la gestion du spectre» (1997) pour les besoins des réunions des Commissions d'études de l'UIT-D de 1997. Cet ouvrage décrit les méthodes, les problèmes, les tendances relevées ainsi que les données d'expérience de différents pays.

6.2 Aspects autres que de radiocommunication

6.2.1 Prévision de la demande de services et du trafic

Les services qui ont été mis en œuvre sur le marché au cours de la dernière décennie ou qui résultent de l'application des toutes dernières technologies sont qualifiés de «nouveaux». Certains d'entre eux, qui sont

offerts sur le réseau existant, présentent une amélioration par rapport à l'utilisation initiale envisagée pour le réseau. D'autres, les plus nouveaux, sont acheminés sur le RNIS et sur d'autres plates-formes nouvelles du réseau.

Les services de télécommunication non vocaux assurent des communications point à point et point à multipoint qui permettent le transfert de l'information en temps réel et avec enregistrement et retransmission. Certains de ces services font aussi intervenir des fournisseurs externes. Leur qualité et leur succès dépendent de l'infrastructure du réseau, de la gestion de la base de données, des commodités de consultation, de la présentation de la page d'écran, etc. Certains services, comme l'audioconférence et la visioconférence combinent un certain nombre de fonctions vocales et non vocales.

Dans la perspective de l'introduction des nouveaux services (voir les § 2.8 et 2.9 du chapitre 2), et abstraction faite de leur description technique, des applications spécifiques, des prescriptions de base du réseau, des accès, des terminaux ou de l'environnement, il faut impérativement analyser en détail la demande pour de tels services ainsi que les offres possibles. Des modèles du trafic doivent être élaborés. D'autres éléments sont à prendre en considération: le choix des systèmes techniques les plus appropriés, l'incidence sur le dimensionnement du réseau, l'exploitation, la maintenance et la formation du personnel, la faisabilité économique, les tarifs, les aspects réglementaires et enfin, l'ampleur de l'évolution future.

La plupart de ces tâches reposent sur la collecte des données qui sera grandement facilitée par l'emploi d'un système d'information. Dans certains cas, les données disponibles ne suffisent pas pour dégager les tendances et évaluer tous les paramètres nécessaires à l'établissement des prévisions pour les nouveaux services. Quoi qu'il en soit, la politique administrative concernant l'offre de services traditionnels ou nouveaux est essentielle pour l'élaboration de la stratégie de mise en œuvre. L'application de techniques perfectionnées permet un traitement dynamique de divers types de service utilisant des largeurs de bande différentes, la mise en œuvre progressive de nouveaux services, le traitement du trafic à débits binaires variables et la non-prise en compte des inexactitudes dans les prévisions de la demande pour une combinaison de services.

Chaque pays ou opérateur devrait examiner les avantages et les inconvénients de telle ou telle offre de service. Il faut absolument évaluer avec soin, tant sur le plan technique qu'économique, l'infrastructure existante et les capacités de réseau permettant de fournir les services ainsi que les modifications nécessaires à apporter à l'infrastructure locale du réseau. L'économie actuelle et la politique tarifaire, l'environnement technique et opérationnel et enfin, l'expérience d'autres pays, peuvent influencer sur les décisions à prendre concernant les offres de nouveaux services.

Prévisions de la demande

Les méthodes classiques de prévision des abonnés au téléphone reposent sur des mesures des facteurs socio-économiques et des ressources téléphoniques et tiennent compte des prévisions socio-économiques. La méthode générale peut être appliquée à l'introduction de nouveaux services mais les modèles ne peuvent être appliqués directement en l'absence de données d'expérience et de données historiques ou fiables.

Pour étudier la relation entre les activités socio-économiques et les besoins de nouveaux services, il convient de faire une estimation sérieuse de la demande. Cette estimation s'avère difficile lorsque le marché est limité ou lorsque la technologie de l'information n'a pas le degré de perfectionnement suffisant pour que les consommateurs puissent être conscients des possibilités offertes par les nouveaux services.

Les paramètres utilisés dans les modèles de la demande pour de nouveaux services sont le nombre et la répartition géographique des installations d'utilisateur et le nombre de terminaux par installation.

Pour obtenir ces paramètres on a recours à la segmentation et aux études de marché. La segmentation du marché est la première étape permettant d'évaluer l'incidence des nombreuses variables qui entrent en jeu dans les prévisions sur les services vocaux et non vocaux. En répondant aux questionnaires, les quelques clients qui participent à une enquête font part de leur intention au sujet d'un service dont ils ne peuvent qu'imaginer, avec difficulté, l'utilité.

Il n'est ni pratique ni nécessaire d'analyser l'utilisation, le comportement ou l'incidence des différents paramètres afférents à un service sur toute la population. Ces analyses peuvent être effectuées sur un échantillon d'utilisateurs lorsque les différents segments de la population sont représentés.

Ainsi, un échantillon des abonnés des services de télécommunication est un système d'information statistique sur les abonnés et les ressources de télécommunication qui permet d'analyser les relations entre la durée économique et le développement des télécommunications. Pour s'assurer que cet échantillon est représentatif, il faut procéder à une stratification des différents segments du marché, puis choisir au hasard un certain nombre d'éléments de chaque segment. D'une manière générale, les ménages sont classés par catégories socioprofessionnelles et les entreprises sont classées en fonction du secteur d'activité et de la taille de leurs effectifs.

On peut se fonder sur les expériences des pays dans lesquels les nouveaux services ont une pénétration importante ou dans lesquels de nouvelles technologies sont mises en œuvre, afin d'orienter la recherche vers une évaluation pragmatique de la demande de service, à condition que les structures économiques puissent être comparables.

Il faut évaluer la demande pour chaque service. Des règles simples pourraient être adoptées en vue d'évaluer la demande et les connexions pour tel ou tel service. Par exemple, si l'on veut obtenir des connexions RNIS à un stade précoce de développement du service, en l'absence d'informations plus précises, il pourrait être raisonnable d'envisager a priori que les autocommutateurs privés pourraient constituer des solutions prometteuses pour les connexions RNIS. Ensuite, à partir des observations de leur trafic, de leurs projets de renouvellement ou d'extension et des prévisions concernant les nouvelles installations d'autocommutateurs privés, il est possible d'évaluer approximativement le nombre de connexions RNIS (voir le Tableau 6.1).

Tableau 6.1 – Règle applicable à la fourniture d'un accès RNIS

Trafic en Erlang	Nombre de canaux (Lignes interurbaines)	Accès RNIS
Inférieur à 10	Entre 2 et 12	BRA pour 2 canaux
Entre 10 et 16 Pour une croissance faible Pour une croissance élevée	Entre 13 et 20	1 BRA pour 2 canaux 1 PRA
Plus de 16	Plus de 20	1 PRA pour 30 canaux

Note: BRA = Accès au débit de base
PRA = Accès au débit primaire (pour plus de détails, voir le chapitre 2)

Prévisions du trafic

Les prévisions du trafic des nouveaux services sont fondées sur la demande de l'abonné et sur les prévisions des paramètres de trafic par abonné. Les mesures directes du trafic concernant les nouveaux services sont rarement disponibles ou peuvent être source d'erreurs au début de la mise en œuvre du service.

Dans la mesure où l'utilisateur dispose de différents services pour transmettre de l'information et que le même service support assure les différents téléservices, il s'avère plus important de prévoir les besoins de communication que les services qui permettront de communiquer.

Un profil des paramètres du volume de trafic doit être fourni: par exemple, le nombre total de minutes mensuelles d'utilisation du réseau dans le cas du vidéotexte. L'expérience de l'abonné influe à la fois sur la durée d'occupation d'appel (qui diminue lorsque l'utilisateur a une plus grande expérience) et sur le nombre d'appels (qui augmente avec les nouvelles applications du service). Le comportement qu'ont les anciens et les nouveaux abonnés dans le domaine de la télématique peut modifier le trafic moyen par abonné. Les structures tarifaires influent aussi sur le trafic par abonné et peuvent caractériser une population.

S'agissant du dimensionnement du réseau, il faut impérativement évaluer le volume de trafic des nouveaux services. Des paramètres tels que la demande de trafic pendant l'heure chargée, les tentatives d'appel, les besoins de largeur de bande, dépendent à la fois de la nature du nouveau service et de la solution réseau utilisée pour la fourniture du service. Dès que les paramètres importants ont été recensés, on peut déduire les

valeurs paramétriques du volume global de la demande de trafic à partir des caractéristiques du service, en établissant des parallèles avec les services existants et avec l'évolution escomptée dans le temps. Pour certains services il faut procéder à une segmentation en groupes d'application d'utilisateurs avec des paramètres de trafic différents pour chaque groupe.

La Recommandation UIT-T E.508 (Prévisions relatives aux nouveaux services de télécommunication) classe les nouveaux services, indique les paramètres de prévision et élabore différentes méthodes de prévision pour déduire la demande pour ces services et le trafic ainsi engendré. Les Recommandations de la série E.730 de l'UIT-T visent à élaborer des méthodes relatives au trafic offert et aux objectifs de niveau de service, en vue d'attribuer des ressources différentes pour la planification et la conception du RNIS.

Pour les besoins de la planification et du dimensionnement des ressources du réseau, il conviendrait d'établir des matrices du trafic des sites à relier, afin de rendre compte du trafic entre les sites, exprimé en termes de volume et de direction. Les valeurs de la matrice peuvent également indiquer le nombre de systèmes MIC requis pour acheminer le trafic entre les sites.

6.2.2 Numérotage

Des numéros sont nécessaires pour la fourniture des services de télécommunication commutés, notamment des services téléphoniques commutés et des communications de données à commutation par paquets. Les numéros doivent être contrôlés et attribués de telle sorte que la concurrence n'en soit pas affectée. Les fournisseurs de services commutés doivent pouvoir obtenir des numéros du gouvernement ou de son mandataire à l'aide d'une procédure transparente et non discriminatoire.

Avant de définir les systèmes de numérotage non discriminatoire, il faut établir des critères qui définissent le terme de «numérotage non discriminatoire». Ces attributs peuvent être divisés en quatre groupes comme suit:

- Capacité adéquate

Les systèmes de numérotage doivent avoir une capacité suffisante pour permettre d'attribuer des numéros aux services actuels et futurs ainsi qu'aux abonnés, des numéros géographiques et non géographiques, y compris des numéros personnels, des codes d'accès et de numéros abrégés aux exploitants ainsi que des codes d'accès pour les services commerciaux et non commerciaux.

- Egalité d'accès

Le numérotage dans le marché libéralisé doit être géré par un organe indépendant; la réciprocité et la symétrie entre les opérateurs de réseau et entre les fournisseurs de services ne doivent pas être restreintes pour des raisons de numérotage; les systèmes de numérotage doivent garantir la même procédure de numérotation pour tous les opérateurs de réseau et les fournisseurs de services correspondants; le numérotage doit être transparent; les systèmes doivent accorder à tous les demandeurs un accès non discriminatoire aux ressources de numérotage.

- Convivialité

Du point de vue de l'utilisateur, la portabilité des numéros, c'est-à-dire la possibilité pour les utilisateurs de conserver le même numéro lorsqu'ils changent d'opérateur, est une question importante. Un tel système serait avantageux pour l'utilisateur et favoriserait la concurrence.

- Harmonisation

Les systèmes de numérotage doivent permettre la conversion des numéros de service nationaux en numéros de service pan-régionaux et/ou mondiaux ainsi que l'harmonisation des codes d'accès au service, des préfixes de sélection de l'exploitant et, éventuellement, du numérotage des services PCS au niveau régional¹.

¹ Voir *Interim report of national numbering schemes on their openness to competition*, CEPT, European Telecommunications Office (21 mars 1997), page 7.

Les numéros doivent être attribués sur la base de plans à long terme établis par le gouvernement. Le but de ces plans sera, autant que possible, de faire en sorte que certaines applications soient reconnaissables dans certains numéros (par exemple, tarifs spéciaux). Bien qu'aucune pénurie de numéros ne soit actuellement prévisible, l'attribution doit s'effectuer d'une manière méthodique et efficace.

Une question importante qui se pose est celle de la portabilité de numéros, c'est-à-dire la possibilité pour les utilisateurs finals de conserver le même numéro lorsqu'ils changent d'opérateur. Un tel système serait avantageux pour l'utilisateur et favoriserait la concurrence.

(Pour plus d'informations, voir le Manuel du PNUD sur la planification du réseau, Volume 1 «Plans techniques fondamentaux», Chapitre II.)

6.2.3 Outils de planification pour l'optimisation des réseaux

L'objectif de la planification des réseaux assistée par ordinateur est de développer les capacités de planification des réseaux de télécommunication dans toutes les organisations intéressées, notamment dans les pays en développement, afin d'accroître leur autonomie dans ce domaine.

Conformément au Programme N° 5 du Plan d'action de Buenos Aires (Conférence mondiale de développement des télécommunications – CMDT-94), les administrations sont invitées à participer au Programme de l'UIT appelé PLANITU. La participation à ces activités permettra de faire accepter par tous les instruments de planification des réseaux de télécommunication normalisés au niveau mondial, y compris les développements ultérieurs de logiciels UIT (PLANITU), de réduire le chevauchement des activités en matière d'élaboration et de maintenance du logiciel et de faciliter la coopération entre les Membres. Les administrations participant à ce programme bénéficieront des services suivants: mise en place d'unité(s) de planification et organisation des procédures de travail, installation de logiciels de planification des réseaux, formation de personnel à l'ingénierie du trafic et aux activités de planification des réseaux.

6.3 Aspects communs aux réseaux radioélectriques et autres que radioélectriques

6.3.1 Expérience actuelle en matière de réglementation et de politique générale

Compte tenu de l'importance stratégique et financière du système national de télécommunication, la plupart des pays soumettent leurs réseaux de télécommunication à un dispositif de réglementation. Traditionnellement, ces réseaux fonctionnaient comme des monopoles régis par les pouvoirs publics et la réglementation visait essentiellement à protéger le réseau contre des dommages physiques ou financiers. De plus, des tarifs ont été fixés en vue de récupérer les investissements des pouvoirs publics. L'évolution rapide des nouvelles technologies, en particulier du traitement numérique et des communications mobiles de masse a permis l'émergence de nouvelles options pour la fourniture des services existants ainsi que la possibilité de fournir de nouveaux services. Parallèlement, on a assisté à l'apparition, sur le marché, d'une demande de la part d'une clientèle à la recherche d'un plus large éventail en termes de service, de qualité, de technologie et de prix. Les pouvoirs publics ont donc été obligés de mettre en place un nouvel environnement réglementaire qui stimule les investissements privés et encourage l'innovation dans les principaux secteurs du marché:

- Contenu
- Fourniture du service
- Fourniture du réseau
- Equipement de l'abonné.

Diverses options, directes et indirectes, sont à la disposition des pouvoirs publics. Certains ont instauré la concurrence totale ou partielle dans tous les secteurs du marché ou dans certains d'entre eux et ont constaté que lorsque la concurrence a été autorisée, les réseaux se sont développés, les prix ont chuté et l'innovation a été stimulée. D'autres, en revanche, peuvent estimer qu'une concurrence agressive n'est pas appropriée et préfèrent s'en remettre à des modalités de partenariats conviviaux, par exemple le montage construction-exploitation-transfert. Ces différentes méthodes et modalités sont examinées plus en détail dans les paragraphes qui suivent.

Incidences réglementaires pour les nouveaux services et les nouvelles technologies

Il est généralement admis que les décideurs et les responsables de la réglementation influent sur le degré d'innovation. Les modifications à apporter aux dispositions en matière d'octroi de licences ou de réglementation dépendent de la politique générale adoptée par les pouvoirs publics concernés, notamment s'il s'agit d'une situation de monopole ou d'un cadre où s'exerce la concurrence. Il faut en outre tenir compte du modèle réglementaire que les pouvoirs publics ont choisi parmi les trois modèles de base indiqués ci-après².

- *Le responsable de la réglementation protecteur*

Orientation activiste, selon laquelle le responsable de la réglementation identifie ce qui lui semble constituer des innovations ou des innovateurs prometteurs; permet d'accéder de façon prioritaire aux ressources nécessaires (financement, spectre, etc.) et supprime les obstacles institutionnels.

- *Suppression dynamique des obstacles*

Orientation qui ne cherche pas à «choisir les meilleurs», mais qui consiste non seulement à garantir que la réglementation elle-même ne freine pas les innovations prometteuses, mais aussi à s'efforcer de créer un environnement général favorable à l'innovation (pour ce qui est, par exemple, des attributions de bandes de fréquences, des normes techniques ou de l'interconnexion entre les réseaux de différents organismes).

- *Méthode de la «réglementation à distance»*

Orientation qui cherche à réduire le rôle du responsable de la réglementation dans les prises de décisions concernant l'innovation. Le responsable de la réglementation prend alors rarement des initiatives en matière d'innovation des services, mais réagit à celles que prennent les opérateurs publics de télécommunication (PTO) ou d'autres parties intéressées (telles que des utilisateurs des télécommunications, des revendeurs ou des fournisseurs de services à valeur ajoutée), notamment lorsque ces derniers ont besoin de l'aide du responsable de la réglementation pour prendre des mesures spécifiques avant la mise en œuvre d'une innovation (dans le cas, par exemple, des attributions et/ou des assignations de fréquence).

On peut appliquer les trois orientations décrites ci-dessus aux principaux aspects réglementaires qu'il faut prendre en considération pour encourager la mise en œuvre des nouveaux services et des nouvelles technologies:

Octroi d'autorisations

L'octroi d'autorisations est devenu une question plus importante dans un environnement libéralisé et ne s'applique en général qu'à la fourniture du service ou au marché des opérateurs de réseaux. Les principales décisions à prendre sont les suivantes: quels sont les services à libéraliser et faut-il imposer une limite au nombre d'autorisations?

Plutôt que de recourir à la méthode du «premier arrivé – premier servi», on peut appliquer le principe de l'**octroi d'autorisations sélectif**. Si le responsable de la réglementation a l'intention d'octroyer une autorisation à un seul opérateur ou à un petit nombre d'entre eux (pour des raisons de politique générale ou pour des raisons de limitation physique comme la disponibilité de spectre), la préférence pourrait être accordée aux demandeurs qui ont proposé ou peuvent démontrer des innovations ayant des avantages d'ordre technique, économique ou social. Toutefois, le principe de l'octroi d'autorisations sélectif est rarement adopté car il présente un certain nombre d'inconvénients: le premier étant que le responsable de la réglementation nécessite une compétence appropriée pour évaluer les propositions et le second étant qu'il n'est peut-être pas réellement possible d'innover si le système devant bénéficier d'une autorisation d'exploitation doit être conforme aux normes nationales, régionales ou internationales.

² L'évolution du rôle de l'Etat à l'heure de la déréglementation, Rapport préparatoire N° 2 de l'UIT: Service universel et innovations: la politique de la réglementation à l'appui d'un double objectif.

On peut aussi recourir au principe de l'octroi d'autorisations sélectif pour aider de nouveaux concurrents à entrer sur le marché et à rivaliser avec un PTO dominant. Par exemple, des autorisations d'exploitation peuvent être octroyées à des sociétés de télévision par câble pour la fourniture de moyens de télécommunication supplémentaires alors qu'il se peut que l'on ait interdit au PTO de présenter des services de variété pendant une période limitée.

La mise en œuvre de nouveaux systèmes mobiles par satellite permettra la mise à disposition sur demande d'une largeur de bande utilisable pour les télécommunications dans le monde entier. Ces systèmes offrent donc une solution technique idéale pour les télécommunications dans les zones rurales où il n'existe peut-être pas de solution locale. Les pouvoirs publics dont les opérateurs nationaux éprouvent des difficultés techniques ou économiques pour satisfaire aux obligations de service universel souhaitent peut-être envisager des systèmes appropriés d'octroi d'autorisations pour permettre l'exploitation de terminaux mobiles par satellite sur leur territoire. A cet effet, l'UIT a élaboré un Mémoire d'accord visant à faciliter les arrangements relatifs aux communications personnelles mobiles mondiales par satellite, y compris les systèmes régionaux (GMPCS).

Interconnexion des réseaux

Les nouveaux venus sur le marché des télécommunications, qu'il s'agisse des fournisseurs de réseaux, de services ou d'équipements, devront entretenir des relations avec l'opérateur historique. Les politiques réglementaires régissant les arrangements d'interconnexion entre les nouveaux acteurs et les opérateurs historiques auront une incidence majeure sur la faisabilité opérationnelle ou économique des innovations. Il sera indispensable de conclure des accords sur le niveau de service, par exemple pour assurer que les nouveaux acteurs n'aient pas à souffrir d'un retard indu en ce qui concerne le raccordement ou les réparations ou à se conformer à des conditions techniques excessives. Par ailleurs, il faut que l'opérateur en place ait l'assurance que l'équipement ou les services interconnectés n'endommageront pas le réseau ou n'occasionneront pas de danger pour ses agents d'exécution.

6.3.2 Fixation des normes et innovation

Nous ne nous intéresserons, dans le présent paragraphe, qu'à l'influence de la normalisation sur la rapidité de l'innovation, dans le secteur des télécommunications et au rôle que le responsable de la réglementation peut ou doit éventuellement jouer à cet égard. Il ne nous semble cependant pas inutile, avant d'aborder ce sujet, de rappeler brièvement quelques idées générales sur l'importance de la normalisation.

Il est généralement reconnu qu'il est possible d'améliorer la qualité et la valeur d'un bien ou d'un service quels qu'ils soient, en établissant des normes communes et en les faisant respecter par tous les fabricants concernés. Ainsi, la normalisation et la possibilité qu'elle offre d'utiliser des pièces interchangeables, sont la condition *sine qua non* de la production en série. La normalisation ne présente cependant pas que des avantages, puisqu'elle est toujours coûteuse et risquée.

Quelle que soit la façon dont elle est effectuée, la normalisation coûte cher. Un gouvernement autoritaire peut fixer une norme sans consulter au préalable les personnes concernées et sans encourir de coûts importants pour délibérer des obligations imposées par les normes mais, même dans de telles conditions, ce gouvernement devra encourir des coûts, qui peuvent être substantiels, pour faire respecter ces normes, et les personnes qui y sont soumises encourront elles-mêmes des coûts pour adapter leur comportement ou leurs produits à ces normes.

A l'autre extrême, lorsque les normes sont établies et mises en application moyennant des négociations et la coopération des parties soumises aux normes, sans aucune intervention de l'Etat, les coûts sont encore élevés. Les négociations prennent du temps et nécessitent des efforts qui sont d'autant plus coûteux que les négociations durent plus longtemps. En outre, pour que les négociations aboutissent, les parties concernées sont généralement obligées d'accepter des conditions plus ou moins éloignées de leur position initiale ou idéale, ce qui se traduit par des coûts supérieurs à ceux qu'elles escomptaient. Les normes que l'on finit par établir ne seront pas nécessairement faciles à respecter et il pourra s'avérer nécessaire d'encourir d'autres coûts pour les faire respecter.

La normalisation est non seulement coûteuse mais également risquée. Si, au sein d'un groupe d'intervenants importants, un certain nombre de parties se conforment volontairement à une norme, elles courent le risque de voir une majorité d'autres parties rejeter cette norme en faveur d'une autre, et d'être ainsi obligées de transformer leurs activités à leurs frais. Les risques liés au choix d'une «mauvaise» norme, ou d'une norme «correcte» mais adoptée au «mauvais» moment, se traduisent souvent par des coûts supplémentaires qui peuvent ruiner certains exploitants. Or, les normes peuvent être «mauvaises» de bien des façons différentes³.

Stabilité et interopérabilité

Pour toutes les raisons que nous venons d'évoquer, la fixation des normes est l'une des missions fondamentales des responsables de la réglementation des télécommunications, même s'il arrive que ces responsables «renoncent» à cette mission et laissent la concurrence ou les acteurs d'un secteur donné déterminer une norme spécifique, par un accord volontaire. Dans le contexte de l'innovation des services, des technologies et des architectures de réseau, le rôle que jouent les responsables de la réglementation dans la normalisation est à la fois important et ambigu, si ce n'est paradoxal.

L'adoption d'une norme peut, en un sens, stimuler l'innovation en augmentant la confiance que portent les chefs d'entreprise à l'environnement technique dans lequel ils travaillent, et en réduisant en conséquence les risques apparents de leur entreprise, ce qui peut les encourager à prendre des initiatives et à investir. Pour reprendre l'exemple d'un entrepreneur qui fournit des services spécialisés de télécommunication et de transmission de données pour le télémarketing, les coûts encourus par les entrepreneurs, et par conséquent les risques apparents et réels que présente leur entreprise, peuvent être réduits au minimum si les interfaces avec le RTPC sont strictement normalisées. (Aux Etats-Unis, ces interfaces font l'objet de spécifications particulières, prévues dans le cadre de la politique de l'architecture de réseau ouvert, et varient un peu d'un Etat à l'autre. Beaucoup de petites entreprises affirment que ces spécifications leur imposent inutilement des coûts considérables ainsi que d'autres inconvénients majeurs.)

Une normalisation trop rapide, trop détaillée ou trop contraignante risque en revanche de freiner l'innovation. L'exemple américain de la normalisation des interfaces par le biais de l'ONA montre qu'en réduisant les risques apparemment associés à l'interconnexion et en encourageant apparemment la concurrence, on peut défavoriser l'innovation, qui dépend d'une intégration fonctionnelle plutôt que d'une intégration technique.

Au problème lié à la normalisation, le problème de temps. On sait déjà que le délai nécessaire à un organisme international comme l'UIT pour formuler une norme internationale est tel qu'il ne permet pas de suivre l'évolution du développement technologique. Les organisations régionales de normalisation (ORN) ont été créées en vue de tenter de résoudre, du moins partiellement, ce problème. L'instauration de ces ORN montre bien qu'il est impossible d'adopter à temps des solutions mondiales, et que ces organisations elles-mêmes ont du mal à se maintenir à la hauteur de la demande des utilisateurs et du développement technologique, bien qu'elles n'agissent que sur une partie limitée de l'ensemble du réseau.

Les gros fabricants et fournisseurs de systèmes de télécommunication offrent de nouveaux services intéressants, qui sont fondés sur une technologie propriétaire et qui sont progressivement considérés comme étant des normes. Cette évolution progressive évite de passer par un processus traditionnel de normalisation internationale, qui ralentit le développement et réduit l'efficacité commerciale.

En matière de normalisation, les politiques réglementaires possibles sont les suivantes:

- a) Aucune intervention réglementaire: aucune intervention des responsables de la réglementation, de sorte que ce sont les PTO ou les autres membres de l'industrie des services de télécommunication (tels que les fournisseurs de services à valeur ajoutée et les fabricants, ou les sociétés de services et de conseils en informatique) qui négocient l'établissement des normes.

Avantages

- Cette méthode a pour principal avantage de ne pas obliger le responsable de la réglementation à suivre l'évolution des changements technologiques, et donc de ne pas gêner ces changements.

³ Voir, par exemple, les documents cités par Besen et Johnson, 1986.

Inconvénients

- Il se peut que les négociations des participants n'aboutissent pas à un accord.
 - Certains participants peuvent «comploter» pour se mettre d'accord sur des normes qui désavantagent d'autres participants.
 - A mesure qu'augmente la concurrence sur le marché, cette méthode est de plus en plus difficile à appliquer. Plus les acteurs du marché sont nombreux, moins ils ont de chances de parvenir à s'entendre sur des normes communes.
- b) Intervention par exception: elle se produit lorsque les représentants du secteur ne sont pas en mesure de s'entendre sur des normes.

Avantages

- Cette méthode présente à la fois les mêmes avantages que la méthode «non interventionniste», puisque les entrepreneurs ne sont pas tenus de respecter des normes prédéterminées, et les avantages offerts par la possibilité d'une intervention réglementaire imposant, dans certains cas, la conformité à une norme spécifique, le nombre de normes à observer se trouve limité.
- La facilité avec laquelle le responsable de la réglementation peut intervenir lors du processus de négociation des normes, donne aussi la garantie que les gros opérateurs n'abusent pas de leur position de force aux dépens des plus petits opérateurs.

Inconvénients

- L'intervention du responsable de la réglementation peut lui coûter très cher tout comme aux participants, étant donné le temps et le travail nécessaires pour parvenir à un accord sur une norme appropriée. Pour un innovateur, le coût d'opportunité correspondant au temps passé pour négocier les termes de la norme peut être très élevé et, si le processus n'est pas rapidement achevé, ce coût peut limiter considérablement la valeur de l'innovation.
- c) Normes officielles pour certains services: obligent le secteur à mettre en œuvre des normes pour certains services tout en admettant la coexistence de services ou d'interfaces non conformes aux normes.

Avantages

- Cette méthode simplifiera le processus de négociation des normes et réduira les efforts nécessaires pour parvenir à établir des normes communes.
- Cette normalisation sélective peut permettre au responsable de la réglementation de garantir que l'accès à l'infrastructure n'est pas un obstacle à la concurrence. L'adoption des normes de l'ONA, aux Etats-Unis, en est un exemple.

Suivant la structure du marché, les normes peuvent être plus ou moins nombreuses, pour répondre le mieux possible aux objectifs économiques des fabricants. On ne peut raisonnablement espérer, par exemple, que soit établie une norme unique pour tous les réseaux locaux (LAN), ou pour tous les systèmes d'exploitation. De même, si une norme a été acceptée par certains fabricants, pour réduire les spécificités des équipements, comme dans le cas des puces de contrôle des LAN, ces fabricants essaieront de se différencier en utilisant les composants conformes aux normes, d'une manière autre que celle de leurs concurrents. Les entreprises, tout comme le gouvernement, doivent savoir rester réalistes dans le choix des normes à établir, selon les différents cas.

Inconvénients

- Risque de créer des divisions au sein du secteur concerné. Les participants ne seront en effet pas tous traités de la même façon, puisque seuls certains d'entre eux devront se conformer aux normes prescrites.
- Offre aux participants la possibilité d'abuser du processus de normalisation pour défendre leurs propres intérêts économiques, en exerçant par exemple une pression sur le responsable de la réglementation, pour qu'il généralise la norme qu'eux-mêmes respectent.
- Peut pousser les participants à élaborer des services qui se substituent aux services normalisés et qui ne sont pas soumis à des normes, et peut donc obliger le responsable de la réglementation à redéfinir la portée de ces normes.

d) Normes obligatoires: choix de normes qui sont obligatoires pour le secteur.

Avantages

- La conformité. Cette méthode supprime toute ambiguïté en matière de normalisation et évite tout problème lié à la concurrence de systèmes utilisant des technologies non conformes aux normes.

Inconvénients

- Le responsable de la réglementation connaît mal tout ce qui se rattache aux progrès du développement technologique.
- Fait obstacle à l'innovation fonctionnelle.
- Si le responsable de la réglementation décide d'adopter des normes de portée internationale, ces normes risquent de ne pas être adaptées aux différents pays ni même aux différentes régions de ces pays.

L'exemple japonais de l'imposition par le gouvernement de normes relatives au développement de la télévision à haute définition (TVHD), montre bien les inconvénients que peut présenter pour les innovateurs l'obligation de se conformer à des normes préétablies. Les Japonais, qui travaillent depuis près de 20 ans à la mise au point de la TVHD, ont élaboré un système analogique, conforme aux normes japonaises, qu'il leur faudra peut-être remplacer par le système numérique élaboré aux Etats-Unis, pour se conformer aux normes internationales. Cette situation prouve le risque qu'il y a à établir une politique avant que le public n'ait expérimenté une technologie donnée. En effet, l'application de l'innovation concernée peut en définitive se trouver retardée du fait que cette politique ne peut pas tenir compte de l'évolution technologique future.

6.4 Elaboration de plans de développement

6.4.1 Relation avec d'autres publications de l'UIT

La mise en œuvre de nouvelles technologies dans le réseau général concerne la conception, l'ingénierie et la planification du réseau, ainsi que l'installation de l'équipement.

Plusieurs publications de l'UIT-D traitent de la segmentation du marché, de la prévision de la demande, de la modélisation et de la prévision du trafic, de l'incidence du dimensionnement du réseau et d'autres aspects de la mise en œuvre de nouvelles méthodes pour la planification du réseau, l'optimisation et la minimisation des coûts; elles contiennent en outre des lignes directrices pour l'étude de l'introduction des nouveaux services, en particulier dans les pays en développement.

Ces publications sont, par exemple, les suivantes:

- GAS 3: Planification du réseau général, publié en 1983.
- GAS 10: Données de planification et méthodes de prévision, publié en 1987.
- GAS 11: Stratégie pour la mise en œuvre d'un réseau public pour données dans les pays en développement, publié en 1987.
- GAS 12: Stratégie de l'introduction des nouveaux services non vocaux de télécommunication dans les pays en développement, publié en 1992.
- Rendre compétitives les entreprises de télécommunication – MANDEVTEL, 1997.
- Lectures utiles pour les directeurs et managers – Principes généraux de la gestion des télécommunications (Volume I), 1993.
- Lectures utiles pour les directeurs et managers – Principes généraux de la gestion des télécommunications (Volume II), 1996.
- Planification stratégique, 1993.

Par conséquent, les paragraphes qui suivent ne mentionnent que certains éléments dont il faut tenir compte pour élaborer des plans de développement.

Par ailleurs, des questions connexes ont été traitées dans des publications de l'UIT consacrées à des aspects particuliers du réseau, par exemple les systèmes de commutation et de transmission ou la planification du réseau de télécommunications rurales.

6.4.2 Tournants dans le développement des télécommunications

Le développement des techniques de transmission numérique au début des années 60 a marqué un tournant important qui a permis d'aboutir à une réduction des coûts.

La technologie de la modulation par impulsions et codage (MIC) a été introduite dans les années 70. Les systèmes à débit primaire n'étaient pas économiques pour des lignes inférieures à 20-25 km; les nouveaux progrès de l'électronique ont permis de ramener cette distance à 6-8 km au début des années 80, rendant possibles quelques applications dans le réseau local.

Un autre tournant important s'est produit dans les années 80 avec le début de l'introduction des fibres optiques dans les réseaux de télécommunication, tout d'abord en version multimode, puis en version monomode. Des câbles optiques étaient aussi utilisés dans le réseau local, essentiellement dans les essais en vraie grandeur, parfois pour des applications spécifiques. Ces expériences ont démontré les spécificités de l'utilisation des câbles à fibres optiques dans cette partie du réseau ainsi que les problèmes associés.

Les fibres optiques offrent une largeur de bande considérable dans les câbles de petites dimensions et, associées à des systèmes de transmission numérique, elles peuvent assurer un large éventail de services différents. Ces deux technologies permettent d'offrir toute une variété de services d'abonné. A l'opérateur du réseau, elles offrent la possibilité de nouvelles configurations de réseau, qui sont moins coûteuses et dont l'exploitation et la maintenance sont plus faciles.

En plus des systèmes en câble, les systèmes radioélectriques sont également utilisés, en particulier lorsque des obstacles (comme les montagnes, les rivières, les lacs) ou des difficultés empêchent de desservir des abonnés (peuplements isolés) ou lorsqu'il faut disposer de téléphones mobiles. L'importance des systèmes radioélectriques continue de s'accroître dans ce domaine d'application.

Les moyens modernes de communications hertziennes permettent d'offrir des connexions et des possibilités supplémentaires en termes de services de communications mobiles/fixes.

6.4.3 Nouvelles technologies et planification des réseaux

Le développement du réseau est un processus continu et évolutif, qui exige l'application de stratégies détaillées de planification et de mise en œuvre afin d'optimiser – maintenant et à l'avenir – les ressources de télécommunication et la fourniture du service.

Jusqu'à une date récente les objectifs de planification concernaient essentiellement l'optimisation et l'extension du réseau, pour répondre aux demandes prévues pour des services bien établis, selon un calendrier déterminé. A l'heure actuelle, la conception du réseau doit tenir compte de critères de capacité et de qualité pour répondre aux demandes de service qui ne sont que partiellement connues ou, dans une certaine mesure, escomptées.

La mise en œuvre des fibres optiques, l'introduction de la hiérarchie SDH et de techniques de transmission et de commutation relativement nouvelles, ou encore de systèmes radioélectriques cellulaires et point à multipoint, offrent de nouveaux horizons pour une conception et un développement efficaces du réseau. Les avantages offerts par les nouvelles technologies en ce qui concerne les investissements dans le réseau, l'exploitation et la qualité de fonctionnement de celui-ci doivent être évalués en profondeur.

La planification vise à déterminer l'évolution du réseau sur une période définie pour permettre à l'opérateur de répondre aux demandes projetées ainsi qu'aux demandes exprimées spontanément qui peuvent être variées, notamment quant à la capacité et à la qualité. L'un des objectifs de la planification est de diminuer

globalement le risque économique de l'opérateur, en définissant les étapes de l'évolution du réseau parallèlement à l'évolution technologique et en permettant de répondre économiquement aux offres de service actuelles et nouvelles. Dans certains cas, ce dernier élément est indispensable si l'on veut éviter que les utilisateurs s'adressent à d'autres opérateurs qui offrent ces nouveaux services ou pratiquent des tarifs plus intéressants.

Toutefois, plus l'objectif est éloigné, moins il est possible de faire confiance aux données qui ont servi de base aux plans. Il est donc essentiel de définir un objectif intermédiaire, aligné sur l'objectif final, qui permettra d'avoir une meilleure connaissance des facteurs internes et externes influant sur les plans et sur l'évolution technologique et de disposer de prévisions plus réalistes de la demande, si toutefois ces deux aspects peuvent être évalués avec fiabilité.

Les possibilités offertes par les nouvelles technologies se traduisent par une qualité accrue de l'ingénierie du réseau, des moyens d'exploitation améliorés et de meilleures performances, d'où une diminution relative des investissements globaux et des coûts d'exploitation, tant et si bien que l'opérateur peut abaisser les tarifs des services. On peut raisonnablement s'attendre à des recettes supplémentaires dans la mesure où une plus large gamme de services, de coût plus modique et de meilleure qualité, sont offerts aux utilisateurs.

La planification intégrée est nécessaire si l'on veut concevoir et mettre en place un réseau ayant la capacité, la résilience, la souplesse et la survivance nécessaires mais aussi la possibilité de répondre aux besoins de l'utilisateur dès qu'ils sont identifiés.

Les planificateurs doivent avoir à l'esprit tous les aspects évolutifs du réseau afin de pouvoir préparer autant que possible l'infrastructure du réseau propre à faciliter l'évolution vers les services à large bande et vers les nouveaux services.

Il est question de la méthode de planification dans le Manuel de l'UIT intitulé «Planification du réseau général» (Genève, 1983). Puisque les questions de planification de la commutation ainsi que les avantages des nouvelles technologies ont déjà été abordés dans d'autres chapitres du présent Manuel, la présente section vise uniquement à souligner certains aspects de l'élaboration du plan de développement du réseau de transmission, notamment en liaison avec l'introduction de la hiérarchie SDH.

La demande pour de nouveaux services et les prévisions du trafic sont les composantes de base des plans de développement du réseau. Le dimensionnement des ressources dépend de la précision des données sur la demande d'accès et des prévisions du trafic, paramètres qui permettent d'établir des matrices du trafic entre les sites. Malgré leur importance, les questions de prévision du trafic ne sont que brièvement abordées dans la présente publication.

Il est très peu probable qu'une planification du réseau reposant uniquement sur la minimisation des coûts dans les dépenses d'investissement initiales pour des services bien établis génère des avantages à moyen et à long terme, le risque étant d'exclure toute possibilité de recettes pour de nouveaux services et de nouvelles demandes. De plus, la déréglementation ne facilite pas la tâche du planificateur de réseau en raison de l'incertitude qui plane sur les parts de marché. Cela étant, faire preuve d'une prudence excessive limite les possibilités futures et peut, en fin de compte, restreindre la capacité de l'opérateur à réagir face à la concurrence.

La technologie numérique a été mise en œuvre entre les années 70 et les années 90 dans la plupart des pays. Malgré les aspects techniques et économiques complexes de l'évolution des réseaux de télécommunication vers une numérisation complète, ce processus n'a pas réellement modifié l'architecture du réseau et les supports de transmission de base.

L'évolution actuelle des supports de transmission, fondés sur la mise en œuvre des fibres optiques et de la hiérarchie SDH, entraîne des modifications profondes de l'infrastructure, de l'architecture et de la gestion du réseau.

6.5 Définition des scénarios de développement à court, à moyen et à long terme

Selon la période considérée, des solutions devraient être proposées pour une planification à court, à moyen ou à long terme. Les plans doivent être actualisés périodiquement en vue de tenir compte de l'évolution des nouvelles technologies et des nouveaux services.

Les plans à court et à moyen terme devraient être compatibles avec les plans à long terme et englober à la fois le processus de mise en œuvre, les décisions déjà prises sur les équipements à installer, les services à fournir ainsi que les premières étapes de préparation du développement du réseau vers l'objectif recherché. Ce processus est généralement désigné par le terme de «planification opérationnelle».

On peut distinguer deux phases dans le développement du réseau:

- Une période à moyen terme – la première phase de développement – lorsque les caractéristiques de l'évolution du réseau devraient suivre une politique plus ou moins bien définie dans un environnement technique donné. Par exemple, les règles concernant la mise en œuvre d'une infrastructure optique, la suppression ou le renouvellement d'un type défini d'équipement, ou encore l'organisation du réseau pour les cinq années à venir, devraient être connues et prises en compte comme il se doit. Pendant cette phase, les objectifs intermédiaires du réseau devraient être atteints. De plus, toujours pendant cette première phase, on peut se fier à l'estimation de la demande, aux coûts de l'équipement et à l'évolution de la technologie. Il serait utile de disposer de plans pour le court et le moyen terme. Les investissements devraient être accordés en priorité à la mise en œuvre de la hiérarchie SDH.
- Une période à long terme – la seconde phase de développement – au cours de laquelle les objectifs visés du réseau devraient être atteints, sauf, s'il faut les modifier pour de nouvelles raisons. La représentation de ce réseau et l'élaboration d'une stratégie d'évolution doivent être conformes à l'évolution du réseau qui a été prévue au cours de la première phase, comme dans le cas de l'évolution vers l'Infrastructure mondiale de l'information – GII (voir les Recommandations UIT-T Y.100, Y.110 et Y.120).

Le réseau reste de type traditionnel pendant un certain temps au cours de la seconde phase: les équipements et l'infrastructure PDH utilisent toujours des câbles métalliques et des liaisons hyperfréquences. Toutefois, les liaisons en câbles métalliques seront remplacées par des fibres optiques chaque fois que cela est nécessaire et pour chaque nouvelle liaison on aura recours à la technique des fibres optiques ou à de nouveaux systèmes hyperfréquences SDH. Toutefois, dans l'hypothèse d'une évolution vers un réseau SDH, il conviendrait d'envisager des anneaux secondaires subordonnés aux anneaux primaires déjà installés.

6.6 Evaluation économique

Pour comparer les différentes solutions, il convient de procéder à une évaluation économique de chaque scénario en tenant compte des coûts et des recettes globales. S'il est vrai que les aspects financiers sont importants, il y a néanmoins d'autres critères à examiner, comme la souplesse et la gestion efficace du réseau qui devraient être déterminantes.

Dans l'évaluation des coûts, il est utile d'établir une distinction entre les coûts d'investissement et les coûts d'utilisation:

- Pour chaque scénario, tous les coûts d'investissement comme ceux qui s'expliquent par l'extension de la capacité existante, la politique de renouvellement de l'équipement et la création de nouvelles voies d'acheminement, devraient être ajoutés tout au long de la période considérée. Dans un réseau existant, chaque nouvelle ligne installée doit remplacer une voie, une liaison ou des moyens existants. Un câble et/ou un équipement mis au rebut doit être inventorié et évalué en termes de valeur résiduelle (réutilisation) et de coûts d'exploitation. Le planificateur peut ainsi évaluer l'incidence économique de chaque nouvelle liaison créée.

- Les coûts d'utilisation recouvrent la logistique ainsi que les dépenses d'exploitation et de maintenance. Alors que les coûts d'exploitation tiennent compte essentiellement des aspects organisationnels qui sont donc difficiles à évaluer en tant que tels, les coûts de maintenance sont davantage liés au réseau et aux équipements. Par conséquent, les coûts de maintenance sont les plus significatifs pour l'évolution du réseau. Ils concernent les câbles en cuivre, les liaisons à fibres optiques et hyperfréquences, l'équipement de bureau: multiplexeurs, matériel de surveillance, répartiteurs numériques, etc.

Enfin, il convient de faire une synthèse en comparant le coût des différents éléments proposés: scénarios, services, possibilités d'évolution et évaluation des recettes.

6.7 Plans de développement pour les réseaux locaux de transmission: solution possible

Dès lors que la demande de trafic a été évaluée pour chaque année de la période considérée, si l'on veut élaborer des plans de développement à long terme (pour une zone, une région ou un pays donnés), la première étape consiste à dresser un inventaire complet du réseau existant. Il se peut d'ailleurs que ces données soient déjà disponibles dans les services d'exploitation.

Il faut élaborer une politique de renouvellement cohérente tant en ce qui concerne l'infrastructure (centres de commutation, nœuds de transmission, câbles, liaisons hyperfréquences) que les systèmes, en se fondant sur la durée de vie utile prévue ou supposée de l'équipement, parallèlement à la politique d'achat du pays ou de l'opérateur.

L'étape suivante consiste à fixer les grandes lignes du réseau cible, conformément à l'évolution de la commutation, de la transmission et de l'exploitation au cours de la période de planification et à déterminer les principales étapes permettant d'atteindre l'objectif fixé.

Une autre étape importante consiste à définir le réseau intermédiaire, conforme au réseau cible défini dans l'étape précédente et à préciser la trajectoire à suivre pour parvenir à ce réseau cible. Pour des raisons de faisabilité et de fiabilité, il faut prévoir une marge de 3 ou 4 ans pour le réseau intermédiaire. Par conséquent, cette première phase déterminante de la planification fait intervenir à la fois le planificateur – qui propose un objectif intermédiaire: la structuration du réseau – et l'opérateur – qui approuve la mesure et en assure le financement. Cela étant, le planificateur doit calculer l'évolution future du réseau jusqu'à ce que l'objectif final – qui sera établi et éventuellement réajusté – soit atteint, c'est-à-dire dans les cinq à dix années à venir, voire plus.

La technologie de commutation, l'organisation et l'équipement influent profondément sur les choix de l'architecture de transmission. L'existence d'équipements de commutation de nouvelle génération ainsi que le renouvellement nécessaire des systèmes de commutation plus anciens et dépassés modifient la configuration du réseau et, par voie de conséquence, les besoins des systèmes de transmission.

Pour décider du choix d'une configuration en anneau ou en bus, on se reportera au volume de trafic interne et externe de la zone de service dans laquelle le réseau envisagé sera mis en place. Au moment de déterminer la configuration du réseau il conviendra d'évaluer systématiquement le risque et les conséquences de l'isolation de chaque site en cas de défaillance d'un nœud ou d'une liaison, afin d'éviter autant que possible de graves perturbations du service dans les secteurs concernés; à cet effet, l'opérateur devrait fixer un seuil quant au nombre de numéros d'abonné à ne pas être isolés.

Une configuration de réseau efficace ne pourra être établie qu'après plusieurs études itératives et tentatives répétées d'élaborer des plans à long terme correspondant à la politique stratégique envisagée pour le développement général du réseau. Pour les grands réseaux en particulier, ces études ne peuvent être réalisées sans des outils appropriés et des programmes informatiques qui devront être élaborés ou actualisés pour permettre l'exécution des tâches de planification du réseau.

6.7.1 Objectifs des plans de développement

Les tâches de planification doivent être alignées sur la politique générale de développement des télécommunications et, si elle est définie, sur la politique s'appliquant spécifiquement aux réseaux locaux. Ainsi, il faut examiner l'évolution envisagée ainsi que les décisions prises concernant le réseau interurbain pour déterminer les objectifs généraux des plans de développement du réseau local.

Objectifs généraux de la planification du réseau:

- **La satisfaction de la demande**, y compris les offres de nouveaux services et les courants de trafic qui en résultent. Tous les types d'accès au réseau public commuté doivent être pris en considération dans les plans d'équipement à long terme du fait qu'ils nécessitent des équipements de connexion spécifiques et se caractérisent par un trafic et une évolution propres. Parmi ces types d'accès, il convient de faire une distinction entre les connexions analogiques, les accès au télex, au vidéotexte, les accès au débit de base et au débit primaire du RNIS et les connexions numériques des autocommutateurs privés. Par ailleurs, il faut tenir compte des lignes louées, indépendamment des services qu'elles offriront, des passerelles avec les réseaux de systèmes cellulaires, les réseaux pour données ou tout autre type de réseau existant ou prévu.

Une fois que les besoins d'accès et les volumes de trafic sont connus, la demande peut être exprimée en termes de ressources de transmission nécessaires.

- **L'amélioration de la qualité** dans toutes les parties du réseau et en particulier sur les liaisons longue distance, par exemple moyennant l'installation de câbles à fibres optiques dans la partie structurelle du réseau. Si l'on envisage en outre d'installer des fibres dans les réseaux de distribution et à grande distance, il faut veiller à assurer la connectivité optique et donc que ces fibres optiques soient mises en place uniformément dans les zones locales concernées.

Compte tenu des critères de disponibilité et de qualité applicables aux services à fournir, il peut s'avérer nécessaire de prévoir des équipements spécifiques, conformément à la politique de renouvellement dont il a été question plus haut.

- **L'organisation**, l'exploitation et la gestion **du réseau**, en fonction des prescriptions susmentionnées et l'automatisation des tâches de gestion, exploitation, maintenance et fourniture dans les installations de commutation et de transmission.
- **La protection du service**. Le monde moderne des télécommunications exige un degré élevé de survivance des services perfectionnés et dépend de plus en plus de la sécurité, même pour le service téléphonique ordinaire. De ce fait, des mesures doivent être prises en vue de protéger l'ensemble des flux d'informations en cas de panne ou de diminution de la qualité du service.

6.7.2 Portée

Les plans de développement du réseau pour les réseaux locaux devraient couvrir à la fois l'infrastructure et l'équipement d'abonné, les installations de transmission et de commutation, les bâtiments et l'alimentation en énergie.

Dans les réseaux urbains ou ruraux, alors que les plans relatifs aux lignes d'abonné sont élaborés pour chaque zone élémentaire (desservie par des unités de raccordement ou leur équivalent), des plans directeurs couvrant la commutation, la transmission, les bâtiments et les installations électriques sont élaborés pour chaque zone locale (desservie par un central local ou par un ensemble de centraux locaux).

Il faut disposer de prévisions détaillées des abonnés et du trafic pour chaque zone locale, y compris pour le service téléphonique de base, les lignes louées et les services spéciaux. Il convient de procéder à un dimensionnement des bâtiments, des conduites de câble, de l'équipement de commutation et de transmission et des installations électriques. Les plans obtenus à partir de ces données décrivent les opérations à effectuer sur des périodes de 3, 5, 10 et 15 ans.

Il faut aussi tenir compte de l'exploitation, de la gestion et de la maintenance du réseau, aspects fondamentaux de la planification. Par conséquent, les plans de développement doivent rendre compte du schéma d'évolution de la main-d'œuvre et de la formation nécessaires ainsi que de l'organisation de la gestion, de l'exploitation et de la maintenance (OAM) dans la perspective de la mise en place du réseau de gestion des télécommunications (pour plus de détails, voir l'ouvrage de l'UIT intitulé «Amélioration de la maintenance – Guide pour une nouvelle approche utilisant le réseau de gestion des télécommunications (RGT)»).

On peut appliquer une procédure analogue pour élaborer des plans de développement destinés aux réseaux régionaux ou nationaux. Toutefois, les données peuvent être présentées sous une forme plus globale et les méthodes adaptées à chaque cas particulier.

6.7.3 Facteurs internes et externes

Un certain nombre de facteurs – externes et internes par rapport à l'opérateur – influent sur la planification du réseau.

Les facteurs externes dont il convient de tenir compte sont les suivants:

- Evolution des nouveaux services eu égard aux prescriptions en termes de croissance continue et de degré de qualité.
- Evaluation des fibres optiques monomodes comme principal support de transmission.
- Emergence du concept et des équipements SDH.
- Perspectives de l'introduction de l'ATM dans un futur prévisible.
- Perspectives de la mise en place d'une infrastructure locale de l'information – LII (voir l'Annexe 6C).
- Evolution de la commutation vers de grands commutateurs multiservices.
- Introduction d'aspects réglementaires comme la déréglementation des opérateurs de télécommunication, permettant à plusieurs opérateurs du marché d'occuper une nouvelle part de marché.
- Utilisation des attributions de bandes de fréquences conformément aux accords internationaux (par exemple, le plan à 2 GHz utilisé actuellement pour les faisceaux hertziens servira pour les radiocommunications mobiles).

Les facteurs internes par rapport à l'opérateur ou au pays sont notamment les suivants:

- Stratégie de développement général du réseau appliquée par l'opérateur.
- Décisions sur la restructuration et l'organisation du réseau.
- Nouvelle politique de renouvellement de l'infrastructure et de l'équipement.

Compte tenu de ces facteurs, d'autres aspects entrent en ligne de compte, par exemple:

- Le coût des fibres diminue, les câbles en fibres devenant compétitifs par rapport aux câbles en cuivre, surtout si l'on tient compte des répéteurs nécessaires.
- Le coût de l'équipement variera sensiblement avec la mise en œuvre générale des équipements SDH. Par exemple, pour une application point à point, les équipements PDH et SDH sont déjà comparables, du point de vue des coûts, respectivement aux débits de 140 Mbit/s et 155 Mbit/s. Dans les applications de type insertion/extraction, ce phénomène peut se produire déjà à 34 Mbit/s pour les équipements PDH et à 155 Mbit/s pour les équipements SDH.
- Les questions de gestion, la prestation de services possibles et l'exploitation obligent les planificateurs à reconsidérer l'utilisation des liaisons radioélectriques dans les zones où les câbles en fibres optiques peuvent être déployés même au prix d'un investissement supérieur.

De plus, les coûts globaux d'exploitation et de maintenance pour l'ensemble du réseau diminueront dans la mesure où:

- L'infrastructure du réseau présente désormais une topologie mieux structurée, c'est-à-dire que le pourcentage entre la longueur cumulative prévue et existante des voies d'acheminement en câble desservant la zone du central local peut se situer au voisinage de 70%; il peut même être réduit à 30% dans les zones de central local développées. Par conséquent, le nombre de liaisons par câble dont il faut assurer la maintenance est moins important et la structure du réseau est neuve.
- L'équipement à installer sera moins important si l'on a recours à la technique SDH plutôt qu'à la technique PDH.
- Les opérations d'exploitation et de maintenance seront automatisées progressivement à mesure que les éléments de réseau SDH seront déployés dans le réseau; la fourniture sera en grande partie commandée par logiciel lorsque la gestion SDH sera entièrement normalisée, c'est-à-dire pendant la seconde moitié de la décennie.

L'évolution peut même être accélérée ou renforcée grâce à l'unification de la zone de service du central local. Il en résultera, en fin de compte, une optimisation de la topologie du réseau de transmission et une mise en œuvre appropriée des équipements SDH.

Les principaux opérateurs de télécommunication réduiront fortement leurs commandes pour des équipements PDH. De ce fait, il est probable que le coût de ces équipements augmentera, alors que celui des équipements SDH tend à diminuer.

6.7.4 Etablissement de priorités pour la mise en œuvre des nouvelles technologies

La mise en œuvre des nouvelles technologies ne peut intervenir simultanément dans toutes les parties du réseau. Il faut établir un ordre chronologique qui tienne compte de l'offre et de la demande pour des services. On peut donc subdiviser le réseau en «réseau primaire» et «réseau secondaire», moyennant un classement préalable des nœuds. La mise en œuvre des nouvelles technologies concerne avant tout le réseau primaire.

Le classement des nœuds, indispensable à la subdivision proposée du réseau, doit être fondé sur les critères suivants:

- Principales fonctions de structuration du réseau (par exemple, centres techniques).
- Importance du nœud considéré en ce qui concerne les fonctions de l'équipement de commutation, la fourniture du service, le trafic, les accès RNIS, les lignes louées, l'évolution future ou prévisible.
- Emplacement (par exemple, à proximité d'une liaison de «câble primaire»).

Seuls les principaux nœuds devraient être des éléments constitutifs du réseau primaire. Le niveau secondaire du réseau regroupera les sites restants, dès que les sites primaires auront été évalués. Il faut garder un nombre important de nœuds en tant que petits réseaux secondaires autour des nœuds primaires respectifs (voir l'Annexe 6A).

6.7.5 Fourniture de l'équipement

L'équipement SDH de base comprendra des multiplexeurs de terminaux (TM) et des multiplexeurs d'insertion/extraction (ADM). Lorsque cela est nécessaire, ces éléments peuvent présenter une fonctionnalité de brassage interne.

A cet effet, il faut déterminer les fonctions de réseau pour chaque nœud, afin de choisir l'élément de réseau approprié. Ces fonctions sont les suivantes:

- transfert des signaux,
- signaux d'insertion et/ou d'extraction à partir d'un signal de ligne composite,
- brassage,
- adaptation (à une autre hiérarchie ou à un autre niveau numérique, selon le cas).

La radiodiffusion (transfert d'un signal entrant vers plusieurs accès de sortie) peut être incluse dans les fonctions de brassage.

Une ou plusieurs de ces fonctions doivent être exécutées dans chaque nœud de réseau. Les éléments de réseau SDH installés doivent donc présenter ces fonctions spécifiques aux nœuds. Les éléments de réseau étant pour l'essentiel polyvalents, ils peuvent évoluer, par exemple d'un seul répéteur (dans l'hypothèse d'une fonction de transfert dans le nœud) vers un véritable multiplexeur ADM, voire ultérieurement vers un petit brasseur numérique local (DXC).

Cette évolutivité harmonieuse – et en cours de service – de l'élément de réseau est l'un des principaux avantages de la mise en œuvre des éléments de réseau SDH dans le réseau de transmission qui devient donc évolutif et souple.

6.7.6 Amélioration de la liaison et du réseau

A cet égard, deux aspects différents doivent être pris en considération:

- L'évolution du réseau synchrone (par exemple, évolution d'un bus en un anneau).
- Accroissement de la capacité pour faire face à l'augmentation de la demande.

Evolution du réseau

Les options ci-après sont disponibles:

- Insertion d'un nouveau nœud dans un bus ou dans un anneau: le multiplexeur ADM correspondant installé est relié à la fois à des paires de fibres «Est» et «Ouest». Cela est possible sans perturber le trafic grâce à l'utilisation des moyens de protection des lignes (propriétés du bus ou de l'anneau unidirectionnel). L'ancien vecteur de protection devient le nouveau vecteur de fonctionnement.
- Extension du bus: un multiplexeur TM est installé dans un nouveau nœud de codage en ligne et il est connecté à la paire de fibres assignées, alors que l'ancien multiplexeur TM est configuré comme multiplexeur ADM, moyennant l'adjonction des interfaces de ligne respectives et de l'unité de commande. Par conséquent, le multiplexeur TM existant ne doit pas être transféré vers la nouvelle ligne mais évoluer sur place. Cela est possible sans perturber le trafic.
- Achèvement de la transformation du bus en anneau: grâce à une évolution par étapes du bus, comme cela est décrit précédemment, et dès que la dernière liaison en fibres est installée, les deux multiplexeurs TM qui terminent ce segment sont configurés pour former un multiplexeur ADM, moyennant l'adjonction des interfaces de ligne respectives et de l'unité de commande. L'anneau est ainsi achevé et le système de gestion tient compte de la nouvelle configuration du réseau.

Accroissement de la capacité

Pour accroître la capacité on peut procéder comme suit:

- Extension de l'anneau STM-1: dès l'obtention d'un seuil fixe (par exemple, 63 signaux au débit primaire), un second anneau doit être mis en œuvre. En mode SDH, cela est possible à condition d'ajouter un multiplexeur ADM supplémentaire dans le nœud central, connecté à une seconde paire de fibres; les multiplexeurs ADM désignés de l'anneau existant sont transférés à cette nouvelle paire de fibres et un second anneau est alors mis en place pour doubler la capacité de transmission. Cette évolution est possible en cours de service.
- Extension STM-1 vers STM-4: il existe des éléments de réseau qui se prêtent particulièrement à cette extension et l'opérateur doit choisir avec soin cet équipement, en tenant compte à la fois des propriétés d'extension du matériel en cours de service et placé dans des baies. Deux STM-1 au moins devraient être accessibles dans le multiplexeur ADM et être choisis librement de façon que l'élément de réseau dispose des fonctions les plus souples, c'est-à-dire l'utilisation universelle dans n'importe quel nœud du réseau.

Observations

Seul le mode SDH donne au réseau et aux éléments de réseau les possibilités de modernisation mentionnées ci-dessus et démontre ainsi la souplesse de ce mode ainsi que son aptitude à répondre à n'importe quel besoin du réseau ainsi qu'à son évolution.

De plus, toutes ces améliorations ainsi que l'évolution se situent à deux niveaux: niveau du matériel avec mise en œuvre de la fibre et de l'élément du réseau et niveau du logiciel faisant intervenir le système de gestion du réseau pour tenir compte des nouvelles configurations au niveau de l'élément du réseau et/ou du réseau.

6.7.7 Conclusion

Les moyens de type SDH, qui offrent des avantages significatifs par rapport aux systèmes plésiochrones actuels, coexisteront avec les équipements PDH existants pour les remplacer progressivement. A l'avenir, ces moyens seront en mesure d'assurer des services à large bande qui exigent une commande de bout en bout et une évaluation importante de la qualité de transmission.

Or, l'avenir des câbles en cuivre, des équipements plésiochrones et de la technologie hyperfréquences est incertain. Une autre question doit être résolue: celle de la disponibilité de l'équipement SDH et de son bien-fondé pour des emplacements de petites dimensions. Il convient également de mentionner d'autres questions comme l'avenir de la commutation optique, la dualité du mode SDH/ATM pour la partie accès du réseau, le taux de pénétration des fibres optiques dans les réseaux d'accès, l'incidence des communications mobiles, la demande pour de nouveaux services et le trafic y afférent, etc.

La mise en œuvre de l'équipement SDH étant discontinu sur le plan technologique, sa planification doit être élaborée avec soin. A mesure que l'équipement synchrone est installé dans le réseau, les avantages qu'il procure deviennent apparents. Les coûts d'exploitation du réseau diminuent par suite de la réduction de l'équipement et du matériel, du renforcement de l'efficacité et de la fiabilité et enfin, de l'existence d'une maintenance plus automatique et mieux organisée.

Si la composante coût est importante dans les choix en matière d'investissement, la qualité, la souplesse et une réaction rapide du réseau à la demande extrêmement évolutive, devraient être des éléments décisifs au moment d'examiner les différentes solutions en matière de développement. D'autres arguments sont également décisifs: la réalisation des objectifs généraux de planification et l'évaluation qualitative liée aux possibilités de fourniture du service et à la formation du personnel.

Des mesures concertées devraient être prises entre les services commerciaux et les services de planification pour le choix des nœuds primaires, conformément à la stratégie commerciale et aux prévisions établies à moyen terme pour les services de pointe. Ce choix devrait inciter le planificateur à configurer l'objectif intermédiaire.

Compte tenu de toutes les recommandations et observations formulées ici, il est probable que la méthode de réseau en deux phases et à deux niveaux sera la plus appropriée.

Dans la première phase de développement, l'aspect le plus important consiste à structurer le réseau. Pour répondre de manière cohérente aux besoins du réseau et des services, les structures de bus devraient relier les nœuds les plus importants, offrant l'accessibilité SDH (et, par voie de conséquence, la survivance et la qualité de service) à la plus grande partie des lignes d'accès (par exemple, 75% du nombre total des lignes téléphoniques) et à la quasi-totalité des emplacements commerciaux existants ou prévus. Dans la seconde phase de développement, le bus se transformera progressivement sous forme d'anneaux selon un rythme qui sera déterminé par les contraintes financières.

En raison de ses particularités, les anneaux de multiplexeurs synchrones peuvent former le réseau de jonction.

L'évaluation des fonctions pertinentes de gestion, exploitation, maintenance et fourniture présentes dans l'équipement installé devrait déboucher sur un réseau local relativement nouveau et totalement géré, du moins en ce qui concerne le réseau primaire.

6.8 Liste de publications de l'UIT et d'autres ouvrages pertinents

Secteur de l'UIT-D

Télécommunications rurales – Volume I (GAS 7).

Manuel sur les impacts économiques et techniques de la mise en œuvre d'un réseau régional de télécommunications par satellite – 1983 (GAS 8).

Etude de cas sur les aspects économiques et techniques du passage des réseaux de télécommunication analogiques aux réseaux numériques – 1988 (GAS 9A).

Manuel sur les études de cas relatives à la numérisation des réseaux régionaux – 1992 (GAS 9).

Manuel sur l'introduction progressive du RNIS dans un réseau national – 1992 (GAS 9).

Aspects économiques et techniques du passage des réseaux de télécommunication analogiques aux réseaux numériques – 1984 (GAS 9).

Données de planification et méthodes de prévision – Volume I – 1987 (GAS 10).

Données de planification et méthodes de prévision – Volume II – 1987 (GAS 10).

Stratégie pour la mise en œuvre d'un réseau public pour données dans les pays en développement – (GAS 11).

Stratégie de l'introduction de nouveaux services non vocaux de télécommunication dans les pays en développement – 1993 (GAS 12).

Restructuration des télécommunications en faveur du développement: Evolution, politiques et tendances – 1994.

Télécommunications rurales, Volume I – Systèmes radioélectriques utilisés dans les zones rurales (1994).

Télécommunications rurales, Volume II – Commutation, RNIS, financement et utilisation des fibres optiques pour les réseaux ruraux (1994).

Télécommunications rurales, volume III – Aspects fondamentaux, problèmes, critères, instructions et suggestions concernant la maintenances des réseaux de télécommunications rurales (1994).

Planification stratégique (1993).

Méthodes d'évaluation des nouveaux systèmes de transmission numérique entre centraux, à titre de directives de planification des réseaux – 1988 (GAS 3).

Aspects économiques et techniques du choix des systèmes de transmission – 1986 (GAS 3).

Planification du réseau général – 1983 (GAS 3).

Séminaire ABU-FES-UIT: «Adoption of New Media Technologies: Trends, Opportunities and Issues» – Kuala Lumpur, 20-21 février 1995.

Seminar on New Technologies in Sound and TV Broadcasting – Brasilia, 1994.

Manuel sur le développement des communications mobiles – Genève, 1997.

Secteur de l'UIT-R

Manuel sur le contrôle du spectre radioélectrique (1995).

Manuel sur la gestion nationale du spectre (1995).

Manuel sur les signaux de télévision numérique: Codage et interfaces de studio (1995).

Manuel sur les communications par satellite (service fixe par satellite) – Deuxième édition, 1988.

Supplément N° 2 du Manuel sur les communications par satellite: Logiciels pour les télécommunications par satellite (1993).

Supplément N° 3 du Manuel sur les communications par satellite: Systèmes à microstations et stations terriennes associées (1995).

Construction, installation, raccordement et protection des câbles à fibres optiques (1994).

Introduction de nouvelles technologies dans les réseaux locaux (1993).

Manuel de planification de la transmission (1993).

Manuel sur les technologies des installations extérieures appliquées aux réseaux publics (1992).

Manuel sur les communications mobiles terrestres:

Volume I: Boucle locale d'accès hertzien.

Volume II: Manuel sur l'évolution vers les IMT-2000/FSMTPT: Principes et orientations.

Secteur de l'UIT-T

Guide de planification des systèmes à fibres optiques (1989).

Application des ordinateurs et des microprocesseurs à la fabrication, à l'installation et à la protection des câbles de télécommunication (1994).

Recommandations de l'UIT-T – Série E: Exploitation général du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains.

6.9 Liste d'abréviations

ADM	Multiplex d'insertion/extraction (<i>add drop multiplexer</i>)
CMR	Conférence mondiale des radiocommunications
DXC	Brasseur numérique (<i>digital cross connect</i>)
GII	Infrastructure mondiale de l'information (<i>global information infrastructure</i>)
GMPCS	Communications personnelles mobiles mondiales par satellite (<i>global mobile personal communications by satellite</i>)
LAN	Réseau local (<i>local area network</i>)
LII	Infrastructure locale de l'information (<i>local information infrastructure</i>)
MIC	Modulation par impulsions et codage
OAM&P	Exploitation, gestion, maintenance et fourniture (<i>operation, administration, maintenance and provisioning</i>)
ONA	Architecture de réseau ouvert (<i>open network architecture</i>)
ORN	Organisation régionale de normalisation
PDH	Hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PTO	Opérateur public de télécommunications (<i>public telecommunication operator</i>)
RTPC	Réseau téléphonique public commuté
SDH	Hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
STM	Mode de transfert synchrone (<i>synchrony transfer mode</i>)
TVHD	Télévision à haute définition

ANNEXE 6A

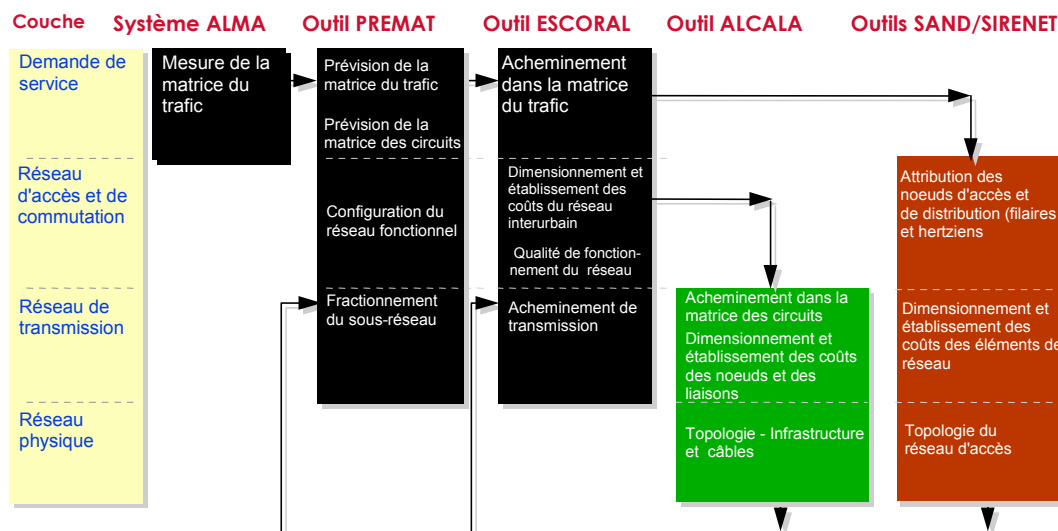
Planification du réseau dans les pays en développement – méthode adoptée par Alcatel

1 Introduction

Dans les pays en développement les réseaux de télécommunication reposent sur des systèmes de commutation de base hiérarchisés, utilisant la transmission point à point. Cependant, ces réseaux ne sont pas en mesure de faire face à l'augmentation rapide de la demande en matière de services traditionnels ou nouveaux, caractéristique propre à ces pays. De ce fait, il faut planifier et mettre en œuvre des infrastructures de réseau évolutives souples susceptibles de répondre à cette évolution rapide de la demande.

Compte tenu de la mise en œuvre de commutateurs numériques capables de prendre en charge les schémas de trafic non hiérarchiques, de la transmission en mode de hiérarchie numérique synchrone (SDH) et des techniques modernes d'accès, les architectures existantes du réseau devront évoluer, ce qui pose de graves problèmes pour les opérateurs.

Figure A1 – Relation entre les outils de conception et les couches du réseau



La Figure A1 indique la séquence des tâches ainsi que les outils de planification associés qui interviennent dans la planification d'une zone nationale. Le processus de planification est itératif car la structure du réseau évolue pendant la période de planification, influant à la fois sur la solution et sur les coûts (commutation, transmission et accès). Par exemple, le type de réseau de transmission mis au point par l'outil ALCALA peut modifier le coût de transmission et la configuration adoptée par hypothèse dans le modèle de réseau ESCORIAL. En procédant à de nouvelles itérations de la conception du réseau de commutation (ESCORIAL) et de la conception du réseau de transmission (ALCALA), on peut affiner la conception ainsi que l'évolution globale optimale du réseau.

De plus, le trafic du réseau peut varier au cours de la période de planification à mesure de l'évolution des services; par ailleurs, l'actualisation rapide du trafic avec les systèmes de gestion (ALMA) et l'utilisation du système de planification des télécommunications [1, 2] avec la chaîne d'outils (PREMAT, ESCORIAL, ALCALA, SAND/SIRENET), permet à l'opérateur du réseau de définir et d'optimiser l'évolution du réseau.

2 Préviation de la demande

L'outil PREMAT dispose de méthodes et d'algorithmes de prévision pour définir l'évolution de la demande du réseau à partir de la matrice réelle de la demande; il peut calculer la matrice de la demande du réseau pour n'importe quelle année de la période de planification. A partir des données relatives au service de réseau et des mesures du trafic, on peut calculer la matrice du trafic entre les centraux existants; il est aussi possible de déterminer le trafic total en provenance et à destination de chaque zone de service d'un central.

Les techniques de prévision fondées sur des augmentations incrémentielles de l'activité dans des zones analogues servent à prévoir l'augmentation de la demande par zone. En se fondant sur la distribution de la demande on peut configurer le réseau projeté, réassigner les zones de service et estimer la totalité du trafic futur par zone. Une fois que ces informations ont été rassemblées, le planificateur peut opérer un choix entre les six modèles mathématiques fondamentaux de PREMAT (facteurs doubles, trafic unitaire, matrice, facteurs d'intérêt, facteurs d'affinité, coefficients de similarité) et une combinaison de trois méthodes pour obtenir la distribution future de la matrice du trafic.

L'outil PREMAT tient compte de tous les flux de trafic dans un réseau multiservices (voix, circuit, paquet, réseau intelligent, Internet, etc.). Plusieurs matrices de classe de service peuvent être intégrées dans la matrice finale. L'intégration peut se faire dans les matrices actuelles et dans les matrices prévues.

L'évolution du réseau est rendue possible par l'application de méthodes et de moyens qui visent à fractionner la matrice globale en matrices plus petites, correspondant aux sous-réseaux et à intégrer la matrice à la réaffectation des zones.

3 Structure du réseau d'accès

Dans la plupart des pays en développement, le réseau national de télécommunication est un réseau à plusieurs niveaux. Ce réseau deviendra un réseau moderne à deux niveaux, avec un niveau de réseau nodal supérieur (interurbain et international de transit) et un niveau local (réseau urbain/métropolitain ou régional/rural). Les pays sont structurés en zones nodales couvrant des régions, les commutateurs nodaux se concentrant sur le trafic longue distance (interurbain et international). Les réseaux locaux/métropolitains possèdent eux aussi une structure à deux niveaux, avec les centraux de transit qui gèrent le trafic urbain ou interurbain et les centraux locaux pour l'accès d'abonné.

Pour l'accès d'abonné on utilisait traditionnellement des câbles en cuivre jusqu'au central local ou à l'unité distante d'abonné (RSU). Les réseaux à évolution rapide peuvent désormais justifier les solutions fondées sur le réseau d'accès multiservices (voir la Figure A2) qui utilisent des technologies telles que FITL (fibre dans la boucle) et DECT (télécommunications numériques améliorées sans fil).

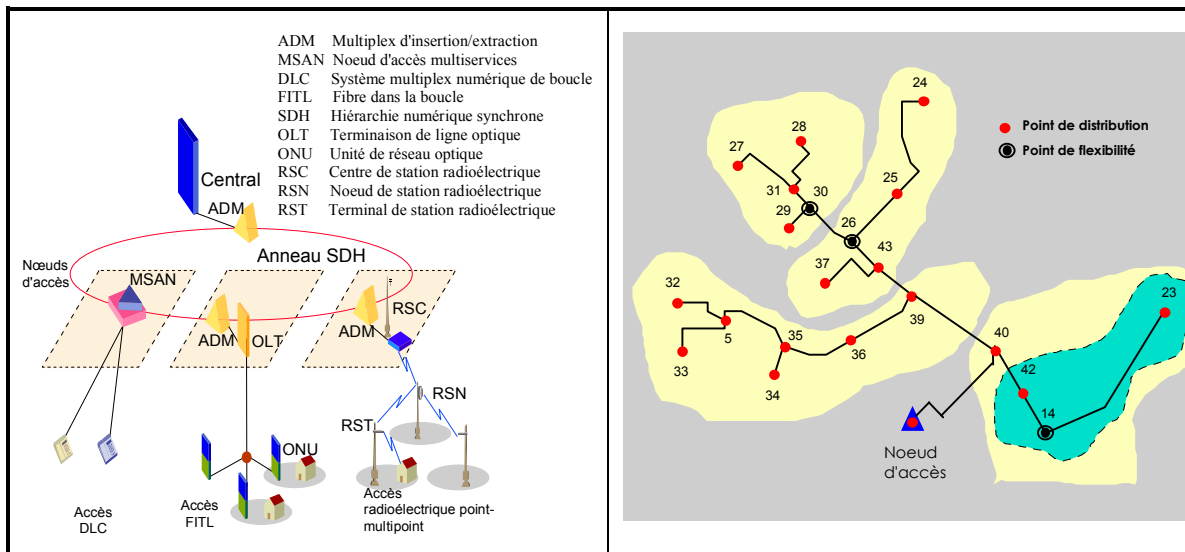
Les réseaux régionaux/ruraux comprennent des unités de commutation primaire auxquelles on peut accéder par l'intermédiaire d'unités RSU ou de systèmes point à multipoint (PMP) et DECT.

On utilise la planification du réseau d'accès pour choisir une solution d'accès appropriée, pour attribuer les éléments du réseau (NE) et pour dimensionner ces éléments ainsi que les sous-systèmes de transport en fonction de la demande. Il est tenu compte des services et de leur distribution, en fonction de la démographie et de la géographie de la zone d'abonné. Ce processus de planification se compose de quatre étapes fondamentales [3].

La première étape consiste à caractériser la demande pour des services, d'après les besoins des individus ou des groupes d'abonnés.

La deuxième étape vise à décrire le réseau fonctionnel en évaluant et/ou optimisant le nombre, le type et la taille des zones de service, en tenant compte des zones issues de la couche de commutation.

Figure A2 – Structure et exemple de topologies du réseau d'accès



La troisième étape consiste essentiellement à optimiser le dimensionnement de la technologie utilisée pour communiquer entre les abonnés et les unités de terminaison du réseau. Cette connexion peut être assurée par diverses technologies: liaisons à fils de cuivre, en fibre ou radioélectriques. Il convient de souligner que la technologie radioélectrique a acquis une importance considérable dans les pays qui se développent rapidement du fait de son coût modique, de sa mise en œuvre rapide et des ressources limitées qu'elle suppose.

Enfin, la quatrième étape sert à optimiser la technologie utilisée pour connecter les unités de terminaison du réseau au réseau téléphonique public commuté (RTPC). Il est tenu compte à la fois de l'équipement installé dans le nœud et de la topologie du réseau (voir la Figure A2).

Cette méthode a été utilisée avec les outils SAND et SIRENET qu'Alcatel emploie pour la planification de ses solutions d'accès filaire, hertzien et mixte [3, 4].

4 Conception du réseau de commutation

L'étape suivante de la planification consiste à optimiser le réseau interurbain en structures hiérarchiques ou non hiérarchiques, à sélectionner la meilleure configuration pour l'année de planification et à définir l'évolution future de la structure [5].

4.1 Outils de conception

L'ensemble d'outils ESCORIAL utilise les matrices du trafic calculées par PREMATE pour définir le réseau interurbain optimal de l'année appropriée, conjointement avec les phases de transition. Les modèles s'appliquent aux couches de commutation et de transmission du réseau.

Traditionnellement, une distinction a été faite entre deux modèles du réseau: le modèle fonctionnel et le modèle physique. Le premier concerne l'acheminement du trafic et le second les moyens d'acheminement:

- *Modèle du réseau de commutation*: examine la structure logique du réseau (schémas d'acheminement de débordement et modèles de trafic) pour le dimensionnement du réseau en fonction de l'objectif de niveau de service du réseau et des coûts combinés de commutation et de transmission en vue d'optimiser les aspects économiques du réseau.
- *Modèle du réseau physique*: examine les coûts du réseau de transmission (infrastructure en câble et systèmes de transmission), représente l'implantation géographique du réseau. Choisit les trajets de coût minimum pour les interconnexions entre nœuds.

Réseaux hiérarchiques

On utilise le module ESCORIAL-H [6] pour dimensionner de manière optimale les réseaux interurbains hiérarchiques multiniveaux comptant au maximum 1 152 centraux. Ces modules utilisent des méthodes et des algorithmes [7] pour le dimensionnement de liaisons unidirectionnelles/bidirectionnelles et l'optimisation du réseau fondé sur des coûts marginaux. Les études ont montré que les résultats étaient exacts.

Réseaux non hiérarchiques

Le module ESCORIAL-N [6] sert à concevoir, analyser, dimensionner et chiffrer de manière optimale les réseaux à commutation de circuits à deux niveaux d'après l'acheminement du trafic séquentiel non hiérarchique dans le niveau de transit supérieur. A titre d'option, ce module peut dimensionner le réseau avec des paramètres de mise en réserve des circuits, différents schémas d'acheminement et différents niveaux de sécurité physique ou fonctionnelle.

La mise en réserve des circuits protège le premier trafic d'une liaison contre l'instabilité du réseau et la dégradation du service par suite des surcharges.

L'option de sécurité structurelle du réseau assure la sécurité de la commutation en dupliquant les centraux de transit et les interconnexions de liaisons au niveau supérieur et la sécurité de la transmission en fournissant deux trajets physiques séparés par voie d'acheminement. Une autre option consiste à analyser le réseau en fonction de plusieurs dimensions de faisceaux (définies par le planificateur) et à calculer le niveau de service pour chaque paire d'origine-destination.

4.2 Transition du réseau

Les pays dans lesquels la demande de trafic augmente rapidement ont besoin d'un réseau de commutation qui offre la souplesse nécessaire pour permettre une évolution rapide et une sécurité appropriée pour empêcher que la qualité de fonctionnement du réseau soit affectée par des interruptions du service. Le coût de la réalisation de ces objectifs revêt une importance capitale en raison des ressources financières limitées dont disposent bon nombre de pays en développement.

L'ensemble d'outils Alcatel peut évaluer les différentes structures et solutions possibles, qui se fondent sur l'évolution la moins coûteuse du réseau et qui englobent aussi bien les réseaux hiérarchiques à plusieurs niveaux que les réseaux non hiérarchiques à deux niveaux. L'évaluation se fait en deux phases. La première phase configure le niveau supérieur du réseau, en réduisant les niveaux primaire, secondaire et tertiaire à un niveau unique (entièrement numérique) qui est l'équivalent du niveau de transit interurbain des réseaux non hiérarchiques. Pour évaluer l'ensemble du réseau on fractionne les zones de service de transit du pays et on regroupe les centraux du réseau (ralliement vers les centraux de transit).

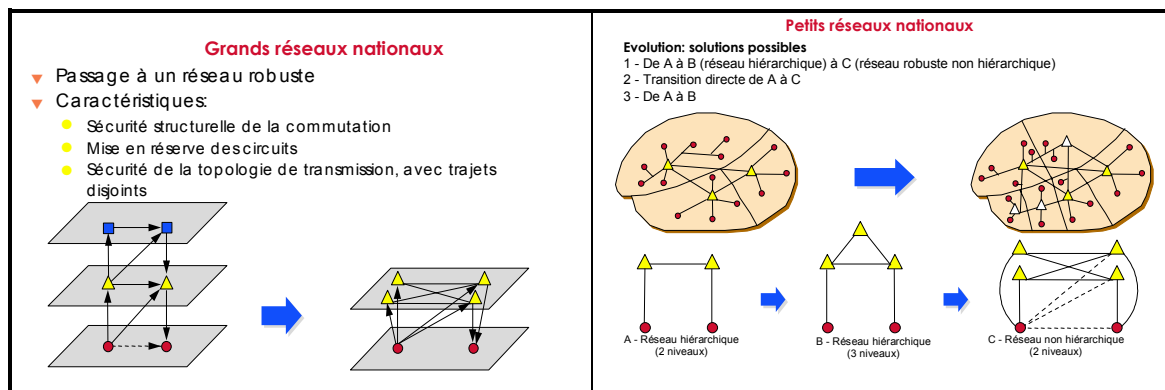
Pendant le même intervalle de temps, on choisit les centraux du niveau inférieur du réseau qui concentrent le trafic interurbain (zones urbaines et rurales) et on les numérise, de sorte que, le nombre de centraux à prendre en compte dans le réseau longue distance à deux niveaux est sensiblement réduit (d'environ 25%).

Pour optimiser les différentes solutions, on considère que le modèle de réseau de niveau supérieur est un réseau maillé complet reliant les nœuds du niveau supérieur et utilisant des schémas d'acheminement détourné non hiérarchiques. Le niveau inférieur est connecté au niveau supérieur par un réseau en étoile, complété par des connexions directes à d'autres centraux lorsque cela est justifié sur le plan économique (seules les voies à fort trafic seront choisies).

La seconde phase concerne l'interconnexion des liaisons entre les commutateurs du niveau supérieur et du niveau inférieur, y compris le remplacement par des commutateurs numériques dans des cas particuliers, en transférant les commutateurs vers d'autres régions de transit et en assurant l'interconnexion avec le nouveau commutateur de transit. Dans certains cas, des liaisons seront établies avec d'autres régions. Ces modifications interviendront à moyen terme.

Evolution de ce réseau: réseau à deux niveaux avec acheminement séquentiel non hiérarchique du trafic au niveau supérieur (voir la Figure A3).

Figure A3 – Evolution d'un réseau hiérarchique à plusieurs niveaux vers un réseau à deux niveaux



Les réseaux multiservices modernes imposent des conditions strictes en termes de niveau de service et de disponibilité. Des modèles de réseau de sécurité structurelle [6] ont été utilisés en pareils cas (par exemple, RTPC en Espagne [8] et en France); l'évolution du réseau suit les deux mêmes phases.

5 Conception du réseau de transmission

L'introduction de la technologie SDH dans le réseau de transport est une étape capitale qui suit l'évolution logique des réseaux dans les communautés qui se développent rapidement. L'outil ALCALA permet de concevoir des infrastructures de transmission et des solutions SDH.

5.1 Outil de conception

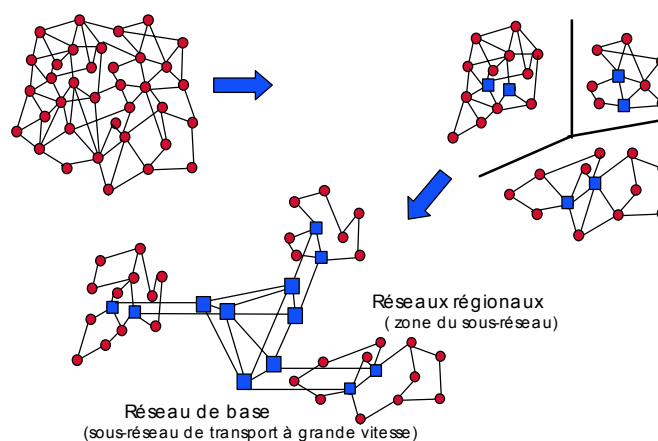
L'outil ALCALA utilise les matrices de circuit des services produites par ESCORIAL et PREMATA pour calculer la conception topologique du réseau physique (infrastructure et câbles de transmission). Ce faisant, il optimise l'attribution de l'équipement de réseau SDH: multiplexeurs d'insertion/extraction (ADM), brasseurs numériques (DXC), terminaisons de ligne optique (OLT), régénérateurs, etc. L'objectif visé consiste à concevoir, optimiser et chiffrer les coûts de transmission SDH. Ce processus de planification s'appuie sur une méthode, élaborée par Alcatel, qui structure l'ensemble du processus en différentes étapes: conception topologique du réseau physique, configuration du réseau, acheminement optimisé des circuits, dimensionnement de l'équipement, établissement des coûts et analyse de la disponibilité de la demande [9].

L'outil ALCALA sert à concevoir des réseaux à forte survivance utilisant des réseaux en anneau protégés SNCP (*SubNetwork Connection Protection*) et MS-SPRING (*Multiple Section Protection Ring*) ainsi que des réseaux maillés avec différents mécanismes de protection et de rétablissement comme la diversité de trajet, le secours immédiat et les trajets directs. Les structures en anneau les plus appropriées sont produites semi-automatiquement par ALCALA [10], qui tient compte simultanément de plusieurs demandes de vitesse de transmission. Le dimensionnement optimal se fait à partir d'un catalogue évolutif des équipements de fabricant.

5.2 Evolution du réseau de transmission

Parallèlement à l'évolution du réseau de commutation de base, le réseau de transmission long distance aura lui aussi une structure à deux niveaux.

Figure A4 – Structure en couches du réseau de transmission: réseaux de base et réseaux régionaux



Le niveau supérieur, qui concentre le trafic et exige des largeurs de bande plus grandes, peut justifier des structures de réseau maillé ou en anneau. L'outil évalue chaque cas de réseau et choisit la solution optimale (voir la Figure A4).

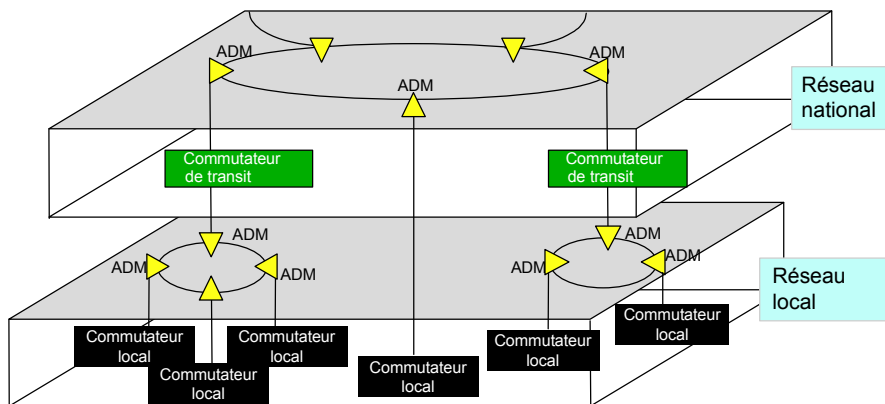
La meilleure solution pour interconnecter les niveaux supérieur et inférieur sera un réseau en étoile ou multi-anneaux ou encore une combinaison de ces deux structures. L'évaluation et la sélection sont rendues possibles par l'outil utilisé.

Le modèle d'outil s'applique aux couches physiques (infrastructure, porteuses) et de transmission du réseau de manière à aligner la conception du réseau de transmission sur la configuration du réseau de commutation. A titre d'exemple, la Figure A5 illustre une solution SDH dans le cas d'un réseau infrastructurel de transmission à largeur de bande relativement faible, solution qui pourrait servir de point de départ pour un pays en développement. Dans ce cas, le réseau pourrait être mis en œuvre avec l'équipement ADM.

L'outil ALCALA permet d'effectuer deux tâches en ce qui concerne la conception du réseau, la première étant la configuration et la conception de la topologie. A partir de la configuration de commutation et des contraintes existantes en matière d'installations extérieures, il sélectionne des structures de réseau appropriées, de type maillé ou à plusieurs anneaux.

La seconde tâche concerne le dimensionnement de l'équipement SDH et l'interconnexion aux commutateurs, compte tenu des systèmes de protection requis. Toutes les solutions proposées sont optimisées du point de vue des coûts.

Figure A5 – Solution ADM à deux niveaux



6 Mesure et gestion du trafic

On utilise les moyens de mesure du trafic (utilisés dans les nœuds de commutation ou dans le système de gestion du réseau) pour calculer la matrice du trafic réel. Pour le trafic ALMA d'Alcatel [11] on utilise le système d'analyse des données de trafic (TDAS) pour calculer la matrice de trafic du réseau.

Le système de collecte des données de trafic du réseau permet d'obtenir les mesures suivantes:

- Flux de trafic par central (d'origine, de destination, d'entrée, de sortie, de transit).
- Flux de trafic par faisceau (d'entrée et de sortie).
- Facteurs d'intérêt du trafic. Trafic par destination pour chaque central.

Le système de traitement et d'analyse des données du trafic utilise ces données pour traiter l'information correspondant à des jours de référence de l'année ou pour calculer les valeurs moyennes statistiques tout au long de l'année. Le résultat obtenu est la matrice du trafic réel point à point du réseau ainsi que la matrice des facteurs d'intérêt. De plus, l'analyste du trafic utilise les outils de prévision du système d'analyse statistique pour prévoir (pour chaque zone de trafic/zone de central) le nombre d'abonnés ainsi que le trafic total (d'origine/de destination) pour un instant ou une année donnée dans le futur. Ces données sont utilisées comme données d'entrée pour l'outil PREMAT.

7 Exemples de réseau

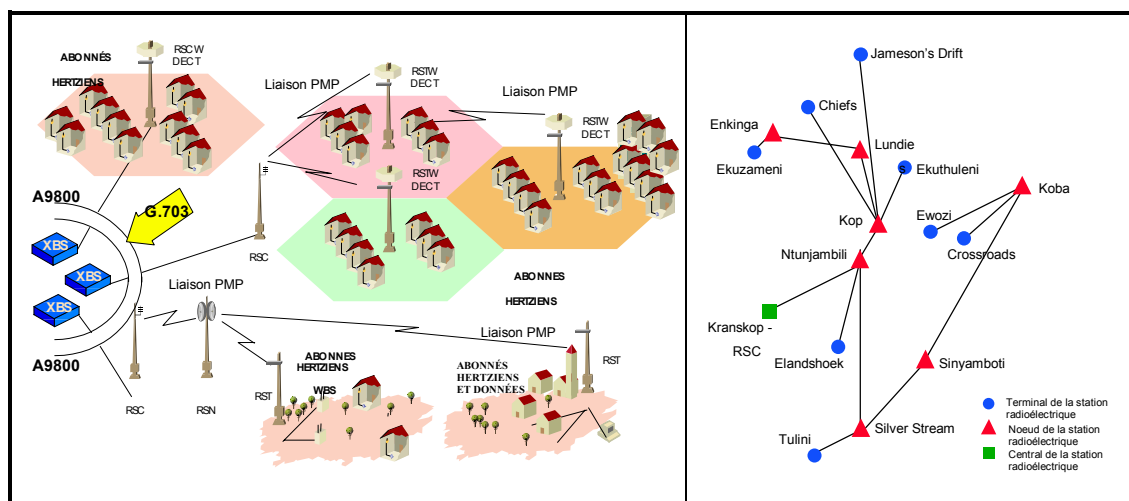
Grâce aux nouvelles technologies, les télécommunications sont désormais mises à la portée de bon nombre de pays en développement. Il faut avant tout déterminer la solution la plus appropriée pour chaque pays. Dans le cas d'espèce, la planification du réseau d'Alcatel peut être un atout décisif, en aidant les opérateurs nationaux à faire les bons choix en ce qui concerne l'évolution de leurs réseaux de télécommunication.

Les études de cas authentiques indiquées ci-après, dont bon nombre sont choisies de l'ouvrage [12], montrent comment Alcatel contribue à mettre les télécommunications au service de tous les peuples du monde.

7.1 Planification du réseau d'accès en Afrique du Sud

En Afrique du Sud, un réseau superposé Alcatel 9800/DECT permet désormais à des collectivités de zones rurales et à de petites communes de bénéficier des services téléphoniques de base.

Figure A6 – Solution intégrée Alcatel 9800/DECT: diagramme de la zone de Kranskop



Alcatel fournit actuellement 288 000 lignes d'équipement d'accès radioélectrique à l'opérateur sudafricain Telkom. La zone rurale de Kranskop (voir la Figure 6) a été choisie comme application de planification pilote avec pour objectif la localisation et le dimensionnement de l'équipement Alcatel 9800/DECT. Un central (Central de station radioélectrique ou RSC) dessert l'ensemble de la zone via un réseau hyperfréquences point à multipoint.

Le système Alcatel 9800 comprend un contrôleur de station de base, un contrôleur central, 17 stations de base éloignées, 34 stations de base DECT et 500 terminaux de réseau hertzien DECT de première génération.

Dans ce cas, le planificateur du réseau s'est servi de l'outil SIRENET pour concevoir la solution optimale. Caractéristiques de cet outil: diagrammes de couverture des réseaux à site unique ou multisites; compatibilité électromagnétique locale et analyse spectrale; cartes des brouillages, assignation des fréquences et planification cellulaire; différents modèles de propagation; procédures d'optimisation pour l'emplacement des stations, le dimensionnement, etc.; et série de bases de données (cartographiques, fréquences, équipements, sites, stations, réglementation).

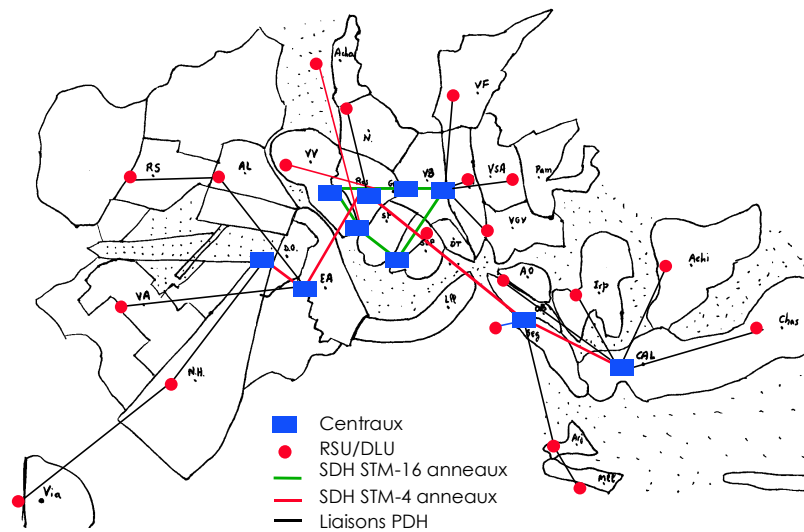
7.2 Réseau de commutation métropolitaine pour La Paz

La zone métropolitaine de La Paz en Bolivie a une population de 1,36 million et son taux de pénétration téléphonique est de 9%. COTEL, l'opérateur de télécommunication, envisage de numériser entièrement le réseau (40% des lignes sont de type analogique) et de le développer pour répondre à une augmentation de 33% de la demande au cours des 3 années à venir.

La planification du réseau a commencé avec l'établissement des prévisions de la demande globale et des caractéristiques du trafic en vue de définir les objectifs du service de télécommunication pour l'an 2000.

La conception du réseau de commutation a débouché sur la définition d'une configuration de réseau à deux niveaux, doté de dix commutateurs (trois nouveaux) et d'un réseau d'accès composé d'unités RSU, DLU (voir la Figure A7) et d'un réseau radioélectrique d'accès superposé.

Figure A7 – Réseau métropolitain de La Paz



La conception du réseau de transmission s'est traduite par une structure SDH à 3 anneaux interconnectant les centraux et par une combinaison de liaisons existantes en hiérarchie numérique plésiochrone (PDH) et de nouvelles liaisons SDH pour le réseau d'accès.

Les outils de planification du réseau Alcatel ainsi que les connaissances spécialisées de l'entreprise ont contribué à étayer les principaux résultats de l'étude qui permettent à l'opérateur de télécommunication de disposer de solutions claires pour répondre à ses besoins en matière d'évolution du réseau.

7.3 Conception d'un réseau de transmission SDH au Bangladesh

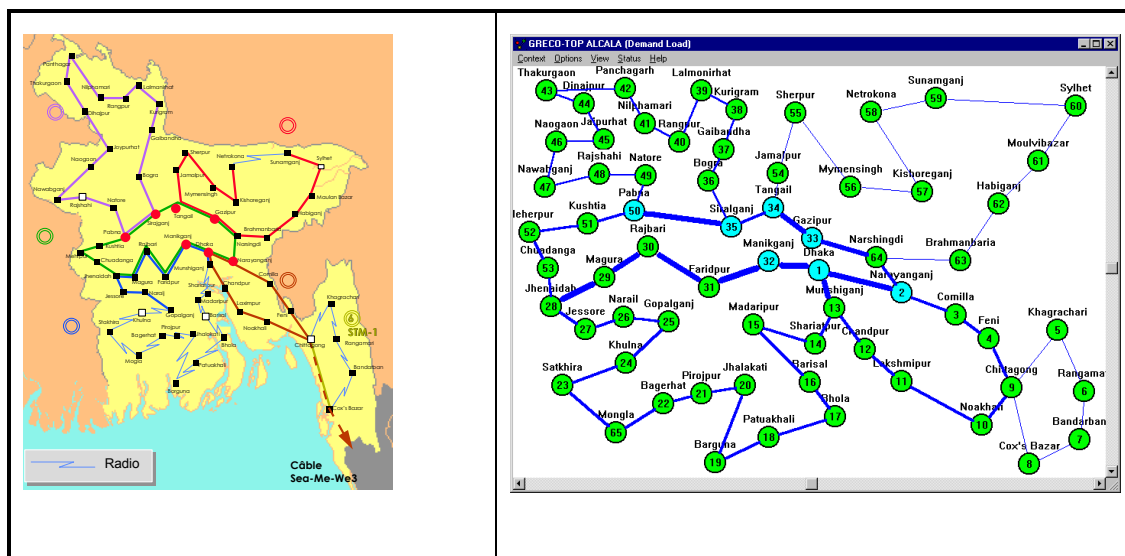
Le Bangladesh est l'un des pays les plus peuplés du monde avec une population de 126 millions d'habitants pour une densité de 875 habitants par m². Le développement général du pays est souvent limité par des facteurs économiques. Le Bangladesh a un produit intérieur brut (PIB) de 265 dollars EU par habitant, un taux d'inflation relativement faible de 4% et une croissance annuelle de 5,7%.

A l'heure actuelle, le réseau de télécommunication compte environ 450 000 lignes installées, plus d'un tiers d'entre elles ayant été fournies par Alcatel au cours des trois dernières années. Le taux de pénétration atteint à peine 0,37%. Le réseau de transmission de base utilise des liaisons radioélectriques PDH point à point qui interconnectent plus de 100 commutateurs de transit ou locaux.

Le *Bangladesh Telephone & Telegraph Board* (BTTB) est confronté à une tâche difficile et complexe: la définition du réseau futur face à l'évolution du réseau, la mise en œuvre de nouveaux services de télécommunication (mobile, transmission de données, Internet, etc.), mais aussi l'arrivée de nouveaux acteurs dans le domaine des télécommunications (fixes et mobiles du secteur privé). Toute solution doit impérativement conduire à la mise en place d'un réseau de télécommunication efficace qui tienne compte des conditions géographiques locales (le pays est traversé par de nombreux fleuves et rivières) et des infrastructures existantes (équipements installés, autoroutes, ponts, etc).

L'une des composantes les plus importantes du réseau est le réseau de transmission de base. Le BTTB a pris une décision stratégique: à savoir renoncer aux équipements PDH point à point pour mettre en place une structure nationale souple fondée sur la technologie SDH. Avant cela, il a fallu répondre à deux questions fondamentales: «Quelle serait la meilleure conception possible pour le réseau SDH cible?» et «Quelle serait la stratégie évolutive optimale à adopter, compte tenu du réseau de transmission existant?»

Figure A8 – Planification du réseau de transmission de base SDH du Bangladesh



Légende: 2GRECO-TOP ALCALA (Chargement à la demande)

Alcatel, en tant que principal fournisseur de télécommunication du Bangladesh, a réalisé une étude de planification afin de fournir des réponses à ces questions, en tenant compte d'une série de facteurs économiques, géographiques et technologiques. Cette étude a fait intervenir les principales étapes suivantes: analyse du réseau existant, y compris la qualité de service; collecte et reconstitution des données du trafic; prévision de la demande; planification de l'évolution du réseau de commutation et enfin, conception du réseau de transmission de base SDH. Des outils perfectionnés de planification du réseau, en particulier ALCALA, ont été utilisés pour la planification et la conception du réseau de base SDH. La Figure B8 montre une des solutions obtenues avec l'outil ALCALA qu'il faudra ensuite analyser et développer plus avant.

8 Conclusions

Le problème auquel sont confrontés les opérateurs de télécommunication des pays en développement tient au fait qu'ils doivent définir leurs besoins futurs en termes de capacité et de services réseau. Or, ce problème est compliqué pour la bonne raison que bon nombre de ces réseaux se développent rapidement. Alcatel aide actuellement un grand nombre de ces opérateurs, d'une part, à élaborer des solutions réseau susceptibles de répondre à leurs besoins immédiats et, d'autre part, à définir des stratégies évolutives optimales.

L'utilisation d'outils de planification perfectionnés est la condition *sine qua non* de la réalisation de ces objectifs. L'application combinée de la méthode et des outils permet de résoudre les problèmes posés par l'analyse de l'évolution du réseau: réseaux de commutation, de transmission et d'accès.

L'intégration des systèmes de données de planification du réseau et de gestion du trafic permet d'obtenir très rapidement des solutions pratiques pour le réseau, tout en assurant que le processus de planification suive les variations fréquentes des besoins du trafic ou du réseau.

9 Références

- [1] *Telecommunication Planning System for Integrated Design of Modern Networks*, M. de Miguel, O. Gonzalez Sotto et J.M. Silva, 6ème Forum mondial des télécommunications, Symposium technique, Genève, 1991.

- [2] *Planning of Competitive Networks*, P.A. Caballero et O. González-Soto, Alcatel Telecommunications Review, Telecom 95 issue, 1995.
- [3] *Access Network Planning: Methodology and Tools*, E. Lafuente et JL. Roncero, Alcatel Telecommunications Review, 3rd Quarter 1996.
- [4] *Multilevel Local Access Network Design*, A. Nitchiporenko, J. Barbas et A. Marin. 15th International Teletraffic Congress (ITC-15), Washington, Etats-Unis, 1997.
- [5] *Solutions for Telecom Network Evolution to non-hierarchical structures*, M. de Miguel, A. Nitchiporenko, I. Puebla, 15th International Teletraffic Congress (ITC-15), Workshop Traffic Engineering for Developing Countries, Washington, Etats-Unis, 1997.
- [6] *ESCORIAL, the tool for planning advanced National Networks with security*, M. de Miguel, A. Bartolome, F. Martín. 13th International Teletraffic Congress (ITC-13), Copenhague, Danemark, 1991.
- [7] *Some aspects of the dimensioning and optimisation of digital networks in both-way circuits*, M. de Miguel et F.J. de los Rios. 10th International Teletraffic Congress (ITC-10), Montréal, Canada, 1983.
- [8] *Evolution strategy of the Telefonica Network*, J. Linares. NETWORKS'89, Majorque, Espagne, 1989.
- [9] *Planning of High Capacity Transmission Networks with Flexibility*, E. Lafuente, C. Alcazar et A. Lardies. NETWORKS'94, Budapest, Hongrie, 1994.
- [10] *Efficient Ring Creation Procedure for Design of SDH/SONET Transmission Networks*, A. Nitchiporenko, A. Mata-Rodríguez et J. Yañez. 5th Int'l Telecommunication Systems Modeling Congress, Nashville, Etats-Unis, 1996.
- [11] Alcatel 1340, *ALMA-Traffic Management*, Doc 2580001 (Edit 02), Alcatel 1997.
- [12] *Network Planning in Low Density Areas*, P.A. Caballero, Alcatel Electrical Communication, 1st Quarter 1995.

ANNEXE 6B

**Exemple de stratégie pour la planification
de l'infrastructure locale de l'information**

L'une des caractéristiques communes des pays en développement en ce qui concerne le développement de l'infrastructure de télécommunication et, en particulier, la mise en œuvre de nouveaux services de télécommunication, est le manque de coordination dans la planification, en l'absence d'une stratégie. Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer ce phénomène: pénurie de ressources financières, nombre limité d'effectifs suffisamment qualifiés, règles mal définies qui, compte tenu essentiellement de l'émergence des nouveaux services, ne peuvent nullement égaler les normes internationales et, pour des raisons d'héritage historique, monopole du PTO historique.

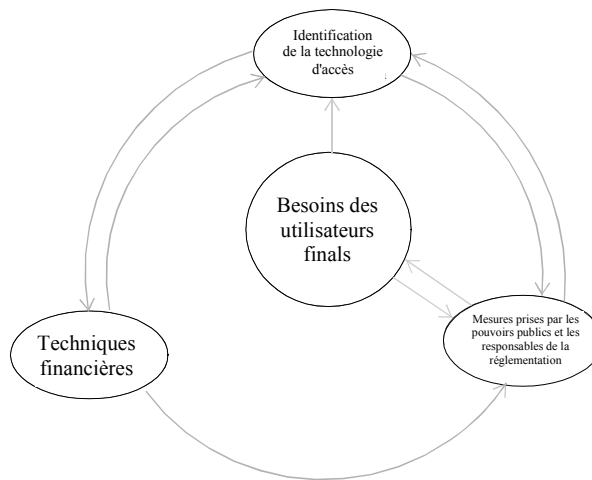
S'agissant du concept de la société de l'information, il est très difficile d'en donner une définition, surtout dans le cas des pays en développement. Les idées nouvelles qui sont exposées sont traduites différemment en stratégies ou en mesures de politique générale, en fonction de la situation du pays considéré. Il est évident que dans le cas des pays en développement, on ne saurait envisager, à l'heure actuelle, une intégration rapide dans la société de l'information. Il faut cependant envisager à temps de définir une stratégie qui pourra, ultérieurement, faciliter cette intégration. Ainsi, la mise en œuvre de l'infrastructure locale de l'information (LII) est une partie très importante de la stratégie nationale d'intégration dans la société de l'information. Dans ce contexte, un certain nombre d'éléments doivent être analysés:

- situation existante dans le réseau infrastructurel (segment de base);
- situation existante dans le réseau d'accès (segment local);
- demande pour de nouveaux services;
- technologies disponibles;
- ressources humaines disponibles pour appliquer les nouvelles technologies;
- capacités financières.

A partir de cette analyse, il faudra définir une stratégie appropriée pour la mise en place de l'infrastructure locale des télécommunications capable de prendre en charge les applications de la société de l'information dans les pays en développement. Il importe de tenir compte des principaux éléments ci-après, qui sont corrélés entre eux, comme l'illustre la Figure B1:

1. reconnaissance des besoins des utilisateurs finals;
2. mesures prises par les pouvoirs publics et les responsables de la réglementation pour créer un environnement favorable à la société de l'information;
3. identification de la technologie d'accès appropriée;
4. application des techniques financières nécessaires pour réaliser de nouveaux investissements.

Cette stratégie doit s'inscrire dans le cadre d'une politique gouvernementale globale faisant intervenir d'autres aspects de la mise en place de la société de l'information qui devraient être gérés au niveau institutionnel.

FIGURE B1 – Éléments de la stratégie LII

Éléments de la stratégie de la LII

1 Besoins des utilisateurs finals

Il est bien connu que la plupart des utilisateurs de télécommunication des pays en développement privilégient les services téléphoniques et n'ont pas encore acquis l'expérience nécessaire pour utiliser et traiter d'autres types d'information. Toutefois, compte tenu de l'émergence des ordinateurs utilisés par les abonnés actuels au téléphone et de la mise en place de petites et moyennes entreprises qui utilisent des systèmes d'information dans leurs activités, tous ceux qui assurent la fourniture du service doivent faire face à de nouvelles demandes. Attentes de ces nouvelles catégories d'utilisateurs:

- facilité d'accès à l'information, aux loisirs, à l'enseignement et à la communication;
- communications moins onéreuses;
- possibilité de choisir entre différents fournisseurs de services et de contenus et dernier point, mais non le moindre;
- disposer d'autres choix que les lignes louées pour accéder à l'infrastructure nationale de l'information (NII) ou même à l'Infrastructure mondiale de l'information (GII).

Ainsi, les utilisateurs sont sollicités par les décisions et les solutions émanant des pouvoirs publics, des responsables de la réglementation et des opérateurs ainsi que des fournisseurs de services et de contenus. Par conséquent, la stratégie de mise en place de la LII doit s'imprégner des connaissances et de l'expérience existantes du comportement et des besoins des utilisateurs ainsi que de leurs motivations à l'égard de la LII. De cette façon, on pourra disposer d'informations sur la clientèle potentielle, l'attrait des différents services et les aspects économiques des besoins des utilisateurs. On pourra alors connaître exactement les points de vue des utilisateurs, ce qui permettra de renforcer et d'éclairer d'autres éléments de la stratégie.

2 Rôle des pouvoirs publics et des responsables de la réglementation

Il faut que les pouvoirs publics des pays en développement voient dans le processus de la mise en œuvre de la société de l'information un moyen de modifier la structure économique de leurs pays. Il faut, en premier lieu, que les pouvoirs publics prennent conscience que le modèle économique de la société de l'information repose sur des secteurs exigeants en savoirs spécialisés qui utilisent directement les techniques de l'information et de la communication. Il faut donc qu'ils intensifient les activités propres à promouvoir les industries multimédias qui peuvent contribuer à attirer les investissements et à créer des emplois. De plus, encourager le développement du marché est l'une des conditions préalables essentielles à ce processus qui doit être engagé par les pouvoirs publics.

Pour atteindre ces objectifs, les pouvoirs publics doivent définir leur propre politique nationale de l'infocommunication sur la base des aspects suivants:

- Encouragement des investissements du secteur privé.
- Développement de la concurrence.
- Création d'un cadre réglementaire souple avec un responsable de la réglementation indépendant.
- Développement d'une stratégie relative aux obligations de service universel (USO).

Ce dernier aspect intéresse tout particulièrement les pays en développement. En général, on considère que l'accès universel est l'obligation imposée aux PTO d'assurer un accès téléphonique à tous les demandeurs, au même tarif, en tout point du pays et pour la même période de temps. Le responsable de la réglementation est chargé de veiller au respect de cette obligation. Le responsable de la réglementation, quant à lui, doit connaître les nouveaux besoins de l'utilisateur et envisager de modifier la réglementation pour parvenir à une nouvelle définition du service universel permettant la prise en charge de services de pointe pour les utilisateurs qui sont en mesure d'en payer le prix.

De ce fait, il importe de bien comprendre:

- les besoins en matière d'infocommunication des utilisateurs ou des communautés;
- les moyens d'y répondre avec de nouvelles solutions techniques ou de nouveaux services;
- la validation de l'utilisation des communications;
- l'infrastructure (existante ou nouvelle) permettant la mise en œuvre des services d'infocommunication; et
- la planification des dates d'exécution pour la fourniture d'un nouveau type d'accès universel pour les services de pointe,

cela afin d'élaborer une méthode appropriée de mise en œuvre du service universel et de l'obligation de service universel. Selon la situation du pays, la méthode visant à encourager les nouveaux venus au niveau local peut aller de l'obligation stricte de service universel jusqu'à l'absence d'obligation de ce type.

De plus, le responsable de la réglementation doit s'acquitter d'un certain nombre d'autres tâches pour créer un environnement approprié propre à encourager la mise en place de la société de l'information et à la promouvoir du niveau local jusqu'au niveau national. Ces tâches sont les suivantes:

- création d'un cadre réglementaire souple afin de faciliter l'entrée de nouveaux opérateurs de réseau;
- promotion de l'accès aux services d'infocommunication avec la mise en place d'une politique tarifaire appropriée;
- élaboration de normes pour faciliter la modernisation du réseau et des services en vue de la mise en œuvre d'une nouvelle LII et d'une NII/GII;
- application de principes contractuels entre des partenaires interconnectés en cas de stratégie de réseau multiple dans la boucle locale.

3 Identification de la technologie d'accès

Chacun sait que les applications de la société de l'information, tout en devenant d'un usage plus facile, exigent plus de largeur de bande. Il s'agit là d'une grave contrainte même pour les pays développés car leur réseau suffit à peine à répondre à la demande de largeur de bande de l'utilisateur final qui en a besoin pour l'accès local. Il va de soi que le problème que ces pays rencontrent pourrait concerner les pays en développement où la stratégie en vigueur consiste à «brûler les étapes», c'est-à-dire à supprimer des étapes entières du développement du réseau local pour mettre en place une infrastructure appropriée en évitant les délais inutiles.

Les différents réseaux d'accès qui sont actuellement disponibles pour un accès numérique (données) à grande vitesse (grande largeur de bande) sont présentés dans le Tableau 1. Pendant longtemps, les modems analogiques constituaient la seule solution possible d'accéder aux réseaux infrastructurels. Cette technologie est toujours la plus répandue dans les pays en développement. Heureusement, la vitesse des modems a augmenté, pour avoisiner 56 kbit/s dans le sens descendant et 33 kbit/s dans le sens montant, les modems normalisés à 34 kbit/s prédominant encore pour l'accès distant par réseau commuté.

Toutefois, au cours des dernières années on a assisté à l'émergence de nouvelles technologies d'accès offrant un accès à grande vitesse en duplex intégral à des vitesses de plusieurs Mbit/s et offrant de nouvelles possibilités, notamment pour les pays en développement. Il s'agit des réseaux xDSL, des réseaux de câblo-modems, de divers réseaux optiques, des réseaux hertziens et enfin, des réseaux à satellite. Le Tableau B1 indique également les vitesses types obtenues avec tel ou tel type de réseau d'accès.

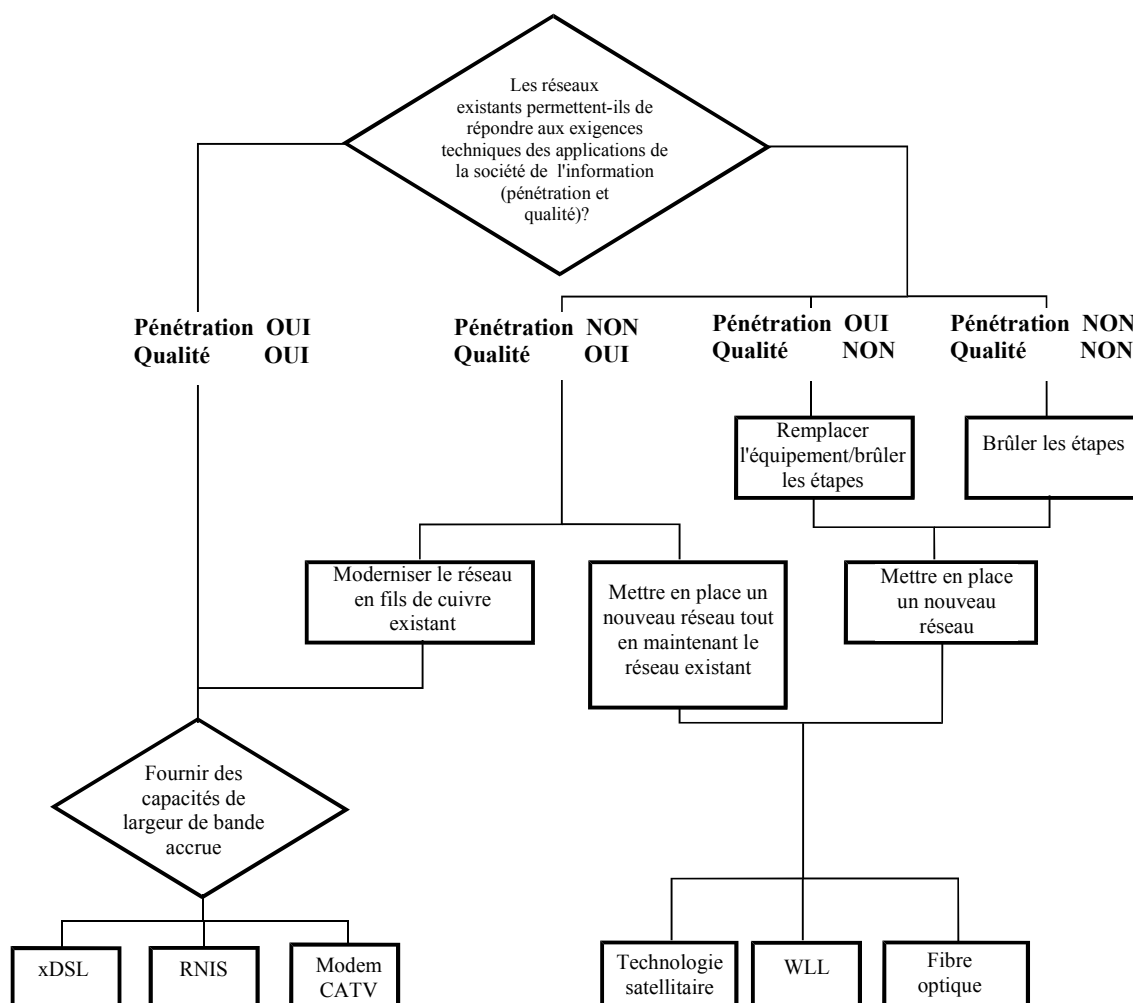
Tableau B1 – Caractéristiques des différentes technologies d'accès

Technologie d'accès		Services fournis		
		Téléphonie	Données	Vidéo
RTPC commuté + modem		1 canal	9,6 kbit/s à 33,6 kbit/s	Lent
RNIS avec réduction de la largeur de bande		1 canal	64 kbit/s ou 128 kbit/s	Visioconférence
Câblo-modems		Possible	2 Mbit/s à 10 Mbit/s (unidirectionnel)	Radiodiffusion
xDSL	HDSL	30 canaux	2 Mbit/s	Visioconférence
	ADSL	1 canal	640 kbit/s – sens montant 6 Mbit/s – sens descendant	A la demande
Fibre optique		Jusqu'à 100 000 canaux et plus	Jusqu'à 10 Gbit/s	Multi-TVHD, interactif
Hertzien		Variable	Jusqu'à 128 kbit/s	En fonction du type
Satellite		En fonction du type (128 kbit/s à 40 Mbit/s)		

Il est évident que les technologies d'accès peuvent être classées en deux catégories: de type filaire ou hertzien. Chacune d'elles peut être analysée séparément en fonction des besoins et des ressources précises des pays en développement mais aussi de leur disponibilité dans ces pays. Afin de pouvoir choisir la technologie d'accès qui permettra de répondre à tel ou tel problème de mise en œuvre, il faut tenir compte des facteurs suivants:

- structure du réseau déjà existant (de base et local);
- demandes de services;
- coûts de la mise en œuvre;
- capacité d'offrir des services à large bande;
- complexité technologique du réseau d'accès;
- qualité de fonctionnement des services offerts par certaines technologies d'accès;
- facilité de planification;
- facilité de développement du réseau grâce à la modularité;
- facilité d'accès de la part de l'utilisateur final.

Figure B2 – Algorithme d'identification de la technologie d'accès appropriée



Il existe une forte corrélation entre le choix de la technologie d'accès et les autres aspects de la stratégie LII, de sorte que le choix est encore plus difficile à opérer. Toutefois, en s'appuyant sur les critères énoncés, il ressortira de la comparaison de toutes les solutions filaires et hertziennes pertinentes que certaines d'entre elles présentent des avantages incontestables pour les pays en développement. Par exemple, la boucle locale hertzienne (WLL) est certainement l'une des nouvelles possibilités les plus appropriées de faire bénéficier les utilisateurs finals, rapidement et de manière rentable, des applications à large bande de la société de l'information. Ces avantages peuvent être résumés comme suit:

- investissements initiaux plus faibles;
- coûts d'exploitation plus faibles;
- éventail élargi d'architectures différentes offertes sur une même plate-forme;
- mise en œuvre plus rapide;
- plus grande souplesse du réseau.

La Figure B2 illustre un algorithme fondé sur des critères de performance technique que l'on peut utiliser pour identifier les technologies d'accès appropriées, sachant que les réseaux locaux existants sont pour la plupart de type téléphonique. L'algorithme proposé englobe tous les scénarios possibles et pourrait jouer un rôle important en permettant d'opérer un choix optimal et de gérer la modernisation du réseau.

4 Mise en œuvre de techniques financières

Il est évident qu'une dépense d'infrastructure d'un montant sans précédent sera nécessaire, même pour la première étape de la mise en place de la société de l'information dans les pays en développement. Bien que les pouvoirs publics possèdent encore pour une large part l'essentiel des biens d'infocommunication existant dans les pays en développement, les investissements financés par cette source diminuent régulièrement. Il faut donc identifier de nouvelles techniques pour obtenir les capitaux nécessaires. Pour l'essentiel, le succès de cette démarche dépendra, en premier lieu, des données fondamentales du commerce et des conditions économiques du marché et, en second lieu, des techniques et structures financières novatrices. Un certain nombre de techniques peuvent être employées pour le financement des projets et reposent principalement sur les capitaux du secteur privé. Parmi celles-ci il y a lieu de citer:

- les cœntreprises;
- la méthode blt (construction-bail-cession), qui s'applique plus particulièrement aux projets conçus pour apporter des adjonctions aux réseaux existants;
- la méthode bot (construction-exploitation-transfert) avec possibilités de céder la propriété du projet à un autre propriétaire local;
- le financement par le fabricant et par le fournisseur, utilisé pour financer l'équipement;
- la dette à rendement élevé, pour les investisseurs institutionnels dans les marchés à haut risque.

Pour que la politique traditionnelle de financement par les opérateurs et par les pouvoirs publics puisse évoluer, il faudra que les gouvernements des pays en développement acceptent de supprimer une grande partie des contraintes actuelles qui risquent de limiter tous les avantages de ces nouveaux arrangements financiers. Par conséquent, pour attirer les fonds en provenance du secteur privé, il appartient aux pouvoirs publics:

- de maintenir une économie de marché ouverte et stable;
- de disposer d'un cadre réglementaire qui réduise toute imprévisibilité pour les investisseurs;

- d'instaurer une concurrence véritable au niveau local ainsi qu'aux niveaux plus élevés du réseau;
- de mettre en place une procédure compétitive pour l'octroi de licences;
- de s'appuyer sur une politique tarifaire appropriée.

Ainsi, il apparaît clairement que cet aspect de la stratégie LII dépend en grande partie des mesures prises par les pouvoirs publics et par les responsables de la réglementation pour favoriser sa mise en œuvre. A noter néanmoins que les fonds nécessaires qui pourront être obtenus détermineront les possibilités de mise en œuvre de la technologie d'accès choisie en fonction des critères de performance technique.

Bibliographie

M. Pejanovic, N.Gospic «*Strategy for implementation of Local Information Infrastructure*», Sommet du développement, Telecom 99, Genève.

CHAPITRE 7

7 Aspects relatifs aux ressources humaines

7.1 Introduction

Ce chapitre insiste sur les principaux aspects de gestion des ressources humaines (GRH) sur le plan de l'organisation, des effectifs et de la formation en relation avec l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux services, l'objectif recherché étant par ailleurs de situer ces questions dans le contexte plus général de la restructuration globale du secteur des télécommunications.

Le principal problème qui se pose aux responsables de la gestion des ressources humaines tient au fait que la modernisation qui concerne non seulement le domaine technologique mais aussi les aspects commercial, structurel et administratif peut entraîner, à chaque niveau de l'organisation, des changements qu'il faut assimiler dans des délais très brefs par rapport au niveau d'inertie de l'organisation.

7.2 Organisation

Dans le contexte de l'organisation générale, la culture de gestion adoptée par l'entreprise de télécommunication ainsi que son statut juridique sont importants. De nombreux pays en développement transforment actuellement leur secteur des télécommunications: les monopoles publics d'autrefois qui étaient axés sur les services deviennent désormais des organisations commerciales axées sur le client.

Par ailleurs, l'introduction des nouvelles technologies et des nouveaux services incite d'autant plus à entreprendre une telle réforme structurelle qu'il faut faire preuve de souplesse dans la prise de décisions et savoir réagir à la situation du marché, aptitudes relativement rares dans les organisations gérées selon les normes traditionnelles du secteur public.

7.2.1 Développer l'orientation favorisant les mécanismes du marché

Si l'on veut que la mise en œuvre des nouveaux services soit réussie, il est indispensable de reconnaître l'importance d'une bonne planification du marché et d'une bonne exécution, d'où, sur le plan de l'organisation, la constitution d'une division ou d'un département du marketing. La fonction de marketing consiste à assurer que les besoins des clients soient adaptés aux services disponibles ou en projet, les principales tâches étant: l'étude de marché, la mise au point de nouveaux produits ou services, l'établissement des prix et la promotion.

La gestion par «compte» est un concept important si l'on cherche à développer l'orientation favorisant les mécanismes du marché. Par le passé, les vendeurs étaient généralement choisis en fonction d'un produit ou d'un service. Cette méthode, qui offrait l'avantage de permettre aux vendeurs de parfaitement connaître leur produit, présentait cependant des inconvénients certains du point de vue du client. En effet, les clients qui avaient besoin de plusieurs services devaient traiter avec des vendeurs différents; ceux-ci pouvaient rivaliser entre eux dans l'espoir de satisfaire les besoins du client et aucun d'eux n'avait une vision globale des besoins du client.

L'objectif de la gestion par «compte» est de régler ces problèmes en désignant un gestionnaire des comptes qui serait le principal point de contact du client. Les gestionnaires en question sont en général affectés à tel ou tel segment de marché (banque, transport maritime, voyage, etc.) et apprennent à connaître à fond les activités du client et leurs besoins globaux en matière de communication. Ces gestionnaires des comptes peuvent travailler étroitement avec les clients et les aider à trouver des solutions à leurs problèmes de télécommunication.

Il faut également changer l'orientation d'autres unités organisationnelles si l'on veut améliorer la satisfaction du client. Ainsi, il faut donner une formation appropriée au personnel chargé de l'exploitation et de la maintenance qui est en contact avec les clients pour le rendre attentif aux clients et bien lui faire comprendre l'importance des interactions entre lui et les clients. Les bureaux d'assistance et les centres d'aide à la clientèle contribuent à développer l'aptitude des organisations à répondre aux besoins des clients.

7.2.2 Accentuer l'aspect commercial

Dans l'organisation de leurs activités de gestion commerciale, les administrations de télécommunication ont de plus en plus tendance à adopter une gestion en fonction des produits. Chaque produit (service) est géré par un gestionnaire de produit qui est responsable de tous les aspects du plan de commercialisation. Cette méthode est appliquée à la fois aux services existants et aux nouveaux services et souligne l'orientation commerciale indéniable de chaque service. De toute évidence, si le cloisonnement du marché dicte le choix du réseau de vente (et éventuellement la mise en place et la maintenance des équipements du client), il faut une structure de gestion matricielle pour tenir compte à la fois de l'orientation du marché et de l'orientation des produits.

7.2.3 Prise en compte des questions de genre

Il importe de veiller à ce que les intérêts des femmes soient pris en compte dans les mesures visant à préparer l'introduction de nouveaux services. Dans les stratégies d'accroissement du marché à long terme, il faut considérer les femmes comme un groupe d'utilisateurs potentiels des techniques de l'information et de la communication et prendre en considération leurs besoins spécifiques. Les entreprises qui réussiront à répondre à tous leurs clients, hommes comme femmes, atteindront leurs objectifs commerciaux et contribueront au développement humain durable.

Compte tenu du fait que toute politique, programme ou projet n'a pas la même incidence sur les hommes que sur les femmes, il convient d'effectuer, dès les étapes préliminaires du projet ou du programme, une analyse de genre et d'intégrer les conclusions de cette analyse dans la planification du projet ou du programme.

En associant de manière originale les applications des techniques ICT et les réseaux existants, on peut fournir aux femmes des services d'information et de communication abordables. Les télécentres, les centres communautaires polyvalents ainsi que les kiosques sont de bons exemples de services offerts par le biais d'arrangements de type coopératif, de programmes d'octroi de microcrédit ou d'aide aux entreprises.

Il convient de lancer des initiatives spéciales de formation professionnelle ainsi que des politiques en faveur de l'emploi pour encourager et faciliter la participation des femmes dans le secteur des techniques de l'information et de la communication et pour accroître la capacité globale à améliorer le développement des ressources humaines, tant pour les femmes que pour les hommes.

7.3 Incidence des nouvelles technologies sur les effectifs

La modernisation des technologies entraîne généralement une réduction des effectifs requis pour l'exploitation et la maintenance des réseaux de télécommunication, alors qu'en termes de compétences ces nouvelles technologies exigent généralement un personnel aux qualifications supérieures.

Le secteur des installations extérieures a peut-être toujours été, si l'on tient compte de toutes les activités des organisations de télécommunication, celui dont le coefficient de main-d'œuvre est le plus élevé. Toutefois, l'introduction des nouvelles technologies et méthodes de travail associées a eu un effet considérable dans ce domaine. En effet, l'introduction de la conception assistée par ordinateur (CAO) et des systèmes de gestion en ligne informatisés (LMS) a permis de réduire sensiblement les effectifs nécessaires pour s'acquitter des fonctions de planification et de relevé de câblage des lignes. De même, on peut réduire les effectifs de personnel chargé de la maintenance dans la mesure où les câbles interurbains et de jonction en fibre optique ainsi que les câbles primaires et secondaires remplis de gelée sont infiniment plus fiables que les anciens modèles qu'ils remplacent.

Appliquées aux systèmes de transmission et de commutation, l'introduction de la hiérarchie numérique synchrone (SDH) et la mise au point des technologies du réseau de gestion des télécommunications (RGT) pour la télésurveillance des éléments du réseau peuvent accroître sensiblement l'efficacité du réseau. Parallèlement, la centralisation des activités de surveillance s'est traduite par une réduction du nombre d'experts requis, phénomène qui peut s'avérer tout particulièrement important dans les cas où il y a peu d'ingénieurs de haut niveau.

Au niveau de base, l'effectif de personnel nécessaire pour assurer l'exploitation et la maintenance des équipements utilisés dans les nouveaux services de télécommunication dépend des méthodes de travail envisagées, de l'expérience d'autres administrations et/ou de l'expérience du fournisseur du système.

On considère en général que l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux services entraîne des coupes sombres dans les effectifs. Cette perception des choses a souvent été à l'origine d'une résistance à ces changements de la part des travailleurs et quelquefois des politiques. Il est intéressant de constater qu'un préjugé analogue existe également lorsqu'on envisage de réformer un secteur, et de le libéraliser.

Toutefois, dans la réalité, la relation entre ces deux variables (nouvelles technologies et nouveaux services par rapport au niveau de l'emploi) est complexe et fait intervenir une série de facteurs interdépendants qui n'ont pas d'incidence positive ou négative. Etant donné que ces facteurs interviennent en général plus ou moins simultanément, il est difficile d'isoler leur véritable impact spécifique. Ce n'est qu'aujourd'hui que nous commençons à avoir des données et à observer des faits qui nous aident à comprendre cette relation complexe et toutes ses conséquences.

D'une part, certains facteurs interdépendants ont de toute évidence une incidence négative. Moderniser les techniques revient souvent à réduire le volume des effectifs requis pour exploiter et assurer la maintenance des réseaux de télécommunication et ces nouvelles technologies nécessitent de nouvelles compétences et un personnel plus qualifié. Elles réduisent également les effectifs requis pour les fonctions de planification et de relevé de câblage des lignes. Les nouvelles techniques qui permettent de centraliser la surveillance et le contrôle diminuent également le besoin en personnel pour ces fonctions.

En outre, de nombreux opérateurs historiques se sont servi des nouvelles techniques pour restructurer leurs processus et supprimer les tâches et les activités sans valeur ajoutée du point de vue des clients/utilisateurs. On constate aussi que ces activités de restructuration souvent menées à bien en parallèle avec l'introduction de nouvelles techniques se traduisent, sur le plan des effectifs, par du personnel en surnombre.

Dans la comparaison que nous établissons, lorsque des réformes sectorielles, dont la libéralisation, ont été introduites, le niveau de l'emploi chez l'opérateur historique a en général diminué, du moins au départ, étant donné que cet opérateur ne pouvait perdre qu'une fraction de sa part historique du marché (100%).

D'autre part, d'autres facteurs interdépendants ont de toute évidence une incidence positive. Les nouvelles techniques (par exemple les techniques cellulaires et les systèmes de communication personnelle), dans la mesure où elles impliquent la conception et la construction de nouveaux réseaux, créent de nouveaux emplois dans presque tous les départements opérationnels.

Dans la comparaison que nous établissons, lorsqu'on introduit des réformes du secteur, dont la libéralisation, on constate que les emplois créés par les nouveaux concurrents entraînent une augmentation du niveau global de l'emploi du secteur.

En outre, ce phénomène n'en est qu'à ses débuts; l'essor des nouvelles technologies et des nouveaux services crée aussi de nouveaux emplois dans d'autres secteurs et dans d'autres composantes de la société.

Il ressort des données disponibles maintenant presque tous les mois que les facteurs ayant une incidence à la fois négative et positive ont pour effet global net une augmentation de l'emploi, aussi bien dans les pays en développement (par exemple Chili, Philippines, Chine, Malaisie, Viet Nam, Colombie, etc.) que dans les pays développés (par exemple Canada, Etats-Unis, Norvège, Suède, etc.) qui appliquent ces politiques et ces objectifs opérationnels.

A titre d'exemple, au cours de ces dernières années, l'opérateur canadien historique (Bell Canada) a réduit ses effectifs de près de 40%. Il convient de noter que cette réduction est le résultat d'une série de mesures applicables aux départs volontaires (par exemple mesures d'incitation pour des départs à la retraite anticipée) qui n'ont entraîné aucun licenciement de personnel. Mais les nouvelles technologies et les nouveaux services, tout comme l'introduction de la libéralisation, ont entraîné une hausse nette de l'emploi dans le secteur. Bell Canada a maintenant plus de 150 concurrents, qui emploient des canadiens. Les entreprises de systèmes cellulaires créent beaucoup d'emplois. Les nouvelles licences attribuées pour les systèmes de communications personnelles permettront à leur tour de créer 12 000 nouveaux emplois au Canada, et ces nouvelles technologies et ces nouveaux services permettront à leur tour de créer de nouveaux emplois dans d'autres secteurs de l'économie canadienne.

Il est maintenant établi, sur la base des chiffres et des données factuelles, que l'impact net de l'introduction des nouvelles technologies et des nouveaux services (ainsi que la réforme du secteur) est positif sur le niveau global de l'emploi d'une économie.

Toutefois, on constate aussi en général que les facteurs qui ont une incidence négative semblent précéder ceux qui ont une incidence positive. Les petites économies doivent être particulièrement attentives à bien choisir le moment pour introduire ces politiques. Ce phénomène oblige les décideurs et les opérateurs à envisager d'importants changements sur le plan de la gestion et à répondre à des questions telles que «comment minimiser l'incidence négative à court terme tout en maximisant les avantages positifs dans l'intérêt global de la nation?»

7.4 Formation aux nouvelles technologies

La formation aux nouvelles technologies et aux nouveaux services est généralement offerte dans le cadre des contrats de fourniture de l'équipement qui procurent la nouvelle technologie. L'administration doit s'assurer que cette technologie répond à ses besoins et intégrer des modules précis dans les programmes de développement du personnel de l'organisation concernée.

S'il y a très peu de personnes à former, il peut être rentable de prévoir une formation à l'étranger, dans les locaux du fournisseur, sinon la formation sur place sera généralement beaucoup plus rentable. De plus, ce type de formation permet à l'administration de former plus de personnel et d'exercer un meilleur contrôle en ce sens qu'elle veillera à ce que les cours de formation répondent aux objectifs énoncés. Il se peut que les employés actuellement en formation présentent dans leurs connaissances générales des lacunes qu'il est beaucoup plus facile de repérer et de corriger si la formation est dispensée sur place. De même, les problèmes linguistiques peuvent être réduits au minimum.

Il conviendrait, en priorité, d'investir dans la formation des enseignants sur place et dans un matériel didactique spécialisé (par exemple, pratiquer l'échange de formation) pour assurer que les qualifications enseignées soient renouvelées et que de nouveaux techniciens puissent être formés comme il se doit à l'avenir. De plus, cette méthode permet à l'administration de mieux adapter l'activité de formation aux besoins plus généraux de développement du personnel en offrant notamment des cours récapitulatifs pour les responsables techniques et des cours d'initiation à la technique pour le personnel non-technicien. On peut également juger souhaitable de réduire à long terme, voire à moyen terme, la dépendance à l'égard du fournisseur d'équipement.

7.5 Gestion du changement

La modernisation continue d'être le moteur des organisations de télécommunication mais ne suffit plus, à elle seule, à garantir la réussite de l'organisation si elle ne s'accompagne pas de changements visant à améliorer la satisfaction du client. Ainsi, dans les organisations de télécommunication d'aujourd'hui, il faut non seulement moderniser les systèmes et les procédures en fonction de l'évolution des technologies mais insister aussi davantage sur la transformation des systèmes et des procédures en ce qui concerne le service à la clientèle, la gestion de la qualité, le contrôle de la gestion, etc., ce qui fait nécessairement intervenir tous les secteurs de l'organisation.

L'ampleur du changement est telle que les ressources humaines ne sauraient désormais être reléguées au second plan, subordonnées aux aspects financier, technique et opérationnel. La gestion des ressources humaines (GRH) doit adopter une méthode stratégique pour assurer la réadaptation permanente des compétences de l'organisation, suivant l'évolution des besoins. Il s'agit là d'une activité permanente qui ne doit pas être organisée une seule fois, dans le cadre d'un exercice de reconfiguration.

Cela suppose, de ce fait, une amélioration de la planification du personnel. Après avoir fait le point des ressources humaines existantes et formulé une vue d'ensemble de l'organisation cible qui correspond aux nouveaux objectifs de cette organisation et avoir pris en compte certains aspects: retraites, démissions, promotions, etc., le but recherché est de s'acheminer vers une réorientation optimale des ressources humaines dans l'organisation tout entière.

Pour que les changements proposés puissent être menés à bien, il faut trouver un moyen de concilier les objectifs de l'entreprise avec les objectifs individuels du personnel en termes de résultats. Les questions de redéploiement et éventuellement d'excédent de personnel sont évidemment extrêmement importantes pour les employés et un maniement habile des systèmes de communication s'impose pour que le personnel ait le sentiment d'être pleinement informé des projets de la direction, ce qui permet en outre d'éviter toute rumeur ou diffusion d'information erronée. Il faut insister sur les aspects positifs du changement pour le personnel et bien comprendre que la direction fournira les moyens appropriés de se préparer au changement par le biais de la formation et du développement du personnel. Dans ce contexte, la direction doit viser à:

- encourager le personnel capable et motivé à rester dans l'entreprise;
- fournir l'appui nécessaire, par la formation ou le recyclage ou encore le développement de ceux qui souhaitent travailler et s'adapter au changement;
- se séparer des employés qui ont constitué un fardeau pour l'organisation.

Le statut juridique et contractuel des employés mais aussi la culture de l'entreprise et les pratiques de la communauté au sens large détermineront, dans une large mesure, les mécanismes à adopter pour le personnel s'il y a lieu de le redéployer, de lui dispenser une autre formation ou d'élargir ses effectifs. En tout état de cause, il importe que l'image que l'on ait de la direction soit celle d'une structure où l'information circule librement et qui est cohérente dans le traitement de son personnel; la transparence doit présider dans les changements à apporter au niveau de l'organisation.

7.6 Activités de l'UIT liées au développement des ressources humaines

7.6.1 Introduction

Le principal objectif de l'UIT en ce qui concerne le développement des ressources humaines est d'aider les pays en développement à renforcer les capacités institutionnelles et structurelles par le biais de la gestion et du développement des ressources humaines et d'activités de développement structurel. Ces activités font appel aux techniques modernes telles que le téléenseignement, la formation assistée par ordinateur et la téléformation afin d'accroître l'efficacité, réduire les coûts et traduire dans la pratique les objectifs de développement en matière d'accès et de genre.

La formation permet le transfert des connaissances en renforçant la capacité des centres nationaux et régionaux à assimiler les nouvelles technologies, par l'intermédiaire des centres d'excellence (y compris la radiodiffusion), des partenariats avec des institutions de formation, l'accent étant mis sur des domaines d'intérêt tels que la gestion du spectre, les techniques modernes de gestion et la formation des cadres et des dirigeants pour qu'ils s'adaptent à l'évolution de l'environnement réglementaire et commercial. Cette formation inclut la construction de cas concrets, la gestion du processus de réforme du secteur et l'introduction de nouveaux services et du marketing.

L'assistance à la gestion et au développement des ressources humaines dans les organismes de télécommunication et de radiodiffusion, ce qui recouvre l'utilisation d'experts pour de courtes missions, le centre de formation virtuel (VTC), l'analyse des besoins en formation, les études de faisabilité, la conception et la préparation de documents de projets, les modèles, directives et outils destinés à des applications pratiques, contribue à financer et à mettre en place un appui professionnel pour la réalisation des activités.

Aujourd'hui, l'UIT est très active dans le domaine de l'enseignement électronique. Elle a par exemple organisé à Manaus, au Brésil, un symposium mondial sur le téléenseignement à l'intention des pays en développement. Des symposiums portant sur des sujets analogues ainsi que d'autres activités liées au développement des ressources humaines par des moyens électroniques devraient être organisés ces prochaines années.

7.6.2 Centre de formation virtuel

La Division du développement des ressources humaines (DRH) du BDT a commencé à employer des techniques de téléenseignement dès le début des années 80. Le téléprojet est né au début des années 90. A cette période, le projet jouait un rôle moteur en ce qui concerne l'utilisation des techniques informatiques et des réseaux de communication pour les cours de formation professionnelle en télécommunications à l'intention des pays en développement des télécommunications. Grâce à l'utilisation d'une ligne téléphonique et d'un modem, le téléprojet est venu compléter, depuis le siège de l'UIT à Genève, les séances de formation face-à-face sur le terrain.

L'expérience positive du téléprojet ainsi que l'avènement d'Internet ont amené l'UIT à créer le centre de formation virtuel (VTC) en 1995. **Ce centre constitue désormais la plate-forme de toutes les activités d'enseignement électronique au BDT.** D'autres activités et projets de DRH utilisent la plate-forme qu'offre le VTC pour les activités de téléenseignement.

Le centre de formation virtuel est un centre de formation qui offre ses services en ligne, en d'autres termes, **un centre de formation sur l'autoroute de l'information.**

Le VTC se caractérise par la formation en ligne, complétée et renforcée selon les besoins par d'autres mécanismes de formation traditionnelle. Les décisions relatives aux solutions concrètes à mettre en œuvre reposent sur des facteurs tels que la disponibilité des matériels, l'état des infrastructures dans l'organisation bénéficiaire et les particularités de la culture de l'entreprise concernée.

Certains des services du VTC sont fournis gratuitement, comme les matériels pédagogiques de l'UIT et les bulletins sur la formation, disponibles dans la Bibliothèque, et l'accès à l'information sur les matériels pédagogiques et les services de formation disponibles dans le commerce que l'on peut trouver dans le «Resource-Store». Certains services et matériels sont fournis aux Membres de l'UIT gratuitement dans le cadre d'arrangements spéciaux, tels que la série de formation assistée par ordinateur «Le secteur des télécommunications», le cours sur la gestion du spectre et la planification des fréquences pour la radiodiffusion. D'autres services et matériels sont fournis contre rémunération par des tiers partenaires du VTC.

Le VTC fournit les services suivants:

- accès à l'information (par exemple sur les matériels et les cours disponibles, liaisons vers les fournisseurs de services, etc.);
- accès à des matériels pédagogiques (par l'intermédiaire de la Bibliothèque et du Resource-Store);
- enseignement de soutien à distance et participation à des classes virtuelles;
- services de consultance à distance;
- fonctions administratives (enregistrement, paiement, etc.).

Les principales composantes du VTC sont la **bibliothèque**, le **Resource Store** et les **classes virtuelles** dans le cadre desquelles ont lieu les activités de formation en ligne.

Dans la **bibliothèque virtuelle**, on peut consulter et télécharger tous les matériels pédagogiques que le VTC met gracieusement à disposition.



Actuellement, cette bibliothèque comprend:

Le **Bulletin trimestriel sur le développement des ressources humaines**: publication de la Division du développement/gestion des ressources humaines de l'UIT.

Un service de recherche et d'information sur les techniques de télécommunication de pointe fourni par le Ohio University Institute for Telecommunications Studies.

Les Web ProForums: Collection très utile de didacticiels sur les techniques de pointe en télécommunication fournie par le International Engineering Consortium (www.iec.org).

Le catalogue international des ressources en formation, **publié par l'UIT**, comprend des cours sur le téléenseignement, des cours sur l'enseignement assisté par la technologie (EAT), des matériels pédagogiques traditionnels ainsi que des possibilités de formation (ateliers, séminaires, etc.)

Le répertoire des centres de formation en télécommunication **est publié par l'UIT**.

Vous pouvez également consulter la bibliothèque du VTC pour accéder gratuitement à d'autres matériels pédagogiques.

Dans le **Resource Store** du VTC, vous pouvez consulter des bases de données qui donnent des renseignements sur les cours et les matériels de cours, aussi bien traditionnels que fondés sur la technologie, les centres de formation, et les fournisseurs de services.

Actuellement, le Resource Store ne fournit des informations que sur les matériels existants sur le marché. A l'avenir, les utilisateurs auront la possibilité de commander les articles directement depuis leur PC via le Resource Store.

Les fournisseurs de matériels pédagogiques et de cours peuvent faire gratuitement de la publicité pour leurs produits dans le Resource Store du VTC sous réserve que ces informations intéressent les utilisateurs cible du VTC et qu'elles soient soumises dans le format approprié.

Les **classes virtuelles** sont le cadre dans lequel a lieu la formation en ligne. Les méthodes utilisées pour dispenser les cours dans les classes virtuelles sont très hétérogènes, allant de l'EAO utilisé tout seul à la téléconférence en temps réel, au moyen de solutions technologiques bon marché.

La méthode utilisée pour dispenser des cours dans une classe virtuelle donnée est choisie après analyse des infrastructures disponibles dans le pays cible, des coûts, et de l'adéquation des supports au contexte de formation spécifique.

Technologies utilisées dans le contexte du VTC

Le VTC cible essentiellement les pays en développement et préfère en général utiliser les infrastructures préexistantes, l'accent étant mis sur les techniques abordables. Pour faire face aux situations et aux besoins en formation les plus disparates, le VTC a recours à une large gamme de techniques, même dans des contextes de formation spécifiques.

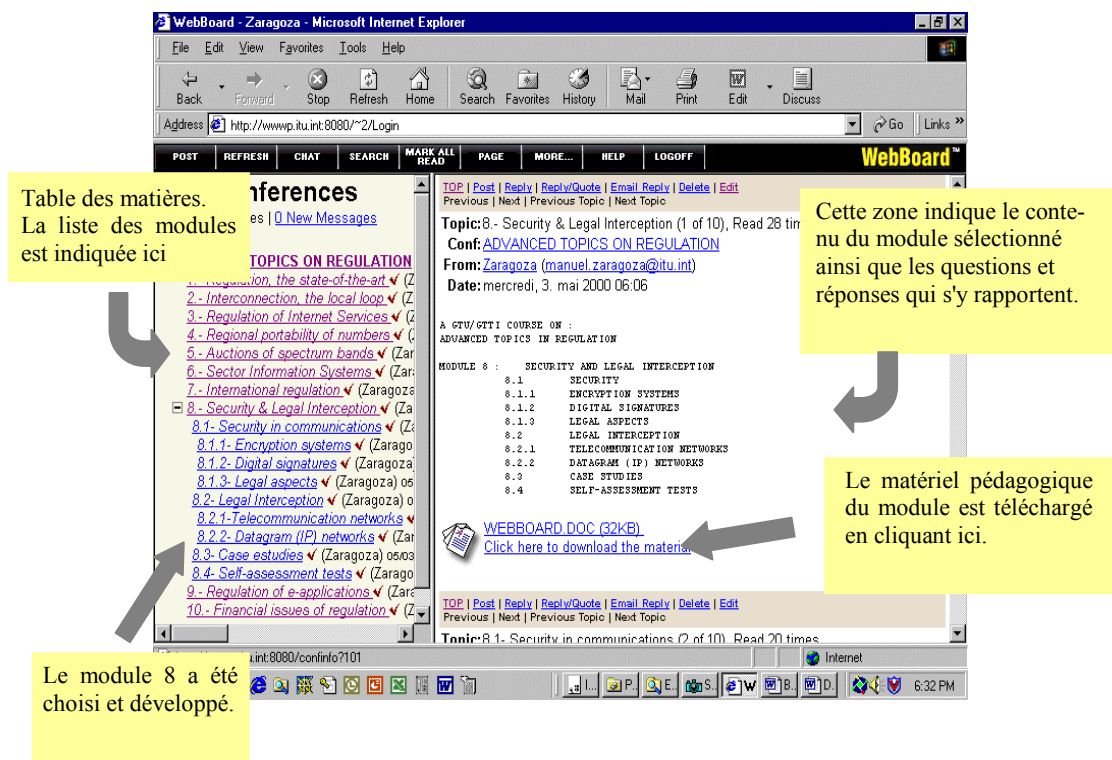
Des programmes autonomes de formation assistée par ordinateur ainsi que des matériels plus traditionnels (support papier et vidéo) sont utilisés avec un enseignement de soutien à distance approprié.

En ce qui concerne les communications asynchrones, Internet en particulier s'est avéré un moyen extrêmement puissant.

Le VTC utilise un simple système de conférence sur le web pour dispenser les cours de téléenseignement. La plate-forme est très facilement utilisable et ne nécessite aucune compétence particulière en informatique ni connaissance poussée d'Internet. La Figure 7.1 représente un exemple type d'écran de cours. La seule chose exigée du participant est un ordinateur ayant accès à Internet et un navigateur (en général Netscape ou Explorer).

La méthodologie du VTC en ce qui concerne l'enseignement électronique est aussi très simple. La plupart des cours à court terme durent près de 8 semaines. Chaque semaine est consacrée à un module différent. Les participants téléchargent le matériel pédagogique correspondant toutes les semaines. L'instructeur distribue les tâches, donne des directives et suit les participants. L'administrateur du cours contrôle le niveau d'activité de chaque participant. A la fin du cours, les participants dont le niveau d'activité pendant le cours a été jugé satisfaisant reçoivent un certificat de participation.

Figure 7.1 – Exemple type de cours de téléenseignement sur écran



Toutes les activités et communications se font par l'intermédiaire d'Internet et du Web. Les participants, l'instructeur et l'administrateur demeurent sur leur lieu de travail. Participer à un cours de téléenseignement est une activité à temps partiel, très pratique pour les cadres du fait qu'ils peuvent suivre le cours tout en assurant les tâches les plus urgentes. Toutefois, la méthodologie employée par le VTC reconnaît l'importance des séminaires traditionnels face-à-face. Chaque fois que cela est possible, la séance de téléenseignement est suivie d'un court séminaire face-à-face (2-3 jours).

Vous trouverez de plus amples renseignements concernant le VTC sur le web à l'adresse suivante: <http://www.itu.int/VTC/>

7.6.3 MANDEVTEL (Développement de la gestion des télécommunications)

Le projet MANDEVTEL a pour mission d'«améliorer, par des opérations en association avec des partenaires intéressés, le Projet de développement de la gestion afin de concevoir et de mettre en œuvre une formation destinée aux cadres supérieurs dans le domaine des techniques modernes de gestion».

MANDEVTEL est axé uniquement sur les compétences de gestion requises pour diriger une entité de télécommunication, aussi bien pour les opérateurs que pour les régulateurs. Le projet a élaboré ses modules de formation, ses manuels, ses études de cas dans différents domaines de la gestion, en utilisant dans tous les cas l'EAT. Tous les matériels sont conçus pour être utilisés dans des ateliers ou pour être étudiés de façon autonome, éventuellement avec un instructeur. Tous les produits MANDEVTEL sont accessibles dans le centre de formation virtuel (accès limité).

Depuis 1993, MANDEVTEL est devenu une réalité et grâce à la précieuse collaboration de partenaires, de nombreux ateliers, matériels d'EAT et d'études de cas sont désormais disponibles dans le centre de formation virtuel. La plupart des ateliers sont disponibles au moins dans trois langues de travail de l'UIT, souvent dans cinq langues ou plus. On trouvera ci-dessous une liste non exhaustive des ateliers disponibles:

Conception de matériels pour le téléenseignement	Utilisation des matériels de téléenseignement
Planification commerciale	Détermination des coûts sur la base des activités
Transformation des entités dictée par la concurrence	Transformation dictée par la concurrence (téléenseignement)
Réglementation des télécommunications (téléenseignement)	Gestion à l'intention des cadres supérieurs
Restructuration du secteur des télécommunications	Gestion et planification commerciale
Gestion stratégique	Qualité de service
Gestion de la qualité totale	Nature et objectif des fonctions GRH/DRH
Nouvelle approche pour réussir	Planification d'entreprise
Marketing	Gestion des coûts
Planification de la main d'œuvre	Développement structurel
Gestion des activités de formation professionnelle	Développement de la formation
Formation des instructeurs	Gestion et direction (téléenseignement)

Il est recommandé aux personnes intéressées de consulter le site web de MANDEVTEL car de nouveaux matériels et de nouveaux cours sont ajoutés assez régulièrement (<http://www.itu.int/VTC/MANDEVTEL>).

7.6.4 Centres d'excellence

L'utilisation accrue des nouvelles technologies, la généralisation de la libéralisation et de la concurrence, ainsi que la séparation des fonctions réglementaires des services d'exploitation nécessitent des compétences très spécialisées dans le domaine des politiques générales, de la réglementation, de la gestion et des techniques. Pour développer et renforcer la capacité à créer ces compétences dans les pays en développement du monde entier, le concept de centre d'excellence a été créé. **Il s'agit tout d'abord d'un organisme virtuel** doté d'un bureau physique pour le coordonnateur. Toutes les activités seront mises en œuvre dans les différentes institutions partenaires de l'organisation.

Quatre projets concernant des centres d'excellence sont en cours:

1 – Centres d'excellence pour l'Afrique

Les activités de formation sont essentiellement assurées par les organisations régionales de formation existantes, AFRALTI (*African Advanced Level Telecommunication Institute*, Nairobi) pour les pays anglophones, et ESMT (Ecole supérieure multinationale des télécommunications, Dakar) pour les pays francophones. Depuis la mi-1999, l'expansion du concept de centre d'excellence à d'autres pays de la région, qui ne sont pas nécessairement membres de l'AFRALTI ou de l'ESMT, est vivement souhaitée.

Parallèlement à l'utilisation accrue des supports de téléenseignement, l'interconnexion en cours des réseaux devrait permettre de tirer au mieux parti des installations nationales de formation disponibles dans la région et de mettre l'accent sur la valeur et la qualité des compétences régionales. Les programmes proposés dépendent essentiellement des initiatives prises par les partenaires, compte tenu des résultats des récentes enquêtes sur les besoins en formation au niveau régional. Les mêmes programmes s'appliquent aux deux sous-régions et comportent des études de cas spécifiques, propres à chaque contexte.

a) Partenariats actuels

Actuellement, trois grands partenaires participent aux activités des centres d'excellence africains: Nortel Networks, IDRC (par l'intermédiaire de son programme spécifique ACACIA), et AGRA. Ils prévoient de lancer 5 programmes spécifiques décrits dans le tableau ci-dessous et de créer un laboratoire de pointe sur la technologie des radiocommunications dans chaque sous-région.

Un second partenariat est en cours de réalisation avec THOMSON et le Gouvernement français pour les pays d'Afrique francophones. Il porte également sur la mise en place d'équipements spécifiques.

b) Défis actuels

Les centres d'excellence ont démarré à la fin de l'année 98 par une série d'activités pilotes et de mesures préliminaires visant à remplacer à l'avenir le système de participation actuelle, fondé sur des contributions, par un système de «paiement par utilisation», aussi bien pour l'AFRALTI que pour l'ESMT. La mise en œuvre des nouveaux programmes doit confirmer la faisabilité et la durabilité à long terme de cette transformation. Le partenariat permettra d'adapter le premier ensemble disponible de ressources en formation spécialisée au contexte régional grâce à l'interconnexion de réseaux.

Il faut encore créer des commissions de direction et concevoir et intégrer l'interconnexion de réseaux dans l'activité opérationnelle de chaque sous-région.

2 – Centre d'excellence Amériques

Après consultation des pays de la CITELE, le concept de réseau de partenaires pour créer une organisation virtuelle intitulée «Centre d'excellence Amériques» a été approuvé et les activités énumérées ci-après ont démarré.

Réalisations en cours du centre d'excellence Amériques

- Mise en place d'un comité de coordination, responsable de la détermination des activités et des plans de travail associés. Nomination d'un coordonnateur.

- Mise en place d'un réseau de nœuds avec configuration adéquate des points de liaison sous-régionaux et définition des tâches à entreprendre.

Mesures novatrices de formation du centre d'excellence Amériques

- Mise en œuvre d'un programme de formation modulaire sur les questions de réglementation (un expert recruté pour 6 mois afin de diriger la conception de matériels pédagogiques).
- Mise en œuvre d'un programme modulaire de pointe sur les questions de gestion (un expert est actuellement recruté pour 3 mois afin de diriger la conception de matériels pédagogiques).
- Mise en œuvre d'un programme de formation spécial pour la sous-région Caraïbes.

3 – Centre d'excellence Asie-Pacifique:

L'UIT crée actuellement un centre d'excellence dans le domaine des télécommunications dans la zone Asie-Pacifique. Le centre réunira des organismes de recherche, des centres de formation et d'éducation, des institutions d'études politiques et économiques, des organisations juridiques, des universités, etc.

Le site web du centre d'excellence de l'UIT jouera un rôle crucial en regroupant les compétences en télécommunications des organisations appartenant ou non à la Région qui ont quelque chose à offrir. La présentation actuelle démontre le bien-fondé de la conception du site par rapport à la conception antérieure (http://www.aitec.edu.au/asian_itu_cœ). L'actuel site web permettra d'étudier de quelle manière Internet pourrait être utilisé pour étayer l'expansion et le développement des télécommunications dans la zone Asie-Pacifique ainsi que le développement de l'infrastructure de l'information Asie-Pacifique.

4 – Nouveau centre d'excellence pour les Etats arabes:

Un nouveau projet de centre d'excellence pour les Etats arabes a été approuvé en février 2000.

On trouvera de plus amples renseignements concernant le mandat du Plan d'action de La Valette et les rapports élaborés par la suite au sujet des centres d'excellence sur le web, à l'adresse suivante: <http://www.itu.int/ITU-D-HRD/cexcellence>.

Chaque centre d'excellence a son propre programme et calendrier. L'étape suivante consistera à créer des liaisons transrégionales, par l'échange de produits, de ressources et d'expérience.

7.6.5 Université mondiale des télécommunications/Institut mondial de formation aux télécommunications (GTU/GTTI)

Le concept d'Université mondiale des télécommunications et d'Institut mondial de formation aux télécommunications (GTU/GTTI) a été lancé à la Conférence mondiale de développement des télécommunications de Buenos Aires, à la fin de l'année 1994. Ce projet centralise les activités d'enseignement électronique, organise des cours d'enseignement électronique au moyen de la plate-forme du VTC et aide d'autres projets (MANDEVTEL, centres d'excellence) à organiser des activités d'enseignement électronique.

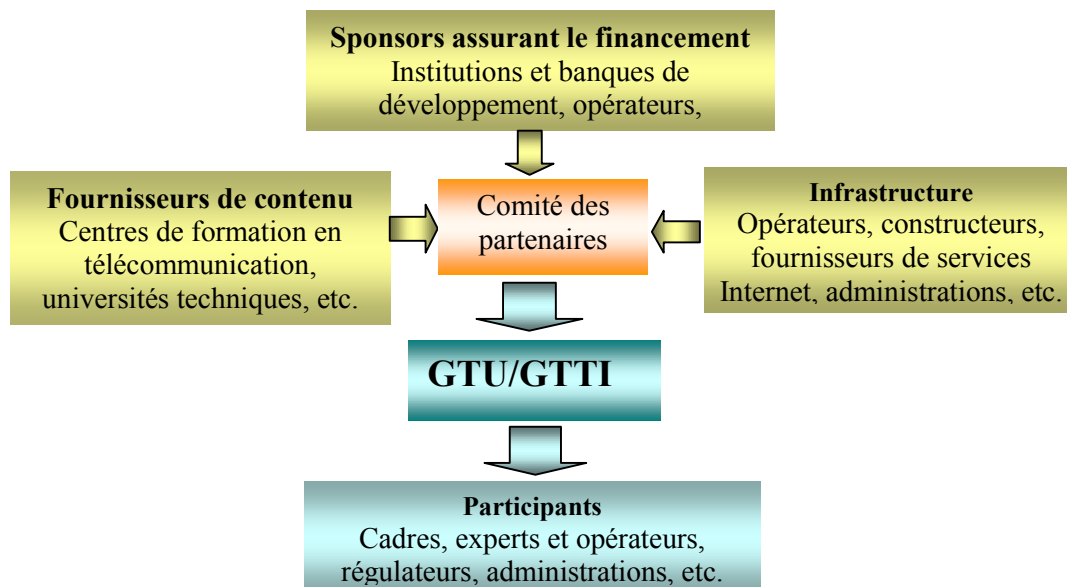
L'amélioration du concept GTU/GTTI et l'analyse de sa faisabilité ont pris un certain temps. En 1996, une équipe d'experts a effectué une étude de faisabilité. Les recommandations de cette étude sont depuis lors à la base des activités et de l'évolution de ce projet. La principale conclusion des experts était que le projet GTU/GTTI pourrait être autofinancé si on prélevait des droits de scolarité modiques. Les experts ont recommandé en outre que ce projet établisse des partenariats avec des sponsors (partenaires financiers) et des fournisseurs de contenu de cours (centres de formation en télécommunication, universités techniques, etc.), l'objectif à long terme étant de parvenir à fonctionner sur la base du recouvrement des coûts et de la loi de la demande, sous la direction d'un Comité des partenaires (sponsors).

Les partenaires potentiels des activités du projet GTU ont alors proposé d'abandonner l'appellation GTU pour utiliser «GTTI», c'est-à-dire Institut mondial de formation aux télécommunications, afin d'éviter la référence au mot «Université» qui pouvait induire en erreur. Selon l'acceptation actuelle, GTTI se réfère à

des activités de téléenseignement sous forme de cours de formation de courte durée destinés aux techniciens et aux superviseurs, alors que GTU se réfère à des activités de téléenseignement destinées à des professionnels de haut niveau. Il a néanmoins été décidé d'utiliser l'acronyme GTU/GTTI pour refléter l'intérêt des deux groupes visés.

Actuellement, les cours sont dispensés gratuitement et le projet recherche des partenaires pour financer ces activités. Suite aux recommandations de l'étude de faisabilité, à l'avenir, le projet GTU/GTTI sera financé par les contributions des sponsors ainsi que par des droits de scolarité modiques. La Figure 7.2 décrit la future structure du projet GTU/GTTI. En tant qu'activité suivie, ce projet établit activement des liaisons et des contacts avec des partenaires potentiels (sponsors et fournisseurs de contenu de cours) pour améliorer le programme des cours et pour consolider les acquis antérieurs. La future organisation du projet GTU/GTTI reposera donc sur le partenariat.

Figure 7.2 – Sponsors du projet GTU/GTTI



L'étude de faisabilité a également recommandé d'utiliser le centre VTC comme plate-forme et de lancer une phase pilote du projet GTU/GTTI pour tester toutes les hypothèses formulées par l'équipe d'experts. Le VTC a été un élément essentiel du succès de cette phase pilote.

Pendant la phase pilote, le projet GTU/GTTI a offert des cours de téléenseignement de courte durée (programme d'éducation continue) par l'intermédiaire du VTC. Pendant cette période, d'autres projets, comme les centres d'excellence, ont également organisé des cours de téléenseignement à titre de complément de leurs cours et séminaires face-à-face. On trouvera au Tableau 7.1 un échantillon de cours de téléenseignement offerts. Le matériel didactique peut être disponible en anglais, en français et en espagnol; toutefois, tous les cours ne sont pas disponibles dans les trois langues.

Le premier cours sanctionné par un diplôme qu'offrira le projet GTU/GTTI sera une maîtrise en gestion des communications. Ce cours est financé et préparé par Cable & Wireless. Il s'agit d'un programme de 40 semaines qui mêle enseignement face-à-face et enseignement à distance. L'édition anglaise démarrera en janvier 2001. Elle sera suivie de l'édition espagnole (2002), puis de l'édition française (2003).

Tableau 7.1 – Echantillon de cours de téléenseignement offerts et indication de leur état d'avancement

Cours	Etat d'avancement
Gestion nationale des fréquences	Disponible (1998)
Gestion de la qualité	Disponible (1998)
Planification des fréquences pour les radiodiffuseurs	Disponible (1999)
Marketing	Disponible (1999)
Conception de matériels de téléenseignement	Disponible (1999)
Accès sans fil fixe	Disponible (1999)
Planification commerciale (Projet de centre d'excellence)	Disponible (2000)
Réglementation des télécommunications (Projet du centre d'excellence AMS)	Disponible (2000)
Gestion avec direction (Projet du centre d'excellence AMS)	Disponible (2000)
Concevoir la formation pour Internet	En préparation (2000)
Utilisation de la technologie dans la formation	En préparation (2000)
Négociation sur le commerce des services de télécommunication à l'OMC	En préparation (2000)
Sécurité des télécommunications, signatures et homologation électroniques	A l'étude (2000)
Mise en œuvre et gestion de réseaux nationaux IP	A l'étude (2000)

La cible que vise le projet GTU/GTTI sont les décideurs du secteur des télécommunications qui peuvent introduire des changements à même d'accélérer le développement de ce secteur dans leur pays. Ce groupe comprend les cadres supérieurs ainsi que les experts d'entités de télécommunication tels que les opérateurs, les régulateurs, les décideurs, les centres de formation et de recherche, etc.

Le projet GTU a pour mission de contribuer au développement des ressources humaines dans le secteur des télécommunications. L'accent est particulièrement mis sur les besoins en formation dans le domaine de l'ingénierie et de la gestion découlant de l'évolution de l'environnement dans les pays en développement suite à la privatisation, à la concurrence, à l'ouverture à l'économie de marché, à la numérisation des réseaux et à l'introduction des nouvelles technologies et des nouveaux services. Le projet GTU/GTTI vise à donner une formation adaptée à des besoins spécifiques en télécommunication, et non à compléter l'instruction reçue pour obtenir un titre universitaire.

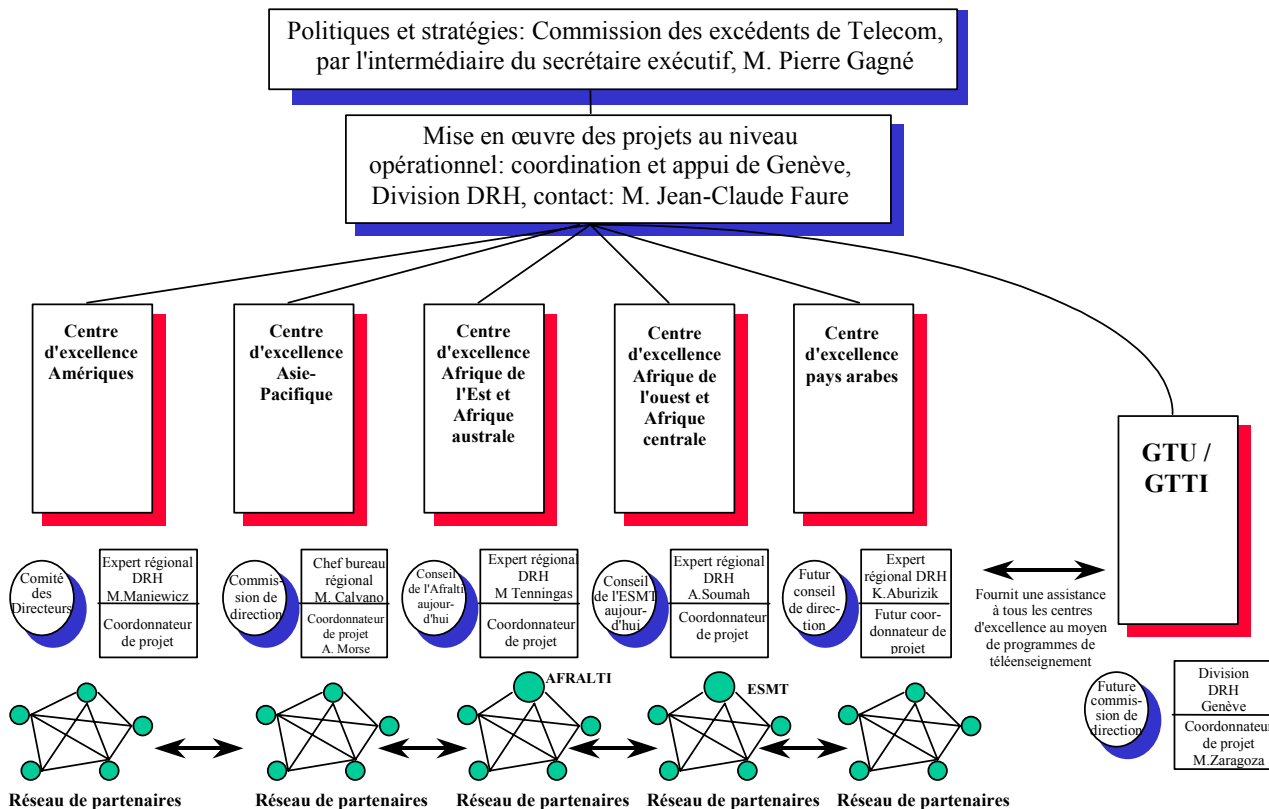
Vous trouverez de plus amples renseignements concernant le projet GTU/GTTI sur le web à l'adresse suivant: <http://www.itu.int/ITU-D-HRD/gtugtti>.

7.6.6 Gestion du projet DRH

Compte tenu de l'expansion rapide des activités en matière de DRH due aux nombreuses demandes d'assistance des pays en développement et des économies émergentes, des mesures particulières sont prises pour pouvoir gérer tous les projets mentionnés.

Le diagramme ci-dessous indique la répartition des responsabilités dans la mise en œuvre des cinq projets concernant les centres d'excellence, du projet GTU/GTTI et des autres activités de DRH demandées par les utilisateurs. Le diagramme montre la nécessité pour le personnel régional du BDT de travailler en étroite collaboration avec les clients et les usagers des services que fourniront les différents projets.

Structure de la mise en œuvre des projets de centres d'excellence et de GTU/GTTI



Outre tous les projets et mesures susmentionnés, la Division DRH organise de nombreuses autres activités complémentaires pour atteindre les objectifs cités au début de la présente section, dont:

- Assistance aux pays/organisations dans le domaine du développement des ressources humaines, du développement de la gestion, du développement et de la transformation structurelle. Cette assistance est fournie dans le cadre de courtes missions d'experts dans les pays qui la demandent.
- Organisation d'ateliers. Pour répondre aux différents besoins, le projet MANDEVTEL a été mis sur pied. Dans le cadre de ce projet, la Division DRH a élaboré et produit les matériels pédagogiques requis pour les différents ateliers. On trouvera au § 7.6.3 des renseignements supplémentaires sur MANDEVTEL.
- Publication de directives, de manuels, de rapports, d'études de cas et plus particulièrement le prestigieux Bulletin trimestriel sur le développement des ressources humaines (dans les trois langues de travail, à savoir l'anglais, le français et l'espagnol).

- Publication de bases de données sur les possibilités de formation et répertoire des centres de formation et mise de ces bases de données et répertoires et de toute publication ou matériel de formation pédagogique à disposition sur le web.

Plusieurs autres activités ont été menées à bien par le BDT en ce qui concerne le développement des ressources humaines. Les principales activités sont les suivantes:

- 1) Formation et transfert du savoir-faire: tous les programmes compris dans le Chapitre 2 du Plan d'action de La Valette, outre le Programme 6 sur le DRH, ainsi qu'organisation d'ateliers, séminaires et symposiums dans les domaines concernés par les programmes (politique et stratégies, nouvelles technologies, finances et coûts, relations avec le secteur privé, télécentres et téléphonie rurale, etc.)
- 2) Dans le cadre de la Commission d'études 2, la Question 15/2 traite de l'incidence de la réforme des télécommunications sur le DRH.
- 3) Egalement dans le cadre des commissions d'études, un Groupe spécial sur les ressources humaines a été créé; ce groupe est chargé de donner des directives par l'intermédiaire du GCDT (Groupe consultatif pour le développement des télécommunications) au Directeur du BDT.

7.7 Transfert des connaissances

On trouvera à l'Annexe 7A un exemple de transfert des connaissances.

7.8 Publications de l'UIT

Les publications suivantes de l'UIT peuvent familiariser le lecteur avec le développement des ressources humaines:

- 1) *Rendre compétitives les entreprises de télécommunication* – MANDEVTEL, 1997, éditions séparées en E, F, S
- 2) *The Virtual Training Centre*, 1998
- 3) *Designing Distance Learning Material* (Conception d'une documentation sur le téléenseignement)
- 4) *Using the Internet for Distance Learning* (Comment utiliser l'Internet pour la formation à distance)
- 5) *Manuel sur le développement des communications mobiles*, 1997
- 6) *Manuel de référence – Guide pour l'élaboration d'un diagnostic-évaluation et d'un plan en vue de créer ou d'améliorer un système de formation en télécommunication*, 1997
- 7) Lectures utiles pour directeurs et Cadres – *Principes généraux de la gestion des télécommunications* (Volume I), 1993
- 8) Lectures utiles pour directeurs et Cadres – *Principes généraux de la gestion des télécommunications* (Volume II), 1996
- 9) *Répertoire des centres de formation*, 5^e édition, janvier 1998
- 10) *Guide de conception de formation professionnelle*, 1994
- 11) *Manuel de formation professionnelle sur les télécommunications rurales* (première partie), édition séparée.

ANNEXE 7A

Exemple original de transfert des connaissances
(tel que proposé par alcatel)**1 Introduction**

Dans de nombreux pays, la libéralisation et la déréglementation du marché des télécommunications a permis aux opérateurs de télécommunication d'entrer en concurrence les uns avec les autres, d'où l'émergence sur ces marchés de plusieurs nouveaux acteurs.

La concurrence féroce qui règne sur les marchés et qui a pour effet de réduire fortement les tarifs (et les marges) a rendu les nouveaux opérateurs très conscients du fait qu'en se concentrant sur l'essentiel pour un prestataire de services des télécommunications – innovation dans le domaine des services et commercialisation réussie – ils renforcent à coup sûr leur position concurrentielle.

Il est communément admis que le «coût de la propriété», slogan qui englobe tous les aspects économiques de la propriété d'un réseau, de l'achat à l'exploitation et à l'optimisation continue – est un élément indispensable pour atteindre cet objectif.

Les services d'opérateur de réseau aident les opérateurs à réduire leur temps d'accès au marché, leurs coûts, à améliorer le service client et à augmenter leurs recettes.

Pour aborder ces questions, il faut adopter une approche radicalement nouvelle. Pour être originale, l'offre de service d'appui doit être fondée sur des concepts novateurs qui aient fait leurs preuves tout en étant adaptés aux préoccupations des opérateurs de télécommunication en ce qui concerne le rendement des investissements.

De nouvelles relations opérationnelles plus rigoureuses entre l'opérateur de réseau et le fournisseur sont fondées sur des procédures d'accès à distance/en ligne se servant de l'infrastructure de télécommunication des réseaux publics avec des lignes d'abonné RNIS, des réseaux d'entreprise et d'Internet en tant que plate-forme.

Un exemple type des solutions qu'offrent les services d'opérateur de réseau est le centre d'information d'opérateur.

2 Le concept de centre d'information d'opérateur

Le centre d'information d'opérateur est un service intégré de transfert de documentation et de formation professionnelle qui assure la disponibilité instantanée de la formation et du savoir-faire n'importe quand et n'importe où pour assurer une qualification optimale du personnel de l'opérateur. Ce concept entièrement intégré associe transfert de savoir-faire par la documentation électronique, la formation assistée par ordinateur et la formation en classe virtuelle soutenue par des didacticiels en ligne.

Les services du centre d'information d'opérateur peuvent être groupés en 4 catégories:

- Base de données documentaire
- Formation interactive
- Appui du client
- Service d'assistance

Figure A1

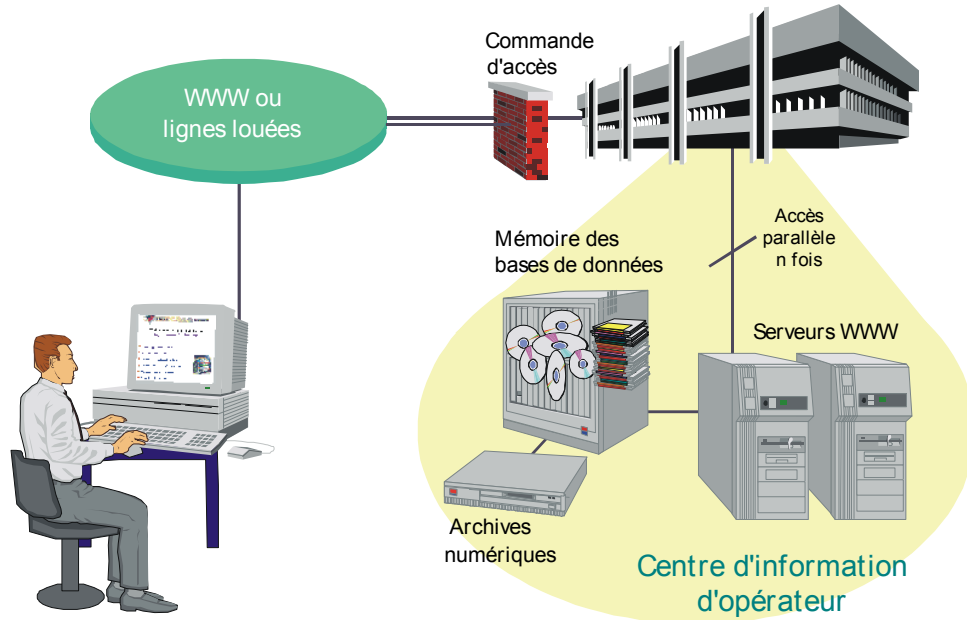
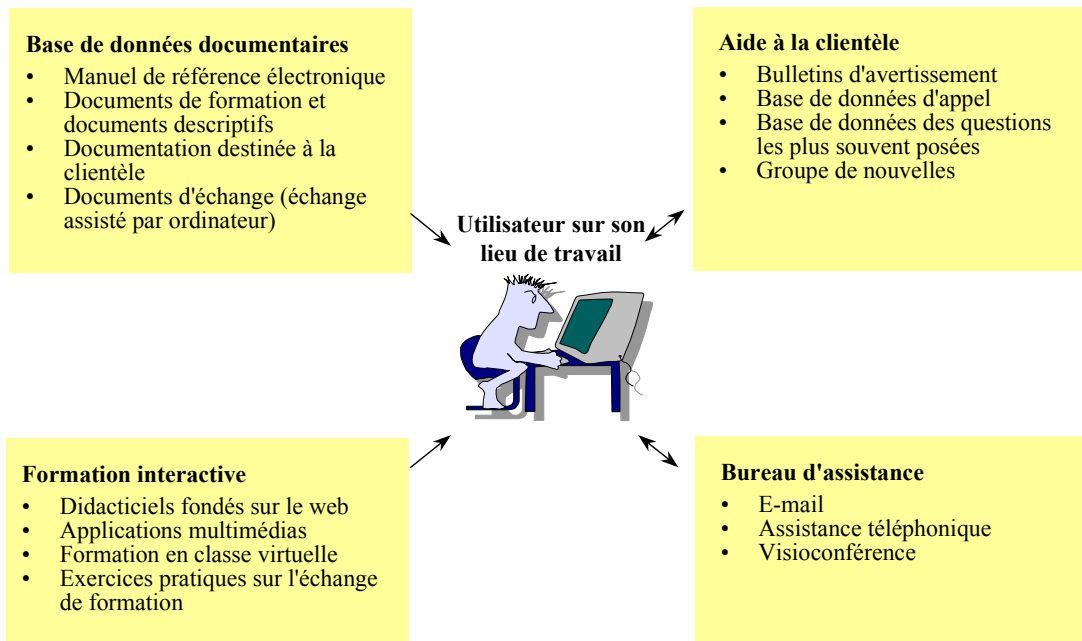


Figure A2



3 Les services de centre d'information d'opérateur

- OFFRE DE TÉLÉENSEIGNEMENT SUR DEMANDE

Le téléenseignement est le moyen par excellence d'assurer avec la souplesse voulue des cours de formation rentables. L'application de téléenseignement est fondée sur les techniques types Internet.

- OFFRE D'ACCÈS À DISTANCE À DES ÉQUIPEMENTS DE FORMATION

Le centre d'information d'opérateur permet à votre personnel d'accéder à distance à l'équipement situé dans des centres de formation à n'importe quel moment. Pour accéder à ces équipements, il suffit de composer le numéro de téléphone préattribué.

- OFFRE DE FONCTION D'ASSISTANCE

Outre les séances de formation en ligne à proprement parler, une fonction d'assistance est également offerte. Le stagiaire peut contacter directement le formateur, lui poser une question et obtenir les réponses en mode interactif.

Il existe différents niveaux de fonction d'assistance:

- par l'intermédiaire du téléphone;
- par l'intermédiaire de l'e-mail;
- par l'intermédiaire de la visioconférence.

- OFFRE D'ACCÈS EN LIGNE AUX DOCUMENTS

En partant de la page d'accueil du centre d'information d'opérateur sur un serveur central du web, vous pouvez vous déplacer vers différentes sources d'information. La structure pratique de l'information garantit une navigation aisée et rapide.

Le serveur du centre d'information d'opérateur contient, d'une part, toute la documentation liée aux cours de formation offerts, c'est-à-dire tous les diagrammes utilisés pendant les cours, les glossaires et les autres sources d'information (ouvrages, séances de formation assistée par ordinateur, normes, etc.), et, d'autre part, toute la documentation relative aux produits et aux réseaux.

4 Avantages du centre d'information d'opérateur

- INFORMATIONS À JOUR

Le centre d'information d'opérateur fournit au personnel les informations dont il a besoin. L'association idéale de formation professionnelle, de documentation et de données opérationnelles permet à chacun de travailler de manière adéquate. Il est très facile d'être formé aux nouvelles fonctions du réseau, de consulter des informations dans le cadre de la formation assistée par ordinateur ou d'échanger des expériences avec d'autres experts sur le Forum des utilisateurs du serveur du centre. Tout est à votre portée, il suffit de cliquer sur la souris de votre ordinateur. Le serveur du centre contient toujours le jeu le plus récent de documents. Le système de documentation indique automatiquement s'il existe une nouvelle version des documents disponibles dans le serveur central afin que le personnel, sur tous les lieux de travail, ait accès aux dernières informations disponibles.

- FACILITÉ D'ACCÈS

Pour accéder au serveur du centre d'information d'opérateur, il suffit de cliquer sur la souris. Les techniques de navigation types ainsi qu'une base de données structurée en fonction des besoins de chacun fournissent exactement les informations nécessaires. Le mécanisme de recherche intégré ainsi que les hyperliens permettent de naviguer facilement à l'intérieur de l'information communiquée.

- **DIFFUSION**

Etant donné que le concept de centre d'information d'opérateur repose sur des documents électroniques mis en mémoire dans un serveur central, la diffusion des documents au sein d'une entreprise n'est plus un problème. Il n'est plus nécessaire de traiter de grandes quantités de documents sur papier ou d'échanger des pages pour mettre à jour des documents, avec toute la lourdeur administrative qui va de pair. Dès que l'information est sur le serveur, le personnel peut y accéder depuis n'importe où.

- **EFFICACITÉ**

Le centre d'information d'opérateur est conçu pour aider le personnel dans ses tâches courantes. L'accès à un Forum des utilisateurs contenant des groupes de nouvelles et des réponses aux questions les plus souvent posées crée un environnement opérationnel qui permet au personnel de s'acquitter de ses tâches rapidement et efficacement grâce à toutes les informations disponibles et aux liaisons qui renvoient à des documents et à des outils, ce qui facilite la maintenance et l'exploitation du réseau.

- **GAIN DE TEMPS**

Les mécanismes de recherche intégrés permettent de trouver très facilement des informations précises dans la documentation électronique. Normalement, l'utilisateur ne lira pas la documentation page par page comme dans un livre, mais il sautera d'un chapitre à l'autre ou même de fichier en fichier pour trouver les informations qui lui sont utiles. Cela est très facile avec un système électronique, contrairement à ce qui se passe avec la documentation sur papier.

- **DAVANTAGE DE SOUPLESSE**

L'utilisation des méthodes de téléenseignement donne plus de souplesse aux séances de formation. Dès que de nouvelles fonctions ou de nouveaux services sont assurés dans le réseau, une séance de formation peut avoir lieu pour tenir le personnel informé. En accédant à distance à des équipements de formation, on peut acquérir immédiatement une expérience directe. Chaque fois qu'il faut recycler les connaissances, l'accès direct aux documents de formation ainsi que les séances de formation assistée par ordinateur sur le serveur du centre d'information d'opérateur offrent une solution indépendante du temps et du lieu.

- **RÉDUCTION DES DÉPENSES DE FORMATION**

Dispenser des séances de formation par l'intermédiaire d'un système de visioconférence permet de résoudre le problème de l'absence du personnel pendant les séances de formation. Il n'est plus nécessaire de financer des voyages onéreux à des fins de formation. Tout le savoir-faire nécessaire peut être transféré dans les locaux de l'entreprise.

ANNEXE 7B

Système de formation professionnelle de l'UIT-D/Cable & Wireless**Renseignements généraux***

Depuis la création du Secteur du développement au sein de l'UIT, le BDT a établi d'excellentes relations avec la société Cable & Wireless sur la base du «système de formation de l'UIT et de Cable & Wireless» qui a été lancé pendant Telecom 91.

La série de programmes élaborés par Cable & Wireless a amené l'UIT à concevoir l'Université mondiale des télécommunications. Le BDT a contribué à l'élaboration de la maîtrise en gestion des communications, qui débutera en 2001.

MAITRISE EN GESTION DES COMMUNICATIONS
(telle que proposée par l'UIT/Cable & Wireless)

Cette maîtrise donne l'occasion aux professionnels des communications de participer au programme de maîtrise en gestion des communications.

Ce cours vise à faire en sorte que les participants acquièrent les qualifications poussées en gestion requises pour traiter les questions stratégiques cruciales dans l'environnement changeant des communications.

Domaines couverts par le cours

- L'environnement et les marchés des communications.
- Planification commerciale stratégique dans le domaine des communications.
- Changement structurel et technologie dans un environnement concurrentiel.
- Principes et pratique des politiques de communication.
- Gestion des communications.
- Commerce électronique et son incidence.
- Droit des communications.
- Coentreprises internationales et alliances stratégiques.
- Gestion du risque et des projets dans le domaine des communications.
- Gestion des relations entre employés dans le domaine des communications.

Les participants seront en général des cadres qui auront été considérés comme ayant le potentiel requis pour parvenir à des postes de haut niveau au sein de leur entreprise.

Les qualifications requises pour suivre ce programme sont une licence dans un domaine pertinent et une bonne maîtrise de la langue anglaise.

Pour de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à:

Téléphone: +44 24 76292029

Fax: +44 24 76868657

E-mail: ir.admin@cwplc.com

* Communiqués par le Secrétariat du BDT.

CHAPITRE 8

8 Aspects financiers et économiques

8.1 Généralités

8.1.1 Importance de la planification économique

Tant au niveau du pays qu'à celui de l'entreprise, les concepts et outils d'évaluation économique comptent parmi les principaux moyens de veiller à ce que le capital limité et les ressources coûteuses soient affectés dans le temps aux investissements les plus productifs pour le développement des réseaux de télécommunication.

Parmi les projets d'une administration, certains sont incontournables, tels que ceux ayant trait aux créations d'emploi et à la satisfaction des besoins du public, tandis que d'autres sont à approuver ou non au cas par cas. Il peut s'agir, par exemple, de projets de modernisation des équipements existants ou de programmes de marketing. Le programme de développement tout entier doit être évalué en fonction de la santé financière et économique de l'administration. En règle générale, parmi ces derniers projets, seuls ceux qui sont amenés à répondre à des besoins réels du marché et à générer des revenus et des fonds pour le développement commercial sont à inclure dans un programme de développement. Par ailleurs, en raison de la responsabilité envers le public d'un opérateur de télécommunications dans un pays, les projets qu'il convient d'entreprendre en priorité sont ceux qui correspondent à un besoin et sont socialement profitables aux citoyens.

Bon nombre des procédures d'évaluation de projets traitées dans le présent chapitre comprennent des éléments sur lesquels on pourra trouver des renseignements détaillés dans le Chapitre VII du Manuel du GAS 11.

8.1.2 Objet du présent chapitre

On trouvera dans ce chapitre les grandes lignes à suivre pour sélectionner les projets de mise à disposition de nouvelles technologies et de nouveaux services en procédant à une évaluation économique des différents projets envisageables. Seront également abordées dans ce chapitre les questions des sources de capital, de l'analyse des risques, de la rentabilité et des considérations tarifaires.

8.1.3 Avantage d'une analyse précise des nouveaux services

L'introduction de tout nouveau service dans un réseau public de télécommunication représente toujours un pari: les inconnues sont nombreuses sur le marché, non seulement en termes d'estimation de la demande et de la tarification de nouveaux services, mais également en termes d'estimation du coût des équipements et des dépenses courantes d'exploitation. Il faut donc veiller bien en amont à se préparer à toutes contingences éventuelles du marché ou de l'administration. Pour limiter les risques financiers, on peut soit limiter les investissements initiaux, soit limiter la portée du nouveau service en le proposant, dans un premier temps, à titre expérimental sur une portion du marché seulement, soit partager le fardeau des investissements initiaux avec des investisseurs privés, des clients potentiels ou des administrations locales et régionales.

8.2 Méthodes d'analyse économique

8.2.1 Critères d'évaluation

Pour la méthode d'analyse de la sélection de projets à mettre en œuvre, on pourra se reporter au Chapitre VII du Manuel du GAS 11. Ce chapitre présente en effet en détail la méthode et les outils permettant d'évaluer les différents plans d'investissement grâce à l'analyse actualisée des flux financiers, l'analyse de rentabilité, les études de sensibilité et les méthodes de calcul des tarifs. Le nombre de services potentiels parmi lesquels choisir pouvant être élevé, le processus de sélection doit être interactif. Il s'agit de s'enquérir des besoins des usagers et de leur disposition à payer pour le service qu'il est envisagé de mettre en place.

Il convient d'évaluer en premier lieu les projets en fonction des bénéfices qu'ils peuvent apporter à long terme et des flux financiers cumulatifs actualisés qu'ils supposent. Ces calculs permettent d'obtenir la valeur actualisée nette d'un projet, qu'il suffit ensuite de comparer à celle d'autres programmes analogues. Les études de sensibilité sont importantes pour déterminer la sensibilité d'un plan aux changements susceptibles d'intervenir dans les coûts ou les recettes réelles. L'objectif est d'estimer le retour sur l'investissement et le coût d'un projet sur sa durée supposée.

Par ailleurs, un projet doit également avoir une période d'amortissement ou d'équilibre raisonnable, généralement comprise entre 3 et 5 ans, même si un ou deux programmes impliquant une modernisation majeure et un plan marketing de masse peuvent avoir une période d'amortissement plus longue. C'est là qu'un administrateur doit se montrer conscient de la totalité de l'éventail des plans d'investissement. Ses objectifs doivent être d'optimiser la rentabilité de l'entreprise, d'offrir de bonnes perspectives aux investisseurs et de faire progresser la situation économique du pays. Les services avancés de télécommunication ont un potentiel dans tous ces domaines.

Une fois les avantages économiques à long terme d'un investissement recensés, c'est la rentabilité annuelle du programme qui doit être estimée. Les administrateurs peuvent choisir des projets à forte rentabilité sur le court terme pour des questions de flux de trésorerie, mais ne doivent pas pour autant négliger des projets rentables à plus long terme.

Il y a également lieu de définir les montants qu'une compagnie est capable d'investir dans le temps. Pour ce faire, il faut prendre en compte les sources de financement propres à l'administration aussi bien que de nouvelles sources provenant d'institutions internationales d'aide au développement ou encore de partenaires privés.

Enfin, les stratégies objectives de l'organisation dans son ensemble, qu'il s'agisse d'un opérateur commercial ou public, devront servir de référent à chaque fois qu'une décision devra être prise. Dans certaines occasions, certaines obligations sociales locales peuvent conduire celle-ci à fournir certains nouveaux services au risque de le faire à perte (système à satellites national dans les zones rurales, par exemple). Toutefois, les règles de l'analyse économique restent alors inchangées, l'objectif général d'évaluer puis de bien gérer le projet étant toujours capital.

8.2.2 Analyse du cycle de vie

Pour tous les critères d'évaluation, la comparaison des coûts et des bénéfices d'un projet doit se faire sur sa durée totale prévue, laquelle peut aller jusqu'à 20 ans, et non uniquement sur les quelques premières années du plan. En effet, une analyse ne portant que sur les premières années serait biaisée, car elle ne prendrait en compte que les coûts initiaux, qui sont les plus faibles, et ne permettrait pas d'anticiper les coûts d'exploitation futurs (dépenses de maintenance et de remise à niveau, notamment). La durée de l'étude doit couvrir la période d'amortissement, qui se définit comme la période sur laquelle on pense récupérer le capital investi.

8.2.3 Méthodes de comptabilité

Même si un projet semble rentable à long terme, il peut ne pas être viable si l'administration n'est pas à même d'apporter l'investissement initial.

Il est possible de réaliser une analyse financière des besoins d'investissement en déterminant la forme sous laquelle l'investissement capital sera apporté compte tenu de la condition financière actuelle de l'administration, que l'on peut connaître en consultant le compte des pertes et profits et le bilan de l'administration. En résumé, l'état financier de l'administration fait état de ses recettes et de ses dépenses, ainsi que de son rapport aide/fonds propres. En utilisant les modèles de comptabilité des états financiers et des flux de capitaux pour une période de 5 ans, il est possible d'évaluer l'accessibilité économique d'un projet et la faisabilité d'un plan financier pour récupérer les fonds investis.

Si une administration n'a pas les moyens de financer un projet qui semble pourtant rentable à long terme, elle peut décider:

- de différer l'investissement jusqu'à ce qu'elle ait les moyens de poursuivre le projet;
- de réduire l'ampleur du projet; ou
- de rechercher des solutions de financement plus à sa portée.

8.3 Considérations stratégiques

8.3.1 Impératifs de rentabilité

La rentabilité se mesure à l'aune, premièrement, de la contribution sur le long terme pour une solution d'investissement, et, deuxièmement, des recettes annuelles générées par le nouveau service.

Si l'on suppose que l'exploitation du service de base a un retour moyen sur investissement acceptable pour une administration, il est sage d'attendre un retour sur investissement plus élevé pour le nouveau service, de façon à couvrir les risques que celui-ci représente. Cela compense en effet le manque de données exactes sur les coûts et bénéfices de l'investissement. Par retour sur investissement, on entend ici le retour sur investissement à long terme pour un projet donné. Tout projet de valeur actualisée nette doit rapporter davantage que le prix de l'argent (taux d'actualisation pour l'analyse des flux financiers) et plus la valeur actualisée nette est élevée, plus le plan est favorable.

Il arrive qu'un programme de modernisation ou de développement vise à introduire plusieurs nouveaux services. Dans ce cas, la contribution de chacun des nouveaux services doit être pleinement prise en compte dans le processus global de prise de décisions.

Une fois connue la rentabilité à long terme d'un plan sur la base des flux de trésorerie, les coûts et recettes annuels doivent être estimés. La méthode utilisée pour ce faire et les raisons qui la sous-tendent sont exposées au Chapitre VII du Manuel du GAS 11. Cette étape est nécessaire pour assurer la viabilité à court terme du projet et déterminer les niveaux de prix pour les nouveaux services.

8.3.2 Bénéfice global pour les télécommunications nationales ou pour l'économie nationale

Dès le début de l'analyse économique, les besoins de l'économie nationale doivent être pris en compte dans le choix des nouvelles technologies et nouveaux services à cibler. L'introduction de nouveaux services présente des avantages directs et indirects. Parmi les avantages directs, citons la hausse des recettes pour l'administration, les gains d'efficacité dans l'exploitation, les possibilités de formation de pointe et d'emplois viables pour les travailleurs du secteur, ou le développement de l'utilisation du réseau public par les entreprises. Par ailleurs, indirectement, les nouveaux services peuvent stimuler la croissance de l'économie nationale en favorisant par exemple l'efficacité de leur clientèle commerciale, ce qui stimulera les prestataires de services connexes, ce qui aura à son tour pour effet de donner naissance à de nouvelles compétences.

8.3.3 Objectifs en termes de délai pour atteindre le seuil de rentabilité; conséquences sur la mise en œuvre du réseau

Il faudrait que chaque projet atteigne le niveau de rentabilité correspondant aux objectifs de l'administration. Certains projets peuvent, certes, être acceptés malgré une longue période d'amortissement pour des raisons de profit à long terme, mais au moins certains autres doivent être sources de bénéfices pour l'administration à court terme.

Une fois qu'un projet ou un ensemble de projets est sélectionné, il est essentiel que le plan soit mis en œuvre de la façon la plus efficace possible. Chaque administration doit alors réexaminer ses politiques et capacités en matière de gestion des stocks, d'ingénierie, d'installation, de marketing, d'approvisionnement et de maintenance pour mettre le plan en œuvre de façon aussi satisfaisante que possible. Les risques sont de manquer la niche de marché pour les services, auquel cas les usagers trouveraient d'autres moyens de satisfaire leurs besoins, ou de retarder l'installation et l'introduction sur le marché une fois les investissements réalisés, ce qui alourdirait la charge financière sans bénéficier des recettes attendues. Il est donc très important d'installer les équipements de réseau et de fournir les services dans les meilleurs délais après la mise en place des équipements.

8.4 Considérations liées au capital

8.4.1 Estimation du capital nécessaire

On trouvera dans le Chapitre VII du Manuel du GAS 11 une définition des investissements, également appelés dépenses en capital ou frais d'infrastructure. Pour les estimer, il faut prendre en considération, non seulement les coûts de construction des installations, mais aussi les coûts d'installation, les coûts d'ingénierie et les coûts connexes (intérêts à verser, primes d'assurance, taxes, etc.).

8.4.2 Financement de l'équipement des locaux d'abonnés

Pour l'introduction de certains services, il est nécessaire d'installer de nouveaux équipements terminaux sur les sites clients. Pour favoriser l'utilisation du nouveau service, il peut alors être nécessaire de permettre un accès aisé et peu coûteux de l'équipement des locaux d'abonnés (CPE). Il convient de déterminer les dépenses induites par ce CPE, puis de fixer un prix, en ménageant des marges appropriées. Pour l'acquisition du CPE, les administrations peuvent choisir de:

- fournir l'équipement à la vente au prix du marché;
- louer l'équipement;
- vendre l'équipement à un prix d'appel avantageux pour stimuler la demande; ou
- proposer l'équipement gratuitement.

Le manque à gagner occasionné si l'une des deux dernières options est choisie peut être compensé par les recettes du service ou pris en charge par d'autres investisseurs proposant des produits ou des services connexes et s'attendant à bénéficier de la nouvelle offre de service.

8.4.3 Financement des investissements

Plusieurs solutions sont possibles pour financer un nouveau service. Citons notamment:

- recours aux fonds propres de l'entreprise (réserve pour provisions d'amortissement) ou aux bénéfices non distribués, une hausse des bénéfices étant possible à l'avenir du fait d'une exploitation plus efficace ou d'une intensification de l'activité;
- recours à des fonds extérieurs obtenus auprès de la Banque mondiale (voir plus bas) ou de banques ou organisations régionales de développement;

- investissements privés, grâce à des prêts (éventuellement avec conversion de la dette en capital) ou grâce à une ouverture au capital dans le cadre d'accords d'entreprises en coparticipation;
- financement par les fournisseurs et avances de paiements;
- dotations budgétaires publiques;
- dépôts ou cautions des utilisateurs potentiels.

{Pour information, la Banque mondiale regroupe cinq organisations:

- 1) Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD) – prêts aux pays en développement enregistrant des revenus par habitant élevés, pour des projets de développement structurels.
- 2) Association internationale de développement (AID) – prêts aux pays en développement les plus pauvres (revenu par habitant inférieur à 905 USD en 1995), qui ne peuvent pas emprunter à la BIRD.
- 3) Société financière internationale (SFI) – prêts au secteur privé uniquement (alors que la BIRD et l'AID s'adressent au secteur public). L'assistance comprend aussi la prise en charge de projets et la gestion des risques.
- 4) Agence multilatérale des garanties des investissements (AMGI) – aide aux pays en développement pour attirer des investissements étrangers sous forme d'apports de garanties contre les risques non commerciaux aux investisseurs.
- 5) Centre international pour le règlement des différends relatifs aux investissements (CIRDI) – conciliation et arbitrage des différends.}

En cas d'investissement privé, un grand usager des nouveaux services peut directement financer la construction de portions du réseau. Une autre solution peut être qu'une entreprise ou un ensemble d'entreprises privées proposent une construction – exploitation – transfert (BOT) de l'infrastructure. Cette solution présente des avantages. Tout d'abord, le risque induit par la nouvelle activité sera partagé entre différentes entités financières. Ensuite, il y a un autre avantage lorsque l'une des sociétés est un fournisseur d'équipement, car celle-ci peut rester engagée pour toute la durée du contrat (cinq à dix ans par exemple) et donc avoir particulièrement intérêt à fournir un système opérationnel à un coût permettant à l'administration de mieux atteindre ses objectifs financiers.

Une solution plus ambitieuse encore consiste à vendre des parts du capital de l'administration à de grandes entreprises privées intéressées, lesquelles paieront un bon prix pour les actions et investiront des fonds additionnels pour le développement de l'activité.

De nombreux fournisseurs d'équipement proposent généralement de participer au financement. Si cela est souhaitable, on stipulera à quelle hauteur le fournisseur devra contribuer au financement dans la demande de prix. Cette évaluation se fera en même temps que celle des dépenses d'investissement pour l'équipement. Les études économiques doivent être réalisées sur la base d'un éventail assez large d'intérêts à verser pour le capital emprunté, dans la mesure où la concurrence peut encourager des variations sensibles des taux pour les emprunts initiaux.

Au vu de la complexité des options de financement disponibles, il est conseillé de procéder régulièrement à un réexamen des options et, si nécessaire, de solliciter l'avis d'un expert, par exemple un représentant de la Banque centrale du pays.

Dans tous les cas, les réglementations et les opinions politiques du pays placeront des contraintes sur les options disponibles et choisies.

Enfin, il est essentiel d'arrêter un plan d'exploitation global faisant état de tous les motifs économiques justifiant l'introduction du nouveau service ou de la nouvelle technologie ainsi que des risques associés. Les investisseurs auront davantage tendance à se montrer responsables si le projet d'investissement envers lequel ils s'engagent est un projet bien conçu, dans lequel on envisage rigoureusement les différents risques et les moyens de les gérer, par opposition à un plan trop superficiel dans lequel on tente de masquer les problèmes potentiels.

8.5 Paramètres de l'étude

8.5.1 Paramètres économiques

Parmi les paramètres économiques à retenir pour l'analyse des flux financiers concernant un projet donné, citons la durée de l'étude, le niveau de prélèvement obligatoire, l'inflation et le prix de l'argent (taux d'actualisation). Pour un ensemble de projets, il est en outre nécessaire de déterminer les ressources globales disponibles qu'il sera possible d'investir dans le temps, ainsi que les procédures les plus économiques pour la croissance de l'activité à long terme et pour la santé financière à court terme.

On trouvera ci-après une liste de quelques considérations à prendre en compte dans le choix des paramètres économiques.

Durée de l'étude

L'analyse des coûts et bénéfices doit couvrir la totalité du cycle de vie des investissements. Ainsi, pour un réseau local utilisant un commutateur de données, une période de cinq à sept ans pourrait être appropriée, tandis qu'une expansion de câble peut être censée durer 20 ans, auquel cas la durée de l'étude doit elle-même être d'au moins 20 ans. Les coûts et recettes étant toutefois difficiles à estimer sur le long terme, l'étude peut être conçue pour 10 à 15 ans sans que sa qualité ne soit significativement affectée.

Prélèvements obligatoires

Pour calculer les prélèvements obligatoires payés, il faut appliquer les taxes nationales et, le cas échéant, locales aux recettes, une fois les dépenses retranchées. Il est parfois possible de négocier avec les autorités fiscales locales un taux d'amortissement dérogatoire pour certains projets, de façon à calculer les charges par rapport aux bénéfices. Cet arrangement permet de payer moins de taxes les premières années et d'améliorer la situation de la trésorerie.

Inflation

Il faut estimer les taux d'inflation sur les facteurs capital et travail et les appliquer aux coûts annuels de matériel et de main-d'œuvre, afin de pouvoir calculer la marge brute d'autofinancement réelle pour chaque année considérée dans l'étude.

Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation (ou prix de l'argent) est utilisé pour convertir en valeur réelle la marge brute d'autofinancement après retranchement des taxes. Le prix de l'argent est fonction du retour sur investissement nécessaire pour couvrir l'endettement. Pour simplifier, le rendement du capital investi peut se calculer comme suit:

Taux d'actualisation = (rapport dette/fonds propres) × (coût marginal d'endettement) + (1 rapport endettement/fonds propres) × (coût des capitaux)

où le coût marginal d'endettement correspond aux intérêts versés, après retranchement des taxes.

Le chiffre à considérer pour le taux de retour sur investissement nécessaire pour couvrir les coûts des capitaux dépend de la méthode de financement du projet. Ainsi, si le projet est financé par un emprunt, ce taux doit être aussi proche que possible du taux d'intérêt de l'emprunt. Au contraire, si le projet est financé

sur les réserves, ce taux doit alors égaler le taux de retour sur investissement que rapporteraient les fonds s'ils étaient placés dans un investissement sans risque (obligations d'Etat, par exemple), ou un taux de retour sur investissement proche de celui attendu par ceux qui ont investi dans l'entreprise (y compris la compensation du degré de risque accepté associé à l'entreprise et au projet).

Pour le choix du mode de financement d'un projet donné (endettement ou fonds propres), une autre solution peut être d'utiliser un chiffre pondéré pour tous les projets prévus, dans le cadre d'un programme de développement global. Dans tous les cas cependant, il est impératif de toujours considérer les coûts futurs, et non les coûts passés, du financement.

8.5.2 Durée de vie économique

La durée de vie économique de l'équipement se définit comme la période sur laquelle il est prévu que l'équipement reste en service. On la qualifie d'économique parce qu'elle correspond au nombre d'années pendant lesquelles les investissements initiaux et les additions ultérieures d'équipement seront utiles, en ce sens qu'elles procureront des recettes (retour sur investissement) à l'administration.

Au terme de la durée de vie économique de l'équipement, on procède à l'estimation de la valeur de recouvrement nette, laquelle peut être comptabilisée dans les actifs. La valeur de recouvrement nette est la valeur équitable sur le marché de l'équipement concerné une fois retranchés les frais de démantèlement, qui comprennent tous les frais relatifs à la déconnexion, au démontage et à l'enlèvement de l'équipement.

8.5.3 Estimation des paramètres méconnus

Des différents paramètres de l'étude évoquée, le taux d'inflation sera le plus incertain et le plus difficile à estimer, car c'est à la fois l'aspect le plus volatile de l'économie nationale et le moins maîtrisable du point de vue d'une entreprise. De ce fait, il est capital de procéder à une analyse coût/bénéfice sur la totalité de la durée de vie. Si des études de sensibilité sont réalisées sur la base de plusieurs taux d'inflation différents, il est possible de définir une ligne de conduite qui minimisera les risques en cas de hausse de l'inflation. Il peut ainsi être avantageux de prévoir l'achat de l'équipement initial en avance et pour une période assez longue (3 à 5 ans, par exemple). Le prix initial pourrait alors être plus bas, et un facteur d'inflation pourrait être convenu dès le départ avec le fournisseur. Cela lèverait les incertitudes liées à une éventuelle hausse du niveau des prix s'agissant du prix de l'équipement. Une autre façon de minimiser les risques peut être de garder les risques d'inflation à l'esprit au moment de la détermination des tarifs.

8.5.4 Incidence sur les services existants

Un examen de toutes les nouvelles technologies et de tous les nouveaux services permettra de savoir si les usagers peuvent satisfaire leurs besoins avec les capacités existantes ou si de nouvelles capacités s'imposent. Habituellement, les services nouveaux présentent des avantages en termes de caractéristiques ou de prix par rapport aux services existants. Le déclin des services existants doit lui aussi être financièrement géré par l'administration et devra être pris en compte dans l'évaluation de l'incidence du nouveau service. Par ailleurs, il arrive à l'inverse que certains nouveaux services se traduisent par une hausse de l'utilisation des services existants, auquel cas il faut anticiper les besoins en termes de capacité.

8.6 Analyse des risques

8.6.1 Identification des facteurs de risques

Le retour sur investissement prévu pour un nouveau service ou une nouvelle technologie est fonction des prévisions de recettes et de coûts. Or, tout exercice de prévision comporte un risque inhérent. Ainsi, le marché peut être moins important qu'escompté, les programmes de marketing sur les prix, la promotion, la livraison et les performances peuvent n'attirer qu'un volume limité d'usagers, ou bien les coûts d'exploitation peuvent se révéler plus élevés que prévus.

Avant que le projet ne soit mis en œuvre, il convient donc de soumettre les flux de trésorerie d'un projet à une analyse des risques. Pour ce faire, on modifie les paramètres et flux de trésorerie en fonction de conditions de risques hypothétiques. Il faut, si cela est possible, déterminer quelle situation parmi toutes celles qui sont envisageables serait la pire, de façon que l'administration puisse prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir le retour sur investissement minimum ou, au moins, limiter les risques au préalable.

8.6.2 Quantification des risques

Pour tous les chiffres considérés dans l'analyse des flux de trésorerie, une étude de sensibilité doit être réalisée à l'aide d'un coefficient de variation (+ ou - x%) par rapport aux chiffres nominaux, afin de déterminer la sensibilité des valeurs actualisées nettes aux variations des chiffres, tels qu'estimations de bénéfices ou de coûts. Une variation de 85% pourrait par exemple être utilisée pour certains chiffres. L'étude initiale réalisée avec des valeurs nominales serait alors réeffectuée en multipliant un ou plusieurs chiffres par 85%. Le choix de tel ou tel multiplicateur doit être clairement motivé.

Une autre méthode de quantification des risques consiste à définir un ensemble de valeurs pour les bénéfices et pour les coûts qui résulte en une valeur actualisée nette, sinon optimale, du moins acceptable, et qui constitue le modèle de référence. Toute variation des variables qui induisent un accroissement de la valeur actualisée nette par rapport au modèle de référence est alors une amélioration. Cette méthode donne des indications à l'administration quant au choix optimal et au moyen d'éviter des risques indus.

Les variables qui doivent être soumises à une analyse de sensibilité sont entre autres la taille du marché, les parts de marché, les prix ou tarifs des services, les coûts des capitaux, les coûts d'exploitation, le nombre d'utilisateurs, le volume d'utilisation du service, le taux d'inflation, la date de l'investissement et la date de pénétration du marché.

8.7 Analyse économique

8.7.1 Coûts

Tous les coûts qui peuvent être recensés doivent être inclus dans l'étude une fois que le plan du réseau et des opérations a été arrêté. Pour comparer les différentes solutions, une méthode basée sur les coûts marginaux est préférable. On dit qu'une méthode est basée sur les coûts marginaux lorsqu'elle ne considère que les coûts induits par les nouveaux services, à l'exclusion de ceux qui existaient préalablement à l'introduction des nouveaux services. Une fois le choix final fait entre les différentes options, la totalité du coût supporté pour le réseau peut être utilisée pour analyse de la rentabilité et des tarifs. Il faudra veiller à repérer toute interrelation lorsqu'on envisagera des offres potentielles de nouveaux services (par exemple si certains coûts peuvent être partagés).

L'objectif global de l'analyse est d'optimiser l'utilisation des ressources existantes pour les nouveaux investissements.

8.7.2 Recettes

Les projections de la demande du marché pour tout nouveau service ou toute nouvelle technologie doivent s'appuyer sur:

- le repérage du marché cible;
- un profil de l'utilisation du nouveau service pour le marché cible;
- le repérage des usagers potentiels du marché cible pour les caractéristiques du service.

On procédera, sur la base des prévisions de coûts et des rapports escomptés entre prix et demande, à un chiffrage des prix du service et de l'utilisation, puis on estimera la pénétration sur le marché dans le temps. De ces calculs seront ensuite dérivées des prévisions de recettes.

8.7.3 Flux de trésorerie

Dans les décisions quant aux évaluations des projets, l'accent doit être mis sur la marge brute d'autofinancement plutôt que sur les recettes nettes de l'exercice comptable, dans la mesure où le calendrier des flux entrants et sortants de trésorerie ne sont pas pris en considération dans les recettes nettes.

8.7.4 Rentabilité

Une fois qu'un projet est sélectionné d'après les bénéfices économiques à long terme ou la valeur actualisée nette, il faut examiner les mesures de rentabilité pour vérifier s'il est viable.

Le lecteur trouvera davantage d'informations sur la rentabilité, ainsi que sur les questions des coûts, des recettes et des flux de trésorerie évoqués plus haut, dans le Chapitre VII du manuel du GAS 11.

8.8 Considérations tarifaires

8.8.1 Introduction

La fixation des tarifs est un exercice complexe qui demande de l'expérience, une intime connaissance des principes en jeu, et une bonne compréhension des circonstances particulières dans lesquelles travaille l'opérateur. Le Chapitre VII du manuel GAS 11 passe en revue la structure et les niveaux de tarifaires et donne certains exemples.

8.8.2 Questions clés

Compte tenu de la nécessité de veiller à ce que tous les éléments opérationnels soient tournés vers les objectifs commerciaux locaux de l'administration, des relations complexes qui existent entre les différents éléments des recettes totales ainsi que de la nécessité d'assurer des prix rationnels aux yeux du consommateur, entre autres facteurs, il est impératif d'adopter une structure et une stratégie tarifaires pour l'ensemble des produits et services proposés.

Les prix ne doivent donc pas être décidés individuellement pour chaque produit ou service, mais au contraire s'intégrer dans une structure et une stratégie globales.

On trouvera ci-après une liste des facteurs de première importance qu'il faut prendre en considération et intégrer dans les modèles tarifaires de l'administration.

1. Objectifs commerciaux. La structure tarifaire fait partie intégrante de la stratégie globale qui doit permettre à l'administration d'atteindre ses objectifs commerciaux. Ces objectifs (avec différents délais pour chacun d'entre eux) peuvent, par exemple, être les suivants:

Objectifs financiers:

- valeurs cibles ou valeurs maximales en termes de bénéfices
- cible en termes de chiffres d'affaires
- cible en termes de rentabilité des capitaux investis
- remboursement rapide des dettes en cours

Objectifs non financiers:

- hausse chiffrée du nombre d'utilisateurs par ligne (éventuellement en fonction d'objectifs fixés par le gouvernement)
- couverture géographique.

Si l'objectif premier est d'accroître le nombre de lignes en service, les frais d'installation facturés seront probablement moins élevés que si l'objectif est d'optimiser les retours financiers totaux sur le court terme.

2. Coût de la fourniture des services. Dans ce cadre doivent être examinés:

- la structure des coûts, en termes de coûts fixes et marginaux, et les facteurs engendrant des coûts;
- le coût d'exploitation du réseau national (main-d'œuvre, amortissement, maintenance, etc.);
- les coûts additionnels induits par la fourniture de services internationaux, par exemple frais de trafic interadministration ou de location de capacités étrangères (satellite, câble, etc.);
- les coûts standard et non standard associés aux installations;
- le coût de l'équipement des locaux d'abonné (CPE);
- la base appropriée pour l'attribution et la ventilation des coûts des différents produits et services;
- les coûts présents et futurs.

Evaluer les coûts est indispensable pour estimer la rentabilité relative des différents produits et services fournis avec différentes stratégies tarifaires. Il serait normal qu'à chaque service corresponde une cible financière donnée.

3. Manque de ressources: lorsque les ressources financières ou humaines sont rares dans une administration, il peut s'avérer nécessaire d'imposer une majoration de prix pour couvrir les coûts additionnels engendrés par la fourniture d'un service particulier.

4. Demande des usagers: la demande est influencée par de nombreux facteurs. Outre le prix pratiqué, interviennent également la qualité, le revenu disponible des consommateurs, l'offre des concurrents, par exemple. C'est pourquoi il est essentiel, dans le cadre de la détermination des prix, d'évaluer de façon structurée la demande sur un marché donné.

5. Concurrence: on peut s'attendre à des différences de prix significatives entre un marché concurrentiel ouvert et un environnement monopolistique. La concurrence a en effet normalement tendance à tirer les prix vers le bas, à réduire les coûts et à accroître la qualité du service global.

Il est indispensable d'évaluer en profondeur les différentes stratégies susceptibles d'être mises en place et les réactions que les concurrents sont susceptibles d'avoir. Sur le marché international des télécommunications d'aujourd'hui, même lorsqu'aucun concurrent local ne dispose pas de licence, les dispositifs tels que les procédures de rappel ou de reroutage créent de fait une concurrence pour les services internationaux (qui sont traditionnellement les plus rentables pour toute administration publique de télécommunication).

6. Economie nationale: il convient d'étudier les incidences des caractéristiques économiques nationales, telles que le taux de croissance, le taux d'inflation ou le taux de change de la monnaie (chiffres réels actuels et prévisions pour l'avenir).

S'il est vrai que la croissance économique favorise la demande de services de télécommunications, il a également été démontré que le développement de l'infrastructure de télécommunication est un réel levier de la croissance économie globale dans les pays en développement. Cette relation d'interdépendance doit être prise en considération dans l'évaluation de l'économie locale et de la structure tarifaire à adopter.

7. Restrictions d'ordre politique ou légal: il peut s'agir de restrictions sur les hausses de prix, l'imposition de réductions tarifaires, la disponibilité des services ou les modalités de remboursement des prêts contractés auprès de l'Etat.

8. Risque financier: lorsqu'une administration sort d'une situation monopolistique pour devenir un fournisseur de services en environnement concurrentiel, elle devrait chercher à réduire ses financements par l'emprunt et à accroître au contraire la part de ses financements dégagés sur ses fonds propres. En effet, la réduction du rapport dettes/fonds propres permet à une entreprise d'abaisser ses coûts dans le temps et donc de limiter les risques financiers. Cela est également bon pour l'image de la société auprès des entités financières et de prêt.

8.9 Réexamen à la lumière de l'expérience acquise

8.9.1 Nouveau calcul de la rentabilité

La rentabilité d'un service doit être régulièrement vérifiée, de préférence au niveau de la direction de l'administration.

Au fur et à mesure que les différents projets sont mis en œuvre et les différents services offerts, l'administration doit contrôler les facteurs internes et externes pour vérifier que l'activité se déroule comme prévu. Les tendances à surveiller comprennent notamment le volume des ventes et les bénéfices par service et par segment de marché ou par usager, les coûts fixes, les seuils de rentabilité, le bénéfice d'exploitation et le revenu d'exploitation avant déduction des taxes. Parmi les facteurs extérieurs, les plus importants à contrôler sont les besoins et valeurs des usagers, la taille et le taux de croissance du marché, la part de marché obtenue, la conjoncture économique, les activités des concurrents et les décisions réglementaires prises dans le pays. L'administration peut procéder à cette vérification pour chaque plan de façon à prendre des décisions de nature à accroître les bénéfices.

8.9.2 Réexamen des tarifs

Les tarifs initiaux d'un nouveau service peuvent être réévalués à la lumière des bénéfices obtenus. Ils doivent en particulier être ajustés s'ils ne génèrent pas un revenu suffisant pour couvrir les coûts en capitaux ou les coûts d'exploitation, ou bien s'ils sont trop élevés pour attirer un nombre suffisant d'usagers.

8.10 Dispositions transitoires en vue de l'application de taxes de répartition orientées vers les coûts

Le Forum mondial des politiques de télécommunication sur le commerce des services de télécommunication (FMPT, Genève, 1998) a recommandé la création, au sein de la Commission d'études 3 de l'UIT-T, un groupe spécialisé chargé de définir des dispositions transitoires en vue de l'application de taxes de répartition orientées vers les coûts. Au terme de ses travaux, ce groupe a rédigé une proposition d'Annexe E à ajouter à la Recommandation D.140. Ce projet d'Annexe E (voir l'Annexe 8A du présent document) a reçu un accueil très favorable des administrations et sera inclus dans le rapport de la Commission d'études 3 à l'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT) (Montréal, octobre 2000) pour approbation finale. Il a été noté que cette Annexe, alors même qu'elle n'a pas encore été officiellement adoptée, est d'ores et déjà utilisée par de nombreux opérateurs de pays industrialisés et en développement comme référence dans leurs négociations.

8.11 Publications et rapports de l'UIT

Le texte du présent chapitre s'inspire largement du Chapitre V du Manuel du GAS 12 (Aspects économiques de l'introduction de nouveaux services non vocaux de télécommunication dans les pays en développement). Le lecteur trouvera ci-dessous une liste d'autres publications de l'UIT intéressantes du point de vue des questions financières, ainsi que des résumés des récents rapports de grands événements.

- 1) Télécommunications et croissance économique – séminaires organisés conjointement par l'UIT et la Webster University, 1999.
- 2) Collection des tendances générales des réformes dans les télécommunications, 1^e édition, 1998.
- 3) Telecommunication Policy on CD-ROM, 1999.
- 4) Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde – Téléphonie mobile cellulaire – Indicateurs des télécommunications dans le monde, 5^e édition, 1999.
- 5) Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde: accès universel 4^e édition, 1998.

- 6) Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde: échanges commerciaux dans le domaine des télécommunications, 3^e édition, 1996/97.
- 7) World Telecommunication Indicators Database, 5^e édition, 1999.
- 8) Direction of Traffic: Trading Telecom Minutes – Report, 3^e édition, 1999.
- 9) Direction of Traffic: Trading Telecom Minutes, 3^e édition, 1999.
- 10) Direction of Traffic, 3^e édition, 1999.
- 11) ITU Year book of Statistics – Telecommunication Services 1989-1998, 26^e édition, 2000.
- 12) Annuaire statistique de l'UIT (série chronologique 1987-1994), 1994.
- 13) Question 1/1 UIT-D – Rôle des télécommunications dans le développement économique, social et culturel, 1998 (CEA) rapport final, Editions séparées en E, F, S.
- 14) Questions 2/2 – Elaboration de manuels à l'intention des pays en développement: aspects économiques, organisationnels et réglementaires de la gestion nationale du spectre, 1999 – (CE 2) rapport final.
- 15) Question 4/1 UIT-D – Politiques et modalités de financement des infrastructures de télécommunications dans les pays en développement.
- 16) Manual on Tendering and Procurement of Broadcasting Systems and Equipment, Editions séparées en E, F.
- 17) Rendre compétitives les entreprises de télécommunication – MANDEVTEL, 1997, Editions séparées en E, F, S.
- 18) Lectures utiles pour directeurs et managers – Principes généraux de la gestion des télécommunications (Volume I), 1993.
- 19) Lectures utiles pour directeurs et managers – Principes généraux de la gestion des télécommunications (Volume II), 1996.
- 20) Partenaires du développement: Télécommunications – Le premier chaînon, 1994.

Résumés

- *Final Report and Proceedings of the Seminar on Partnerships and Rural Telecommunication Development, Kampala, 3-5 November 1999*

Le rapport final contient les déclarations faites aux séances d'ouverture et de clôture ainsi que les principales conclusions des exposés et des discussions de chaque séance de travail. Il contient également tous les documents présentés pendant les sessions, documents qui traitent des divers aspects des télécommunications rurales comme les questions de réglementation du financement et les technologies.

- *Addendum au rapport sur les enjeux du développement des télécommunications Volume II: Réforme du système international des taxes de répartition*

En 1999, le Bureau de développement des télécommunications de l'UIT a continué à soutenir les initiatives prises par des pays en développement pour étudier la possibilité d'une réforme des tarifs orientée vers les coûts. L'addendum au document de 1998 contient les rapports de la série de séminaires tenus en 1999 ainsi que des contributions de pays en développement aux groupes régionaux de tarification et à la Commission d'études 3. Ces rapports sont complétés par trois études de cas additionnelles.

La série de séminaires et ateliers du BDT de 1998 a mis en lumière le fait qu'il était important que les pays en développement procèdent à un examen des éléments de coût déterminants dans les télécommunications, pour qu'ils puissent participer à la réforme du système des taxes de répartition. A la demande des participants de ces événements, le BDT a continué à apporter son concours à des réunions permettant à des représentants de pays en développement d'appliquer les diverses méthodes de calcul de tarifs en situation réelle. La partie 3 contient les rapports de ces réunions et expose les recommandations

faites au cours des délibérations sur la réforme des tarifs en cours au sein de la Commission d'études 3. Par ailleurs, les groupes régionaux de tarification se sont réunis pour revoir les modèles de coûts utilisés de façon à pouvoir calculer les coûts réels avec davantage de précision. Un certain nombre de contributions additionnelles donnent un panorama des questions liées aux tarifs intéressant particulièrement les pays en développement. Trois nouvelles études de cas – Barbade, Trinité-et-Tobago et Ukraine – figurent également dans ce volume et viennent compléter les 11 études de cas publiées en 1998.

- *Institutions financières proposant un financement pour des projets de télécommunication et une assistance technique dans les pays en développement, Quatrième édition, 1999*

Cette publication, subdivisée en trois parties (institutions multilatérales, institutions bilatérales et fonds), rassemble diverses informations utiles concernant les institutions qui proposent des ressources pour des projets de télécommunication et une assistance technique dans les pays en développement. Dans ce guide, les pouvoirs publics, les organes de réglementation et les instances publiques de télécommunication, ainsi que les institutions et entreprises privées, pourront s'informer sur les principales sources de financement du développement. En plus de fournir des adresses, des numéros de téléphone et de télécopie, des adresses électroniques et des noms de personnes à contacter, le guide donne, pour chaque entrée, des renseignements factuels (vérifiés par chaque institution) sur l'objectif en vue duquel l'institution a été créée, ses activités, ses visées, ses politiques, ses critères pour l'octroi de prêts et ses termes et conditions de financement de projet en termes de couverture géographique.

- *Enjeux du développement des télécommunications Volume II: Réforme du système international des taxes de répartition – Bilan 1998 1^e édition*

Au nom de l'UIT, le Bureau de développement des télécommunications a pris la responsabilité d'aider et d'encourager les pays en développement qui restructurent leur secteur des télécommunications à faire face au défi de la mondialisation et de la libéralisation.

On trouvera dans la présente publication les rapports de séminaires et d'ateliers de validation, au cours desquels les représentants de pays en développement ont analysé les mesures prises dans le cadre de la réforme des taxes de répartition internationales, ainsi que divers articles sur les méthodes de calcul des coûts. Ces documents ont fourni des contributions et des recommandations utiles pour les travaux du Groupe spécialisé de la Commission d'études 3.

- *Enjeux du développement des télécommunications Volume I: Financement et commerce – Bilan 1996-1998*

La présente publication vise à fournir un exposé annuel de diverses questions d'importance dans le domaine des télécommunications internationales, examinées par l'Union internationale des télécommunications – le Bureau de développement des télécommunications (UIT-BDT).

Cette fois, les auteurs ont mis l'accent sur les échanges, les partenariats et les financements dans le contexte de la restructuration et de la mondialisation. Les contributions ont été sélectionnées de façon à respecter l'équilibre entre les différents acteurs du secteur – pouvoirs publics, organismes de réglementation, secteur privé, opérateurs de télécommunications, secteur financier – et l'équilibre entre les différentes régions. Les études de cas illustrent en outre la diversité des processus de restructuration et de privatisation, ainsi que l'impact que ceux-ci peuvent avoir sur différentes étapes du développement national.

Les différents comptes rendus et rapports ont été rédigés séparément. On trouvera dans les annexes un récapitulatif des institutions financières et la liste complète des contributions présentées aux colloques et de leurs auteurs. Toutes ces publications peuvent être obtenues sur demande au BDT.

- *Rapports finals des colloques sur le commerce et le financement des télécommunications*

Les six rapports finals (Volumes 1 et 2) sont les résumés des six colloques régionaux sur le commerce et le financement des télécommunications organisés par le Bureau de développement des télécommunications, de 1996 à 1998, dans toutes les régions du monde.

Compte tenu de l'importance des problèmes financiers et des développements survenus dans le commerce des télécommunications dans le monde, ces six colloques régionaux avaient pour objectif: d'encourager et de stimuler de nouvelles sources et modalités novatrices de financement, de faciliter l'établissement de partenariats par le biais de réunions bilatérales et privées entre le secteur privé et le secteur public et enfin, d'encourager la libéralisation du secteur des télécommunications pour permettre l'entrée sur le marché des nouveaux opérateurs de télécommunication.

- *Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Afrique – Rapport final, Abidjan (Côte d'Ivoire), mars 1996*

Le Rapport final (Volumes I et II) est le résumé du Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Afrique, organisé par le Bureau de développement des télécommunications du 25 au 29 mars 1996 à Abidjan (Côte d'Ivoire). Cette manifestation a fourni un cadre de réflexion approprié, complet et novateur sur les stratégies de financement et de mobilisation de fonds dans le contexte des nouvelles technologies et de l'évolution de l'environnement réglementaire du commerce et de l'investissement dans les télécommunications.

- *Colloque sur le financement des télécommunications pour les Etats arabes – Rapport final, Amman (Jordanie), septembre 1996*

Le Rapport final (Volumes I et II) est le résumé du Colloque sur le financement des télécommunications pour les Etats arabes, organisé par le Bureau de développement des télécommunications, du 1er au 4 septembre 1996 à Amman (Jordanie). Les conclusions du Colloque permettent de mieux comprendre les conditions nécessaires pour attirer des investisseurs, tout en soulignant l'importance des investissements essentiels pour le développement du secteur.

- *Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Amérique latine et les Caraïbes – Rapport final, Brasilia (Brésil), juillet 1997*

Le Rapport final (Volumes I et II) est le résumé du Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Amérique latine et les Caraïbes, organisé par le Bureau de développement des télécommunications du 14 au 16 juillet 1997 à Brasilia (Brésil). Cent vingt délégués de 33 pays y ont participé. Les objectifs sont: encourager de nouvelles sources de financement et trouver des modalités de financement novatrices; faciliter les partenariats grâce à des réunions bilatérales et privées entre secteur privé et secteur public; stimuler la libéralisation du secteur des télécommunications.

- *Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Asie et le Pacifique – Rapport final, New Delhi (Inde), novembre 1997*

Le Rapport final (Volumes I et II) est le résumé du Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Asie et le Pacifique, organisé par le Bureau de développement des télécommunications du 3 au 5 novembre 1997 à New Delhi (Inde). Deux cent soixante-quinze délégués de 28 pays y ont participé. Il s'agissait d'examiner au niveau régional, avec tous les partenaires potentiels, la question essentielle du financement du développement des télécommunications dans chaque région et les aspects connexes des télécommunications.

- *Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Europe – Rapport final, Genève (Suisse), décembre 1997*

Le Rapport final (Volumes I et II) est le résumé du Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour l'Europe, organisée par le bureau de développement des télécommunications du 15 au 17 décembre 1997 à Genève (Suisse). Cette manifestation a fourni un cadre de réflexion approprié, complet et novateur sur les stratégies de financement et de mobilisation de fonds dans le contexte des nouvelles technologies, de l'évolution de l'environnement réglementaire du commerce et de l'investissement dans les télécommunications, et des besoins spécifiques des différents pays.

- *Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour les pays de la CEI – Rapport final, St Pétersbourg (Russie), février 1998*

Le Rapport final (Volumes I et II) est le résumé du Colloque sur le commerce et le financement des télécommunications pour les pays de la CEI, organisé par le Bureau de développement des télécommunications les 2 et 3 février 1998 à St Pétersbourg (Russie). Cent treize délégués de 26 pays ont participé à ce Colloque.

Les conclusions du Colloque permettent de mieux comprendre les conditions nécessaires pour attirer des investisseurs, tout en soulignant l'importance des investissements essentiels pour le développement du secteur, ainsi que pour conclure des accords spécifiques entre participants.

ANNEXE 8A

**Lignes directrices pour les négociations bilatérales des dispositions transitoires
en vue de l'application de taxes orientées vers les coûts de 1999 à 2001¹**

E.1 Introduction

La présente Annexe contient les lignes directrices adoptées par voie multilatérale qu'il convient d'utiliser dans les négociations bilatérales en vue de déterminer et de réviser les taxes de répartition, les quotes-parts de répartition et les quotes-parts de transit pendant la période de transition qui précède l'application de taxes orientées vers les coûts lorsqu'il ne sera pas révélé possible d'appliquer l'approche 1 exposée dans l'Annexe C de la présente Recommandation, à la satisfaction de toutes les parties en présence dans une relation entre correspondants. Dans l'application de ces lignes directrices, il faudrait aussi tenir compte des dispositions du RTI, des Recommandations D.150, D.155 et d'autres Recommandations pertinentes de la série D.

E.2 Considérations générales

Compte tenu de l'évolution de l'environnement international des télécommunications et de la décision d'élargir l'éventail des méthodes de rémunération à insérer dans la Recommandation D.150, il est recommandé aux administrations de tenir compte des dispositions transitoires suivantes en vue de l'application de taxes orientées vers les coûts.

E.3 Valeurs cibles indicatives applicables aux relations directes²

E.3.1 Pour faciliter la transition en attendant l'application de l'approche 1 exposée dans l'Annexe C, il est recommandé aux administrations de passer progressivement et d'arriver aux valeurs cibles indicatives indiquées dans le Tableau 1 pour leurs négociations bilatérales. Ces valeurs sont exprimées en DTS par minute, pour les pays et territoires classés en fonction de leur télédensité (nombre de lignes téléphoniques pour 100 habitants) au 1er janvier 1998. Les administrations qui ont déjà atteint ces valeurs cibles indicatives devraient continuer à prendre des mesures positives en vue de réduire leurs taxes de répartition vers des niveaux orientés vers les coûts. Lorsque, au-delà du 1^{er} Janvier 1999, un pays ou territoire passe d'un groupe de télédensité au suivant du fait de l'accroissement de son parc d'abonnés, la valeur cible indicative qui lui est appliquée devrait évoluer en conséquence et devrait être atteinte dans le même délai que précédemment sous réserve du E.5.3.

Tableau 1 – Valeurs cibles indicatives pour les relations directes (taxes de règlement/quotes-parts)

La valeur cible indicative pour chaque groupe de télédensité est exprimée en DTS par minute. (T = nombre de lignes téléphoniques pour 100 habitants)

Télédensité $T \leq 1$	$1 < T \leq 5$	$5 < T \leq 10$	$10 < T \leq 20$	$20 < T \leq 35$	$35 < T \leq 50$	$T > 50$
0,327 DTS	0,251 DTS	0,210 DTS	0,162 DTS	0,118 DTS	0,088 DTS	0,043 DTS

¹ Cette période peut être prolongée, conformément aux dispositions du paragraphe E.5.3.

² NOTE – Les valeurs cibles pour les relations directes comme indirectes ne sont pas applicables entre des marchés soumis à la concurrence.

E.3.2 Les valeurs cibles indicatives du Tableau 1 correspondent à des limites supérieures et ne devraient pas servir à fixer des limites inférieures dans les relations directes, ni être considérées comme des montants orientés vers les coûts.

E.3.3 Pour les petits Etats insulaires, c'est-à-dire les pays dont la population est inférieure à [300 000] habitants, qui sont éloignés d'un continent et se trouvent à l'écart des principales artères en câbles et qui, de ce fait, dépendent des télécommunications par satellite, la valeur cible indicative de 0,266 DTS par minute peut être utilisée. Les pays et territoires entrant dans cette catégorie (voir Appendice) peuvent opter pour cette valeur cible ou pour une valeur correspondant à leur télédensité.

E.3.4 Pour les pays les moins avancés (PMA), reconnus comme tels par les Nations Unies, la valeur cible indicative de 0,312 DTS par minute peut être utilisée. Les 48 PMA, auxquels s'ajoutent les 3 pays assimilés à des PMA qui remplissent les conditions requises pour faire partie de cette catégorie (voir Appendice), peuvent opter pour cette valeur cible ou pour une valeur correspondant à leur télédensité.

E.3.5 Les valeurs transitoires du Tableau 1 ne sont pas applicables aux administrations qui ont calculé leurs coûts grâce à une approche de détermination de coûts mutuellement acceptée, et qui sont conscientes que le coût pour terminer un appel international sur leur réseau est différent de celui prévu pour elles dans le Tableau 1.

E.3.6 Lorsque les valeurs cibles indicatives proposées dans le Tableau 1 diffèrent des résultats obtenus à l'aide d'un modèle de coûts régional reconnu par la Commission d'études 3 de l'UIT-T, les résultats de ce modèle pourraient être appliqués, par accord bilatéral, à l'intérieur de la région et dans les relations avec les administrations ne faisant pas partie de la région, conformément à l'Approche 1 de l'Annexe C de la présente Recommandation. Il est reconnu que, lorsque cela n'est pas possible, on pourrait utiliser comme base les valeurs cibles indicatives proposées dans le Tableau 1 pour déterminer l'évolution des coûts ou des taxes de répartition décrite dans l'Approche 2 de l'Annexe C de la présente Recommandation.

E.3.7 Il est recommandé aux administrations d'utiliser dès que possible une méthode de calcul des coûts appropriée pour déterminer les coûts à prendre en compte.

E.3.8 Lorsque les valeurs cibles indicatives proposées dans le Tableau 1 diffèrent des composantes de coût identifiées dans une étude de cas nationale qui a été validée par la région concernée et approuvée par la Commission d'études 3 de l'UIT-T, les composantes de coût de cette étude pourraient être appliquées, par accord bilatéral, à l'intérieur de la région considérée et dans les relations avec les administrations ne faisant pas partie de cette région.

E.4 Valeurs cibles indicatives applicables aux relations indirectes³

E.4.1 Afin de donner des orientations sur les quotes-parts de transit, sur les voies d'acheminement où une administration d'origine n'a pas le choix⁴ entre plusieurs voies de transit et plusieurs fournisseurs de services, il est recommandé que les administrations de transit passent à la valeur cible indicative (limite supérieure) de 0,05 DTS par minute.

³ Les valeurs cibles pour les relations directes comme indirectes ne sont pas applicables entre des marchés soumis à la concurrence.

⁴ N'a accès qu'à trois ou moins de trois fournisseurs de transit indépendants et comparables.

E.4.2 La valeur cible indicative de 0,05 DTS (limite supérieure) ne devrait ni servir à fixer des limites inférieures pour les quotes-parts de transit, ni être considérées comme un niveau orienté vers les coûts. Il est reconnu que, sur les voies d'acheminement ouvertes à la concurrence, les quotes-parts de transit peuvent être nettement inférieures à cette valeur cible.

E.5 Période de transition

E.5.1 Le point de départ pour la transition serait le niveau actuel de la taxe de règlement et celui de la quote-part de transit.

E.5.2 Les dispositions transitoires en vue de l'application de taxes orientées vers les coûts devraient être négociées par accord bilatéral, par exemple, selon les modalités suivantes:

- a) Principe de partage par moitié (50/50) des recettes de répartition provenant du trafic échangé (symétrie): les deux administrations appliquent la même taxe (taxe de règlement), pour atteindre un niveau égal ou inférieur à la valeur cible indicative retenue pour l'administration relevant de la catégorie de télédensité la plus faible d'ici à ou avant la fin de la période de transition.
- b) Asymétrie: les deux administrations appliquent des taxes différentes pour terminer les appels, dans le cadre d'un accord visant à passer au-dessous de la valeur cible indicative retenue pour l'administration faisant partie de la catégorie de télédensité la plus faible. En pareil cas, l'administration relevant de la catégorie de télédensité la plus élevée appliquera pour terminer les appels une taxe inférieure à celle de l'administration relevant de la catégorie de télédensité la plus faible.
- c) Afin d'élargir l'accès universel aux télécommunications dans les pays en développement, les administrations des pays développés pourront examiner la possibilité de terminer les appels entrants en appliquant leur propre taxe orientée vers les coûts, sans exiger de traitement réciproque. Cette démarche serait volontaire et reposerait sur un accord bilatéral.

E.5.3 Il est recommandé d'arriver aux valeurs cibles indicatives pour les relations directes du Tableau 1 en procédant à des réductions échelonnées sur une période de trois ans (c'est-à-dire d'ici à la fin 2001). Cependant, il est recommandé de prévoir une période de transition plus longue pour les administrations des PMA et des 3 assimilés PMA, période qui sera fonction de la dépendance du pays concerné à l'égard des règlements nets (voir le Tableau 2).

Le degré de dépendance des paiements de soldes de balances tel que présenté dans le Tableau 2 devrait être calculé sur la base de la moyenne mobile des trois dernières années. Il doit être recalculé chaque année. Si le degré de dépendance d'une administration, d'une année à l'autre, passe d'une catégorie à une autre, l'année cible sera ajustée en conséquence tout en restant plafonnée à 2004.

Dès lors que des circonstances identifiées feront apparaître de graves difficultés auxquelles pourraient être confrontées d'autres Administrations du fait de la baisse des taxes, la date cible pourrait être différée par accord bilatéral. De même, les Administrations qui auront identifié, par un processus transparent, de graves difficultés à atteindre les valeurs cibles proposées dans le Tableau 1 pourraient appliquer, par accord bilatéral, un programme de réductions régulières/annuelles.

E.5.4 Il est recommandé que les quotes-parts de transit soient réduites progressivement afin d'atteindre la valeur cible de 0,05 DTS (limite supérieure) d'ici la fin de l'an 2000.

Tableau 2 – Période de transition en fonction de la dépendance à l'égard des règlements nets

Règlements nets (NSP) en pourcentage des recettes de télécommunication totales (TTR)	Année cible pour atteindre la valeur cible
$NSP \leq 10$ pour cent de TTR	fin 2001
$10 < NSP \leq 20$ pour cent de TTR	fin 2002
$20 < NSP \leq 30$ pour cent de TTR	fin 2003
$NSP > 30$ pour cent de TTR	fin 2004

NOTE 1 – Les calculs devraient être fondés sur des données publiées provenant de comptes de sociétés et sur les règlements nets ainsi que les recettes de télécommunication totales. Les calculs sont effectués sur la base de la moyenne mobile des trois dernières années.

NOTE 2 – Les données relatives aux règlements nets et aux recettes de télécommunication totales devraient être valables pour l'ensemble du pays ou territoires, et pas seulement pour une administration donnée.

E.6 Obligations au titre du service universel

Tout Etat Membre a le droit de définir le type d'obligation en matière de service universel qu'il souhaite maintenir. De telles obligations devront cependant être gérées d'une manière transparente, non discriminatoire et neutre du point de vue de la concurrence, mais pas plus rigoureuse que nécessaire pour le type de service universel défini par le Membre.

