

enet

COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

enst

LE RNIS TECHNIQUES ET ATOUTS

G. DICENET

Préface de J.P. Poitevin

2^e édition

BIBLIOTHEQUE DU CERIST



MASSON 

LE RNIS

Techniques et atouts

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

- DICIONNAIRE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS, anglais-français, par J. de LUCA. 1988, 408 pages.
- INTÉGRATION VOIX ET DONNÉES. Principes et concepts, par P. MILLET. *Collection MIPS*, 1988, 368 pages.
- ORDINATEURS, INTERFACES ET RÉSEAUX LOCAUX DE COMMUNICATIONS, par S. COLLIN. *Collection MIM*. 1988, 120 pages.
- RÉSEÀUX ET MICRO-ORDINATEURS, par P.H. JESTY. Traduit de l'anglais par I. Leresuf. *Collection MIM*. 1987, 144 pages.
- TÉLÉMATIQUE. Téléinformatique et réseaux, par M. MAIMAN. *Collection MIM*. 1986, 2^e édition révisée et augmentée, 264 pages.
- RÉSEAUX ET INFORMATIQUE RÉPARTIE. DECS. Méthodes quantitatives, épreuve n° 10, par A. CHAMPENOIS. 1986, 160 pages.
- TRANSMISSION ET RÉSEAUX LOCAUX. Architecture IEEE 802, par P. MILLET. *Collection MIPS*. 1987, 232 pages.
- X. 25 : PROTOCOLES POUR LES RÉSEAUX À COMMUTATION DE PAQUETS, par R.J. DEASINGTON. Traduit de l'anglais par F. Le Faucheur. *Collection MIM*. 1987, 128 pages.
- LES RÉSEAUX LOCAUX. Comparaison et choix, par J.S. FRITZ, C.F. KALDENBACH et L.M. PROGAR. Traduit de l'anglais par N. Trout. *Collection MIM*. 1988, 148 pages.
- INTRODUCTION AUX MÉTHODES DE LA CRYPTOLOGIE, par B. BECKETT. Traduit de l'anglais par Ph. Béguin, Ph. Klein et E. Henault. *Collection LMI*. 1990, 344 pages.
- L'INTERFACE RS-232 C, par M.D. SEYER. Traduit de l'anglais par V. Adeline et J. Le Thielleux. *Collection MIM*. 1988, 232 pages.
- LE RÉSEAU SNA SYSTEMS NETWORK ARCHITECTURE, par K.C.E. GEE. Traduit de l'anglais par D. Louche. *Collection MIM*. 1988, 128 pages.
- ÉCOULEMENT DU TRAFIC DANS LES AUTOCOMMUTATEURS, par G. HÉBUTERNE. *Collection CNET-ENST*. 1985, 264 pages.
- LES MODEMS POUR TRANSMISSION DE DONNÉES, M. STEIN. *Collection CNET-ENST*. 1987, 384 pages.
- LA COMPRESSION DES DONNÉES. Méthodes et applications, par G. HELD. Traduit de l'anglais par F. Le Faucheur. *Collection MIM*. 1987, 152 pages.
- LES RÉSEAUX LOCAUX INDUSTRIELS. MAP ET TOP, par J. DWYER et A. IOANNOU. Traduit de l'anglais par R. Pacalet et E. Nusimovici. *Collection MIM*. 1990, 192 pages (à paraître).
- DICIONNAIRE D'INFORMATIQUE, par M. GINGAY et A. LAURET. 1987, 3^e édition refondue et augmentée, 344 pages.

COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

C2104

LE RNIS

(Réseau Numérique à Intégration de Services)

Techniques et atouts



G. DICENET

Préface de J.-P. POITEVIN

2^e édition revue et augmentée

MASSON

Paris Milan Barcelone

Mexico

1990

1^{re} édition publiée en langue anglaise par Artech House, en 1987.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 11 mars 1957 art. 40 et 41 et du Code Pénal art. 425).

Des photocopies payantes peuvent être réalisées avec l'accord de l'éditeur. S'adresser au : Centre Français du Copyright, 6 bis, rue Gabriel-Laumain, 75010 Paris, tél. : 48 24 98 30.

© Masson et CNET-ENST, Paris, 1987-1990

ISBN : 2-225-82089-9

ISSN : 0221-2579

MASSON
MASSON S.p.A.
MASSON S.A.
MASSON EDITORES

120, bd Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06
Via Statuto 2/4, 20121 Milano
Balma 151, 08008 Barcelona
Dakota 383, Colonia Napoles, 03810 Mexico 18 D.F.

AVERTISSEMENT

G. DICENET est un pseudonyme qui désigne l'ensemble des auteurs de cet ouvrage, obtenu par contraction de « Groupe de Dix Ingénieurs du Centre National d'Etudes des Télécommunications » :

Marcel CLOST
Jean-Pierre COUDREUSE
Pierre DEFFIN
Dominique DELISLE
Daniel HARDY
Alain LEROUX
Jean-Noël MÉREUR
Gérard PAYS
Jean-René ROUSSEAU
Marc TROUVAT

La coordination du groupe a été assurée par Jean-Noël MÉREUR.

Nombreux sont les ingénieurs et les techniciens du Centre National d'Etudes des Télécommunications, des différents services de FRANCE TELECOM et de l'industrie française des télécommunications qui, par leurs travaux, ont contribué à la définition du RNIS et à sa mise en œuvre en France : G. DICENET leur dédie ce livre et souhaite qu'il leur apporte la satisfaction du travail accompli.

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

PRÉFACE

Au fil des deux dernières décennies, le réseau de télécommunication a fait l'objet d'une mutation sans précédent provoquée par une large diversification des besoins de communication. La situation antérieure était somme toute relativement stable : il s'agissait pour l'essentiel de gérer la croissance du réseau téléphonique et du réseau télex, sans grande innovation du point de vue des services. Trois facteurs sont venus simultanément bouleverser la — toute relative — sérénité du paysage :

- *l'évolution progressive d'un contexte surtout national vers une couverture de plus en plus mondiale des moyens de communication,*
- *une recherche permanente d'amélioration de la qualité, aussi bien en matière de transmission des signaux (avec le recours aux techniques numériques) que de traitement des appels (par exemple du point de vue des temps ou des facilités d'établissement des appels),*
- *enfin et surtout, une multiplication des modes de communication : à côté du téléphone et du télex, ont commencé à se développer des services de transmission de données et de communication par l'écrit ou par l'image fixe ; à côté de la téléinformatique est apparue une bureautique de plus en plus « communicante »...*

Il faut s'attendre non seulement à un développement de ces services, mais également à leur imbrication dans une communication multimédia que viendra un jour ou l'autre compléter l'image animée. Face à cette communication multiforme, évolutive, face à des besoins en partie imprévisibles, concepteurs et exploitants de réseaux doivent imaginer et mettre en œuvre des solutions techniques qui leur permettent de fournir une réponse adaptée à la demande tout en gardant la maîtrise de l'évolution du réseau : maintien d'une cohérence technique seule garante d'une réduction réelle des coûts d'investissement et de fonctionnement, élaboration d'une stratégie d'évolution progressive vers un réseau cible pour pouvoir planifier correctement l'investissement.

C'est cette réponse que se propose d'apporter le RNIS, Réseau Numérique à Intégration de Services, en se fondant à la fois sur des techniques déjà confirmées — le « tout numérique » et « la signalisation par canal sémaphore », toutes deux utilisées avec succès depuis nombre d'années — et, surtout, sur une nouvelle conception du réseau. Il n'est en effet plus possible de raisonner sur la base d'un nombre restreint de services bien identifiés — le téléphone, le télex... —

justifiant chacun son réseau propre. Face à la diversification des services (écrit, image, son, données, bureautique...), une démarche analogue à celle jusqu'alors utilisée conduirait en effet à une multiplication des réseaux spécialisés. Une telle multiplication doit être autant que possible évitée car de nombreuses incertitudes pèsent sur la nature et le volume de l'utilisation de chaque service pris individuellement et car l'exploitation et la maintenance d'un tel agrégat de réseaux deviendraient très difficiles et fort coûteuses. Ceci conduit à la notion d'intégration des services, c'est-à-dire d'un réseau universel, ouvert à l'ensemble des services de télécommunication, et qui se présente à l'utilisateur tout comme se présente à lui le réseau de distribution électrique, non seulement quant à l'unicité de l'accès physique mais également au plan des procédures, quel que soit le service requis.

La normalisation internationale a joué un très grand rôle dans la définition du RNIS. La couverture mondiale des réseaux de télécommunication a déjà été évoquée ; il n'est plus possible à chacun d'édicter ses propres règles, même si des variations mineures subsistent encore de-ci, de-là. D'autres motifs de normalisation que cette recherche de simplification des problèmes d'interfonctionnement entre réseaux nationaux viennent s'ajouter : l'ouverture des marchés des terminaux n'est concevable que si les adaptations restent très limitées ; le coût des composants qui entreront largement dans les équipements du RNIS, et particulièrement dans ces mêmes terminaux, dépend directement du volume de leur marché car seule une large diffusion permettra des coûts réalistes...

Ainsi est né le RNIS, d'abord concept, objet de nombreuses et longues discussions internationales, puis ensemble de normes universellement admises, avant de prendre corps dans des composants électroniques, des équipements puis des réseaux opérationnels. Cet ouvrage s'est donné pour objectif de répondre en premier lieu à ceux qui se posent cette question tout à fait légitime : qu'est-ce donc que ce RNIS ? Et d'y répondre non pas seulement sous la forme d'une liste d'alinéas de cette sorte de « charte des réseaux de télécommunication » que constituent les Recommandations du CCITT, mais en reprenant en profondeur les objectifs poursuivis en matière de services et les techniques conçues pour les satisfaire.

Comment le RNIS va-t-il se développer en s'intégrant aux infrastructures existantes ? Seconde question tout aussi légitime qui intéresse particulièrement ceux qui vont avoir à en prévoir et à en planifier le développement. Si le réseau cible est le même, les stratégies de développement dépendent largement tant de l'état technique que des situations réglementaires dans les différents pays. La partie de l'ouvrage consacrée à cette importante question traite du réseau français, en situation favorable à bien des égards du fait d'une stratégie de rénovation qui remonte au début des années 70 et qui a progressivement préparé l'apparition du RNIS : numérisation du réseau téléphonique, puis synchronisation de ce réseau numérique, mise en œuvre de la signalisation par canal sémaphore, développement d'un réseau public de transmission de données, expérimentations et développement de services télématiques..., autant d'éléments d'un même

ensemble qui se concrétise aujourd'hui par une offre réelle d'accès et de services RNIS, avec l'ouverture commerciale de NUMERIS.

Ainsi consacré à la démythification d'un futur immédiat des réseaux de télécommunication, l'ouvrage ne pouvait laisser dans l'ombre ce que sera probablement la communication vers la fin de ce siècle. Une dernière partie, plus prospective, identifie les tendances probables et les facteurs d'une nouvelle évolution, cette fois vers les services à large bande. A partir des multiples contraintes auxquelles il faudra faire face, souvent simplement extrapolées de ce qu'elles sont déjà dans le RNIS à bande étroite, l'ouvrage identifie et présente brièvement les « pistes techniques » et les mécanismes d'un RNIS à large bande capable de relever ces nouveaux défis.

Dans cette longue aventure du RNIS, il faut relever l'importance de la contribution qu'ont apportée les équipes du CNET depuis plus de vingt ans. Du premier commutateur temporel Platon aux techniques temporelles asynchrones, qu'il s'agisse de commutation temporelle, de transmission numérique, de protocoles de signalisation ou d'échange de données, d'expérimentation de systèmes ou de participation soutenue à la normalisation internationale, sans omettre les études de logiciel et d'organisation des systèmes de commande des commutateurs modernes, le CNET a toujours su se maintenir à la pointe des progrès techniques et de l'innovation. Cet ouvrage de la Collection Technique et Scientifique des Télécommunications consacré aux techniques et aux atouts du RNIS en porte témoignage. Les auteurs qui sont depuis de nombreuses années parmi les principaux artisans de la préparation au CNET de l'avènement du RNIS, étaient sans nul doute les plus compétents et les mieux placés pour nous en faire partager les fondements, la définition, les constituants et la stratégie d'évolution.

Jean-Pierre POITEVIN

*Ingénieur Général des Télécommunications
Directeur du Centre National d'Etudes
des Télécommunications*

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

TABLE DES MATIÈRES

1^{re} PARTIE - VERS LE RNIS	1
CHAPITRE 1 - <i>Les fondements du RNIS</i>	1
1.1. <i>Pourquoi le RNIS ?</i>	1
1.2. <i>Les éléments fondamentaux du RNIS</i>	3
1.2.1. La connexité numérique pour le transfert d'informations	3
1.2.2. La connexité de signalisation en mode message	15
1.2.3. La polyvalence de l'accès au réseau	21
1.3. <i>La construction du RNIS</i>	21
2^e PARTIE - DÉFINITION DU RNIS	29
CHAPITRE 2 - <i>Caractéristiques principales du RNIS</i>	29
2.1. <i>La normalisation du RNIS au CCITT</i>	29
2.2. <i>La modélisation du RNIS</i>	31
2.2.1. Le modèle de référence OSI	31
2.2.2. La méthode de caractérisation des services de télécommunication et des possibilités réseau dans le RNIS	37
2.3. <i>Architecture du RNIS</i>	38
2.3.1. Architecture de base du RNIS	38
2.3.2. Groupements fonctionnels et points de référence	40
2.3.3. Les points de référence et la normalisation	42
CHAPITRE 3 - <i>Les services du RNIS</i>	47
3.1. <i>Classification et méthodes de description</i>	47
3.1.1. Services support, téléservices, compléments de service	47

3.1.2.	Méthodes de description des services de télécommunication et des compléments de service	48
3.2.	<i>Les services support</i>	49
3.2.1.	Définition et description d'un service support	49
3.2.2.	Les catégories de services support	53
3.2.3.	Les catégories des services support en mode circuit	54
3.2.4.	La catégorie des services support en mode paquet	54
3.2.5.	Les atouts des services support RNIS	54
3.2.6.	Les différentes approches techniques des services à commutation de paquets dans le RNIS	56
3.3.	<i>Les téléservices</i>	59
3.3.1.	Notion de téléservice	59
3.3.2.	Le formalisme du CCITT	60
3.3.3.	Les téléservices définis par le CCITT	61
3.4.	<i>Les compléments de service</i>	63
3.4.1.	Définition	63
3.4.2.	Classification	63
3.4.3.	Le formalisme de description d'un complément de service	67
3.5.	<i>Les mécanismes d'adressage du RNIS</i>	67
 CHAPITRE 4 - Interfaces usager-réseau du RNIS		71
4.1.	<i>Variété des interfaces actuelles</i>	71
4.2.	<i>Les interfaces usager-réseau du RNIS</i>	72
4.2.1.	Le schéma de référence du CCITT	72
4.2.2.	Les différentes variantes proposées par la Recommandation I.411	73
4.3.	<i>L'interface S de terminal RNIS</i>	73
4.3.1.	Les principes généraux	74
4.3.2.	Les principales caractéristiques de niveau physique, selon la Recommandation I.430	75
4.4.	<i>Interface à débit primaire</i>	104
4.4.1.	Liens fonctionnels	104
4.4.2.	Réalisation physique	105
4.4.3.	Structure de trame	105
4.4.4.	Considération sur les horloges et la gigue	106
4.4.5.	Fonctions d'exploitation	107
4.4.6.	Câblage	109
 CHAPITRE 5 - Transmission		111
5.1.	<i>L'état actuel du réseau de lignes d'abonnés</i>	111
5.1.1.	La caractérisation en vue de la numérisation	113

5.1.2.	Les particularités de la numérisation des lignes d'abonnés	115
5.2.	<i>Architecture de la ligne numérique d'abonné</i>	116
5.2.1.	Débits retenus et mise en œuvre	116
5.2.2.	Les interfaces au débit de base	117
5.3.	<i>Les techniques de transmission</i>	118
5.3.1.	Le débit de base	118
5.3.2.	Le débit primaire	126
5.3.3.	Mise en œuvre des systèmes	127
5.4.	<i>Les fonctions annexes du système de transmission</i>	128
5.4.1.	Alimentation	128
5.4.2.	Procédure d'activation-désactivation du système de transmission	130
5.4.3.	Critères de choix entre les différentes options	132
5.5.	<i>L'environnement</i>	133
5.5.1.	Les agressions	133
5.5.2.	Les moyens de protection — Les normes de robustesse ..	134
5.6.	<i>Raccordement sur fibre optique : quelques repères</i>	135
CHAPITRE 6 - Les protocoles		137
6.1.	<i>Généralités</i>	137
6.2.	<i>Signalisation d'accès au réseau</i>	141
6.2.1.	Le protocole de Liaison de Données (LAP D)	141
6.2.2.	Le protocole de commande des appels : protocole D ...	151
6.2.3.	Procédures de commande des appels à commutation par paquets	161
6.2.4.	Evolutions des protocoles	164
6.3.	<i>Le système de signalisation CCITT n° 7 dans le RNIS</i>	172
6.3.1.	Le sous-système transfert de messages (SSTM)	174
6.3.2.	Le sous-système utilisateur téléphonique (SSUT)	179
6.3.3.	Le sous-système SSUT enrichi (SSUT-E)	180
6.3.4.	Le sous-système de commande de connexions de signalisation (SSCS)	181
CHAPITRE 7 - Les terminaux du RNIS		183
7.1.	<i>Terminaux et téléservices</i>	183
7.1.1.	Rôle des terminaux dans la fourniture d'un téléservice ..	184
7.1.2.	Les services fondés sur des adaptateurs	184
7.1.3.	Les terminaux RNIS	185
7.1.4.	Le concept d'interchangeabilité	186
7.2.	<i>Les adaptateurs de terminaux</i>	186
7.3.	<i>Les terminaux téléphoniques</i>	187
7.3.1.	Les facteurs de différence de la téléphonie RNIS	187

7.3.2.	Le service de téléphonie RNIS	188
7.3.3.	Les fonctions du terminal	189
7.3.4.	Enrichissements possibles	194
7.3.5.	Les autres services vocaux	194
7.4.	<i>Les terminaux de l'écrit</i>	196
7.4.1.	Les atouts du RNIS pour les services de l'écrit	196
7.4.2.	Le service TELETEX	196
7.4.3.	Le service de télécopie et de TELETEX mode mixte ...	197
7.5.	<i>Les terminaux de l'image du RNIS</i>	199
7.5.1.	Evolution des services de l'image	199
7.6.	<i>Les terminaux de télé-action du RNIS</i>	200
7.7.	<i>Les terminaux multiservices</i>	201
7.7.1.	Exemples de terminaux multiservices	201
7.7.2.	Utilisation de micro-ordinateurs	201
7.7.3.	Exemple de poste de travail bureautique	203
 CHAPITRE 8 - Installations d'usagers du RNIS		 205
8.1.	<i>Installations existantes</i>	205
8.2.	<i>Numérisation des installations</i>	206
8.3.	<i>Communication privée multiservice</i>	207
8.3.1.	Rôle du commutateur privé	207
8.3.2.	Communication multiservice inter-établissement	209
8.4.	<i>Mise en œuvre des interfaces RNIS</i>	210
8.4.1.	Interfaces d'accès au réseau	210
8.4.2.	Interfaces de raccordement des terminaux	211
8.5.	<i>Utilisation des protocoles RNIS</i>	214
8.5.1.	Compléments de services offerts par le réseau	215
8.5.2.	Compléments de services offerts entre les installations au travers du réseau public	215
8.5.3.	Structuration des protocoles RNIS	216
8.6.	<i>Réseaux privés</i>	216
8.6.1.	Choix techniques	217
8.6.2.	Perspectives offertes par la signalisation sémaphore ...	217
8.7.	<i>Interface entre PABX et équipements informatiques</i>	218
8.7.1.	Les interfaces S0 et S2	219
8.7.2.	Caractéristiques techniques	220
8.7.3.	Intérêt de la normalisation	222
 CHAPITRE 9 - La commutation		 223
9.1.	<i>L'intégration de services et la commutation</i>	223
9.2.	<i>Le point de départ : le RNI téléphonique</i>	224

9.2.1.	La synchronisation du RNI	224
9.2.2.	La signalisation sémaphore	225
9.3.	<i>L'introduction du RNIS</i>	225
9.3.1.	Le raccordement des usagers	225
9.3.2.	Les enrichissements fonctionnels	228
9.4.	<i>Les étapes successives</i>	233
9.4.1.	Les services à commutation de paquets	234
9.4.2.	Les services à $n \times 64$ kbits/s	234
9.4.3.	Les services multisupport	235
9.4.4.	Les compléments de service	235
 CHAPITRE 10 - <i>L'exploitation et la maintenance</i>		237
10.1.	<i>L'exploitation du réseau</i>	237
10.1.1.	L'ingénierie du réseau	237
10.1.2.	L'évolution des équipements	238
10.1.3.	Les moyens de maintenance	238
10.1.4.	Le réseau d'exploitation	239
10.1.5.	Les fonctions d'exploitation dans les commutateurs ..	239
10.2.	<i>La maintenance des accès et des installations terminales d'abonnés RNIS</i>	240
10.2.1.	Configurations de référence et définitions	240
10.2.2.	La maintenance des accès RNIS	242
10.2.3.	La maintenance des ITA	244
 3^e PARTIE - LE RNIS EN FRANCE		247
 CHAPITRE 11 - <i>Les données de base</i>		247
11.1.	<i>Le respect des normes</i>	247
11.1.1.	Le réseau support	247
11.1.2.	Les interfaces d'accès	248
11.1.3.	L'offre progressive de services	248
11.2.	<i>Une situation privilégiée</i>	248
11.2.1.	Un réseau téléphonique moderne et fortement numérisé	249
11.2.2.	Une signalisation performante dans le réseau	252
11.2.3.	Une expérience des réseaux et services de données	255
11.3.	<i>Les premiers services numériques</i>	256
11.3.1.	Le service TRANSFIX	256
11.3.2.	Le service TRANSDYN	256

11.3.3.	Le service TRANSCOM	257
11.3.4.	La connexion de PABX	257
CHAPITRE 12 - La première étape de la stratégie RNIS		261
12.1.	<i>Une évolution logique</i>	261
12.2.	<i>Les services offerts</i>	262
12.2.1.	Les services support	262
12.2.2.	Les téléservices	262
12.2.3.	Les facilités ou compléments de services	264
12.2.4.	Interfonctionnement avec les services préexistants	268
12.3.	<i>Les protocoles d'abonnés et de réseau</i>	268
12.3.1.	Le protocole à l'accès d'utilisateur	268
12.3.2.	Le système SSUTR	269
12.4.	<i>Les équipements mis en œuvre dans le réseau</i>	270
12.4.1.	Les équipements de commutation	270
12.4.2.	Les systèmes de transmission	283
12.4.3.	Les passerelles	285
12.5.	<i>Les outils pour l'exploitant</i>	286
12.6.	<i>L'offre RNIS dans le réseau public</i>	286
12.7.	<i>Les équipements d'installations d'utilisateur</i>	289
12.7.1.	Les différentes installations d'utilisateur	289
12.7.2.	Le bus passif	289
12.7.3.	L'évolution des PABX numériques	290
12.7.4.	Les installations RNIS	290
12.8.	<i>Les premiers terminaux</i>	295
12.8.1.	Les priorités	295
12.8.2.	Les adaptateurs de terminaux	295
12.8.3.	Les terminaux téléphoniques	302
12.8.4.	Les premiers terminaux de l'image	303
12.8.5.	Les terminaux à base de micro-ordinateurs	305
12.9.	<i>Les premières applications de NUMERIS</i>	306
12.9.1.	Le développement des applications	306
12.9.2.	Quelques applications exemplaires	307
CHAPITRE 13 - Les étapes suivantes du RNIS en France		315
13.1.	<i>Un RNIS au moindre coût</i>	316
13.2.	<i>La diversification des services</i>	317
13.2.1.	Extension des services support : de la commutation de circuits à la commutation de trames	317
13.2.2.	Les réseaux privés virtuels	322
13.2.3.	Applications	322
13.3.	<i>Evolutions : atouts et contexte</i>	323

4^e PARTIE - ÉVOLUTION ET PERSPECTIVES	325
CHAPITRE 14 - <i>Vers le RNIS à large bande</i>	325
14.1. <i>Les services du RNIS à large bande</i>	326
14.1.1. L'évolution des services de transmission de données ..	326
14.1.2. Le monde de l'audiovisuel	327
14.1.3. Vers une généralisation de la communication multi- média	328
14.1.4. Un développement progressif des nouveaux services ..	329
14.2. <i>Les caractéristiques fonctionnelles d'un réseau cible</i>	330
14.2.1. Quand s'essouffle le RNIS à bande étroite	330
14.2.2. Caractéristiques fonctionnelles d'un nouveau réseau ..	331
14.3. <i>Les technologies et les techniques du large bande</i>	335
14.3.1. Technologies	335
14.3.2. Les techniques numériques appliquées à l'image	337
14.3.3. Une technique de transfert pour le RNIS à large ban- de	338
14.4. <i>L'évolution du réseau de télécommunication</i>	342
14.4.1. Le support optique	342
14.4.2. Vers les services à large bande	342
BIBLIOGRAPHIE	347
GLOSSAIRE	349
RÉPERTOIRE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	353
INDEX	355