



**BUREAU DE DÉVELOPPEMENT
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS**
COMMISSIONS D'ETUDES DE L'UIT-D

Document 2/12-F
3 août 1998
Original: anglais

PREMIERE RÉUNION DE LA COMMISSION D'ÉTUDES 1: GENÈVE, 10 - 12 SEPTEMBRE 1998
PREMIERE RÉUNION DE LA COMMISSION D'ÉTUDES 2: GENÈVE, 7 - 9 SEPTEMBRE 1998

Référence: Document 2/261(Rév.1)-E

Question 2/2: Elaboration de Manuels à l'intention des pays en développement

COMMISSION D'ÉTUDES 2

ORIGINE: RAPPORTEURS POUR LA QUESTION 2/2

TITRE: MANUEL SUR LES NOUVEAUX DÉVELOPPEMENTS POUR LES
TÉLÉCOMMUNICATIONS

TABLE DES MATIÈRES

	Page
AVANT-PROPOS.....	5
REMERCIEMENTS.....	6
SIGLES	7
CHAPITRE 1 - INTRODUCTION.....	11
1.1 Objectif et champ d'application	11
1.2 Structure du Manuel.....	11
CHAPITRE 2 - PARTICULARITÉS DES ENVIRONNEMENTS RURAUX, CONSÉQUENCES POUR LES TÉLÉCOMMUNICATIONS, AVANTAGES RETIRÉS DES TÉLÉCOMMUNICATIONS RURALES.....	12
2.1 Définition d'une zone rurale.....	12
2.2 Accès universel et service universel	13
2.2.1 Définitions.....	13
2.2.2 Fourniture de l'accès universel	14
2.2.3 De "l'accès universel" au "service universel"	15
2.2.4 Stratégies permettant de réaliser les objectifs du service universel.....	16
2.2.5 Avantages et inconvénients de l'approche "directe" et de l'approche "indirecte"	17
2.3 Avantages économiques, sociaux et culturels.....	18
2.3.1 Aperçu des différents avantages.....	18
2.3.1.1 Effet multiplicateur.....	18
2.3.1.2 Recettes directes en devises.....	19
2.3.1.3 Economies d'énergie.....	19
2.3.1.4 Amélioration de la stratégie de marketing	19
2.3.1.5 Meilleure interaction à l'intérieur des différents secteurs de l'économie et entre ces secteurs	19
2.3.1.6 Développement du commerce international.....	19
2.3.1.7 Décentralisation régionale	19
2.3.1.8 Amélioration de l'efficacité des programmes et des services publics.....	20
2.3.1.9 Avantages potentiels d'une croissance du parc d'abonné.....	20
2.3.1.10 Amélioration du bien-être social	20
2.3.2 Exemples d'avantages	20
2.3.2.1 Produit national brut et télécommunications	20
2.3.2.2 Rapport avantage/coût	21
2.3.2.3 Indice de développement humain (HDI) et télécommunications	22
2.3.2.4 Exemples choisis	22

CHAPITRE 3 - PLANIFICATION DES RÉSEAUX DANS LES ZONES RURALES ET ISOLÉES	29
3.1 Introduction	29
3.1.1 Planification des projets/programmes de réseaux de télécommunication ruraux	30
3.1.2 Etudes de coût économique	31
3.1.3 Analyses financières.....	32
3.1.4 Planification budgétaire	32
3.2 Analyses de la demande	32
3.2.1 Accès/service universel et investissement	33
3.2.2 Prévisions de la croissance.....	34
3.2.3 Exemple	34
3.3 Réglementation.....	35
3.3.1 Interconnexion	38
3.4 Aspects financiers.....	44
3.5 Planification du développement des télécommunications rurales au niveau national ..	45
3.5.1 Plans de développement.....	45
3.5.2 Méthodologie	46
3.6 Conception des systèmes	50
3.6.1 Critères à utiliser pour le choix de la technologie	50
3.6.2 Contraintes liées à l'environnement	51
3.6.3 Mise en oeuvre	52
3.7 Gestion du réseau	52
3.8 Administration, exploitation et maintenance.....	54
CHAPITRE 4 - TECHNOLOGIES DE RÉSEAU.....	55
4.1 Systèmes de commutation, concentrateurs, unités locales ou distantes	55
4.1.1 Commutation.....	56
4.1.2 Systèmes de commutation ruraux autonomes	57
4.2 Multiplexeurs	57
4.3 Interconnexion	60
4.4 Technologies du réseau d'accès.....	60
4.4.1 Systèmes non radioélectriques	60
4.4.1.1 Systèmes à fils métalliques.....	60
4.4.1.2 Systèmes à câbles coaxiaux.....	63
4.4.1.3 Systèmes à fibres optiques	64
4.4.2 Systèmes radioélectriques.....	65

	Page
4.4.2.1 Systèmes de Terre	65
4.4.2.2 Systèmes stratosphériques	72
4.4.2.3 Systèmes à satellites	72
4.5 Lignes d'évolution de la technologie.....	77
CHAPITRE 5 - COMPARAISON TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE.....	79
5.1 Forces et faiblesses des différentes technologies.....	79
5.2 Comparaisons techniques entre technologies.....	83
5.3 Quelle technologie à quel prix?	88
5.3.1 Modèles	90
5.3.2 Technologies applicables aux modèles	90
5.3.3 Compatibilité et cohérence technologiques.....	93
5.3.4 Solutions pour les trois modèles	94
5.3.5 Hypothèses.....	95
5.3.6 Comparaison des coûts	95
5.4 Conclusion	98
Annexe 1 - Exemple d'analyse financière.....	102
Références	110

(Projet)

AVANT-PROPOS

Je suis heureux de présenter le dernier d'une série de manuels sur les télécommunications rurales publiés par l'UIT. Les précédents manuels sur ce sujet avaient été élaborés par le GAS 7 du CCITT (aujourd'hui UIT-T) qui est dissout. Le présent manuel, élaboré par le BDT, est une contribution à la Question 2/2 de la Commission d'études 2 de l'UIT-D.

La télédensité dans les zones rurales des pays en développement est en général très faible et nombreuses sont les communautés rurales qui n'ont toujours pas accès ne serait-ce qu'à des services de télécommunications de base. On s'accorde aujourd'hui à reconnaître que les télécommunications sont un moteur de la croissance et que la majorité des habitants des pays en développement qui vit dans les zones rurales doit pouvoir prendre part activement à la société mondiale de l'information naissante. Les Membres de l'UIT font de la fourniture de l'accès universel qui exige des investissements importants dans le développement des télécommunications rurales une priorité absolue.

De nombreux équipementiers voient donc dans les zones rurales un des marchés futurs les plus prometteurs car on ne cesse d'élaborer des équipements de télécommunication et des technologies nouvelles adaptés aux conditions particulières des zones rurales et isolées. Tout manuel sur le sujet est donc très vite dépassé pour ce qui est du choix des technologies mais les principes fondamentaux restent valables et on peut espérer que les utilisateurs de ce manuel tireront profit des grandes orientations qui y sont données et seront encouragés à se tenir au courant des progrès de la technologie.

Ahmed Laouyane
Directeur
Bureau de développement des télécommunications

REMERCIEMENTS

Le présent Manuel sur les nouveaux développements pour les télécommunications rurales a été élaboré par M. Claude Garnier, consultant du BDT. Il reprend largement un certain nombre d'ouvrages et d'articles publiés dans diverses revues spécialisées, des contributions des commissions d'études de l'UIT-D ainsi que des manuels antérieurs sur le sujet publiés par l'UIT (voir les références bibliographiques).

Il est donc pour ainsi dire impossible de nommer tous ceux envers qui l'auteur est redevable mais qu'ils soient ici chaleureusement remerciés de leurs contributions. L'auteur tient à remercier tout particulièrement M. Johan Ernberg et Mme Sylvie Pitt du BDT de leur aide pour l'édition et la préparation du présent Manuel.

SIGLES

ADM	Multiplexeur d'insertion/extraction
AMPS	Système téléphonique mobile évolué
AN	Noeud d'accès
ANSI	American National Standard Institute
AO&M	Administration, exploitation et maintenance
AON	Réseau optique actif
ATM	Mode de transfert asynchrone
BAAP	Plan d'action de Buenos Aires
BDT	Bureau de développement des télécommunications
BML	Niveau gestion commerciale
BOT	Construction, exploitation et transfert
BSC	Contrôleur de station de base
BTO	Construction, transfert et exploitation
BTS	Station d'émission-réception de base
CAI	Interface radioélectrique
CDMA	Accès multiple par différence de code
CP	Point de concentration
CPE	Equipement de locaux d'abonné
CT	Télécommunications sans cordon
CT2	Téléphone sans cordon de deuxième génération
D-APMS	Téléphone mobile numérique évolué
DAMA	Accès multiple avec assignation à la demande
DC	Concentrateur numérique
DECT	Télécommunications numériques sans cordon évoluées
DP	Point de distribution
ETSI	Institut européen des normes de télécommunication
FDD	Duplex à répartition en fréquence
FDMA	Accès multiple par répartition en fréquence
FITL	Boucle à fibre
FSS	Service fixe par satellite
FTTC	Fibre jusqu'au trottoir
FTTCa	Fibre jusqu'au boîtier
FTTH	Fibre jusqu'au domicile

GAS	Groupe autonome spécialisé
GDP	Produit intérieur brut
GEO	Orbite des satellites géostationnaires
GMPCS	Systèmes mobiles mondiaux de communications personnelles par satellite
GNP	Produit national brut
GOS	Qualité de service
GSM	Système mondial de communications mobiles
HDI	Indice de développement humain
IC	Information et communication
IFC	Coût primaire des installations
IMT-2000	Télécommunications mobiles internationales - 2000
IRR	Taux de rendement interne ou effectif
ISDN	Réseau numérique à intégration de services
IT	Technologie de l'information
ITU	Union internationale des télécommunications
ITU-D	Secteur du développement de l'Union internationale des télécommunications (UIT-D)
ITU-R	Secteur des radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications (UIT-R)
ITU-T	Secteur de la normalisation des télécommunications de l'Union internationale des télécommunications (UIT-T)
LAN	Réseau local
LDAU	Unité d'accès numérique locale
LDC	Pays les moins avancés
LE	Central local
LEO	Orbite terrestre basse
MCT	Télécentre communautaire polyvalent
MDF	Répartiteur principal
MEO	Orbite terrestre intermédiaire
ML	Ligne principale
MSC	Centre de commutation mobile
N-AMPS	Système téléphonique évolué à bande étroite
NEML	Niveau gestion élément de réseau
NML	Niveau gestion de réseau
NMT	Téléphone mobile nordique
NPV	Valeur actuelle nette

NT	Terminaison de réseau
NTT	Nippon Telephone and Telegraph Corporation
OSI	Interconnexion des systèmes ouverts
PACS	Systèmes de communications avec accès personnel
PBX	Autocommutateur privé
PCO	Bureau d'appel public
PCS	Service de communications personnelles
PHS	Système téléphonique personnel
PLDT	Philippine Long Distance Telephone Company
PLMN	Réseau mobile public terrestre
PMP	Point-multipoint
POI	Point d'interconnexion
PON	Réseau optique passif
POTS	Système téléphonique classique
PPP	Parité du pouvoir d'achat
PSDN	Réseau de transmission de données public commuté
PSTN	Réseau téléphonique public commuté (RTPC)
PTO	Opérateur de télécommunications publiques
PWAC	Valeur actuelle des charges annuelles
RDAU	Unité d'accès numérique distante
SAN	Noeud d'accès par satellite
SDH	Hiérarchie numérique synchrone (HNS)
SML	Niveau gestion de service
STS	Système de télécommunication stratosphérique
TACS	Système de communication à accès total
TDD	Duplex à répartition temporelle
TDMA	Accès multiple par répartition dans le temps (AMRT)
TMN	Réseau de gestion des télécommunications (RGT)
TOT	Telephone Organization of Thailand
UHF	Ondes décimétriques
UNDP	Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD)

VAN	Réseau à valeur ajoutée
VHF	Ondes métriques
VPN	Réseau privé virtuel
VSAT	Microstation
WTDR	Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde
WTO	Organisation mondiale du commerce (OMC)
xDSL	Ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL) Ligne d'abonné numérique à grand débit (HDSL) Ligne d'abonné numérique à grand débit à paire unique (S-HDSL) Ligne d'abonné numérique symétrique (SDSL) Ligne d'abonné numérique à très grand débit (VDSL)

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 Objectif et champ d'application

Le Volume I (Genève, 1992) du Manuel du Groupe autonome spécialisé 7 (GAS 7) traite des systèmes radioélectriques exploités dans les zones rurales alors que le Volume II (Genève, 1994) porte sur la commutation, le RNIS, le financement et l'utilisation des fibres optiques pour les réseaux ruraux [1].

Le présent Manuel, élaboré dans le cadre du Programme 9 du PABA [2] (Développement rural intégré), est destiné à compléter et à mettre à jour les Manuels du GAS 7.

Axé sur les technologies existantes ou émergentes pouvant offrir des solutions rentables adaptées aux besoins des zones rurales des pays en développement, ce Manuel riche d'informations est destiné à aider ces pays à prendre leurs décisions. Des méthodes et non des recommandations sont proposées car il appartient à chaque administration et à chaque exploitant de télécommunications publiques de déterminer la solution la mieux adaptée aux besoins des populations rurales pour ce qui est des télécommunications.

1.2 Structure du Manuel

Ce Manuel se compose de cinq chapitres. Après l'introduction (Chapitre 1), le Chapitre 2 passe en revue les caractéristiques particulières des environnements ruraux et les conséquences qui en résultent pour le développement des réseaux de télécommunication dans les zones rurales et isolées. Il examine également les avantages qu'apportent les télécommunications pour le développement économique social et culturel. Diverses stratégies sont proposées pour réaliser l'accès universel, l'objectif à terme étant la fourniture du service universel.

Le Chapitre 3 traite de la planification des réseaux dans les zones rurales et isolées, en particulier des aspects techniques, financiers, budgétaires et réglementaires. On examine également diverses formules de financement des télécommunications rurales ainsi que la mise en oeuvre, l'exploitation et la maintenance des réseaux de télécommunications rurales.

Le Chapitre 4, consacré aux technologies de réseau, passe en revue les diverses technologies qui peuvent être utilisées pour mettre en oeuvre des réseaux de télécommunications rurales et met tout particulièrement l'accent sur les technologies radioélectriques qui permettent de mettre en place de façon rentable et efficace l'infrastructure nécessaire.

Le Chapitre 5 compare les différentes technologies d'un point de vue technique et économique. Un point de concentration/de distribution entre le central local et l'abonné peut être nécessaire; dans ce cas les technologies hertziennes ou une combinaison des technologies hertziennes et des technologies filaires sont peut-être les solutions les plus indiquées. Une étude de coût détaillée est faite pour trois modèles différents. Le chapitre se termine par une étude des services qui pourraient être offerts sur le réseau et insiste sur le fait qu'il n'y a pas de panacée pour le développement des infrastructures de télécommunications rurales.

L'Annexe 1 donne un exemple illustrant les éléments à prendre en compte dans l'analyse financière des offres.

CHAPITRE 2

PARTICULARITÉS DES ENVIRONNEMENTS RURAUX, CONSÉQUENCES POUR LES TÉLÉCOMMUNICATIONS, AVANTAGES RETIRÉS DES TÉLÉCOMMUNICATIONS RURALES

2.1 Définition d'une zone rurale

Le plus souvent, l'adjectif rural, qui s'oppose à urbain, s'applique à la campagne ou à tout ce qui touche à celle-ci mais tel n'est pas le cas ici. Dans le présent Manuel, l'expression télécommunications rurales renvoie à des situations où la conjugaison de plusieurs éléments rend difficile la mise en place de services de télécommunication.

Une zone rurale [3] se caractérise par un habitat dispersé, (villages, petites villes); les habitants de ces zones peuvent se trouver à plusieurs centaines de kilomètres du centre d'une agglomération ou d'une ville. Toutefois, dans certains cas, une zone suburbaine peut, elle aussi, être assimilée à une zone rurale.

Une zone rurale présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- rareté ou absence d'équipements collectifs (réseau fiable de distribution d'eau et d'électricité, voirie, transports réguliers);
- pénurie de personnel technique;
- topographie difficile, par exemple lacs, rivières, collines, montagnes ou déserts qui sont autant d'obstacles à la construction de réseaux à câble longue distance;
- climat rigoureux qui sollicite beaucoup les équipements;
- activité économique peu développée reposant essentiellement sur l'agriculture, la pêche, l'artisanat, etc.;
- faible revenu par habitant;
- infrastructures sociales sous-développées (santé, éducation, etc.);
- faible densité de population;
- fréquence d'appel très élevée par ligne étant donné que le service téléphonique est très peu développé et qu'une seule et même ligne dessert un grand nombre de personnes (accords de revente informels).

Pour toutes ces raisons, il est difficile d'offrir, à un prix abordable et avec les moyens classiques, des services de télécommunication publics d'une qualité acceptable, mais aussi rentables pour le fournisseur de services.

Le dernier point de la liste a une double conséquence: pour régler le problème, les réseaux de télécommunications rurales peuvent être dimensionnés en conséquence, c'est-à-dire dotés d'une plus grosse capacité de commutation et d'un nombre de circuits de transmission interurbains plus important que ce dont on aurait besoin dans les zones urbaines. Dans ces conditions, le gros volume de trafic acheminé et les recettes importantes par ligne d'accès permettent d'améliorer les résultats financiers et économiques du réseau rural. Sinon, le réseau sera régulièrement encombré, le service offert sera médiocre et une bonne partie de la capacité du réseau sera utilisée en pure perte pour des tentatives d'appels infructueuses.

Dans de nombreux pays en développement, le taux de pénétration téléphonique dans les zones rurales est très faible. Il est courant d'attendre longtemps pour un raccordement et dans de nombreux pays il arrive très souvent que de gros villages n'aient même pas un simple téléphone public. Dans les pays à faible revenu (voir la définition de la Banque mondiale), on ne comptait en moyenne en 1996 que 8,9 lignes principales résidentielles pour 100 ménages et 0,56 publiphones pour 1 000 habitants (contre respectivement 102,7 et 5,17 pour les pays à revenu élevé) - Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde de l'UIT, 1998 [4].

Les taux de pénétration très faibles observés dans les pays à faible revenu tiennent essentiellement au fait qu'il faut, compte tenu des caractéristiques particulières dont on vient de parler, investir des sommes relativement importantes pour mettre en place des systèmes de télécommunications rurales de Terre (en particulier ceux qui sont mis en oeuvre dans le cadre d'une politique de service universel). Dans douze projets récents financés par la Banque mondiale, chaque nouvelle ligne d'accès dans les zones rurales des pays en développement coûtaient en moyenne trois fois plus cher qu'une nouvelle ligne dans les zones métropolitaines.

Il ne faudrait pas conclure de cet examen des problèmes particuliers que pose la fourniture, dans de bonnes conditions d'efficacité économique, de services de télécommunication dans les zones rurales des pays en développement, que cette opération n'est pas réalisable sur une base commerciale ou doit être nécessairement subventionnée. En effet, dans ces pays, les investissements consacrés aux télécommunications peuvent souvent être financés par des moyens commerciaux normaux. En règle générale, dans les pays en développement où la demande est normalement plus importante que l'offre, une compagnie de télécommunication bien gérée, pratiquant une politique des prix judicieuse, peut couvrir, à l'aide des tarifs, l'intégralité du coût de fourniture du service. On croit souvent que, pour ce faire, les services de télécommunications rurales doivent être largement subventionnés par les services longue distance ou les services en milieu urbain mais ce ne doit pas nécessairement être le cas. Si le réseau est conçu de façon à utiliser des technologies permettant de concentrer les communications dans une zone étendue (par exemple en utilisant diverses architectures "hertziennes" de Terre ou satellitaires) pour réduire au strict minimum les effets d'échelle négatifs sur les coûts unitaires, les services de télécommunications rurales peuvent souvent être très rentables.

2.2 Accès universel et service universel

2.2.1 Définitions

Dans le présent Manuel on entend par "accès universel" le fait d'avoir accès à des services de télécommunication à une distance raisonnable de son domicile. Ce que l'on entend par distance "raisonnable" dépendra du moyen de transport (marche, bicyclette ou engin motorisé) et de la notion de temps qui varie selon les individus.

Le "service universel" serait défini comme le fait d'avoir au moins une ligne téléphonique par ménage. Très peu nombreux sont les pays qui ont atteint cet objectif, lequel va bien au-delà de ce que pourrait objectivement réaliser les pays en développement dans un avenir prévisible.

2.2.2 Fourniture de l'accès universel¹

Chaque communauté doit pouvoir avoir accès aux moyens et services de télécommunication dans un lieu central et commode. La gamme des services offerts devrait permettre de répondre aux besoins de la communauté. Les types et la quantité de services offerts augmenteront avec la demande et la diversification des applications et des débouchés.

Dans un premier temps, cet accès peut-être fourni à l'aide de bureaux d'appel publics (PCO) qui pourront évoluer, ultérieurement, vers des centres communautaires polyvalents (MCT). Certaines administrations de télécommunication - Bangladesh, Chili, Inde, Indonésie, Kenya, Pérou et Sénégal, par exemple - ont privilégié l'installation de téléphones publics dans les zones rurales. D'autres comme l'Inde, l'Indonésie ou le Sénégal, se sont lancés dans des politiques novatrices visant à inciter des patrons du secteur privé à créer et exploiter des PCO. On a ainsi pu mobiliser des sommes importantes pour étendre le réseau de publiphones et améliorer la disponibilité et la fiabilité.

Il ressort d'études faites sur l'utilisation des PCO [6] dans les zones rurales des pays en développement qu'une politique de développement des PCO bien gérée permet de rentabiliser les investissements nécessaires à l'installation des bureaux et apporte aux utilisateurs des avantages considérables qui vont au-delà du prix de leurs communications téléphoniques (vente consommateur).

Les publiphones peuvent aider les pays disposant de réseaux de ligne d'accès actuellement limités à atteindre leurs objectifs de service universel et également constituer, pour des entreprises excentrées, la seule liaison au réseau public, d'où une diversification des débouchés et un gain de productivité pour les patrons et également une création d'emplois.

Le concept de télécentres communautaires polyvalents (MCT) [5] - une infrastructure commune dispensatrice de services d'information et de communication - connu également sous le nom de centres de téléservices communautaires, centres d'information communautaires, téléboutiques ou plus simplement "télékiosques" - est aujourd'hui largement reconnu comme moyen permettant d'améliorer l'accès à ce type de services dans les zones rurales et isolées (ou dans des zones urbaines défavorisées). De tels centres fournissent aux utilisateurs le soutien et la formation nécessaires pour utiliser la technologie de l'information ainsi que les installations de télécommunication et en font bénéficier la majorité de la population d'une communauté rurale pour laquelle de tels moyens restent inaccessibles à titre individuel et/ou qui n'a pas les qualifications nécessaires pour utiliser ces outils.

Outre les services de téléphonie publique, de fax et de messagerie vocale, des télécentres communautaires polyvalents à part entière fourniraient un accès aux réseaux de données (par exemple Internet) de façon à offrir des services de courrier électronique, de transfert de fichiers, d'accès aux bibliothèques et aux bases de données électroniques, aux systèmes d'information publics et communautaires, aux informations sur les marchés et les prix, aux données de surveillance de l'environnement, etc., ainsi qu'à des installations et des équipements de téléenseignement et de télémédecine. Etant équipés d'ordinateurs, d'imprimantes, de photocopieurs, etc., ces centres pourraient également proposer des installations bureautiques (partagées); de plus ils pourraient mettre leurs installations, leur équipement et leur capacité de formation à la disposition des programmes locaux de production (et de réception) de radiocommunaire et de radiotélédiffusion.

¹ On trouvera dans la référence [4] un examen complet de la fourniture de l'accès universel.

Par ailleurs, d'autres services communautaires - poste, banque, distribution d'électricité et distribution d'eau - pourraient être assurés par le télécentre polyvalent qui pourrait alors devenir un centre de développement et d'affaires télécommunautaires ainsi qu'un centre d'activités sociales et culturelles.

2.2.3 De "l'accès universel" au "service universel"

Les statistiques que l'UIT publie sur les télécommunications font apparaître un déséquilibre entre le taux de pénétration téléphonique dans les zones urbaines et les zones rurales. Elles montrent également que plus le PIB par habitant est faible, plus grande est la disparité entre les taux de pénétration en zones urbaines et en zones rurales. C'est ce qu'illustre le Tableau 2.1 ci-après.

La différence entre les taux de pénétration téléphonique dans les zones urbaines et les zones rurales est due essentiellement à un effet seuil lié au revenu.

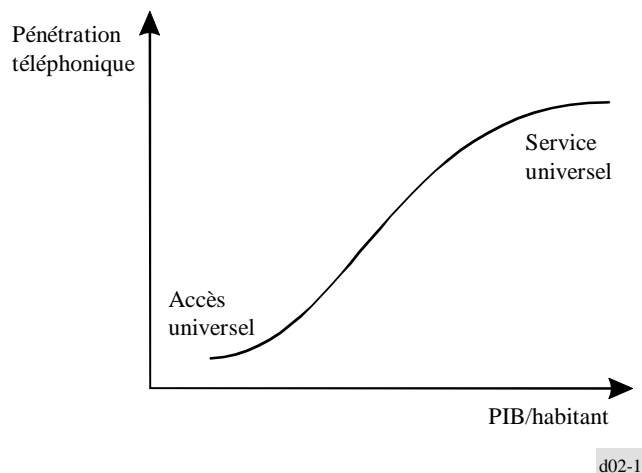
TABLEAU 2.1
**Estimation du taux de pénétration téléphonique dans les zones rurales
des pays en développement**

Source: UIT 1998 - Banque mondiale

Année 1996	Population (en million)		Pénétration téléphonique (lignes principales pour 100 habitants)	
	Total	Rural (Est.)	Total	Rural (Est.)
Pays à faible revenu	3 258,10	2 350	2,45	0,7
Pays à faible revenu à l'exception de la Chine, de l'Inde et du Pakistan	947,29	695	0,825	< 0,1
Pays à revenu intermédiaire inférieur	1 170,62	510?	9,71	2,3
Pays à revenu intermédiaire supérieur	440,36	110	13,36	7,9

Lorsqu'une partie importante de la population se trouve en dessous du seuil de revenu qui lui permettrait d'avoir une ligne téléphonique privée, la fourniture du service universel nécessite la mise en place de stratégies particulières.

La Figure 2.1 ci-après illustre comment les pays, au fur et à mesure de leur croissance économique, passent des objectifs d'accès universel aux objectifs de service universel.



d02-1

FIGURE 2.1

De l'accès universel au service universel

La principale question à laquelle doivent répondre les pouvoirs publics et les régulateurs (ainsi que les opérateurs de télécommunication qui ont contracté des obligations d'accès universel/de service universel) n'est pas de savoir s'il faut investir dans l'expansion des réseaux ruraux mais comment investir. En d'autres termes, quelle méthode d'expansion des réseaux ruraux sera la plus rentable?

2.2.4 Stratégies permettant de réaliser les objectifs du service universel

Toute politique de service universel a deux objectifs: étendre la couverture géographique du réseau téléphonique public commuté et fournir de nouvelles lignes d'accès; toutefois l'un et l'autre de ces objectifs sont plus ou moins prioritaires selon la politique.

Dans l'approche dite "directe" des objectifs de service universel, on privilégie le renforcement de la capacité de la boucle locale et du système de commutation local afin d'offrir rapidement davantage de lignes d'accès et de réduire la liste d'attente, mais la thèse consistant à ne pas rechercher le taux de croissance le plus élevé des lignes d'accès se défend. L'autre approche dite "indirecte" des objectifs de service universel consiste à encourager le développement des liaisons de transmission locales, de la commutation de transit et du réseau longue distance: sur le court terme, le nombre de nouvelles lignes d'accès sera un peu moins important mais la couverture géographique sera plus étendue; pour les raisons expliquées ci-dessus, le nombre de lignes d'accès connectées sur le long terme sera peut-être plus important.

L'une ou l'autre approche peut être préférée selon les priorités fondamentales des politiques économiques et sociales. Dans certains pays, les responsables politiques ont défini leurs objectifs de service universel et les obligations de service universel des opérateurs de télécommunication avant tout sur la base du nombre de nouvelles lignes d'accès à mettre en place dans les zones nouvelles, privilégiant implicitement l'approche "directe". C'est le cas par exemple de l'Inde où il a été récemment demandé aux opérateurs privés du réseau fixe bénéficiant d'une licence d'implanter au moins 10% de leurs nouvelles lignes directes dans des zones rurales. Dans d'autres pays, les objectifs de service universel se traduisent par des mesures indiquant l'étendue géographique du réseau, s'appuyant ainsi, dans une certaine mesure, sur l'approche indirecte. A titre d'exemple, on

peut citer le deuxième programme de développement des télécommunications du Kenya lancé en 1979 qui privilégiait la desserte des zones rurales et des "districts": installation de nouveaux commutateurs numériques dans neuf localités afin que les 41 districts du Kenya aient tous le téléphone automatique. Cet objectif a été atteint en 1988.

Avant d'examiner les divers éléments en jeu, il faut signaler qu'avec les architectures de réseau "hertziennes" évoluées, en particulier les architectures satellitaires, le choix entre ces deux approches est beaucoup plus facile. Le même investissement dans les systèmes hertziens permet souvent à la fois d'étendre la couverture géographique et d'augmenter la capacité. En effet, dans le cas de systèmes à satellites, il n'y a normalement pas lieu de choisir entre investir dans la couverture géographique et investir dans la capacité étant donné que toute augmentation de la capacité du système est instantanément disponible sur une zone géographique très étendue correspondant à "l'empreinte" de couverture d'un faisceau de liaison descendante, d'un satellite ou d'une "constellation" de satellites. Ces observations générales s'appliquent à des architectures satellitaires modernes très diverses - répéteurs de satellites géostationnaires dans des microstations DAMA (accès multiple avec assignation à la demande) et satellites non géostationnaires dans les systèmes mobiles mondiaux de communications personnelles par satellite (GMPCS) - adaptées à la fourniture de services de télécommunications rurales dans les pays en développement.

2.2.5 Avantages et inconvénients de l'approche "directe" et de l'approche "indirecte"

Comme indiqué ci-dessus, dans l'approche "directe" la priorité est donnée à l'expansion de la boucle locale du réseau téléphonique public commuté (RTPC) dans les zones rurales et les zones suburbaines à faible revenu. Pour attirer des abonnés résidentiels dans ces zones, le service de base doit être peu coûteux. Si le service de base doit être largement subventionné par les taxes élevées perçues sur les communications internationales et longue distance (essentiellement abonnés d'affaires) cela peut avoir des conséquences analogues à ceux d'une mesure fiscale et freiner la croissance économique.

Par contre, l'approche "indirecte" vise à accroître l'offre de services longue distance, lesquels ont une valeur marchande élevée puisqu'ils sont utilisés par des entités ou des personnes qui se servent des télécommunications dans des activités de grande valeur; toutefois, les recherches montrent aussi que ce type d'applications des télécommunications a une forte incidence sur la production et par conséquent fait augmenter le revenu national et le revenu par habitant. Sur le long terme, un plus grand nombre de ménages pourront ainsi s'offrir un service de base pour particuliers à des prix non subventionnés (ou peu subventionnés), ce qui a son tour rendra commercialement viable une augmentation de l'offre.

Il est possible d'illustrer les différences entre les deux approches en prenant l'exemple d'un village rural compact fictif du type de ceux que l'on rencontre couramment dans de nombreux pays en développement (en Inde, par exemple, il y a plus de 500 000 villages qui comptent moins de 1 000 habitants). Une stratégie s'inspirant de l'approche directe pourrait donner la priorité à la création ou à l'expansion d'un réseau local dans le village fictif afin de raccorder un grand nombre de ménages. Peut-être faudrait-il alors largement subventionner l'accès et le service local. Or, les communications locales en soi ont une valeur marchande relativement limitée dans un tel village (les gens ont l'habitude de se parler de vive voix) alors que des communications longue distance peuvent être extrêmement précieuses, par exemple dans le cas d'urgences médicales.

Dans un tel village, il y aura des gens qui auront besoin de faire des appels longue distance (voire internationaux) souvent et beaucoup d'autres seulement occasionnellement, par exemple en cas d'urgences médicales ou pour parler à des parents éloignés. Voilà pour les habitants de ce villages les communications qui sont importantes. A moins qu'il soit parfaitement autonome (ce qui est très rare) le village exporte et importe des produits et, éventuellement, des services. Une bonne partie de ce commerce "externe" est gérée par des intermédiaires, des marchands et des commerçants locaux qui pourraient travailler plus efficacement s'ils étaient reliés par un service téléphonique longue distance, et à un prix raisonnable, aux marchés sur lesquels ils vendent ou achètent. Plusieurs études montrent par ailleurs que l'amélioration des communications augmente le pouvoir d'achat des producteurs ruraux sur le marché, ce qui leur permet d'accroître leurs revenus. Une meilleure prise en compte, plus rapide, des conditions prévalant sur les marchés distants auraient également tendance à profiter aux producteurs des "exportations" du village et aux consommateurs de ses "importations". Grâce aux télécommunications longue distance, un village peut consulter des médecins pour avoir un avis médical (par exemple en donnant aux infirmières locales et autre personnel paramédical la possibilité de consulter des médecins dans d'autres villages) et avoir accès à des programmes éducatifs.

2.3 Avantages économiques, sociaux et culturels

Dans le cadre de la Question 1/1 "Rôle des télécommunications dans le développement économique, social et culturel", la Commission d'études 1 de l'UIT-D a publié un rapport final [7] qui passe en revue tous les avantages qu'offrent les télécommunications. Des recherches de plus en plus nombreuses ont montré toute l'importance des télécommunications comme moteur de la croissance économique. Des études ont fait apparaître que, dans la plupart des cas, les avantages économiques que les utilisateurs retirent des services de télécommunication sont bien supérieurs aux coûts correspondants. Les pouvoirs publics de nombreux pays voient également dans la fourniture de services de télécommunication efficaces un facteur de cohésion sociale et nationale. L'idéal de l'accès/du service universel est un idéal d'équité et de participation pour les citoyens d'un pays: les télécommunications en particulier peuvent grandement faciliter l'intégration des populations périphériques dans la vie nationale, économique, sociale et politique.

La volonté de mettre en place des services de télécommunication fiables et efficaces est motivée par la reconnaissance du fait que ces services peuvent avoir une incidence non négligeable sur le rythme et les orientations du développement d'un pays. Les divers avantages tirés des investissements dans le secteur des télécommunications sont examinés ci-après.

2.3.1 Aperçu des différents avantages

2.3.1.1 Effet multiplicateur

D'ordinaire l'investissement dans un secteur fait augmenter la production économique d'un montant supérieur à l'investissement proprement dit; c'est ce qu'on appelle l'effet multiplicateur de l'investissement. En effet, l'injection d'argent frais dynamise l'activité commerciale des secteurs fournisseur et utilisateur. Le secteur des communications est davantage un fournisseur d'intrants pour d'autres secteurs qu'un utilisateur des intrants de ces secteurs. L'incidence des projets de développement des télécommunications sur l'économie d'un pays se traduit essentiellement par une amélioration de l'emploi, une augmentation de la production et/ou de la productivité.

2.3.1.2 Recettes directes en devises

L'installation de nouvelles lignes téléphoniques et la mise en place de services téléphoniques améliorés pour les communications internationales longue distance devrait augmenter considérablement les recettes tirées des services internationaux.

2.3.1.3 Economies d'énergie

Les services de télécommunication peuvent se substituer en partie au transport et peuvent aussi améliorer l'utilisation des moyens de transport et de l'énergie.

2.3.1.4 Amélioration de la stratégie de marketing

L'amélioration des services de télécommunication permet d'accroître l'efficacité du marketing et la concurrence. Les acheteurs doivent pouvoir disposer d'informations sur les prix, les quantités et les caractéristiques des produits si l'on veut qu'un marché s'acquitte correctement de sa fonction de répartition des ressources. A cet égard, l'utilisation d'un réseau de télécommunication est un élément important. Les télécommunications peuvent également servir à établir des contacts plus directs entre les fournisseurs primaires et les marchés. Ce raccourcissement de la chaîne de distribution permet de réduire le coût de distribution des biens et des services, voire d'accroître les revenus des fournisseurs primaires (en particulier dans les zones rurales), ce qui permet de lutter contre la pauvreté.

2.3.1.5 Meilleure interaction à l'intérieur des différents secteurs de l'économie et entre ces secteurs

Le développement de pour ainsi dire n'importe quel secteur de l'économie dépend de l'adéquation du réseau d'infrastructures d'un pays - routes, ponts, installations de génération et de distribution d'énergie électrique, systèmes de télécommunication. Le rôle fondamental des services de télécommunication n'est plus à démontrer dans des domaines comme le développement agricole, l'industrie, le commerce, le secteur des services (banque, tourisme, presse). Ces activités peuvent pâtir de l'absence de services de télécommunication accessibles et fiables.

2.3.1.6 Développement du commerce international

Les entreprises s'internationalisent de plus en plus. Investir dans le secteur des télécommunications va dynamiser l'activité commerciale internationale et aidera ainsi un pays à accroître ses recettes d'exportation.

2.3.1.7 Décentralisation régionale

Les pouvoirs publics encouragent depuis longtemps la délocalisation des entreprises dans des zones moins saturées. Toutefois, l'efficacité de ces incitations est en partie annulée par les coûts élevés de l'information et des transactions et par les coûts de transport inhérents à toute délocalisation. De meilleurs services de télécommunication peuvent réduire considérablement ces coûts. Investir dans les télécommunications peut donc être un bon moyen d'attirer des activités génératrices d'emplois dans des régions défavorisées.

2.3.1.8 Amélioration de l'efficacité des programmes et des services publics

L'administration publique a besoin d'une bonne coordination entre sièges centraux, centres régionaux, bureaux de zone locale et entre fonctionnaires. L'extension et l'amélioration du réseau de télécommunication rendront la gestion plus efficace car on pourra ainsi créer des canaux de diffusion et d'échange d'idées et d'informations ou améliorer ceux qui existent déjà. La gestion des programmes publics sera plus stricte. Les zones rurales à faible revenu pourront bénéficier de services de santé, d'éducation, d'administration publique etc., ainsi que de compétences d'experts pour des avis, un appui ou de la supervision.

2.3.1.9 Avantages potentiels d'une croissance du parc d'abonné

Du point de vue de l'abonné, l'effet multiplicateur se manifeste par le fait que les nouveaux abonnés aux services de télécommunication non seulement peuvent avoir des avantages directs mais aussi augmentent les avantages potentiels de ceux qui sont déjà raccordés au réseau de télécommunication. Bien plus, les avantages découlant d'une communication ne se limitent pas aux parties intervenant dans cette communication; ils peuvent se répercuter sur les personnes qui sont contactées ultérieurement, à la suite de l'appel d'origine.

2.3.1.10 Amélioration du bien-être social

Les télécommunications contribuent au bien-être des individus, des familles et des communautés en facilitant les contacts entre parents, amis et connaissances et en offrant un accès rapide aux services nécessaires pour la protection de la vie, de la santé et des biens. Elles peuvent faciliter le développement de l'habitat humain en desservant même les zones les plus reculées. Elles facilitent également l'intégration politique, culturelle, économique et sociale.

2.3.2 Exemples d'avantages

2.3.2.1 Produit national brut et télécommunications

- La contribution d'un téléphone au PNB est plus importante que le PIB par habitant le plus faible. C'est ce qu'illustrent les figures suivantes (Tableau 2.2):

TABLEAU 2.2

Contribution d'un téléphone au PNB par habitant

Source: Document 1/183 - Commission d'études 1, Question 1/1

PNB par habitant \$ EU	Contribution \$ EU
100	11 804
200	5 550
300	3 727
500	2 384

Par exemple si le taux de pénétration téléphonique en Afrique subsaharienne rurale passait de 0,095 à 0,28, le PNB total de la région passerait de 4 à 5 \$ EU (soit une augmentation de 3% du PNB total).

- La contribution d'une communication téléphonique au PNB est comprise entre 4 et 12 \$ EU pour les pays dont le PNB par habitant est de 100 \$ EU et entre 1 et 3 \$ EU pour les pays dont le PNB par habitant est de 300 \$ EU.
- Le rapport entre la contribution d'une ligne téléphonique au PNB et son coût peut être estimé à une valeur comprise entre 47:1 et 6:1, suivant que l'on considère un PNB par habitant de 100 \$ EU ou de 20 000 \$ EU.

2.3.2.2 Rapport avantage/coût

Un certain nombre d'études ont été entreprises pour quantifier les avantages qu'un abonné peut retirer de l'accès à un service de télécommunication:

- L'exemple suivant dont a fait état le Ministère des communications indien en 1981 (M. Kaul) parle de lui-même (Tableau 2.3):

TABLEAU 2.3

Rapport avantage/coût en Inde

(études effectuées sur 120 utilisateurs d'un bureau d'appel public)

Avec télécommunications		Sans télécommunications			Excédent en	Rapport avantage/coût
Distance moyenne d'un appel en	Coût de l'appel en	Coût du transport par bus en	Valeur du temps perdu en	Coût total des transports en		
km	Rs	Rs	Rs	RS	Rs	
11,24	1,37	4,53	2	6,53	5,16	3,76
34,57	3,54	8,45	4	12,45	8,91	2,52
80,54	4,56	16,19	8	24,19	19,63	4,30
149	5,44	27,69	8	35,69	30,25	5,56

- On a montré en 1986 que les rapports avantage/coût suivants avaient été obtenus aux Philippines par des entreprises ayant accès à des installations de télécommunication (Tableau 2.4):

TABLEAU 2.4

Rapport avantage/coût pour des entreprises aux Philippines

Activité	Rapport avantage/coût
Agriculture	44
Santé	33
Autres	21

2.3.2.3 Indice de développement humain (HDI) et télécommunications [8]

On trouve pour la première fois dans le Rapport sur le développement humain, publié par le PNUD en 1990, la notion d'un indicateur composite regroupant trois éléments également pondérés du développement humain d'un pays: la longévité (calculée d'après l'espérance de vie à la naissance), le savoir (donné par le taux d'alphabétisation chez les adultes et le nombre moyen d'années de scolarité) et le revenu (donné par le PNB réel par habitant, exprimé sous forme de parité du pouvoir d'achat). Cet indicateur, appelé indice de développement humain (HDI), varie de 0 à 1. On considère que les pays dont le HDI est supérieur à 0,8 ont un niveau élevé de "développement humain" alors que ceux dont le HDI est inférieur à 0,5 sont considérés comme ayant un faible niveau de développement humain. Il semble que cet indice permette de mesurer efficacement et de façon adéquate, le développement social, économique et culturel d'un pays.

A titre d'exemple, entre 1961 et 1992, le HDI des pays d'Afrique subsaharienne est passé de 0,2 à 0,357 contre 0,255 à 0,653 en Asie de l'Est.

Il y a une corrélation entre le HDI et le taux de pénétration téléphonique et on a montré que, plus le HDI est élevé, plus la croissance du taux de pénétration téléphonique est forte. Il faut toutefois étudier plus en détail et déterminer la relation de cause à effet entre le HDI et la croissance des télécommunications.

2.3.2.4 Exemples choisis

Avantages des téléphones publics: Sénégal

Une étude a été entreprise au Sénégal en 1986 [6] afin de quantifier les avantages pour l'utilisateur liés à l'utilisation des téléphones publics. Dans le cadre de cette étude, quelque 700 utilisateurs des installations publiques de télécommunication ont été interrogés lors d'entrevues destinées à fournir des informations visant à dresser un profil de l'utilisateur, de façon à pouvoir évaluer précisément la rente du consommateur, celle-ci constituant l'avantage direct de l'utilisation des télécommunications par opposition à une autre méthode de communication possible. Parmi les données prises en compte, figurent l'âge, le niveau d'instruction, la profession, le motif de l'appel, la distance à parcourir pour obtenir la communication et l'autre méthode possible de communication préférée, en cas d'échec de la tentative d'appel. Par ailleurs, différentes questions ont également été posées aux usagers du téléphone, afin de déterminer quel montant ils consentiraient à payer pour une meilleure qualité de service ou pour disposer d'un téléphone public plus proche de leur domicile.

L'étude réalisée au Sénégal a pris également en considération la difficulté d'évaluer le coût d'opportunité du temps dans un contexte rural, qui fait l'objet de variations saisonnières et dépend de facteurs informels, tandis que certains déplacements peuvent être effectués à plusieurs fins (à des fins multiples). Ces difficultés ont été prises en considération en s'abstenant de comptabiliser un déplacement effectué à plusieurs fins et en choisissant toujours la solution comportant le coût d'opportunité le plus faible. L'étude a utilisé une valeur moyenne du coût d'une communication de 4,3 minutes indépendamment de la distance, et calculé un prix économique total, égal à l'avantage moyen de l'utilisateur par communication, en estimant le coût de la meilleure solution de remplacement possible. La méthode consistant à ignorer la distance introduit une sous-estimation de la rente du consommateur dans le cas des communications à plus courte distance et une surestimation pour les distances plus importantes, mais, en moyenne, donne en principe des valeurs de la rente du consommateur comprises entre 38% et 134% ou - en d'autres termes - des rapports avantage/coût allant de 1,38 à 2,34.

Téléphones publics ruraux: Vanuatu

Une étude a été réalisée au Vanuatu en 1988 dans le but d'optimiser l'installation des téléphones ruraux de type bureau d'appel public [9]. En dépit d'une bonne infrastructure des télécommunications dont bénéficient les zones urbaines et les grandes entreprises installées dans les zones rurales, la population rurale ne pouvait accéder aisément aux postes téléphoniques. Seuls quelque 60 téléphones ruraux (dont 44 téléphones publics) desservaient environ 80% d'une population totale de 130 000 personnes. L'étude a été entreprise afin de déterminer la densité d'implantation et la répartition géographique optimale susceptible d'offrir les avantages les plus importants aux utilisateurs ruraux des téléphones publics, pour un coût donné. L'étude a comporté la mesure et la modélisation des pertes consécutives à l'absence d'un système adéquat de télécommunication.

Des données ont été recueillies sur les distances aller-retour parcourues (à pied ou par un autre moyen) à destination de tous les téléphones publics installés dans les zones rurales. La demande annuelle de communications nationales rapportée à 100 habitants, a été ensuite exprimée en fonction du coût encouru par chaque demandeur, en fonction de la valeur du salaire minimum et des frais acquittés de transport par véhicule. L'évaluation de la distance parcourue a abouti à un montant de 30 vatus par kilomètre, lequel a servi à son tour à calculer la rente du consommateur. Un modèle spatial a ensuite été mis au point afin de déterminer l'avantage lié à l'extension du réseau rural en réduisant la distance que les habitants des zones rurales doivent parcourir pour trouver un poste téléphonique. Le pays a été divisé en 96 zones, et le modèle a servi à calculer le taux d'appel pour 100 habitants, le volume du trafic téléphonique, la distance du téléphone le plus proche, la zone dans laquelle se situe le téléphone le plus proche et enfin la rente du consommateur calculée pour chaque zone et la valeur agrégée pour l'ensemble de la zone étudiée.

On a calculé que l'augmentation du nombre de postes téléphoniques de 44 à 64 offrirait un avantage supplémentaire de 2,6 millions de vatus par an (économie annuelle de 56 000 km de déplacements); en supposant l'installation d'un téléphone dans 100 zones, l'avantage supplémentaire atteindrait 11,4 millions de vatus par an (économie annuelle de 125 000 km de déplacements). La valeur moyenne de l'avantage annuel recueilli par emplacement grâce à l'adjonction de 10 emplacements supplémentaires (ayant pour effet de porter le nombre de téléphones publics de 44 à 54) s'élevait à 94 100 vatus et de 78 200 vatus pour le deuxième ajout de 10 emplacements (portant le nombre de téléphones publics de 54 à 64). Dans l'ensemble, les avantages économiques obtenus grâce au réseau téléphonique ont augmenté en fonction du nombre d'emplacements, mais dans une proportion de moins en moins importante; la plus grande partie de cet avantage économique a été recueillie dans les 100 premiers emplacements; en effet, plus les emplacements étaient nombreux et plus le trafic avait tendance à comporter des appels de moindre valeur. L'étude avait cependant pour grave défaut de ne pas évaluer les avantages après déduction des coûts, faute de données appropriées sur les coûts de prestation du service; on ignore par conséquent si la stratégie recommandée présupposait la couverture des dépenses par les recettes.

Le Tableau 2.5 ci-dessous illustre l'impact de l'installation d'un plus grand nombre de téléphones afin de réduire la distance à parcourir jusqu'au téléphone le plus proche. On constate, d'une part, une augmentation du nombre d'appels et, d'autre part, la réalisation d'un avantage supplémentaire de 3,7 millions de Vt/an avec 200 téléphones et de 7,0 millions de Vt/an avec 500 téléphones.

TABLEAU 2.5

Distance/nombre de téléphones

Nombre de téléphones	Distance du téléphone le plus proche		
	3 km	5 km	8 km
Situation actuelle	3 km	5 km	8 km
Avec 200 téléphones	1 km	3 km	5 km
Avec 500 téléphones	1 km	1 km	3 km

On a constaté que chaque segment du marché recueillait des avantages à la faveur de la desserte de nouveaux emplacements ruraux par des téléphones publics. Le Tableau 2.6 ci-dessous récapitule la valeur annuelle des avantages ruraux par segment de marché (millions de Vt/an).

TABLEAU 2.6

Valeur annuelle des avantages ruraux

Segment du marché	Valeur annuelle des avantages ruraux (millions de Vt/an)		
	200	300	500
Utilisateurs privés	7,4	9,7	11,5
Services publics	7,7	8,8	11,0
Industrie et agriculture	2,9	2,9	2,9
Total	18,0	21,4	25,4

Télécommunications rurales: Indonésie et Thaïlande [7]

Une méthode mixte d'échantillonnage à choix intentionnel et aléatoire a été appliquée afin de sélectionner les 299 personnes interrogées dans les quatre catégories suivantes: abonnés équipés d'un téléphone à domicile, lequel domicile coïncidait dans de nombreux cas avec le lieu de leur activité professionnelle; employés travaillant dans des bureaux équipés d'une ligne téléphonique; les emprunteurs de téléphone qui ne sont pas équipés de téléphone, mais qui sont réputés emprunter assez régulièrement celui d'autres personnes, et enfin les non-abonnés ne disposant d'aucune facilité d'accès à une ligne téléphonique. L'échantillon a été réparti équitablement par sexe, par âge, par niveau d'instruction et suivant d'autres critères.

D'après les conclusions de l'étude réalisée en Indonésie, la population des zones rurales éprouve un réel besoin de communiquer au-delà de son environnement immédiat. Au sein de l'échantillon des non-abonnés, près de 40% des personnes interrogées avaient besoin de communiquer régulièrement avec des personnes situées en dehors de leur lieu de travail. Les pourcentages correspondants étaient nettement plus élevés parmi les abonnés résidentiels (79%), les employés de bureau (80%) et les emprunteurs de téléphone (76%).

Les programmes de développement entrepris dans les régions rurales de l'Indonésie exigent des communications suivies entre les bureaux et les entreprises. La constatation suivante témoigne de l'importance du téléphone pour ce type de communication: parmi les abonnés résidentiels, 76% utilisaient le téléphone pour communiquer avec des bureaux et des entreprises, contre 52% pour les employés de bureau, et 23% pour les emprunteurs de téléphone. En ce qui concerne les

non-abonnés, aucun d'entre eux n'a fait état de l'utilisation du téléphone pour ce type de communication. D'autre part, 78% des non-abonnés avaient recours aux visites en personne, contre 61% pour les emprunteurs de téléphone et 42% pour les employés de bureau. 10% seulement des abonnés résidentiels avaient recours à cet effet aux visites en personne.

En ce qui concerne les autres méthodes possibles de communication, plus de la moitié des personnes interrogées en Indonésie ont choisi l'option consistant à emprunter le téléphone de quelqu'un d'autre, ce qui confirme à nouveau l'importance du téléphone dans leur vie quotidienne. De l'avis de la plupart des personnes interrogées, le téléphone a modifié leur existence, cela étant d'autant plus vrai parmi les abonnés résidentiels (96%), par rapport aux employés de bureau (69%) et aux emprunteurs de téléphone (47%). Pour la plupart des personnes interrogées, l'influence ainsi ressentie avait surtout pour effet de faciliter différents types de relations, plutôt que de simplement transmettre des informations ou de permettre de gagner du temps. Il semble en effet que les relations interpersonnelles jouent un rôle de première importance tant pour le travail que les affaires au sein des communautés rurales indonésiennes. Au fur et à mesure de l'essor des relations de travail qui accompagne le développement économique, le téléphone devient un moyen indispensable d'entretenir les relations qui sont essentielles à l'accomplissement des tâches professionnelles.

L'étude réalisée en Thaïlande a retenu quatre districts, deux districts semi-ruraux et deux ruraux, tous situés dans un rayon de moins de 900 kilomètres de Bangkok. Les districts semi-ruraux étaient ceux de Phuket, avec 1 400 téléphones et de Kamphaeng Phet avec 400 téléphones. Les deux districts ruraux étaient ceux de Pasang équipé de 100 téléphones et de Choke-chai sans aucun téléphone au moment de l'étude.

Là encore, l'application d'une méthode d'échantillonnage mixte à choix intentionnel et aléatoire a permis de sélectionner 400 personnes interrogées dans quatre catégories: abonnés résidentiels équipés d'un téléphone à domicile, lequel domicile était généralement le lieu de l'activité professionnelle; employés de bureau équipés d'une ligne téléphonique, personnes munies de deux téléphones, l'un à leur domicile et l'autre au bureau; et non-abonnés, ne disposant d'aucune facilité d'accès à une ligne téléphonique. L'échantillon était équitablement réparti par sexe, par âge, par niveau d'instruction et suivant différents critères.

Les conclusions de l'étude thaï ont été semblables à celles de l'étude indonésienne: les personnes interrogées en Thaïlande ressentaient un important besoin de communication au-delà de leur environnement immédiat. Parmi les non-abonnés, 85% avaient besoin de communiquer régulièrement avec des personnes situées en dehors de leur lieu de travail. Ce chiffre est nettement plus élevé qu'en ce qui concerne l'Indonésie, en raison sans doute notamment de l'inclusion de deux zones semi-rurales dans l'échantillon thaï. Dans les autres catégories de répondants thaïs, les pourcentages étaient les suivants: 96% parmi les employés de bureau, 93% parmi les abonnés résidentiels et 98% parmi les dotés équipés de deux téléphones.

La nécessité de communiquer avec des bureaux et des entreprises s'est avérée aussi forte qu'en Indonésie: 77% parmi les non-abonnés, 91% parmi les employés de bureau, 89% parmi les abonnés résidentiels et 95% parmi les personnes équipées de deux téléphones.

Cette étude a révélé l'existence d'une demande naissante de services de télécommunication, même dans les zones rurales, dans des pays tels que l'Indonésie et la Thaïlande. Là où l'accès au téléphone existe, qu'il s'agisse d'une entreprise privée ou de bureaux des services publics, ou encore de

domiciles privés, la capacité disponible est pleinement utilisée. Environ les trois-quarts des communications étudiées étaient des appels longue distance. Si davantage de téléphones publics sont installés dans les zones rurales, il ressort des conclusions de l'étude qu'ils seront utilisés au maximum et engendreront des recettes, provenant essentiellement des appels longue distance.

Pour nombre des résidents ruraux pris en compte dans l'étude, l'absence de services téléphoniques constitue semble-t-il un handicap majeur. Dans l'échantillon thaï près de 65% des personnes ne disposant pas d'un téléphone dans leur voisinage devaient faire plus de 25 kilomètres pour y avoir accès. Quelque 10% devaient faire plus de 40 kilomètres. Enfin, plus de 90% des appels en question étaient des appels longue distance.

Télécommunications rurales en Thaïlande, 1996 [7]

Le projet de téléphone rural à longue distance a été entrepris par l'Office thaïlandais du téléphone (TOT) en vertu de ses obligations de service universel, dans le but d'assurer des télécommunications rurales par des lignes tant publiques que privées. Le projet répond à des critères plus généraux liés à des objectifs socio-économiques, visant à assurer une rente du consommateur élevée et à stimuler les activités économiques.

En 1996, MIDAS Agronomics Co Limited a réalisé une étude de l'impact socio-économique des télécommunications rurales. Des informations ont été recueillies auprès de trois catégories de personnes, notamment les utilisateurs du téléphone, les exploitants de bureaux d'appels publics et différents individus choisis au sein de la population: chefs de village, agriculteurs, personnes démunies, hommes d'affaires, enseignants et étudiants. L'étude a été réalisée dans neuf provinces pour répondre aux critères de répartition géographique, d'incidence de la pauvreté et d'éloignement plus ou moins grand de la zone étudiée. Dans chaque province, trois villages ont été choisis, un village doté d'un téléphone récemment installé, un autre caractérisé par un historique plus important d'utilisation du téléphone et enfin un village dépourvu de téléphone.

D'après les conclusions de l'étude les téléphones publics installés dans le cadre de ce projet ont offert des avantages substantiels aux populations des zones rurales: les membres les plus pauvres de la communauté ont eu la possibilité de s'informer quant à la disponibilité d'emplois et de rester en contact avec les membres de leur famille dont ils étaient éloignés. La présence de téléphones a permis de prendre des décisions de migration en meilleure connaissance de cause. Les agriculteurs et les commerçants ont pu vérifier les prix en vigueur et accroître leurs revenus. Le téléphone a aidé par ailleurs les organismes publics et privés à dispenser leurs services aux populations rurales, compte tenu notamment des avantages liés à une notification rapide des accidents et de différentes situations d'urgence. Compte tenu de la valeur des économies réalisées sur les frais de déplacement et les dépenses liées aux autres moyens de communication, les avantages recueillis ont valu au moins le double des sommes dépensées pour téléphoner. La conclusion de cette étude a permis de prendre des décisions en parfaite connaissance de cause quant au développement futur du réseau rural de télécommunication.

Télécommunications rurales en Colombie [10]

L'Agence canadienne de développement international a effectué en 1997 une visite sur le terrain, sur la côte pacifique de la Colombie, à l'ouest de la ville de Cali où deux systèmes hertziens point-multipoint (PMP) ont été mis en service en 1994. L'objet de la visite était de faire le point sur l'expérience acquise et d'évaluer dans quelle mesure les objectifs de développement économique, social et culturel avaient été atteints.

Les deux systèmes PMP desservent dix-huit petites communautés comptant au total environ 25 000 habitants. Il n'est possible d'accéder à certaines de ces communautés que par voie maritime. Elles vivent essentiellement de l'agriculture et de la pêche et trois d'entre elles sont aussi des lieux de séjour touristique. Au total, 31 lignes ont été installées. Les services de télécommunication sont assurés par le "service de Atención Indirecto" (service d'assistance indirecte) exploité comme des agences de Telecom Colombia. Les recettes mensuelles moyennes pour un système atteignent 8 500 000 pesos à la mi-97 alors que les recettes par ligne en service, les recettes rapportées à la population de communautés desservies et les recettes mensuelles variaient dans de grandes proportions.

L'analyse utilisateur-consommateur en pourcentage d'appels, basée sur 68 interviews structurées - 51 avec des consommateurs, 17 avec des opérateurs - fait apparaître ce qui suit:

Développement économique (marchés, agriculture, transports, pêcheries, tourisme)	39%
Développement social (santé, secteur public, éducation, environnement)	37%
Personnel (famille, amis)	24%

Certaines observations des consommateurs font apparaître que la disponibilité de services de télécommunication, dans les zones où il n'y a pas de moyens de transport appropriés (accès par la mer par exemple) a permis d'améliorer les soins de santé et les services administratifs dans la communauté, de développer l'activité commerciale et de renforcer la sécurité. A signaler que les consommateurs demandent que plus de lignes soient installées.

Autres exemples [11]

Au Bangladesh, où 90% des habitants vivent dans les zones rurales et où presque tous les habitants ruraux sont employés dans l'agriculture, qui représente 50% du PIB du pays, seulement 10% des téléphones sont installés en milieu rural. La topographie du pays cause des inondations pendant la mousson, ce qui rend les communications routières et ferroviaires impossibles. Dans le cadre de la politique nationale, on étend les télécommunications aux zones rurales et 449 sur 466 sous-districts ruraux disposent maintenant de moyens de télécommunications. On envisage de développer les sous-districts ruraux comme centres d'activité économique rurale et centres de croissance primaires afin de décourager la migration vers les villes.

L'échelle et l'envergure de l'extension des télécommunications à ces zones rurales dépassent les ressources du Gouvernement et des exploitants privés ont donc été invités à participer à ce travail. Les résultats ont été jusqu'ici prometteurs. Le Bangladesh a constaté que les télécommunications rurales peuvent être une source importante de recettes. On cite l'exemple de recettes moyennes de 190 dollars par jour par téléphone, pour 100 demandeurs en moyenne par jour.

La demande croissante des villes du Liban pour la mise en oeuvre de télécommunications en milieu rural est fortement axée sur le soutien du développement commercial et économique. Cette demande inclut les besoins administratifs des secteurs public et privé, des entreprises de type projet telles que les plates-formes pétrolières, de l'industrie minière et forestière, des transactions électroniques pour l'industrie bancaire ainsi que du contrôle et de la gestion des réseaux pour les compagnies de transport par pipeline et les compagnies de chemin de fer. Au Liban, également, il est probable que les télécommunications rurales apporteront une solution au moins partielle à la migration urbaine.

Compte tenu de l'évolution vers une économie de marché au Myanmar, le besoin de télécommunications devient de plus en plus évident. Avec une économie fonctionnant au-dessous de sa capacité, l'amélioration des télécommunications stimulera la croissance économique, dopera la production et conduira à une amélioration des rendements agricoles et à une plus grande efficacité des transports. L'Administration Myanmar Posts and Telecom, qui demeure un organisme public, a été "constituée en société" et fonctionne sur des bases commerciales d'entreprise.

Au Bhoutan, 70% des habitants vivent dans les territoires ruraux presque totalement non desservis et topographiquement difficiles, certaines zones étant à sept jours de marche de la route la plus proche. Le Gouvernement s'est fixé comme objectif de desservir tous les villages d'ici à l'an 2002. Le Bhoutan étudie la possibilité de participer à un projet pilote dans le cadre du Programme 9 - Développement rural intégré - du Plan d'action de Buenos Aires.

Le gouvernement de la Chine reconnaît clairement la contribution que les télécommunications rurales apportent au développement économique et social. La Chine s'est engagée dans un programme ambitieux de modernisation des moyens de télécommunication dans les vastes zones rurales où vivent les trois-quarts de la population du pays. Des priorités d'ordre pratique ont conduit à l'établissement d'un programme rural pluriannuel qui concerne d'abord la région côtière du sud-est et qui s'étendra ensuite vers l'ouest du pays.

La gestion du programme de télécommunications rurales en Chine est fondée sur des principes uniformes qui régissent la planification, la normalisation, le choix des équipements et des systèmes, la construction et les applications de développement. Le programme utilise un éventail large et approprié de techniques de télécommunication modernes. Les objectifs de croissance en termes de densité téléphonique sont très agressifs. La motivation du Gouvernement chinois est clairement liée à un développement économique et social important et aux avantages qui en résulteront.

Au Yémen également, le Gouvernement reconnaît que les télécommunications sont vitales pour le développement socio-économique et la croissance. Les trois-quarts des habitants du Yémen vivent dans les zones rurales faiblement peuplées et topographiquement difficiles, essentiellement dans de très petites communautés. Néanmoins, le Gouvernement du Yémen est déterminé à desservir les zones rurales et isolées.

Pour cette initiative, le Yémen a bénéficié d'un large soutien de la communauté internationale, aussi bien du secteur public (UIT, Banque mondiale et PNUD) que du secteur privé. Le programme rural du Yémen progresse bien, avec plusieurs projets spécifiques en cours qui utilisent les techniques de télécommunication modernes. Des études de planification de réseau sont en cours afin de poursuivre la mise en oeuvre du programme rural. La dernière phrase de la contribution du Yémen mérite d'être citée: "En conclusion, les télécommunications resteront un outil indispensable dans toutes les activités humaines et vouloir c'est pouvoir".

CHAPITRE 3

PLANIFICATION DES RÉSEAUX DANS LES ZONES RURALES ET ISOLÉES

3.1 Introduction

La Conférence mondiale sur le développement des télécommunications, Buenos Aires, 1994, a, dans sa Résolution 4 - Politiques et stratégies des télécommunications, formulé des commentaires détaillés et a suggéré des politiques et des principes appropriés. Les points suivants sont particulièrement importants en ce qui concerne les communications dans les zones rurales et isolées.

Les politiques de télécommunication doivent s'inscrire dans une stratégie globale de développement économique et social. Les principes économiques basés sur les lois du marché jouent un rôle croissant dans le développement du secteur des télécommunications.

Il convient de séparer les fonctions de réglementation et d'exploitation afin de faciliter une gestion plus efficace au niveau des PTO et de mieux tenir compte des besoins des clients qui veulent des services présentant un meilleur rapport qualité/prix. Un cadre réglementaire établi et approprié assurera le développement à long terme du secteur des télécommunications sur une base stable, tout en encourageant l'innovation technologique, la modernisation des infrastructures, la diversification des services et l'amélioration de la qualité de service. Une réglementation appropriée est également essentielle pour promouvoir la fourniture de l'accès universel aux services de télécommunication de base dans les zones rurales et isolées.

La politique de développement des télécommunications doit encourager l'essor harmonieux des réseaux et des services en vue de réduire les disparités nationales et régionales et d'améliorer l'interopérabilité des réseaux dans le monde. Les politiques doivent être définies de telle sorte que les PTO accordent une attention particulière aux besoins des zones rurales et isolées. Compte tenu de l'investissement considérable nécessaire au développement des infrastructures de télécommunication modernes, notamment dans les zones rurales et isolées, il est très important d'explorer toutes les solutions pour attirer les investissements provenant de l'épargne nationale et encourager la participation du secteur privé national et international.

D'autres chercheurs ont examiné l'incidence de l'avènement des télécommunications dans les zones rurales et isolées. Il a été très clairement établi que l'amélioration de l'infrastructure des télécommunications dans les zones rurales et isolées peut élever considérablement la qualité de vie. Toutefois, les télécommunications sont un élément nécessaire mais non suffisant pour améliorer la qualité de vie dans ces zones. D'autres éléments d'infrastructure sont également essentiels, par exemple, les transports, l'eau potable, mais aussi l'eau pour l'irrigation, et l'électrification.

La fourniture d'un service de télécommunications rurales pour être durable doit obéir à des principes commerciaux. Les processus de décisionnels et les opérations des PTO doivent être basés sur l'économie d'entreprise qui englobe à la fois les dépenses et les recettes, en réduisant les premières et en augmentant les secondes. Une "Obligation d'accès universel" et/ou de "service universel" peut être nécessaire pour les zones rurales et isolées mais le fait d'accorder une attention particulière à l'économie et à la rentabilité contribuera largement à alléger la charge de l'obligation.

On peut réaliser d'importantes économies en mettant en oeuvre un programme de télécommunications rurales bien planifié et méthodique. Un programme spécialisé sur plusieurs années développera les connaissances spécialisées du personnel du PTO et des vendeurs d'équipement. Les entrepreneurs qui exploitent des PCO dans les villages trouveront de nouvelles possibilités créatives pour améliorer les services qu'ils fournissent aux habitants ruraux.

Etant donné que la fourniture de services de télécommunication dans les zones rurales et isolées est généralement plus coûteuse que dans les zones urbaines, il faut tirer au mieux parti des possibilités de développement dans les communautés desservies. Il est important d'offrir une capacité suffisante pour tous les besoins de service et le PTO pourra ainsi réaliser toutes les recettes opportunistes qui résultent de la satisfaction de ces besoins.

En théorie, les télécommunications rurales peuvent être rentables, donc viables et durables. Avec une réglementation minimale, la continuité du service rural sera assurée.

Il convient d'organiser et de mettre en oeuvre des projets nationaux de développement des télécommunications rurales à l'aide d'un programme pluriannuel soigneusement planifié, méthodique et progressif, dans le cadre du plan directeur national de développement des télécommunications, afin que les programmes soient exécutés efficacement et économiquement.

3.1.1 Planification des projets/programmes de réseaux de télécommunication ruraux [3]

Toute la planification des réseaux de télécommunication est par nature complexe et implique l'interaction de nombreuses variables interdépendantes. Une telle planification est, par définition, un processus itératif qui cherche à se rapprocher progressivement d'une solution optimale. Dans toute planification de réseau, il convient d'accorder une attention particulière à l'optique de planification à long terme. Les plans doivent être extensibles et souples, et les solutions à court terme risquent constamment d'empêcher l'optimisation à long terme.

Les plans de réseau que l'on compare doivent toujours être comparables, du point de vue de la couverture, des services assurés, de la qualité de service et de la durée. Les comparaisons doivent toujours être équitables ("pommes contre pommes"), afin de constituer une base appropriée pour la prise de décisions. Naturellement, un plan qui ignore ou exclut un élément essentiel tendra à avoir un coût erroné inférieur à celui qui inclut cet élément.

Les méthodes de planification de réseau utilisées et les outils de soutien sont nécessairement perfectionnés. Du point de vue pratique, il est maintenant indispensable d'effectuer des études de planification de réseau en utilisant un outil de planification informatisé afin d'étudier correctement et de comparer les options de réseau multidimensionnelles qui sont désormais possibles. Des outils informatiques appropriés, PLANITU par exemple, existent et sont disponibles. Ces outils de planification de réseau deviennent progressivement de plus en plus "conviviaux" et faciles à utiliser.

La planification de réseaux ruraux pose des problèmes uniques en leur genre au planificateur. Dans cette planification, il est important de prendre en considération les avantages socio-économiques qualitatifs et quantitatifs, que l'avènement des télécommunications rurales procurera aux zones rurales, dans la mesure où ils peuvent être définis. Il est souhaitable de tenir compte de l'aspect financier des avantages socio-économiques (voir ci-après "Analyses financières").

Les objectifs de qualité de service doivent être clairement établis. La demande d'abonnés escomptée et les recettes correspondantes attendues sont naturellement un paramètre d'entrée important du processus de planification qui est en général très mal connu pour les zones rurales et isolées actuellement non desservies. L'utilisation du service de télécommunication par des gens qui n'en

ont jamais bénéficié auparavant est, en tout état de cause, difficile à prévoir. Le nombre de "demandeurs de service en attente" enregistrés risque d'être largement dépassé par la demande latente inexprimée donc "non enregistrée". Là encore, les itérations de planification sont essentielles pour explorer la gamme de possibilités et comprendre la sensibilité des conclusions de la planification de réseau aux variations importantes de la demande.

3.1.2 Etudes de coût économique

Ces études sont basées sur les mouvements de fonds de tous types, tout au long de la période d'étude, y compris les dépenses en capital, les recettes, les frais de maintenance et d'exploitation, les frais généraux, ainsi que les frais de récupération (à la fin de la durée de vie utile des équipements ou des systèmes). Il convient d'inclure des provisions pour les équipements de mesure et les pièces de rechange appropriés, pour la formation du personnel et pour les dépenses commerciales, par exemple le marketing, la facturation et les commissions des agents. Il faut aussi tenir compte correctement, pour la période d'étude, de ces divers types de mouvements de fonds conformément aux conditions de taxation et d'amortissement qui tendent à varier selon les pays.

Si les recettes sont constantes lorsqu'on compare différentes solutions, la "valeur actuelle des charges annuelles" (PWAC) est le critère approprié pour le choix de la décision mais, dans les études de réseau rural, les recettes escomptées sont susceptibles de varier selon les solutions, au niveau de la chronologie sinon du montant global, et le critère de décision correct est donc la "valeur actuelle nette" (NPV). Un autre critère utile est le "taux de rendement interne" (IRR). L'objectif du planificateur de réseau est de trouver la solution de réseau qui optimise la NPV et l'IRR. Pour trouver cette solution, il devra certainement effectuer plusieurs itérations du plan proposé. Les décisions de planification de réseau ne doivent pas être fondées sur le "premier coût installé" (IFC), bien qu'il faille tenir compte de ce coût car il influe directement sur les besoins de financement des projets/programmes.

Il est également important d'effectuer des analyses de sensibilité appropriées. On constatera souvent que trois ou quatre paramètres d'entrée ont une influence importante sur le résultat de l'étude et sur les conclusions auxquelles on parvient et que les autres paramètres sont relativement peu importants. La tâche de gestion consiste alors à se concentrer sur ces paramètres critiques à la fois pour mieux connaître a priori leurs valeurs probables et pour contrôler l'expérience progressivement acquise lors de la mise en oeuvre du plan afin d'ajuster le plan si l'évolution des conditions le justifie.

Il est préférable d'adopter des solutions de réseau assez souples pour s'adapter rapidement aux variations inattendues de la demande qui se produiront certainement. A cet égard, les solutions de réseau basées sur les radiocommunications, avec une capacité souple et la possibilité de déplacement des équipements tendent à avoir un avantage sur les solutions câblées qui incluent une composante importante de travaux de génie civil irrécupérables.

Le planificateur doit également prendre en considération le réseau interurbain national et le réseau interurbain international. Si ces réseaux sont mis en oeuvre par des organisations différentes, la séparation des recettes et des dispositifs d'interconnexion est très importante. Ces parties du réseau national global sont les compléments clés du réseau rural car les recettes grande distance seront un facteur important de l'analyse économique. Si l'on veut réaliser ces recettes, il est indispensable que les réseaux interurbains puissent acheminer les communications à grande distance qui les engendrent. Dans les pays développés, "un non-aboutissement des appels d'un pour cent en heure chargée sur réseau interurbain" est une performance typique de réseau généralement respectée.

3.1.3 Analyses financières

Cette fonction est l'étape qui suit, à un niveau plus élevé, les études de coût économique du réseau rural envisagé. Elle prend en considération le résultat des études de coût et peut très bien exiger que le processus de décision s'oriente vers d'autres domaines. Par exemple et compte tenu, peut-être, de l'impossibilité d'élaborer un Plan de réseau rural qui ait une NPV positive ou une NPV négative d'un niveau acceptable, les analyses financières peuvent déclencher un dialogue avec l'organe de réglementation. Les domaines à prendre en considération pourraient inclure le changement des niveaux et/ou des structures tarifaires. Il convient également de tenir compte du règlement des comptes de recettes. A cet égard, l'évaluation quantifiée des avantages socio-économiques qui résulteront du réseau de télécommunications rurales proposé peut être le facteur clé qui déterminera les dispositions réglementaires.

3.1.4 Planification budgétaire

C'est l'étape suivante qui, au-delà des analyses financières, doit prendre en considération non seulement les valeurs financières précédemment déterminées mais aussi le calendrier des mouvements de fonds, les méthodes permettant de recueillir des fonds (par exemple, endettement, capital-actions ou fonds internes), les besoins en devises étrangères et, éventuellement, d'autres méthodes de financement, par exemple les montages BTO et BOT.

Les risques de change et les taxes d'importation sont deux domaines spécifiques qu'il convient d'examiner attentivement. Une gestion financière prudente exige des dispositions qui protègent l'entreprise des risques dus aux variations inattendues des taux de change. Les taxes d'importation augmentent directement le coût de l'équipement et des systèmes importés et ce coût additionnel doit finalement être reflété dans le prix du service. Un très bon argument financier à faire valoir est que la perception, par les pays en développement, de taxes d'importation sur l'équipement de télécommunications rurales est inutile et contreproductive.

En accordant une attention appropriée à tous les facteurs mentionnés ci-dessus, les planificateurs budgétaires doivent veiller à ce que le Projet/Programme de télécommunications rurales soit correctement adapté aux plans et aux attentes de l'entreprise en matière de budget général.

3.2 Analyses de la demande

La demande sera dans une large mesure déterminée par le rapport coût du service/revenu dont les abonnés potentiels peuvent disposer.

Toutefois, le manque de capitaux limite en général la mesure dans laquelle la demande d'abonné peut être satisfaite dans les zones rurales. Dans ce cas, les investissements disponibles détermineront les objectifs du projet et le nombre d'abonnés qui peuvent être desservis.

Toutefois, pour estimer le taux de pénétration téléphonique réalisable dans les zones rurales et éloignées, il faut tenir compte des éléments suivants:

- la population et sa dispersion géographique;
- le PIB par habitant dans les zones rurales (qui dans la plupart des cas, est plus faible que le PIB moyen par habitant dans le pays);
- les sommes que les particuliers ou les ménages sont disposés à dépenser ou peuvent se permettre de dépenser pour des services de télécommunication;
- les recettes par ligne exigées par l'opérateur pour que la ligne soit commercialement viable.

3.2.1 Accès/service universel et investissement

Des statistiques de l'UIT font apparaître que les pays consacrent entre 1 et 3% de leur PIB aux services de télécommunication. Dans la plupart des pays en développement, on peut raisonnablement penser qu'une communauté rurale sera disposée à dépenser le même pourcentage de son revenu global pour avoir accès à des services de télécommunications de base. On peut estimer le revenu moyen dans les zones rurales à partir des statistiques disponibles.

Prenons par exemple le cas d'un pays comptant au total 20 millions d'habitants dont 70% vivent dans des zones rurales, pour une superficie rurale de 600 000 km². Le PIB moyen par habitant pour l'ensemble du pays est de 200 dollars EU, 56% étant attribué à la population rurale. Chaque habitant des zones rurales est disposé à dépenser 1,5% de son revenu pour des services de télécommunication. Le PIB par habitant dans les zones rurales peut être estimé à $200 \times 0,56 : 0,7 = 160$ dollars EU. Par conséquent, chaque personne dépensera 2,4 dollars EU par an pour des services de télécommunication. Si un ménage compte en moyenne 6 personnes, chaque ménage dépenserait en moyenne 14,4 dollars EU par an.

Il faut compter pour chaque ligne principale installée dans les zones rurales 2 500 dollars EU même si l'expérience montre que ce prix peut dépasser 10 000 dollars EU dans certaines régions (toutefois, le coût d'installation d'une ligne principale en zone rurale baisse sensiblement et l'objectif de moins de 1 000 dollars EU est en vue). Il est évident que les opérateurs - et les investisseurs - ont besoin de rentrer dans leurs fonds le plus vite possible. Il attendent donc un taux de rendement interne de l'ordre de 25%. Pour atteindre un tel objectif, il faudrait que les recettes par ligne soient supérieures à 830 dollars EU (financement sur 10 ans à 8% par an, amortissement annuel linéaire sur une période de 15 ans, coûts d'exploitation, d'administration et de maintenance représentant 15% des investissements, augmentation de 5% par an).

Pour atteindre ce chiffre, chaque ligne principale installée dans les zones rurales de ce pays devrait desservir $830/2,4 = 346$ habitants. Il serait donc nécessaire d'installer environ 40 500 lignes principales, ce qui représente un investissement de 101,25 millions de dollars EU.

La fourniture de l'accès universel - un point d'accès aux télécommunications, avec deux lignes téléphoniques dans un rayon de 5 kilomètres maximum - nécessiterait l'installation de 18 500 lignes seulement, soit un investissement de 46,25 millions de dollars EU.

La fourniture du service universel - une ligne téléphonique par ménage, chaque ménage comptant 6 personnes - nécessiterait l'installation d'environ 2,33 millions de lignes, soit un investissement de 5,75 milliards de dollars EU. Le Tableau 3.1 récapitule ces résultats:

TABLEAU 3.1

Nombre de lignes et investissement nécessaire dans les zones rurales d'un pays fictif^{2, 3}

Objectif	Nombre de lignes	Investissement (en millions de dollars EU)	Recettes escomptées (en millions de dollars EU)
Accès universel	18 500	46,25	33,6
Basé sur le PIB/habitant	40 500	101,25	33,6
Service universel	2 330 000	≤ 5 750	33,6

3.2.2 Prévisions de la croissance

Tout comme dans le cas de la demande d'abonné initiale, les taux de croissance dans les zones rurales dépendent souvent de la disponibilité de l'investissement.

Lorsque les investissements suffisent à satisfaire la demande, les taux de croissance devraient être estimés à partir d'éléments comme le taux de croissance téléphonique historique, les lignes d'évolution et les prévisions de la croissance économique, la croissance démographique, les mouvements de population dus à l'urbanisation ou à la décentralisation.

Toutefois, la croissance du réseau rural, en particulier au tout premier stade de son développement, est souvent limitée par la quantité des investissements disponibles. Dans ce cas, les estimations de la croissance devraient se faire à partir des politiques d'investissement et des prévisions.

Les prévisions de la croissance devraient se faire sur une période suffisamment longue pour que les décisions prises en ce qui concerne le réseau reposent sur une période d'étude économique valable. Elles devraient se faire en principe sur des périodes de deux à cinq ans.

Les taux de croissance annuelle se situent actuellement entre 2 et 12% selon les conditions. Les taux de croissance les plus faibles s'observent généralement lorsque les investissements sont limités. Dans le cas d'un réseau bien développé, des taux de croissance faibles peuvent être le signe d'une saturation du marché. Les taux de croissance élevés s'observent généralement lorsque les investissements sont suffisants, que la demande contenue est satisfaite. Les prévisions de croissance devraient s'appliquer aux chiffres initiaux correspondant à la demande d'abonné.

3.2.3 Exemple [11]

La Philippine Long Distance Telephone Company (PLDT) estime la demande téléphonique par municipalité. Les municipalités sont classées en deux groupes :

- 1) celles desservies par la PLDT; et
- 2) les autres municipalités.

Le dernier groupe comprend les municipalités desservies par d'autres compagnies du téléphone et celles qui ne sont pas desservies (zones nouvelles).

² Les investissements nécessaires pour assurer le service universel sont manifestement surestimés car on peut réaliser des économies d'échelle importantes compte tenu du nombre de lignes principales à installer.

³ Il convient de procéder à un calcul plus détaillé pour tenir compte de la répartition géographique exacte de la population rurale (zones désertiques, zones forestières, etc.).

1) **Municipalités desservies par la PLDT**

- Les besoins pour la zone de service existante sont déterminés à partir d'enquêtes effectuées dans chaque municipalité. On utilise des données secondaires - population et revenu - pour estimer le potentiel de croissance. On utilise les données du responsable de la PLDT pour la ville considérée pour calculer les chiffres définitifs.
- Les localités situées dans un rayon de 1,5 kilomètre du centre de population mais qui ne sont pas desservies représentent la population supplémentaire à desservir.
- La demande des stations principales est calculée comme suit:
Demande des stations principales = population x densité des stations principales.
La variable population est donnée par la population moyenne dans un rayon de 1,5 kilomètre du centre de population, laquelle repose sur les données concernant les centraux ruraux existants de la PLDT.
- La variable densité des stations principales est calculée à partir des centraux ruraux de la PLDT mais elle est réduite de 10% pour tenir compte du fait que les zones desservies par la PLDT sont en général plus développées.

2) **Municipalités desservies par d'autres compagnies du téléphone et municipalités non desservies**

- La demande est calculée à l'aide de la même formule.
- On procède également à des estimations régionales de la densité des stations principales. La demande résidentielle dépend des revenus des familles, du taux d'inflation et du coût des produits de consommation courante. On suppose qu'il y a une corrélation entre la demande professionnelle et le produit intérieur brut (PIB).
- La demande dans les barangays (villages) situés dans un rayon de 1,5 kilomètre du centre de population mais en dehors du village lui-même est elle aussi subdivisée en demande résidentielle et demande professionnelle.
- La projection de la densité des stations principales pour la demande résidentielle est basée sur le taux de croissance escompté du PIB par habitant. La croissance de la demande professionnelle devrait être de 3,5% par an. Pour les barangays situés dans le rayon de 1,5 kilomètre, la couverture de 75% en 1987 sera portée à 90% en 2010 pour la demande résidentielle et la demande professionnelle.

3.3 **Réglementation**

La restructuration et la libéralisation de plus en plus poussées du secteur des télécommunications sont manifestes pour ainsi dire dans tous les pays du monde. Ceci apparaît de plus en plus clairement dans les accords internationaux (OMC).

Le rapport sur le développement des télécommunications dans le monde (1994) examine l'étendue et la diversité des questions, les solutions, les choix qui ont été faits ou qui sont faits actuellement et, dans la mesure du possible, les résultats évidents. La contribution du secteur des services à la richesse économique augmente manifestement. En même temps, l'innovation technologique accroît la capacité et réduit considérablement les coûts, surtout dans le domaine des transmissions à grande distance, de la commutation, de l'exploitation et des systèmes commerciaux. Dans le réseau de la boucle locale (ou d'"accès"), certaines dépenses telles que le droit de passage, les travaux d'alimentation en énergie et de génie civil résistent à toute réduction, bien que les nouvelles technologies améliorent beaucoup la qualité et la souplesse.

Les tarifs établis dans des conditions de monopole subventionnent traditionnellement le service local à partir des recettes grande distance nationales et surtout internationales. Le service de la clientèle d'affaires subventionne le service résidentiel et le service urbain subventionne le service rural. Lorsqu'on introduit la concurrence entre les services, les nouveaux prestataires de services portent tout naturellement leur attention sur les domaines de service où le prix est établi bien au-dessus du coût et se détournent des domaines où le coût égale ou dépasse le prix.

Du point de vue de l'interconnexion, les nouveaux prestataires de services doivent faire passer, obligatoirement à une extrémité et généralement aux deux extrémités de la connexion, les communications de leurs clients par le réseau de la boucle locale établi du PTO. Les termes et conditions de cette interconnexion et le paiement nécessaire pour l'établir sont généralement la clé du succès commercial des nouveaux prestataires de services.

A. Dymond of Teleconsult Limited, Canada [12] a passé en revue les divers outils politiques dont on dispose pour accélérer le développement des télécommunications dans les zones rurales et isolées des pays en développement. Le Tableau 3.2 ci-dessous qu'il a élaboré donne quelques exemples de politiques visant à encourager l'essor des télécommunications rurales.

TABLEAU 3.2
Exemples de politiques

Source: A. Dymond [12]

Politique	Pays
Imposer aux opérateurs monopolistiques nouvellement privatisés l'obligation de service de desservir certaines catégories de la communauté	Mexique, Argentine, Venezuela, Pérou
Imposer aux nouveaux concurrents, aux concessions monopolistiques, aux opérateurs réformés ou partiellement privatisés d'atteindre certains taux de pénétration dans les zones rurales	Inde, Indonésie, Malaisie, Botswana
Offrir des licences monopolistiques pour les zones de service essentiellement rurales	République tchèque, Hongrie, Bangladesh, Venezuela
Autoriser la concurrence ou des fournisseurs de services coopératifs à desservir les zones rurales	Argentine, Pologne
Assortir les licences d'exploitation intéressantes de passerelles internationales, de systèmes cellulaires ou à valeur ajoutée d'obligations de service dans les zones rurales	Philippines, Afrique du Sud
Offrir un financement pour le développement des télécommunications dans des zones non couvertes par les obligations de l'opérateur principal.	Chili, Pérou

Ces exemples peuvent être classés en deux catégories:

- Subventions croisées internes obligatoires

Un exemple de pays qui a établi un service de télécommunication dans toutes ses zones rurales et isolées par la mise en oeuvre réglementaire d'une obligation de concession spécialement définie et ciblée est celui du Mexique [3]. Lorsque Telmex a été privatisé en 1990-1991, la concession de privatisation prévoyait des dispositions et des clauses très précises pour l'extension des télécommunications à des communautés de population spécifiées dans l'ensemble du pays. Au moment de la privatisation de Telmex, une politique de télécommunications rurales était déjà en place et un programme de télécommunications

rurales était en cours de mise en oeuvre au Mexique. Les planificateurs du réseau avaient examiné les technologies existantes et pertinentes, et les plus prometteuses d'entre elles étaient déjà utilisées dans le réseau mexicain. Toutefois, les progrès restaient lents jusqu'ici et on était très en retard par rapport au calendrier prévu. La concession de Telmex prévoyait l'obligation d'étendre les télécommunications à toutes les communautés du Mexique non desservies, comme indiqué dans le Tableau 3.3 figurant ci-dessous.

TABLEAU 3.3
Besoins d'extension faisant l'objet de la concession de Telmex

Population de la communauté							
	0-500		500-2 500		2 500-5 000		>5 000
Demandeurs (A)	<100	>100	<100	>100	<100	>100	(B)
D'ici à la fin de 1994	Néant	Néant	(C)	(C)	(C)	(D)	(E)
1995 et au-delà	(F)	(D)	(F)	(D)	(F)	(D)	(E)

NOTES -

- (A) Demandeurs, avec dépôt de trois mois payé.
- (B) Pas d'exigence concernant les demandeurs en attente. Le service automatique doit être assuré à toutes les communautés ayant une population de plus de 5 000 habitants.
- (C) Exigence minimale, publiphone et/ou agence. "Accès au service de base."
- (D) Assurer un service automatique dans un délai de 18 mois à compter du 100ème demandeur en attente.
- (E) Le service automatique doit être assuré à toutes les communautés ayant une population de plus de 5 000 habitants .
- (F) Assurer un service si les dépenses peuvent être couvertes à 75%.

Au moment de la concession, sur la base des données de recensement existantes, on estimait qu'aux termes de cette exigence il faudrait desservir environ 9 600 communautés supplémentaires, étant entendu qu'avec les données de recensement complémentaires d'ici à la fin de 1994 il faudrait vraisemblablement desservir de nouvelles communautés en plus de celles qui ont besoin d'un service et modifier la catégorie de certaines des communautés figurant déjà sur la liste.

L'expérience mexicaine est probablement, après la concession de Telmex, l'un des meilleurs exemples que l'on puisse trouver d'un programme de télécommunications rurales bien exécuté et réussi, c'est-à-dire méthodique, efficace, économique et ayant atteint ses objectifs. Ce programme a été planifié et exécuté pendant une période de quatre ans, avec un mandat clairement défini, un objectif de performance spécifique et une date d'achèvement prescrite.

- Opérateurs ruraux: cas particuliers

Dans des pays comme le Bangladesh, la République tchèque, en Pologne ou au Venezuela, des opérateurs ruraux se sont vus délivrer des licences pour opérer avant tout dans les zones rurales. Plusieurs questions ont été examinées: rentabilité, partage des recettes et interconnexion.

3.3.1 Interconnexion

La section suivante sur les mécanismes d'interconnexion s'inspire des travaux du quatrième Colloque de l'UIT sur la réglementation/Unité de planification stratégique [13, 14].

Pour que la concurrence soit efficace, le nouvel opérateur doit pouvoir s'interconnecter à des conditions "raisonnables". Ces conditions incluent non seulement la tarification mais aussi de nombreux autres aspects qui sont examinées succinctement ci-après.

Il est utile, à titre préliminaire, de reconnaître qu'une grande partie du coût total supporté par un exploitant à grande distance peut être constituée de paiements qu'il effectue au PTO titulaire pour les services d'interconnexion. Par exemple, plus de 45% du coût total encouru par Sprint (l'un des exploitants à grande distance des Etats-Unis) pour assurer une communication moyenne sont constitués de paiements que cet exploitant effectue pour les services d'interconnexion, c'est-à-dire pour l'interconnexion de ses communications au départ et à l'arrivée ou pour leur transport sur une partie du trajet à grande distance⁴. De même, il y a quelques années, deux nouveaux opérateurs japonais à grande distance, DDI et Teleway Japan, payaient environ 35% de leur tarif pour assurer le transport local d'une communication typique au PTO titulaire, Nippon Telephone and Telegraph Corporation (NTT). Tous les nouveaux opérateurs du type que nous appelons "classique", notamment ceux qui n'offraient initialement qu'un service à grande distance (y compris, dans certains cas, un service international) ont été confrontés à des coûts d'interconnexion d'une ampleur similaire.

Des prix d'interconnexion qui permettent la concurrence et le maintien de l'exploitation par les concurrents sont une condition nécessaire mais non suffisante pour une politique d'interconnexion économiquement viable. Le niveau et la structure des prix d'interconnexion influent aussi fortement non seulement sur l'équilibre concurrentiel entre le PTO titulaire et le nouvel opérateur mais aussi sur les stratégies et le comportement spécifiques du nouvel opérateur et du titulaire. Des conditions d'interconnexion fondées sur des critères économiques appropriés et le développement des pressions concurrentielles qui en résulte peuvent inciter, d'une part, le titulaire à améliorer ses performances et, d'autre part, les nouveaux opérateurs à rechercher les moyens les plus rentables de construire de nouveaux réseaux et de développer ou "réorganiser" les systèmes et pratiques d'exploitation. En revanche, des prix d'interconnexion trop élevés (ou anticoncurrentiels) peuvent conduire à une mauvaise affectations des ressources. L'accord de l'OMC sur les télécommunications de base donne des directives en la matière "L'interconnexion avec un fournisseur principal sera assurée à tout point

⁴ Ce chiffre est basé sur une analyse des rapports annuels de Sprint pour 1991-1993 par M. Tyler et autres.

du réseau où cela sera techniquement possible suivant des modalités, à des conditions (y compris les normes et spécifications techniques) et à des tarifs non discriminatoires et sa qualité est non moins favorable que celle qui est prévue pour les services similaires dudit fournisseur ou pour les services similaires des fournisseurs de services non affiliés ou pour des filiales ou autres sociétés affiliées". Les administrations qui souhaiteraient avoir un cadre général pour leur politique d'interconnexion pourraient s'inspirer du document de référence de l'OMC largement adopté.

Types d'interconnexion

Sept types d'interconnexion sont examinés dans le rapport de l'UIT sur l'interconnexion. Ils sont valables pour le développement de télécommunications rurales dans la mesure où le service rural peut être assuré par un fournisseur en concurrence avec le PTO en place. Dans de nombreux cas, la concurrence peut être un outil nécessaire pour stimuler le développement des télécommunications rurales et élargir le réseau existant. Dans d'autres cas, une restructuration, une autre planification ou, plus vraisemblablement, un apport d'investissements nationaux ou étrangers directs dans l'infrastructure existante peuvent suffire pour dynamiser le développement.

En utilisant la méthode exposée dans le rapport de l'UIT sur l'interconnexion, on a regroupé les sept types d'interconnexion en 3 catégories, chaque catégorie partageant certaines caractéristiques communes du point de vue de la réglementation. Les catégories et les types sont les suivants:

CATEGORIE 1

- 1) **Raccordement de l'équipement des locaux de l'abonné (ELA) au RTPC.** Il s'agit de la réglementation qui régit l'interconnexion avec le RTPC de l'équipement des locaux de l'abonné (ELA) tel que les appareils téléphoniques, les télécopieurs, les modems ou PBX. L'évolution de la technique offrant dans de nombreux cas la possibilité de choisir entre l'exécution de certaines fonctions par l'ELA ou par le RTPC, la distinction entre le raccordement d'ELA (notamment de PBX) et d'autres formes d'interconnexion est un peu moins nette qu'elle peut initialement le paraître.
- 2) **Interconnexion de réseaux privés ("d'entreprise") avec le RTPC.** Les réseaux privés, fondés généralement en totalité ou en partie sur l'utilisation de lignes louées ("circuits privés") fournies par un ou plusieurs PTO peuvent exister en tant qu'entités acheminant le trafic uniquement entre des points "sur réseau", c'est-à-dire des emplacements reliés par des PBX ou par des lignes louées. Mais leur valeur économique est considérablement renforcée si les communications peuvent émaner du réseau privé et aboutir au RTPC ou émaner du RTPC et aboutir au réseau privé.
- 3) **Interconnexion de réseaux à valeur ajoutée (VAN) avec le RTPC.** Les fournisseurs de service à valeur ajoutée ou "améliorés" (par exemple, courrier électronique, services d'accès aux informations/bases de données en ligne ou services de communications de données spécialisés) exploitent leurs propres équipements de réseau tels que ordinateurs, logiciel d'application et parfois commutateurs spécialisés. Ils doivent s'interconnecter avec le RTPC et/ou avec un réseau de données public commuté (RDPC) pour assurer leurs services à la plupart des utilisateurs finals.

Du point de vue du responsable de la réglementation, les interconnexions de la catégorie 1 sont similaires à deux égards. Etant donné que les ELA, les réseaux privés et les VAN ne sont pas en concurrence avec le réseau de base des PTO titulaires, ils ont été libéralisés dans de nombreux pays bien avant que la politique menée dans ces pays par les pouvoirs publics n'autorise la concurrence au niveau du réseau téléphonique central. Les réseaux privés et les VAN sont souvent peu réglementés, si ce n'est pas du tout, et les responsables de la réglementation permettent généralement aux PTO en titre de pratiquer pour les acheteurs d'interconnexion les mêmes tarifs que pour des utilisateurs finals ordinaires (qui bénéficieraient néanmoins de toutes les réductions accordées aux utilisateurs finals à fort volume de trafic).

CATEGORIE 2

- 4) **Interconnexion de nouveaux réseaux fixes à grande distance avec le RTPC.** Dans cette rubrique, nous mettons essentiellement l'accent sur le cas "classique" dans lequel le nouvel opérateur est en totalité ou en grande partie un fournisseur, possédant ses propres installations, de services à grande distance et internationaux comme dans le cas de MCI et de Sprint aux Etats-Unis, de DDI au Japon, de Mercury au Royaume-Uni, de Clear Communications en Nouvelle-Zélande.
- 5) **Interconnexion de nouveaux réseaux fixes locaux avec le RTPC.** Bien que la concurrence ait été introduite initialement sur les marchés à grande distance et/ou internationaux dans presque tous les cas où elle est apparue, d'autres réseaux fixes sont maintenant établis dans de nombreux pays pour le service local également. Certains des exploitants de ces réseaux n'assurent qu'un service local sur leur propre réseau. Afin d'assurer un service commercialement viable, ces opérateurs doivent s'interconnecter avec un ou plusieurs exploitants à grande distance et avec le réseau local du PTO titulaire dans leur propre zone locale.

Les deux types d'interconnexion de la catégorie 2 ne sont apparus que lorsque la politique des pouvoirs publics d'un pays a autorisé la concurrence d'une ou de plusieurs entreprises prêtes à rivaliser avec le PTO titulaire. Cette situation se présente souvent (mais pas uniquement) après la libéralisation de l'interconnexion de la catégorie 1. Une fois que ce profond changement de réglementation a eu lieu, d'autres problèmes complexes se posent en ce qui concerne l'interconnexion, par exemple le niveau et la structure appropriés des taxes d'interconnexion et les meilleures méthodes possibles de réglementation de ces problèmes.

L'interconnexion du réseau d'un nouvel opérateur au RTPC exploité par le PTO titulaire forme une extension du RTPC constituant essentiellement un réseau physique unifié contrôlé et exploité par plusieurs organismes indépendants. Les problèmes d'interconnexion que doivent résoudre les responsables de la réglementation concernent principalement l'interconnexion de nouveaux opérateurs qui établissent et exploitent leurs propres réseaux de transmission ("exploitants possédant leurs propres installations") mais, dans certains cas, ils peuvent s'étendre aux exploitants revendeurs (qui fondent essentiellement ou totalement leurs activités sur la revente des services d'autres exploitants).

CATEGORIE 3

- 6) **Interconnexion de réseaux cellulaires et d'autres réseaux "sans fil" avec le RTPC.**
Etant donné que la majeure partie du trafic acheminé par les réseaux cellulaires est un trafic au départ et à destination du RTPC fixe, l'interconnexion avec le(s) PTO titulaire(s) est une absolue nécessité. De même, les réseaux "sans fil" qui assurent un service d'accès local par des moyens sans fil, jusqu'ici en général dans les localités urbaines, doivent s'interconnecter avec le RTPC afin d'assurer un service commercialement viable.
- 7) **Interconnexion de systèmes à satellites avec le RTPC.** En principe, il ne s'agit pas d'une catégorie distincte. Si les systèmes à satellites assurent des services mobiles, ils peuvent appartenir au type 6. S'ils sont établis pour une utilisation à l'intérieur d'une entreprise, ils peuvent entrer dans la catégorie "réseau privé" ou, s'ils sont utilisés comme des éléments de service par un exploitant de réseau fixe, ils peuvent être considérés comme appartenant à la catégorie 2. Néanmoins, dans la pratique, les politiques d'interconnexion concernant les systèmes à satellites sont souvent inscrites sous forme de question distincte à l'ordre du jour de la réglementation: cela a été le cas, par exemple, dans chacun des pays européens qui a autorisé la concurrence dans les communications par satellite et dans le processus législatif de l'Union européenne.

Les deux types d'interconnexion de la catégorie 3 concernent des opérateurs qui amélioreront considérablement les réseaux des PTO nationaux en titre. Outre les problèmes de réglementation génériques que posent aussi les nouveaux opérateurs qui appartiennent à la catégorie 2, les nouveaux opérateurs de la catégorie 3 posent des problèmes de réglementation spécifiques, partiellement liés à leurs demandes en matière de spectre des fréquences radioélectriques et de mobilité transnationale de leurs utilisateurs finals.

Les multiples "dimensions" de la politique d'interconnexion

Une politique d'interconnexion comprend plusieurs éléments. On peut définir les "dimensions" d'une politique d'interconnexion en examinant deux questions: quelles sont les conditions d'interconnexion importantes pour un nouvel opérateur et lesquelles de ces conditions le responsable de la réglementation cherchera-t-il à influencer ou à contrôler?

Conditions d'interconnexion

- Aspects tarifaires
 - Niveau des prix
 - Structure des prix
 - Calcul en moyenne/par catégories
 - Intégration/séparation
 - A un ou plusieurs éléments
- Aspects non tarifaires
 - Conditions techniques et opérationnelles
 - Fonctions d'interconnexion exécutées
 - Intégration/séparation des fonctions d'interconnexion
 - Structure géographique de l'interconnexion

- Emplacement des POI dans l'architecture de réseau RTPC du titulaire
- Dispositions relatives à la qualité
- Interfaces et normes techniques
- Conditions administratives
 - Conditions de divulgation des informations
 - Futurs projets pour le réseau du titulaire
 - Situation actuelle du réseau du titulaire
 - Conditions de facturation/paiement

Par "niveau général des prix d'interconnexion", nous entendons le prix qu'un exploitant interconnecté paie au PTO titulaire pour l'acheminement d'un volume de trafic donné ou pour la fourniture d'une capacité donnée. Une question essentielle qui se pose concernant le niveau des prix est celle de savoir dans quelle mesure ces prix peuvent inclure un élément de "surtaxe" fondé sur des considérations autres que les ressources utilisées par le PTO titulaire pour assurer les services d'interconnexion, par exemple pour contribuer au financement de l'exécution, par le titulaire, des obligations d'accès de service universel.

La structure des prix d'interconnexion se compose de nombreux éléments. Parmi ces considérations structurelles, les plus importantes sont les suivantes:

a) Etablissement des prix en moyenne ou par catégories

Les taxes d'interconnexion peuvent être fixées au même niveau pour tout le trafic ou varier, généralement afin de refléter les conditions particulières influant sur le coût de la production de services d'interconnexion par le PTO titulaire. Les taxes établies par catégories peuvent varier pour refléter des facteurs tels que:

- le volume de trafic à chaque point d'interconnexion (POI);
- la distance d'un POI du nouvel opérateur par rapport au commutateur local le plus proche du réseau du PTO titulaire (si cette distance est grande, parce que le nouvel opérateur a décidé d'installer peu de POI, le trafic de ce nouvel opérateur doit parvenir au commutateur local le plus proche du titulaire par des liaisons intermédiaires dans le réseau du titulaire, c'est-à-dire des commutateurs en cascade ou des "circuits inter-machines");
- la zone géographique où l'interconnexion est assurée (les coûts du PTO titulaire peuvent être plus élevés dans certaines zones que dans d'autres, par exemple en raison du nombre et de la densité géographique des abonnés téléphoniques).

b) Intégration ou séparation des fonctions. L'exploitant interconnecté paie-t-il une taxe unique pour toutes les fonctions de réseau nécessaires pour émettre et recevoir une communication par l'intermédiaire du réseau du PTO titulaire ou existe-t-il un "menu" avec différentes fonctions taxées séparément et avec la possibilité pour l'exploitant interconnecté de choisir certaines fonctions plutôt que d'autres dans les cas où cela est techniquement possible? La séparation des fonctions peut conduire à offrir séparément l'utilisation de différentes parties "géographiques" du réseau du titulaire et/ou de différentes fonctions techniques.

- c) **Tarifs à un ou plusieurs éléments.** Les taxes d'interconnexion peuvent revêtir la forme simple d'un prix par minute de trafic, c'est-à-dire d'un "tarif à un seul élément" ou le prix peut comprendre plusieurs éléments différents: par exemple, une taxe par minute, plus une taxe basée sur la capacité d'interconnexion fournie par le PTO titulaire. Des types plus élaborés de tarification à plusieurs éléments sont également possibles; certains d'entre eux peuvent être économiquement justifiés mais difficiles à appliquer. Par exemple, aux Etats-Unis, la structure des prix d'interconnexion vise à récupérer les coûts d'interconnexion sensibles au trafic ou non par différents moyens, les taxes payées étant variables selon les entités.

En conclusion, un réseau de télécommunications rurales performant et durable suppose une politique et une réglementation appropriées. Les organisations internationales pourraient fournir une assistance technique, élaborer des politiques de tarification et d'interconnexion qui conduisent au développement commercial des services de télécommunication dans les zones rurales et isolées. A titre d'exemple de pays où de telles initiatives ont déjà été couronnées de succès, on peut citer le Mexique, comme indiqué ci-dessus, et le Bangladesh précédemment cité.

L'expérience indique que le cadre réglementaire le mieux adapté au développement des télécommunications rurales prévoit les dispositions et modalités suivantes:

- Une autorité de réglementation aussi indépendante que possible est en place.
- Des tarifs et des modalités de règlement des comptes appropriés sont en place.
- L'obligation de concession doit tenir compte de l'intégrité financière et de la viabilité du service de télécommunication.
- Les termes et conditions d'interconnexion doivent être examinés et définis.
- L'utilisation efficace du spectre des fréquences exige une gestion efficace de ce dernier.
- L'autorité de l'organisme de réglementation se traduit par l'octroi de licences et de concessions.
- Les modalités d'octroi de licences doivent être compatibles avec une structure de réseau efficace.

La fourniture de services de télécommunication dans les zones rurales et isolées doit être fondée sur les principes suivants:

- Le service est assuré par des PCO et des MCT, et par des lignes pour desservir les clients non résidentiels.
- L'investissement rural est encouragé d'une manière généralement compatible avec les relations prix/coût.
- L'innovation est encouragée pour assurer le service rural.
- L'exploitation des PCO et MCT ruraux est concédée au secteur privé, notamment à des entrepreneurs locaux.

La relation dépenses/recettes est un facteur clé pour l'organisme de réglementation, notamment afin de connaître le volume et les recettes du trafic interurbain des messages entrants, y compris des messages internationaux entrants. L'organisme de réglementation doit obtenir une "contribution des recettes locales" adéquate et appropriée mais non excessive provenant du trafic interurbain des messages sortants et entrants, nationaux et internationaux.

CHAPITRE 5

COMPARAISON TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Il n'est pas facile pour les administrations et les opérateurs de mettre en place, dans les meilleurs délais et de façon efficace, des infrastructures de télécommunication dans les zones rurales et isolées des pays en développement. En effet, les investissements nécessaires sont importants et les systèmes installés auront une durée de vie de 10 ans ou plus. Il faut donc absolument prendre les bonnes décisions quant au choix des technologies et à la configuration du système.

Après avoir passé en revue les forces et les faiblesses de chaque technologie et les avoir comparées sur un plan technique, ce chapitre vise à donner aux opérateurs de réseaux et aux décideurs des directives qui les aideront à choisir la solution technique et économique optimale pour mettre en place, remplacer, moderniser ou étendre les réseaux de télécommunications rurales.

5.1 Forces et faiblesses des différentes technologies

Le Tableau 5.1 ci-après présente certaines caractéristiques (forces et faiblesses) des diverses technologies qui peuvent être utilisées dans les zones rurales et isolées. Les renseignements figurant dans ce tableau sont repris d'un certain nombre de publications de l'UIT, de l'ETSI, d'opérateurs de systèmes, de consultants et de fournisseurs. On a utilisé en particulier les références [27, 33, 34].

TABLEAU 5.1
Forces et faiblesses

	Forces	Faiblesses
Câbles métalliques		<ul style="list-style-type: none">- Investissement initial important- Longueur et largeur de bande limitées- Diaphonie- Maintenance- Mise en place très longue
Fibre optique	<ul style="list-style-type: none">- Grande largeur de bande et par conséquent grande capacité- Longue distance- Qualité	<ul style="list-style-type: none">- Maintenance- Investissement initial important
Faisceaux hertziens de forte capacité	<ul style="list-style-type: none">- Longue distance- Qualité	<ul style="list-style-type: none">- Coût élevé des infrastructures, (pylônes, alimentation, bâtiments)- Visibilité directe nécessaire- Efficacité spectrale- Evanouissement
Faisceaux hertziens de faible capacité ou de capacité moyenne	<ul style="list-style-type: none">- Qualité	<ul style="list-style-type: none">- Visibilité directe nécessaire- Efficacité spectrale- Evanouissement

<p>Systèmes radioélectriques monocanal</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Raccordement d'abonnés isolés au central local (ou au concentrateur) sur des distances de plus de 50 km 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité spectrale - Brouillages dans les bandes des ondes métriques et décimétriques - Capacité de transmission de données limitée
<p>Systèmes point-multipoint FDD/AMRF</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Raccordement d'un nombre limité d'abonnés situés dans un rayon de 50 km du central local (ou du concentrateur) 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité spectrale - Brouillages dans les bandes des ondes métriques et décimétriques - Capacité de transmission de données limitée - Bruit
<p>Systèmes point-multipoint AMRT</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transparence totale du service (transmission de signaux vocaux et de données, y compris RNIS, services Internet) - Zone de couverture de plusieurs centaines de kilomètres avec répéteurs - Plusieurs centaines de stations - Plusieurs milliers d'abonnés - Interface à 2 fils ou à 2 Mbit/s avec centraux locaux de n'importe quel type - Conception modulaire permettant une extension facile à moindre coût - Plusieurs bandes de fréquences - Faible consommation d'énergie - L'interface d'abonné peut être à deux fils ou hertzienne 	<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes "propriétaires" - Aucune normalisation concernant l'interface radioélectrique - Efficacité spectrale - Visibilité directe nécessaire
<p>Systèmes numériques sans cordon à la norme CT2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission de signaux vocaux et transmission de données limitée - Norme CT2/CAI - Facilité de planification - Possibilité d'interfaçage avec les systèmes point-multipoint AMRT - Technologie peu coûteuse éprouvée 	<ul style="list-style-type: none"> - Elimination progressive - Portée limitée - Mobilité limitée

<p>Systèmes numériques sans cordon à la norme DECT</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Connexion au RTPC et au RNIS - Norme paneuropéenne - Capacité de trafic élevée (environ 10 000 E/km²) - Plusieurs fournisseurs - Planification des fréquences pas nécessaire - Utilisation de n'importe quel type de téléphones, y compris des combinés mobiles DECT - cryptage et authentification - Boucle locale radioélectrique - Interfaçage facile avec les systèmes point-multipoint AMRT - Interfonctionnement avec les systèmes à la norme GSM - Mobilité limitée - Technologie peu coûteuse éprouvée 	<ul style="list-style-type: none"> - Couverture limitée - Sur longs trajets, vulnérabilité à l'étalement du temps de propagation dû au phénomène de propagation par trajets multiples
<p>Systèmes numériques sans cordon à la norme PHS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Connexion au RTPC - Mobilité - Communications directes de combiné à combiné - Cryptage et authentification - Interface avec les systèmes point-multipoint AMRT japonais - Interface à 2 fils, V5.1 ou V5.2 avec le central local - Fort appui du Japon 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas une norme "universelle"
<p>Systèmes numériques sans cordon à la norme PACS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Connexion au RTPC - Interface avec le RNIS et le réseau GSM (interface A) - Forte capacité - Optimisation pour une faible mobilité - Conformité à la norme J-STD.014 de l'ANSI - Evolution pour les systèmes PCS - Plusieurs fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place non achevée - Coûteux

Systèmes cellulaires analogiques	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission de signaux vocaux et de données à faible débit ($\leq 4,8$ kbit/s) - Technologie éprouvée - Peu coûteuse - Zone de couverture d'une station de base: environ 35 km - Déploiement rapide - Plusieurs fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible capacité, d'où la nécessité d'avoir plusieurs stations de base - Qualité vocale médiocre - Efficacité spectrale - Manque de sécurité - Pas transparent vis-à-vis du RTPC sauf s'ils sont spécifiquement conçus pour des applications utilisant la boucle locale hertzienne
Systèmes cellulaires numériques à la norme D-AMPS	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission de signaux vocaux et de données à faible débit - Technologie éprouvée - Conformité aux normes CAI IS-54/IS-136 - Compatibilité avec les systèmes cellulaires analogiques AMPS - Plusieurs fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'un contrôleur au niveau du central local - Qualité vocale - La norme IS-54 ne prend pas en charge la transmission de données (la version IS-136 est nécessaire pour la transmission de données)
Systèmes cellulaires numériques AMDC à la norme IS-95	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission de signaux vocaux et de données à faible débit - Conformité à la norme IS-95 - Forte capacité - Facilité de planification 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas encore totalement éprouvés - La portée dépend de la charge de trafic - Nécessité d'un contrôleur pour l'interface avec le central local
Systèmes cellulaires numériques à la norme GSM/DCS	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission de signaux vocaux - Norme européenne, largement acceptée - Utilisation efficace du spectre - Technologie éprouvée - Plusieurs fournisseurs - Interfonctionnement avec les systèmes à la norme DECT 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement initial important - Qualité vocale - Transmission de données limitée (pour l'instant)
Systèmes cellulaires numériques composites AMDC/AMRT	<ul style="list-style-type: none"> - Vaste gamme de services (téléphonie, données, etc.) - Compatibilité avec tous les commutateurs du RTPC - Interface à 2 fils, V5.1 ou V5.2 - Extension vers les systèmes PCS - Emplacements de cellules très divers - Conformité à la norme IS-661 et la norme J-STD-017 - Plusieurs fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas encore parfaitement éprouvés - Restent coûteux
Systèmes stratosphériques	<ul style="list-style-type: none"> - Services hertziens large bande, y compris multimédia 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas encore disponibles (1999 au plus tôt)

Systèmes fixes par satellite	<ul style="list-style-type: none"> - Fourniture de liaisons interurbaines - Fourniture d'une liaison d'accès entre abonnés isolés (ou groupes d'abonnés) à l'aide de microstations ou de technologies de boucle locale hertzienne classiques lorsqu'on ne peut pas utiliser à un coût raisonnable une autre technologie - Très grande zone de couverture 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'investissement payable d'avance élevés (satellites, lancements, etc.) mais partagés entre plusieurs opérateurs/investisseurs - La qualité vocale dépend du codage de la parole
GMPCS	<ul style="list-style-type: none"> - Fourniture de services de télécommunication (téléphonie, données, Internet, radiomessagerie) pour ainsi dire en tout point de la planète - Accès direct aux satellites depuis des terminaux fixes ou mobiles - Terminaux bimode (satellite et de Terre pour certains) - Plusieurs opérateurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût du déploiement - Prix d'une communication d'une minute trop élevé pour les habitants des zones rurales des pays en développement - La plupart des systèmes ne sont pas encore en service - La qualité vocale dépend du codage de la parole

5.2 Comparaisons techniques entre technologies

Le Tableau 5.2 ci-après compare les diverses technologies qui pourraient être utilisées pour la fourniture d'infrastructures de télécommunications rurales.

Cette comparaison technique n'est en aucun cas une analyse exhaustive ou détaillée; elle donne une idée générale des performances des différents types de systèmes dans certains domaines bien précis. Les critères suivants ont été choisis:

- complexité technologique: complexité de la technologie proprement dite et nombre de composants nécessaires pour la déployer (par exemple centre de commutation mobile, contrôleur de station de base, etc.);
- qualité vocale;
- capacité de transmission de données;
- consommation d'énergie: ce critère ne concerne pas les équipements des locaux d'abonné sauf dans le cas des GMPCS;
- mobilité/itinérance;
- facilité de planification: dans le cas des systèmes radioélectriques, ce critère renvoie essentiellement à la planification des fréquences, aux études de propagation, etc.;
- modularité: capacité du système de raccorder de nouveaux abonnés sans qu'il soit nécessaire de réaménager techniquement le réseau;
- facilité de croissance du réseau;
- compatibilité avec le RTPC;
- compatibilité avec le RNIS;
- services offerts.

Notes

L'utilisation d'un système cellulaire mobile pour assurer un service de téléphonie fixe, en particulier avec des téléphones publics, peut présenter certains inconvénients. Selon la capacité de la cellule qui dessert les téléphones publics et le nombre de téléphones, la structure du trafic et le volume du trafic mobile, la qualité de service d'un système cellulaire normalement conçu pour offrir une qualité de service de 95% se dégradera. On a constaté, au moins dans un pays, que le nombre d'appels n'ayant pas abouti dans le service mobile s'est multiplié et que la qualité de service des téléphones publics s'est sensiblement dégradée.

TABLEAU 5.2

Comparaison technique

	Fils métalliques	Fils métalliques avec x-DSL	Fibre optique	Faisceaux hertziens	Système radioélectrique monocanal	Systèmes point-multipoint AMRF	Systèmes point-multipoint AMRT
Complexité technologique	Faible	Moyenne	Faible	Elevée	Faible	Moyenne	Moyenne
Qualité vocale	Bonne	Bonne	Très bonne	Très bonne	Moyenne/ bonne	Moyenne/ bonne	Très bonne
Capacité de transmission de données	Faible	Elevée	Elevée	Elevée	Faible	Faible	Elevée
Consommation d'énergie	-	Moyenne	Faible	Moyenne	Faible	Moyenne	Faible
Mobilité/ itinérance	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Facilité de la planification	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne à élevée
Modularité	-	-	-	Faible	Faible	Moyenne	Elevée
Facilité de croissance du réseau	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Moyenne	-	Faible	Elevée
Compatibilité avec le RTPC	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Compatibilité avec le RNIS	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Services offerts	Service téléphonique classique	Evolués	Evolués	Evolués	Service téléphonique classique	Service téléphonique classique	Certains évolués

1

TABLEAU 5.2 (SUITE)

Comparaison technique

	Cellulaire analogique	D-AMPS	GSM	IS-95 AMDC	Composite AMDC/AMRT	Systèmes stratosphériques
Complexité technologique	Elevée	Elevée	Elevée	Elevée	Elevée	Elevée
Qualité vocale	Médiocre	Moyenne	Moyenne	Bonne	Bonne	Bonne
Capacité de transmission de données	Faible	Faible	Faible	Moyenne	Bonne	Bonne
Consommation d'énergie	Elevée	Elevée	Elevée	Elevée	Elevée	Elevée
Mobilité/itinérance	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Probablement
Facilité de planification	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non
Modularité	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible
Facilité de croissance du réseau	Faible	Moyenne	Moyenne	Elevée	Elevée	Elevée
Compatibilité avec le RTPC	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Compatibilité avec le RNIS	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Services offerts	Service téléphonique classique	Service téléphonique classique	Service téléphonique classique	Service téléphonique classique	Certains évolués	Evolués

Le problème est que le téléphone public génère un volume important de trafic. Il n'est pas inhabituel qu'un bureau d'appel public achemine de 100 à 200 communications sur téléphone mobile, ce qui sollicite de façon exceptionnelle une cellule et en fait mobilise de façon quasi permanente une voie de trafic. Lorsqu'un certain nombre de bureaux d'appel publics sont desservis par la même cellule, il se peut que la cellule ne puisse offrir un service acceptable, faute de capacité. On peut bien sûr faire valoir qu'en pareil cas le système devrait être redimensionné pour avoir une plus grande capacité: on pourrait par exemple augmenter le nombre de cellules ou fractionner chaque cellule, mais ces modifications coûtent cher à l'opérateur. A moins que les abonnés et le responsable de la réglementation ne soient disposés à accepter un service téléphonique public inférieur à la norme et une dégradation du service mobile, utiliser l'infrastructure cellulaire mobile pour offrir un service fixe n'est pas une solution satisfaisante. On pourrait toutefois utiliser un système cellulaire mobile, temporairement, dans des zones où il n'y a pas de service fixe public.

Lorsqu'on attribue des fréquences du spectre et qu'on les assigne aux opérateurs, il conviendrait de tenir compte du fait que certaines technologies présentent une meilleure efficacité spectrale que d'autres: un système AMDC, par exemple, utilisera, **dans certains cas**, un neuvième environ de la quantité de spectre dont aurait besoin un système AMPS et environ un quart du spectre dont aurait besoin un système GSM pour le même nombre d'utilisateurs. Ceci ne signifie pas que la technologie AMDC soit toujours le meilleur choix car il faut prendre en considération d'autres paramètres. Il appartient à l'opérateur d'évaluer les mérites d'une technologie par rapport à une autre dans un environnement donné, par exemple en calculant le rapport coût-performance des différentes technologies considérées, lequel peut s'exprimer de la façon suivante:

$$\frac{\text{Performance}}{\text{Coût}} = \frac{\text{Qualité} \times \text{zone de couverture} \times \text{portée} \times \text{capacité}}{(\text{Charges financières} + \text{coûts AOM} + \text{droits de licence}) \times \text{Efficacité spectrale}}$$

Pendant la planification d'un système hertzien, il faut tenir compte des besoins de spectre et de la disponibilité de cette ressource (le coût du spectre est un facteur important dans l'évaluation financière d'un projet donné). La Figure 5.1 ci-après présente les bandes de fréquences à utiliser pour exploiter certains systèmes hertziens. La disponibilité et l'utilisation des fréquences du spectre sont régies par une réglementation locale. Conformément au Règlement des radiocommunications de l'UIT et aux Recommandations et Rapports de l'UIT-R, une planification des fréquences détaillée doit tenir compte des impératifs de service précis (téléphonie, données, trafic, fixe, mobile, fixe et mobile, portée, etc.). Il importe de noter que ces impératifs peuvent interdire l'utilisation de tel ou tel système hertzien, par exemple parce qu'il n'y a pas suffisamment de fréquences disponibles pour satisfaire la demande de services. Par ailleurs, il ne faut pas négliger la possibilité de partage du spectre entre plusieurs opérateurs dans une même zone.

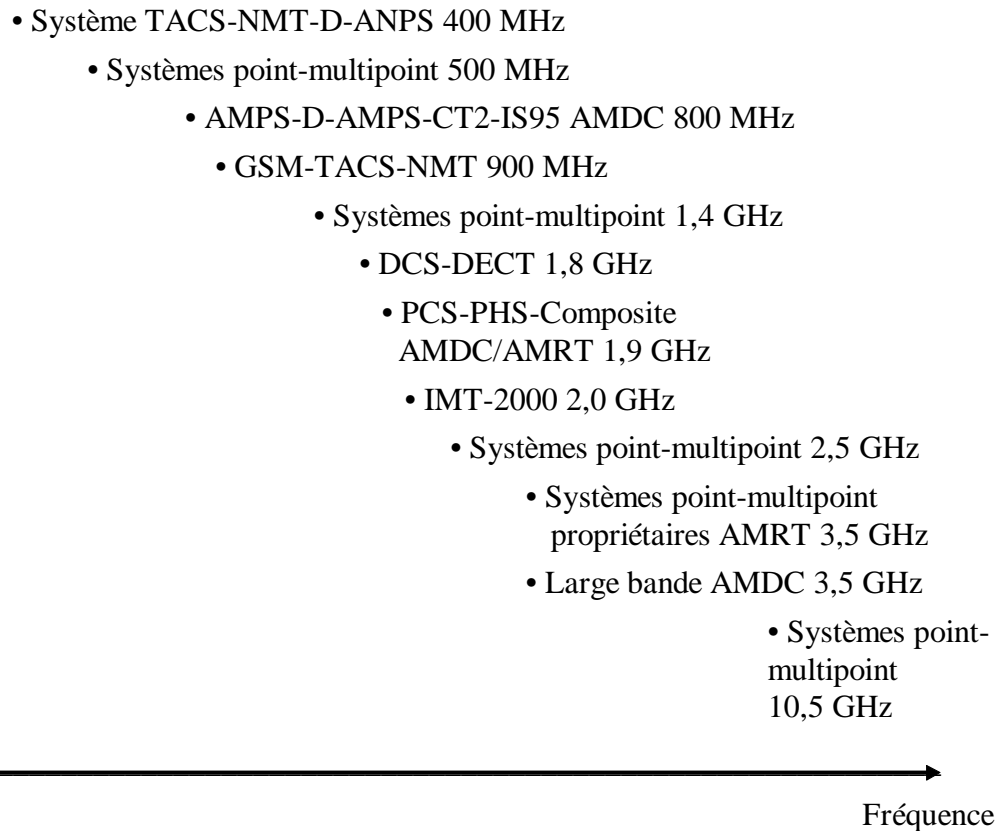


FIGURE 5.1

Bandes de fréquences d'exploitation - systèmes de Terre avec boucle locale hertzienne

5.3 Quelle technologie à quel prix? [3, 35]

Pour répondre à cette question il faut d'abord répondre aux questions suivantes:

- Quels services (téléphonie, données, vidéo)?
- Pour qui (particulier ou entreprise)?
- Par qui (opérateur en place ou nouvel opérateur)?
- Quelle performance (capacité, qualité, qualité d'écoulement du service, fiabilité)?
- Dans quel contexte (région, distance, environnement)?
- Avec quelle infrastructure et quelles contraintes pour les équipements (commutation, transmission, équipement de distribution, terminaux d'abonné, alimentation, pylônes, câbles, bâtiments, etc.)?
- Quelle réglementation?

Le nombre de paramètres à prendre en considération rend toute comparaison très difficile. Il s'agit en fait de donner pour les systèmes filaires et les systèmes hertziens, des coûts comparatifs rapportés aux trois modèles.

Les communications à destination ou en provenance de localités isolées dans les zones rurales sont assurées essentiellement comme suit:

Cas 1: la localité où est installé le centre de transit international;

Cas 2: la localité administrative hiérarchiquement supérieure et/ou la plus importante;

Cas 3: la localité "la plus proche" du point de vue des affinités régionales et/ou culturelles (ville régionale); c'est le cas où le découpage administratif ne coïncide pas avec le développement des infrastructures de télécommunication.

Dans les cas 2 et 3, les localités sont des centres importants qui disposent d'une infrastructure de télécommunication minimale de base (central automatique). Elles sont en outre reliées au centre de transit international par un système de transmission longue distance (câble interurbain, faisceau hertzien, satellite).

Selon la définition donnée au Chapitre 2, paragraphe 2.1, les zones rurales présentent les caractéristiques géographiques ou topographiques suivantes: lacs, déserts, forêts, régions montagneuses ou neigeuses; à cela s'ajoute la distance entre la localité rurale et le centre auquel elle est rattachée. Ces éléments influent beaucoup sur le choix de la technologie utilisée pour desservir les zones rurales.

De plus, la rareté, voire l'absence de services publics (eau, électricité), de services de santé ou d'éducation font que l'activité économique est limitée.

Cette situation explique toute l'importance que l'on accorde à la rentabilité des télécommunications dans les zones rurales (si l'importance des télécommunications pour le développement économique et social et leur rôle dans la limitation de l'exode rural ne sont pas pris en compte).

Par "accès universel" on entend le fait que tout individu, quel que soit son statut social, devrait pouvoir avoir accès à des services de télécommunication à un prix abordable.

Dans les zones rurales, en particulier dans les PMA, la très grande majorité de la population vit dans des conditions modestes, voire très pauvres. Par ailleurs, il se peut que les habitants de ces zones n'aient besoin de moyens de communication que de façon intermittente ou rarement. Il n'est donc pas nécessaire que chaque habitant ait une ligne individuelle. Au contraire, il faut envisager des installations partagées (bureaux d'appel publics ou télécentres communautaires polyvalents) lorsqu'on planifie les infrastructures de télécommunication dans les zones rurales. Les besoins des abonnés privés qui souhaitent avoir une ligne individuelle à leur domicile ou dans leur entreprise devraient bien sûr eux aussi être satisfaits à condition que ces abonnés soient prêts à payer.

5.3.1 Modèles¹²

Ces trois modèles correspondent à des scénarios courants.

- **Modèle 1:** cette configuration dite "**remote**" (distante) s'applique par exemple à des nouvelles zones urbaines ou suburbaines reliées au réseau existant à une distance de 5 - 20 km (Figure 5.2).
- **Modèle 2:** ou configuration "**star**" (en étoile) qui correspond à l'extension d'une zone existante autour de son centre pour y inclure de nouveaux abonnés. C'est typiquement le cas des banlieues (Figure 5.3).
- **Modèle 3:** ou "**tree**" (arborescent) qui couvre une zone beaucoup plus étendue typiquement rurale où de nombreux villages doivent être raccordés au centre administratif/économique régional le plus proche.

On n'a pas étudié les configurations extrêmes telles que les déserts, îles, ou quelques régions à population très disséminée dont les abonnés potentiels sont à quelques centaines de km du central de rattachement. Dans ces cas, il est clair que des techniques telles que satellites ou faisceaux hertziens seraient les plus appropriées même si le coût peut être très élevé.

5.3.2 Technologies applicables aux modèles

Sans les détailler de façon approfondie, on peut dire que les technologies applicables aux modèles devraient répondre aux exigences suivantes:

- assurer les liaisons entre les zones rurales et les centres de commutation de rattachement;
- assurer les liaisons locales à l'intérieur d'une même zone rurale.

Pour les liaisons avec les centres de commutation de rattachement, on peut envisager les systèmes suivants:

- câble interurbain multipaire cuivre ou fibre optique;
- faisceaux hertziens;
- satellite (géostationnaire ou non géostationnaire).

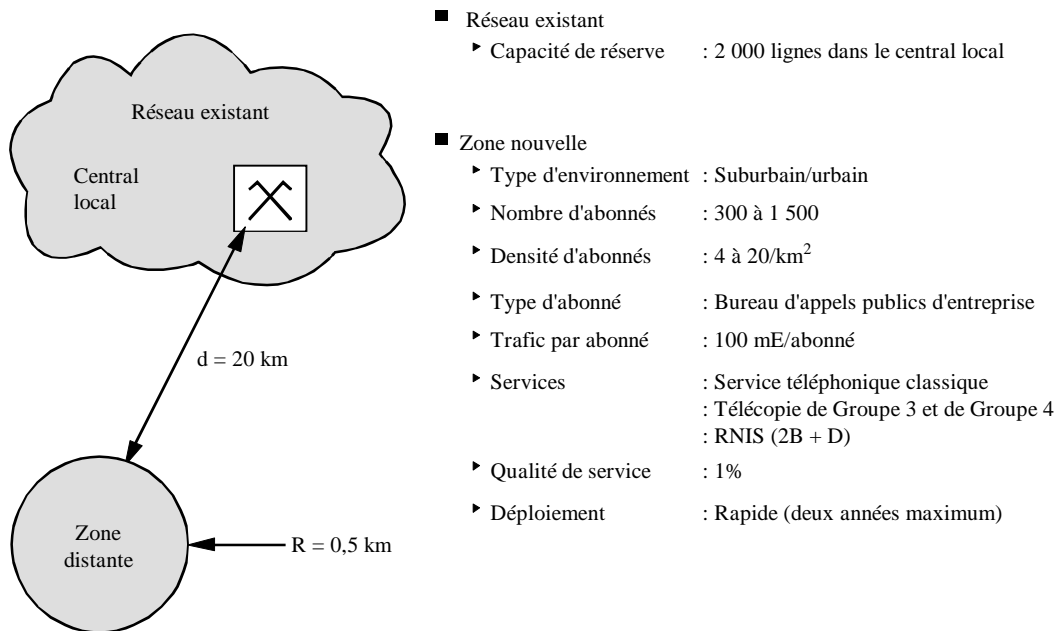
¹² Selon le Manuel du GAS 7, les zones rurales peuvent être représentées par quatre modèles (A, B, C, D):

- **Modèle A** (grande densité de population): zone dans laquelle la densité est relativement élevée pour un district rural et où les distances sont assez courtes entre villages voisins.
- **Modèle B** (zone montagnaise): zone dans laquelle les villages sont séparés par des montagnes ou des collines, ou dans laquelle les villages sont situés sur une montagne ou une colline.
- **Modèle C** (type aligné): zone dans laquelle les villages s'égrènent le long d'une rivière ou d'une route.
- **Modèle D** (type dispersé): zone dans laquelle la population est peu dense et disséminée sur un vaste territoire.

Pour les liaisons (ou raccordement) locales, on peut citer:

- câble multipaire (cuivre, fibre optique);
- systèmes radioélectriques monocanal;
- systèmes radioélectriques point à multipoint;
- systèmes cellulaires fixes;
- systèmes sans cordon;
- systèmes à satellites.

Ceci est illustré à la Figure 5.5, où la boucle locale renvoie à la totalité du réseau entre le central automatique et les locaux de l'abonné. De même, "CP" ou "DP" pourrait représenter une unité de raccordement d'abonné distante, un autocommutateur rural, une station terminale ou une station relais radio avec abonnés.



d05-2

FIGURE 5.2
Modèle 1 - Zone urbaine/suburbaine - Configuration distante

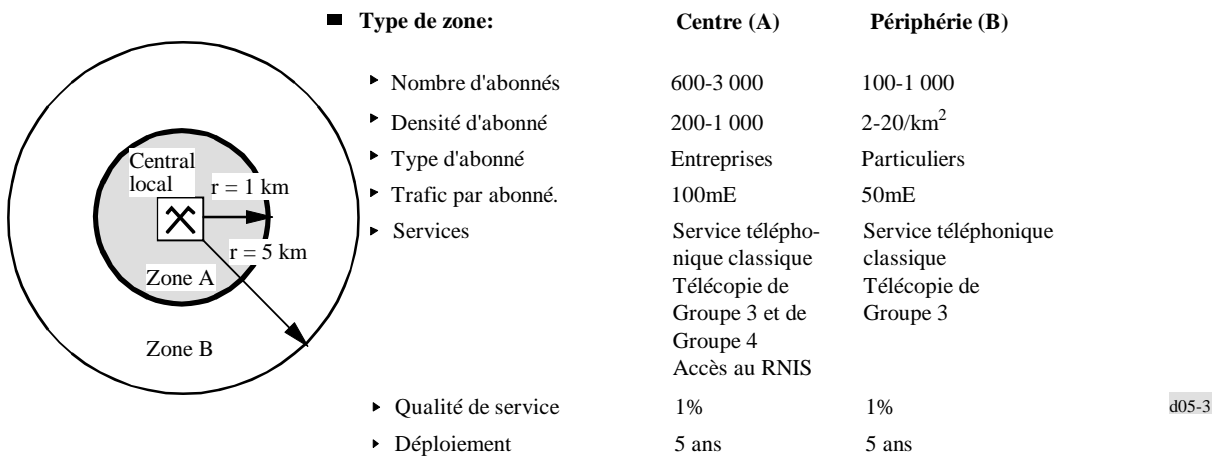


FIGURE 5.3

Modèle 2 - Zone urbaine/suburbaine nouvelle - Configuration en étoile

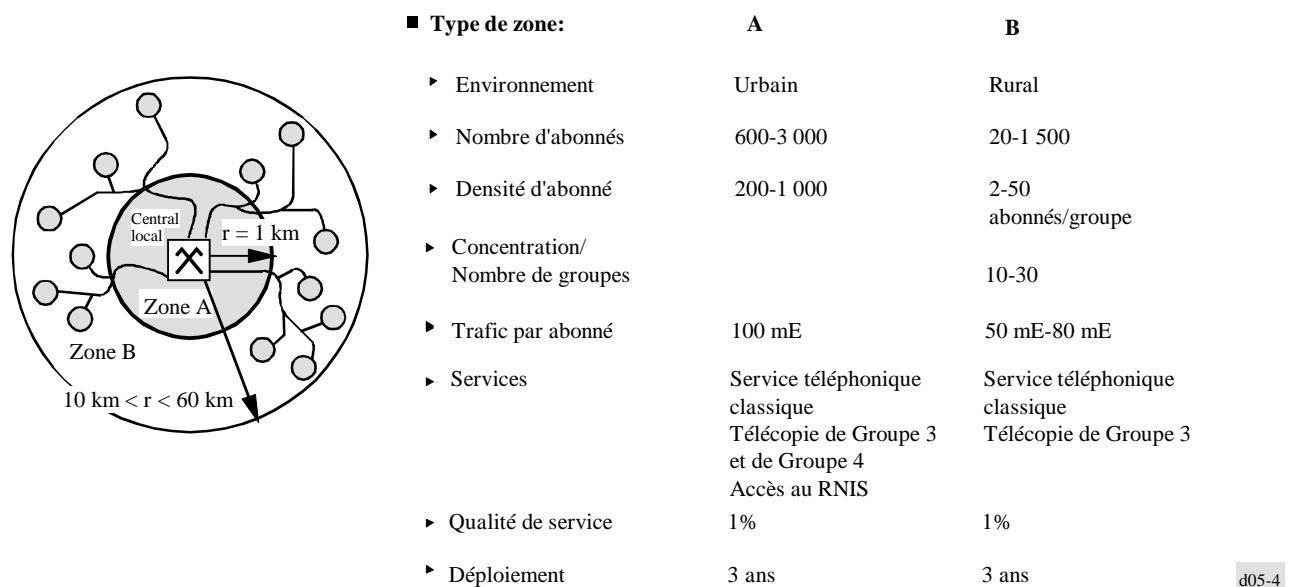
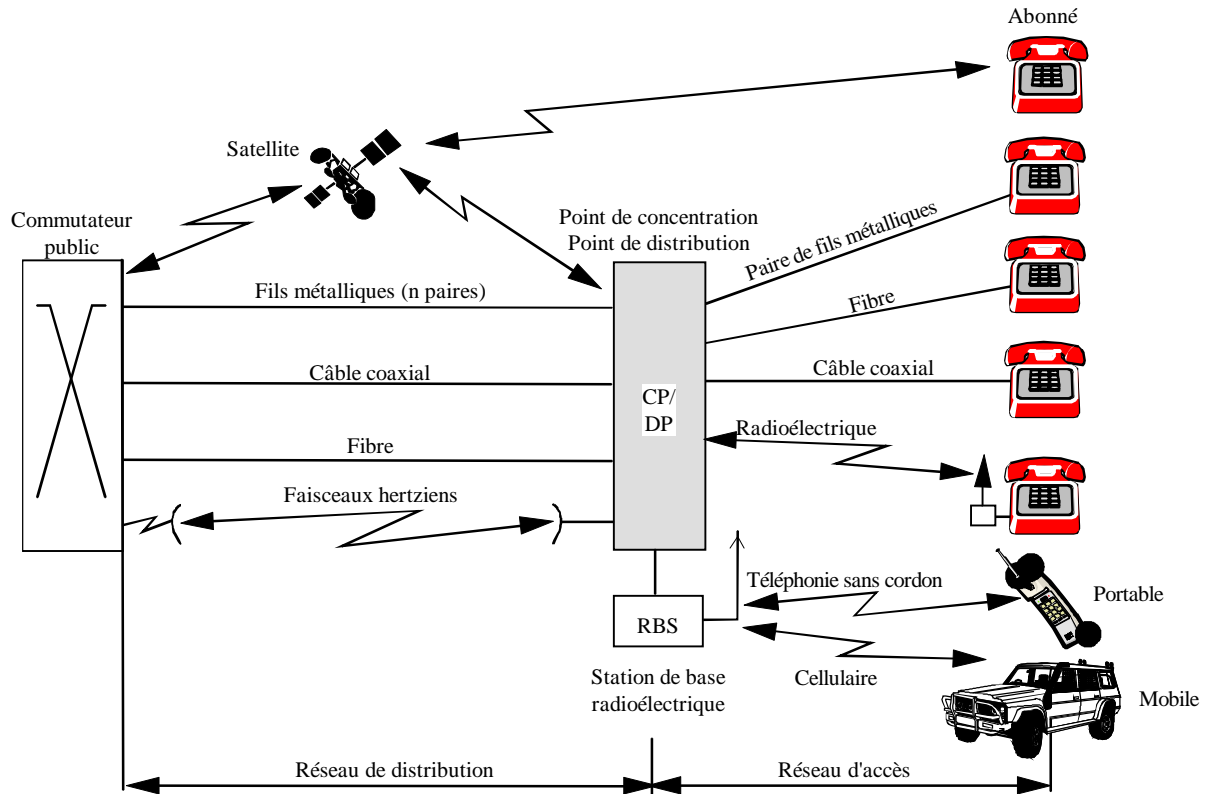


FIGURE 5.4

Modèle 3 - Petite ville et zone rurale - Configuration arborescente

CHAPITRE 5 MODIFICATIONS



d05-5

FIGURE 5.5

Définition de la boucle locale

5.3.3 Compatibilité et cohérence technologiques

Si l'on se réfère à la définition de la boucle locale donnée au paragraphe 5.3.2, on se rappelle qu'aussi bien le réseau d'accès que le réseau de distribution peuvent utiliser des technologies filaires ou hertziennes. En théorie, la plupart des combinaisons peuvent être utilisées. Cependant, d'autres paramètres tels que la géographie, les contraintes locales, les capacités relatives, les performances ou encore les services assurés peuvent limiter le nombre de solutions. D'où l'intérêt d'étudier la compatibilité et la cohérence des technologies pour les modèles décrits au paragraphe 5.3.1.

Compatibilité

L'existence ou non d'un point de concentration (CP)/de distribution (DP) dans la boucle locale constitue le premier élément de compatibilité entre les différents éléments du réseau. En effet, si le point de distribution est situé au même endroit que l'autocommutateur local, la boucle d'abonné n'utilisera qu'une seule technologie et la compatibilité se limitera à l'interfaçage avec l'autocommutateur. Par contre, s'il y a deux sous-réseaux, c'est-à-dire s'il y a un point de concentration/de distribution, la compatibilité entre les deux sous-réseaux doit être étudiée.

Cohérence

Bien que la plupart des combinaisons technologiques soit techniquement possible, la capacité, le service et d'autres facteurs limitent généralement l'éventail des solutions. Il convient alors de dresser une matrice de compatibilité/cohérence permettant de limiter les études comparatives aux seules solutions réalisables.

Le Tableau 5.3 illustre cette démarche pour les trois modèles considérés.

TABLEAU 5.3

Matrice de compatibilité et de cohérence technologiques pour les trois modèles

Technologie	Réseau d'accès							
	Fils de cuivre	Câble coaxial	Fibre optique	Cellulaire	Faisceaux hertziens	Point multipoint	Sans cordon	Satellite
Fils de cuivre	x			x	x	x	x	
Câble coaxial	x			x	x	x	x	
Fibre optique	x			x	x	x	x	
Cellulaire								
Faisceaux hertziens	x	x	x	x		x	x	
Point multipoint	x			x			x	
Sans cordon								
Satellite	x	x	x	x	x	x	x	

5.3.4 Solutions pour les trois modèles

Seul un nombre limité de solutions apparaissent réalistes et intéressantes pour une comparaison des coûts (Tableau 5.4).

TABLEAU 5.4

Solutions

Modèles	Technologies		
	Solution	Distribution	Accès
Modèle 1	Sol. 1 Sol. 2 Sol. 3	Fil de cuivre Faisceaux hertziens Faisceaux hertziens	Cuivre Cellulaire Sans cordon
Modèle 2	Sol. 1 Sol. 2 Sol. 3	N.A.	Cuivre Cellulaire Sans cordon
Modèle 3	Sol. 1 Sol. 2 Sol. 3	Fibre optique Point-multipoint Satellite	Cuivre Sans cordon Sans cordon

5.3.5 Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été faites pour évaluer les coûts des différentes solutions:

- Le coût des terminaux radio d'abonné (fixes, mobiles ou portatifs) a été inclus dans le calcul lorsque la radio est utilisée dans le réseau d'accès. Le coût des licences d'exploitation n'est pas pris en considération.
- Les boucles d'abonnés sont considérées comme commençant à la sortie de l'autocommutateur.
- Les systèmes cellulaires analogiques et numériques ont été évalués séparément et le coût de tous les équipements a été inclus (MSC ainsi que tous les autres équipements associés nécessaires). On est parti de l'hypothèse qu'il n'y a pas de réseau cellulaire mobile existant.
- Le coût des équipements accessoires - conduits, caissons de raccordement, alimentations - a été pris en compte dans les calculs.
- La couverture radioélectrique a été estimée dans des conditions normales de transmission sans obstacle important, dans l'hypothèse où l'on n'a besoin que d'antennes de toit pour abonnés.

5.3.6 Comparaison des coûts

Les résultats de la comparaison des coûts pour les différents modèles sont donnés dans les Figures 5.6, 5.7 et 5.8. De ces courbes, on peut tirer les informations suivantes:

- Quel que soit le modèle ou la solution envisagée, toutes les courbes présentent la même forme hyperbolique, c'est-à-dire que le coût par abonné baisse avec le nombre d'abonnés.

Ceci est logique puisque le coût élevé de l'investissement initial est partagé entre un nombre croissant d'abonnés. Le coût par abonné décroît donc selon une courbe hyperbolique jusqu'à un coût constant qui correspond approximativement au coût de l'équipement d'abonné, c'est-à-dire au terminal abonné et aux accessoires (antennes, etc.).

- Dans le **modèle 1**, configuration urbaine/suburbaine "distante", pour la solution 1 (fils métalliques) et la solution 3 (faisceaux hertziens + système sans cordon), l'infrastructure initiale peut prendre en charge la totalité des abonnés potentiels et, ainsi, le coût par abonné décroît lentement jusqu'au minimum. En d'autres termes, dans une nouvelle configuration urbaine/suburbaine "distante", on peut considérer que tous les conduits pour les câbles ont été préparés dès l'origine et que seul le tirage des câbles dans les conduits est à prendre en compte.

Dans ce cas, le coût supplémentaire est moindre que toute autre solution hertzienne, ce qui explique aussi que, partant d'un investissement initial beaucoup plus élevé, comprenant l'installation des conduits, la courbe de la solution 1 croise ensuite celle de la solution 3.

Toujours dans le même modèle, les courbes de la solution 2 (faisceaux hertziens + cellulaire analogique ou numérique) décroissent jusqu'à une limite qui correspond au nombre maximum d'abonnés que peuvent prendre en charge les stations de base radio. Ensuite, les pointes correspondent aux nouveaux investissements nécessaires pour les nouvelles stations de base radio et leur équipement - alimentation et faisceaux hertziens - pour les relier à l'autocommutateur. Puis, à nouveau, la courbe décroît comme pour l'investissement initial.

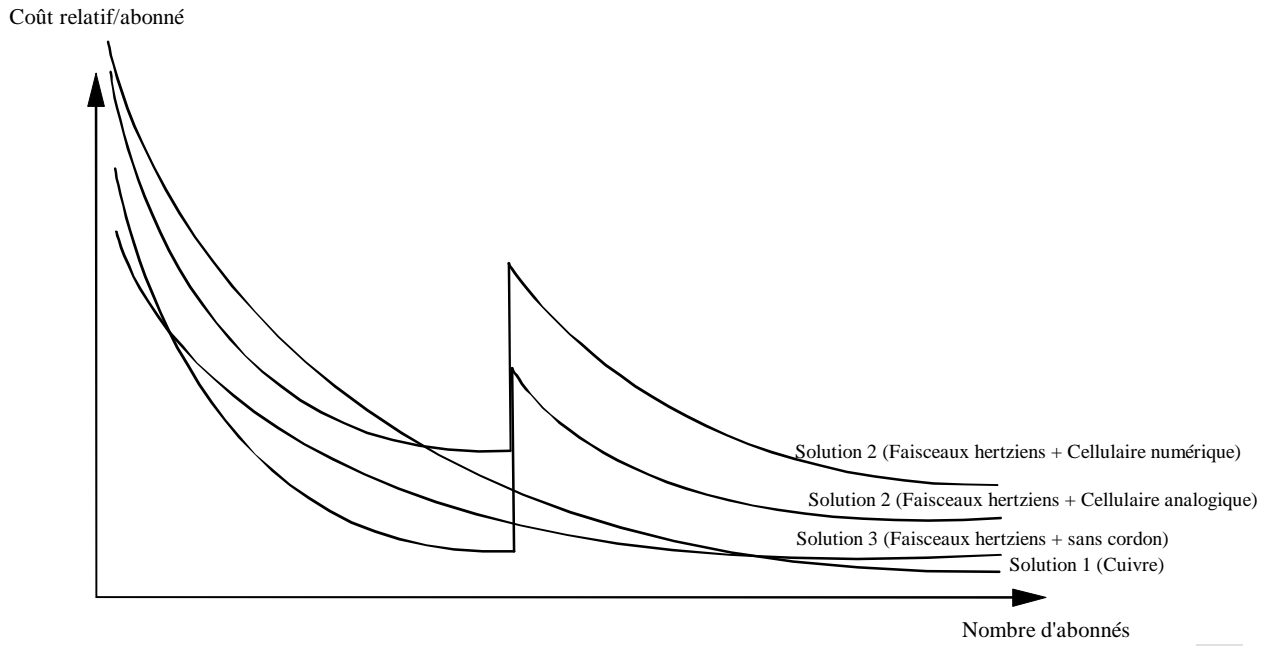
Le coût final est plus élevé pour le cellulaire numérique que pour le cellulaire analogique, lequel est plus cher que la solution sans cordon.

- Le **modèle 2** est une configuration urbaine/suburbaine en "étoile" qui peut prendre en charge plus de 40 000 abonnés contre 1 500 dans le modèle 1 et 4 500 dans le modèle 3.

Les formes des courbes sont les mêmes que dans le modèle 1, mais l'échelle est sensiblement différente.

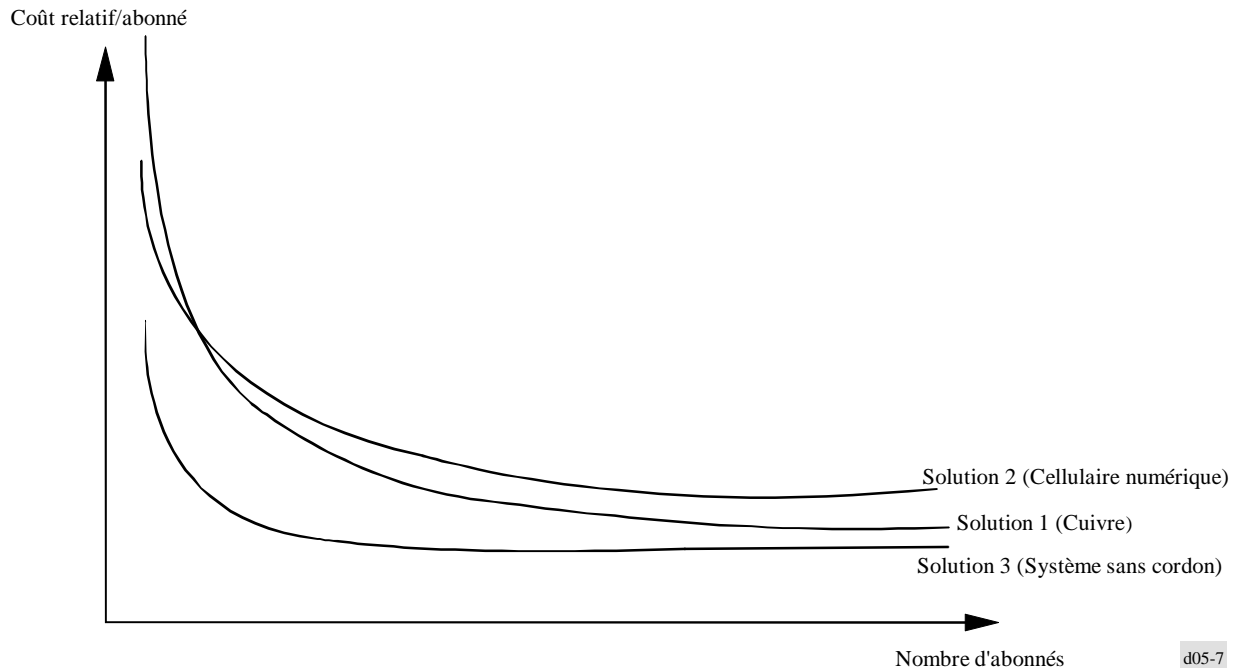
Dans toutes les solutions (cuivre, cellulaire ou sans cordon), des investissements importants doivent être faits au début afin de couvrir dès l'origine la première couronne de la nouvelle zone. Ensuite, l'investissement se poursuivra avec le raccordement de nouveaux abonnés.

- Le **modèle 3** est une configuration rurale "arborescente". Les pointes dans les trois solutions correspondent aux fréquents investissements supplémentaires nécessaires pour tout nouveau raccordement à une nouvelle cellule ou branche du réseau. La zone ombrée des courbes montre la variation du coût par abonné en fonction de la distance à l'autocommutateur.



d05-6

FIGURE 5.6
Comparaison de coût
Modèle 1 - Configuration urbaine/suburbaine "distante"



d05-7

FIGURE 5.7
Comparaison de coût
Modèle 2 - Configuration urbaine/suburbaine en étoile

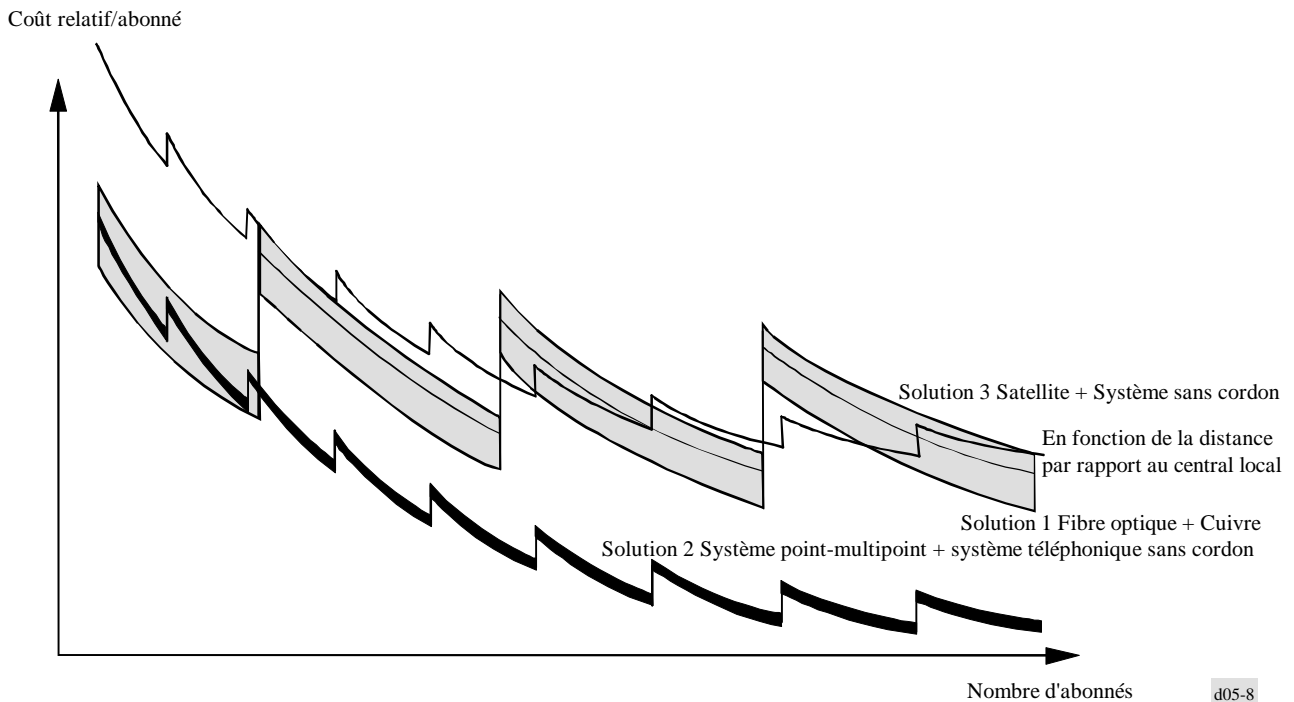


FIGURE 5.8

**Boucle locale d'abonné - Comparaison de coût
Modèle 3 - Zone rurale - Configuration arborescente**

Pour les solutions 2 (PMP et CT) et 3 (satellite et CT) la fréquence des "pointes" correspond aux nouveaux investissements nécessaires pour chaque nouvelle cellule.

Dans le modèle 3, du fait de la faible densité des abonnés dans la zone B et de leur faible concentration (nombreuses petites cellules), la solution 2 avec PMP et CT est la moins coûteuse tandis que la solution 3 avec le satellite est la plus chère.

Il convient de noter que les systèmes GMPCS seront dans un avenir proche un sérieux concurrent pour un coût initial par abonné faible (le combiné) mais le coût "élevé" des communications risque d'annuler cet avantage.

5.4 Conclusion

Récemment encore, fournir des services de télécommunication dans les zones rurales des pays en développement était un processus long et coûteux car l'implantation d'un réseau à fils métalliques nécessitait un investissement important difficile à justifier compte tenu de l'incertitude de la demande. Aujourd'hui, du fait des progrès technologiques, la fourniture de la boucle locale est plus rapide et plus rentable.

L'accès avec boucle locale hertzienne présente plusieurs avantages: investissements et coûts d'exploitation moins importants, déploiement plus rapide et plus grande souplesse dans la conception du réseau. Voir les Figures 5.9a à 5.9d.

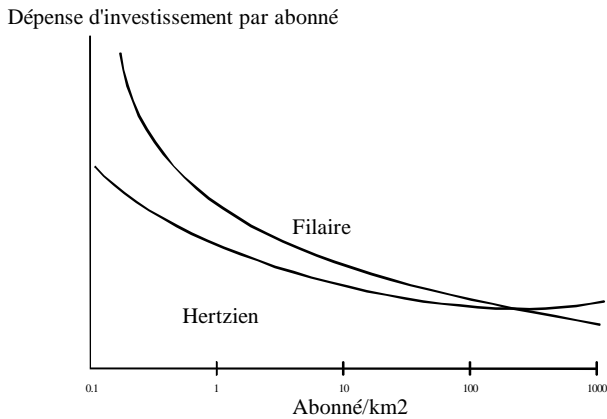


FIGURE 5.9a

Boucle locale d'accès hertzien

Source: UIT-R

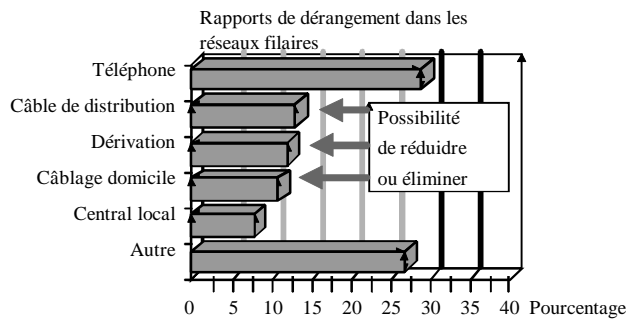


FIGURE 5.9b

Coûts d'exploitation

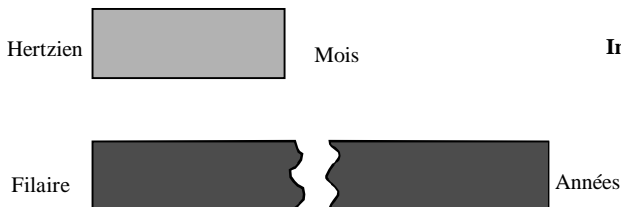


FIGURE 5.9c

Temps nécessaire pour le déploiement du système

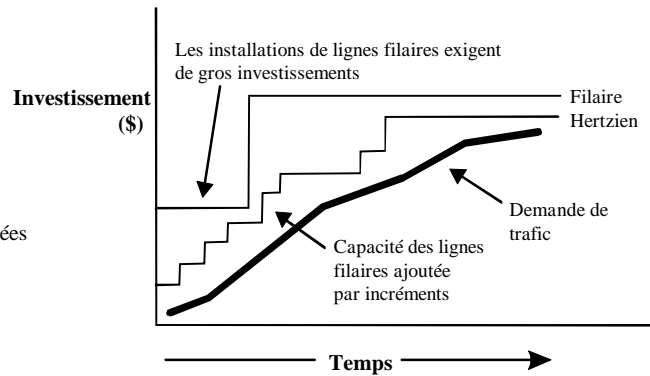


FIGURE 5.9d

Investissement/temps

d05-9

Les systèmes hertziens représenteront sans aucun doute une part importante des installations dans les quelques prochaines années. Seront concernés non seulement les nouveaux opérateurs mais aussi les PTO en place dans les zones rurales (ainsi que dans les zones urbaines et suburbaines nouvelles), où souplesse et faiblesse de l'investissement initial sont les principaux problèmes.

Selon l'infrastructure des télécommunications existante, la stratégie de l'opérateur, les services qui seront offerts, le coût et les contraintes locales, on peut utiliser des systèmes filaires et/ou hertziens.

Comme le montrent les courbes des Figures 5.6 à 5.8, le coût total de la boucle locale peut varier dans des proportions importantes d'un cas à l'autre. Il apparaît aussi qu'aucune des technologies proposées n'est la solution la moins chère dans tous les modèles, quel que soit le nombre d'abonnés. Autrement dit, pour faire le bon choix, l'opérateur devra trouver une solution lui permettant de recouvrer son investissement initial dans les plus brefs délais en fidélisant un nombre suffisant d'abonnés tout en conservant la souplesse nécessaire pour étendre le réseau techniquement et commercialement au moindre coût final par abonné.

Un certain nombre de systèmes hertziens pourraient facilement être étendus pour offrir de nouveaux services, en particulier des services mobiles, mais on ne doit pas considérer que les réseaux filaires ont fait leur temps. Les systèmes IMT-2000 une fois en service montreront toutes leurs possibilités mais on peut encore mettre en oeuvre des réseaux filaires dans les zones rurales, en particulier lorsque la demande pour des services évolués dépasse les possibilités des systèmes existants ou des systèmes hertziens naissants.

Le Tableau 5.5 ci-après résume les services assurés par les différentes technologies alors que la Figure 5.10 illustre le positionnement des technologies en fonction de la pénétration téléphonique et de la distance par rapport au centre de commutation le plus proche.

TABLEAU 5.5
Technologies et services dans la boucle locale
Liste non exhaustive

Technologies		Services		
		Voix	Données	Vidéo
Filaire	Cuivre	1 canal	Jusqu'à 19,2 kbit/s	Lente
	HDSL	30 canaux	2 Mbit/s	Vidéo conf.
	ADSL	1 canal	19,2 ou 28,8 kbit/s +6 Mbit/s	A la demande
	CATV	Possible	Capacité limitée	Diffusion
	Fibre optique	Variable jusqu'à 100 00 canaux et plus	Jusqu'à 10 Gbit/s	multi-HDTV + interactive
Hertzienne	Cellulaire analogique	1 canal par fréq.	Jusqu'à 4,8 kbit/s	Non
	Cellulaire numérique	Variable	> 2,4 kbit/s	Non
	Faisceaux hertziens	n x 30 canaux	n x 2 Mbit/s	Diffusion
	Faisceaux hertziens point-multipoint	n x 30 canaux	16, 32, 64 kbit/s ou n x 64 kbit/s	Vidéo conf.
	Sans cordon	12 à 48 canaux/ station de base	Jusqu'à 4,8 kbit/s ou n x 32 kbit/s	Lente
	Satellite	Selon le type		

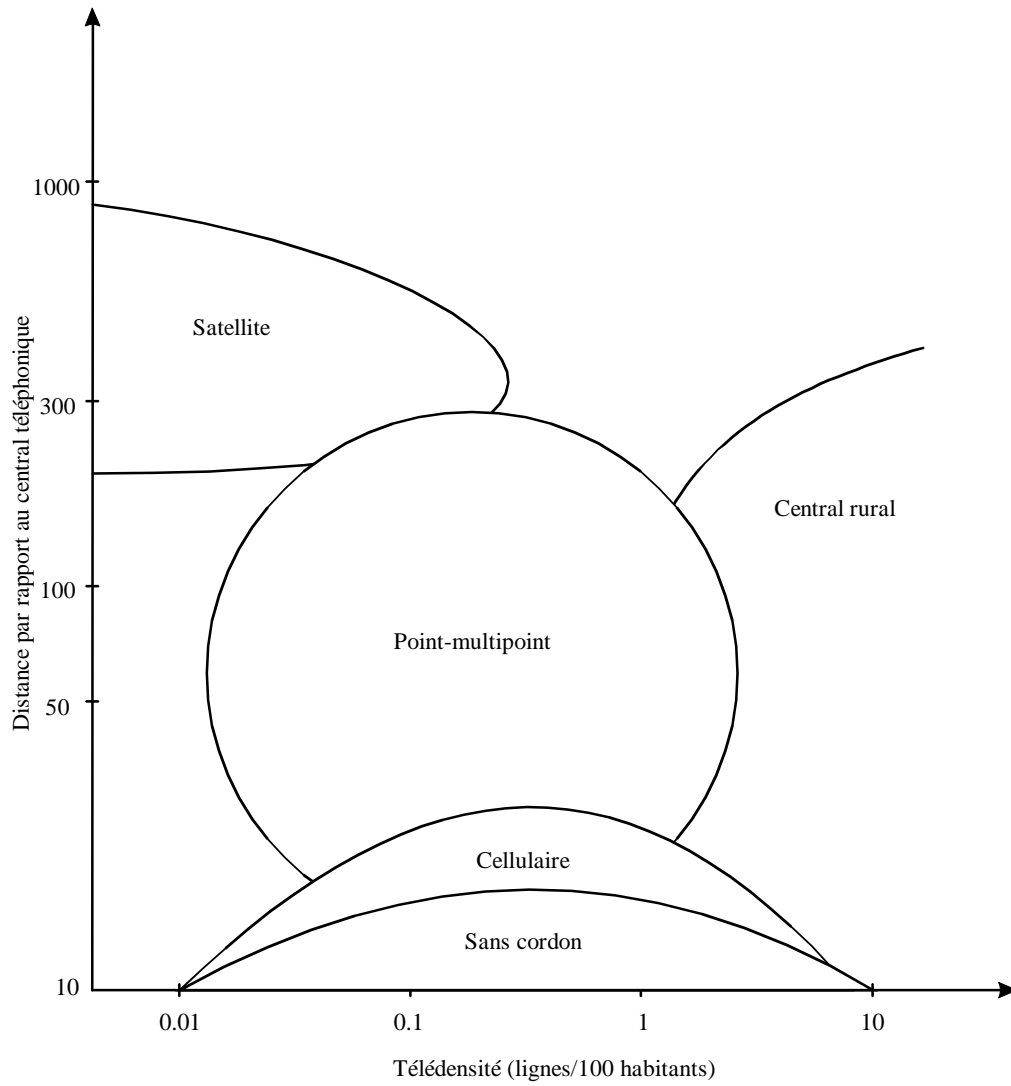


FIGURE 5.10
Positionnement des technologies

ANNEXE 1

Exemple d'analyse financière

L'objet de cette annexe est d'aider un opérateur de télécommunication à choisir la meilleure solution financière lorsqu'il est confronté à plusieurs offres équivalentes d'un point de vue technique [36]. L'exemple donné n'a qu'une valeur illustrative, qui ne repose sur aucun projet en cours ou technologie particulière.

Trois offres, techniquement équivalentes (services offerts, qualité, etc.) mais dont le financement, les coûts administratifs, d'exploitation et de maintenance sont quelque peu différents sont prises en considération:

- **Offre N° 1:**
Montant total: 13 000 MU¹³
Conditions de financement: – 80% du montant total financés sur dix ans avec un intérêt de 10% par an;
– 20% du montant total couvert par les fonds propres de l'opérateur.
- **Offre N° 2:**
Montant total: 14 000 MU
Conditions de financement: – 20% du montant total financés sur 5 ans avec un intérêt de 10% par an;
– 80% du montant total financés sur 10 ans avec un intérêt de 7,5% par an;
- **Offre N° 3:**
Montant total: 15 000 MU
Conditions de financement: – 30% du montant total financés sur 5 ans avec un intérêt de 10% par an;
– 70% du montant total financés sur 10 ans avec un délai de remboursement de 2 ans et un intérêt de 9% par an.

Les hypothèses suivantes sont faites:

- a) la vie économique du projet est de 15 ans;
- b) les recettes générées par le projet sont les suivantes:

1ère année	3 000 MU
2ème année	4 500 MU
entre 3 et 15 ans	6 000 MU par an;
- c) les investissements et la mise en oeuvre se font pendant l'année 0, de sorte que le projet commence à générer des recettes au début de l'an 1;

¹³ MU = unité monétaire

- d) coûts annuels estimatifs pour l'administration, l'exploitation et la maintenance:
Offre N° 1 2 340 MU (18% de l'investissement)
Offre N° 2 2 400 MU (17,1% de l'investissement)
Offre N° 3 2 460 MU (16,4% de l'investissement)
- e) amortissement linéaire sur la durée de vie économique du projet;
- f) l'impôt sur le revenu est de 33%;
- g) les actionnaires de l'opérateur de télécommunication veulent recevoir un dividende de 5% sur le capital investi pour la mise en oeuvre dans l'Offre N° 1 (20% de 13 000 MU = 2 600 MU, soit un dividende de 130 MU par an);
- h) pour évaluer les différentes offres, on utilise un taux d'escompte de 10%.

Critères de comparaison

On peut utiliser les deux critères suivants pour choisir la meilleure offre:

- valeur actuelle nette maximale (NPV), et/ou
- taux de rendement interne maximal (IRR).

Les Tableaux A-1 à A-3 et la Figure A-1 indiquent le plan financier et commercial détaillé pour chaque offre.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

TABLEAU A-4
Résumé des résultats

Offre	1	2	3
Investissement	13 000 MU	14 000 MU	15 000 MU
Valeur actuelle nette	5 278 MU	6 174 MU	4 669 MU
Taux de rendement interne	24%	36%	41%

Ce tableau montre que:

- si l'opérateur privilégie la valeur actuelle nette la plus élevée, il convient de choisir l'Offre N° 2;
- si l'opérateur privilégie le taux de rendement interne le plus élevé, il convient alors de choisir l'Offre N° 3.

Toutefois, si l'opérateur privilégie à la fois le taux de rendement interne le plus élevé et la valeur actuelle nette la plus élevée pendant les premières années de l'exploitation, il convient de choisir l'Offre N° 3 comme indiqué dans les calculs détaillés (Tableaux A-1, A-3).

On notera que si les actionnaires acceptent de ne recevoir aucun dividende pendant la durée de vie économique du projet, la valeur actuelle nette de l'Offre N° 1 atteindrait 6 267 MU, le taux de rendement interne restant à peu près le même.

En conclusion, il n'y a pas de solution toute trouvée à ce dilemme. Toutefois l'exemple montre que le mieux n'est pas toujours d'opter pour le plus petit investissement. Il est donc important de faire des analyses de sensibilité prenant en compte d'autres éléments, par exemple les flux entrants et sortants de devises ainsi que des paramètres non monétaires.

TABLEAU A-1
Valeur actuelle nette et taux de rendement interne - Offre N° 1

Année	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investissement (C)	2 600 10 400										
Recettes (R)		3 000	4 500	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Administration, exploitation et maintenance (A)		2 340	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340
Dépréciation (D)		867	867	867	867	867	867	867	867	867	867
Charges financières (I)		1 040	975	903	824	737	641	536	420	293	
Bénéfice (perte) avant impôt (RBT)		-1 247	318	1 890	1 969	2 056	2 152	2 257	2 373	2 500	2 627
Impôt sur le revenu (IT)		-	105	624	650	678	710	745	783	825	867
Bénéfice (perte) après impôt (RAT)		-1 247	213	1 266	1 319	1 378	1 442	1 512	1 590	1 675	1 760
Liquidités (CAF)		-380	1 080	2 133	2 186	2 245	2 309	2 379	2 457	2 542	2 627
Remboursement des prêts (LR)		653	718	790	869	956	1 052	1 157	1 273	1 400	1 537
Dividendes (Di)		130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Valeur nette (NV)	-2 600	-1 163	232	1 213	1 187	1 159	1 127	1 092	1 054	1 012	965
Valeur actuelle nette (NPV) $\tau = 10\%$	-2 600	-3 657	-3 465	-2 554	-1 743	-1 023	-387	173	665	1 094	1 627

IRR = 24%

TABLEAU A-2

Valeur actuelle nette et taux de rendement interne - Offre N° 2

Année	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investissement	14 000										
Recettes		3 000	4 500	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Administration, exploitation et maintenance		2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400
Dépréciation		933	933	933	933	933	933	933	933	933	933
Intérêts 20%		280	234	184	128	69					
Intérêts 80%		840	781	717	648	574	495	410	318	219	
Bénéfice (perte) avant impôt		-1 453	152	1 766	1 891	2 024	2 172	2 257	2 349	2 448	2 547
Impôt sur les revenus		-	50	583	624	668	717	745	775	808	841
Bénéfice (perte) après impôt		-1 453	102	1 183	1 267	1 356	1 455	1 512	1 574	1 640	1 706
Liquidités		-520	1 035	2 116	2 200	2 289	2 388	2 445	2 507	2 573	2 640
Remboursement des prêts 20%		459	505	555	611	670					
Remboursement des prêts 80%		792	851	915	984	1 058	1 137	1 222	1 314	1 413	1 517
Valeur nette		-1 771	-321	646	605	561	1 251	1 223	1 193	1 160	1 127
Valeur actuelle nette $\tau = 10\%$	0	-1 610	-1 875	-1 390	-977	-629	77	705	1 262	1 754	2 246

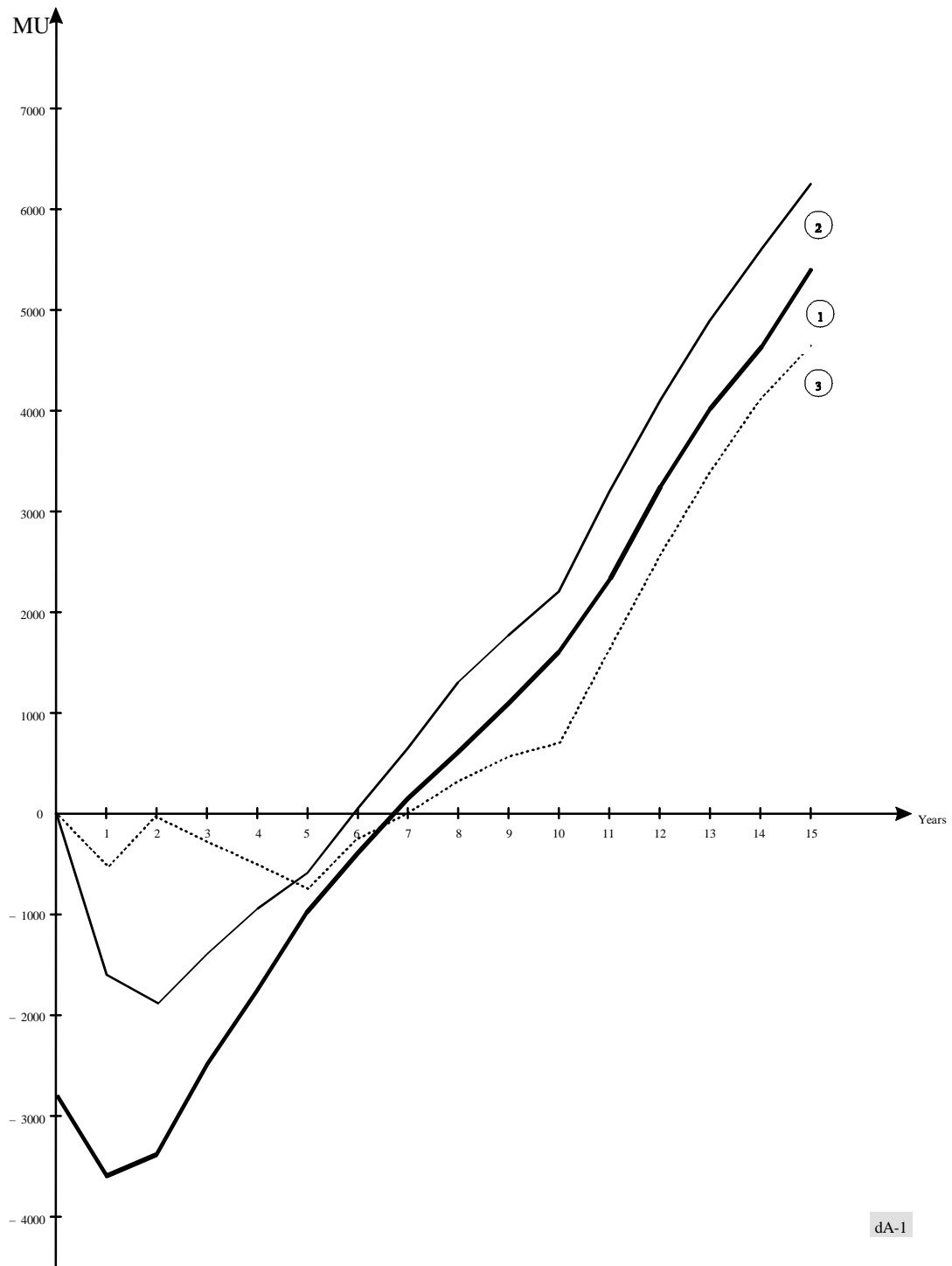
IRR = 35%

TABLEAU A-3

Valeur actuelle nette et taux de rendement interne - Offre N° :

Année	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investissement	4 500 10 500										
Recettes		3 000	4 500	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Administration, exploitation et maintenance		2 460	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460
Dépréciation		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Charges financières 30%		450	376	295	206	108					
Charges financières 70%				1 123	1 021	910	789	658	514	357	
Bénéfice (perte) avant impôt		-910	664	1 122	1 313	1 522	1 751	1 882	2 026	2 183	2 341
Impôt sur le revenu		-	219	370	433	502	578	621	668	720	772
Bénéfice (perte) après impôt		-910	445	752	880	1 020	1 173	1 261	1 358	1 463	1 569
Liquidités		90	1 445	1 752	1 880	2 020	2 173	2 261	2 358	2 463	2 569
Remboursement des prêts 30%		737	811	892	981	1 079					
Remboursement des prêts 70%				1 131	1 233	1 344	1 465	1 596	1 740	1 897	2 064
Valeur nette		-647	634	-271	-334	-403	708	665	618	566	514
Valeur actuelle nette $\tau = 10\%$	0	-588	-64	-268	-496	-746	-346	-5	283	523	767

IRR = 41%



dA-1

FIGURE A-1
Valeur actuelle nette

Formules utilisées dans les Tableaux A-1 à A-3

C = investissement

R_k = recettes pour l'année k

A_k = dépenses d'administration, d'exploitation et de maintenance

D_k = dépréciation

I_k = charges financières

RBT_k = résultat avant impôt

IT_k = impôt sur le revenu

RAT_k = résultat après impôt

CAF_k = cashflow

LR_k = remboursement des prêts

Di_k = dividendes

NV_k = valeur nette

NPV = valeur actuelle nette

i = taux d'intérêt

τ = taux d'escompte

IRR = taux de rendement interne

A = annuité

$$RBT_k = R_k - A_k - D_k - I_k$$

$$IT_k = 0,33 RBT_k$$

$$RAT_k = 0,67 RBT_k$$

$$CAF_k = RAT_k + D_k$$

$$A = I_k + LR_k = C \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

n = nombre d'années

ou

$$A = I_k + LR_k = C (1+i)^2 \frac{i}{1 - (1+i)^{-n+2}}$$

où un délai de remboursement de 2 ans a été accordé pour l'année k

$$LR_k = C \left[\frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} - i \right] (1+i)^{k-1}$$

$$LR_k = C (1+i)^2 \left[\frac{i}{1-(1+i)^{-n+2}} - i \right] (1+i)^{k-1}$$

$$I_k = A - LR_k$$

$$NV_k = CAF_k - LR_k - Di_k$$

$$NPV = \sum_0^n NV_k (1+\tau)^{-k}$$

Le taux de rendement interne est déterminé de façon que:

$$\sum_0^n NV_k (1+IRR)^{-k} = 0$$

REFERENCES

- [1] Télécommunications rurales - GAS 7 - Volumes 1 and 2 - UIT - 1992-1994.
- [2] Rapport final de la Conférence mondiale de développement des télécommunications (Buenos Aires, 1994) - UIT.
- [3] Rapport sur les communications pour les zones rurales et isolées - Document 2/224(Rév.1) - UIT-D, Commission d'études 2, mai 1997.
- [4] Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde - 1998 - UIT.
- [5] Universal Access through Multipurpose Community Telecentres - A business case - J. Ernberg - Global Knowledge Conference GK 1997 - juin 1997 - Toronto.
- [6] Users of Public Telephones and their Benefits in a Developing Country: A case study of Senegal - C.W. Nordinger - Information Telecommunication and Development - UIT - 1986.
- [7] Rapport final sur l'étude de la Question 1/1 - Rôle des télécommunications dans le développement économique, social et culturel - Document 1/220 - UIT-D, Commission d'études 1 - Décembre 1997.
- [8] Development and Telecommunications - S.M. Radicella - International Center for Theoretical Physics - Trieste, Italie - juin 1995.
- [9] Socio-economic Benefits of Improved Telecommunications in Developing Countries - Results of a Research Study in Vanuatu - ITU, août 1998.
- [10] Rural Telecommunications in Colombia - Lessons learned - Canadian International Development Agency - WTDC-98.
- [11] ITU-D Study Groups 1 and 2 - Documents 1995 to 1997.
- [12] Public and Private Interests in Advancing Viable Rural Service - The role of a favourable policy environment - A. Dymond - Strategies Summit - Americas TELECOM 96 - UIT.
- [13] Quatrième Colloque de l'UIT sur la réglementation - Unité de planification stratégique - UIT - 1996.
- [14] L'évolution du rôle de l'Etat à l'heure de la déréglementation des télécommunications, interconnexion et réglementation - Michael Tyler et autres, Unité de planification stratégique - Genève, 1995 - page 147.
- [15] Projet de rapport intérimaire sur la Question 4/1 - Politiques et modalités de financement des infrastructures de télécommunication dans les pays en développement - Document 1/182(Rév.3) - UIT/BDT, Commission d'études 1, décembre 1997.
- [16] Proceedings of the Finance and Trade Colloquia - Abidjan, 1996, Amman 1996, Brasilia, 1997, New Delhi, 1997, Genève, 1997, St. Petersburg, 1998 - UIT-D.
- [17] Issues in Telecommunications Development: Finance and Trade - 1998 Review - ITU/BDT - juin 1998 - First Edition.
- [18] *Vers un monde sans pauvreté* - Prof. Mohammad Yunus - J.C. Lattès, Editeur - octobre 1997.

- [19] Rural Telecommunications, the Quest for the Missing Link - C. Garnier - Technical Summit - TELECOM 95 - UIT.
- [20] Alcatel Telecom Review - 1st quarter 1995 and 3rd quarter 1996.
- [21] The ISDN Subscriber Loop - N. Burd - Telecommunications Technology and Applications Series 5 - Chapman and Hall - 1997.
- [22] Technology trends in wires - S. Whilt - British Telecom Mobile Business Conference - Londres, 1994.
- [23] Survey of Rural Information Infrastructure Technologies - US Department of Commerce - National Telecommunications and Information Administration - Special Publication 95-33 - September 1995 - Washington.
- [24] *Commutation et Transmission* - Special Issue 1995 - Sotelec Paris.
- [25] Boucle locale d'accès hertzien - Volume 1, Manuel sur les communications mobiles terrestres - 1997 - UIT-R.
- [26] Manual on Mobile Communication Development - 1997 - UIT/BDT.
- [27] Wireless Local Loop Strategies - Ovum 1996 - Londres.
- [28] Telecommunications Manual 1993 for rural areas and low income areas - Ed. Farel - 1993 - UIT/CITEL.
- [29] Proceedings of the ITU/TRT Seminars on rural telecommunication development - Guangzhou 1993 - Paris 1994 - Pretoria 1995 - UIT.
- [30] Proceedings of the ITU/Citel/SRT Seminar on rural telecommunication development - Brasilia, 1995.
- [31] Document 2/263(Rév.1) - UIT-D, Commission d'études 2 - 1997.
- [32] Document 2/276 - UIT-D, Commission d'études 2 - 1997.
- [33] Principles and approaches on evolution to IMT-2000/FPLMTS - Volume 2 Handbook on Land Mobile - 1997 - UIT-R.
- [34] Options for Rural Telecommunications Development - Rogati Kayani - Andrew Dymond - World Bank Technical Paper No. 359 - Banque mondiale - 1997.
- [35] Wireless Local Loop: at last, the last mile - G. Cayla - Technical Summit - TELECOM 95 - ITU.
- [36] *Evaluation financière des projets* - R. Houdayer - Éd. Economica - 1993.
- [37] Key Technology and Policy Options for the Telecommunications Sector in Central and Eastern Europe and the former Soviet Union - Coopers and Lybrand and EBRD - Mars 1995 - BERD.

BIBLIOGRAPHIE ADDITIONNELLE

Une technologie moderne appropriée de télécommunications pour le développement rural intégré de l'Afrique - 1981 - UIT.

Rapport sur le développement dans le monde - 1996 - Banque mondiale.

Rapport de la Commission Indépendante pour le développement mondial des télécommunications - 1984 - UIT.

Telecommunications and Economic Development - R.J. Saunders, J.J. Warford, B. Wellenius - 1983 - John Hopkins University Press.

Telecommunications and Development in Africa - B.A. Kiplagat and M.C.M. Werner - 1994 - IOS Press Amsterdam.

Closing the Communications Gap - WorldTel's Feasibility Study - McKinsey and Company - 1995.

