



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Impact de l'introduction et de l'utilisation de
nouvelles technologies sur l'environnement
commercial et réglementaire
des télécommunications

BDT

BUREAU DE
DÉVELOPPEMENT DES
TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-D Commissions d'études

Première période d'études (1995-1998)

Rapport sur la Question 3/1

PUBLICATIONS DES COMMISSIONS D'ÉTUDES DE L'UIT-D

Période d'études 1995-1998

Commission d'études 1

- Rapport sur la Question 1/1** Rôle des télécommunications dans le développement économique, social et culturel
- Rapport sur la Question 2/1** Politiques de télécommunication et leurs répercussions aux niveaux institutionnel, réglementaire et de l'exploitation des services
- Rapport sur la Question 3/1** Impact de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies sur l'environnement commercial et réglementaire des télécommunications
- Rapport sur la Question 4/1** Politiques et modalités de financement des infrastructures de télécommunication dans les pays en développement
- Rapport sur la Question 5/1** Industrialisation et transfert de technologie

Commission d'études 2

- Rapport sur la Question 1/2** Points intéressant particulièrement les pays en développement dans le cadre des travaux du Secteur des radiocommunications et du Secteur de la normalisation des télécommunications
- Rapport sur la Question 2/2** Elaboration de Manuels à l'intention des pays en développement
- Manuel sur les «*Nouveaux développements pour les télécommunications rurales*»
- Manuel sur les «*Nouvelles technologies et nouveaux services*»
- Manuel sur le «*Système national de gestion et de contrôle du spectre des fréquences radioélectriques – Aspects économiques, organisationnels et réglementaires*»
- Rapport sur la Question 3/2** Planification, gestion, exploitation et maintenance des réseaux de télécommunication
- Rapport sur la Question 4/2** Communications dans les zones rurales et isolées
- Rapport sur la Question 5/2** Développement et gestion des ressources humaines
- Rapport sur la Question 6/2** Incidence des télécommunications sur les soins de santé et les autres services sociaux
- Rapport sur la Question 7/2** Contribution des télécommunications à la protection de l'environnement
- Rapport sur la Question 8/2** Infrastructure du service public de radiodiffusion dans les pays en développement
-

Impact de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies sur l'environnement commercial et réglementaire des télécommunications

Table des matières

		<i>Page</i>
Introduction.....		1
1	Exposé de la question	1
2	Conditions préalables à l'introduction et à l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services ..	2
2.1	Existence de moyens de financement et de ressources humaines pour la modernisation de l'infrastructure des télécommunications	2
2.2	Prise en considération des besoins dans le schéma de Plan stratégique.....	3
2.3	Facteurs qui influent sur la volonté et la décision d'introduire et d'utiliser de nouvelles technologies et de nouveaux services	3
3	Impact commercial de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services ..	4
4	Impact sur la réglementation de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services	5
4.1	Introduction.....	5
4.2	Nouvelles technologies et nouveaux services	6
4.3	Impact sur la réglementation.....	8
4.4	Observations.....	16
5	Moyens de progression possibles	19
5.1	Systèmes de radiomessagerie	20
5.2	Systèmes PMR classiques	31
5.3	Systèmes de radiocommunications multicanaux.....	34
5.4	Systèmes cellulaires de télécommunications mobiles terrestres publiques.....	44
5.5	Systèmes téléphoniques de boucle locale sans fil	52
5.6	Systèmes à satellites.....	54
6	Facteurs à prendre en considération lorsqu'on envisage d'introduire et d'utiliser de nouvelles technologies et de nouveaux services	56
APPENDICE A – La famille de protocoles FLEX™ pour la radiomessagerie		58
1	Introduction	58
2	La norme FLEX™	58
2.1	Brève description du protocole FLEX™.....	58
2.2	Caractéristiques du protocole FLEX™	58
2.3	Avantages essentiels du protocole FLEX™.....	59
2.4	Situation concernant l'adoption du protocole FLEX™	60
3	Messagerie bidirectionnelle perfectionnée	60
3.1	Introduction.....	60
3.2	Le protocole ReFLEX™	61
3.3	Le protocole InFLEXion™	61
APPENDICE B – La norme ERMES pour la radiomessagerie		62

	<i>Page</i>
APPENDICE C – Aspects «SYSTEMES» de la radiomessagerie	63
1 Introduction	63
2 Couverture	63
2.1 Facteurs influant sur la couverture	63
3 Diffusion simultanée.....	65
3.1 Avantages opérationnels de la diffusion simultanée	65
3.2 Conditions de fonctionnement	65
4 Radiomessagerie de réseau	65
APPENDICE D – La technologie des systèmes multicanaux transeuropéens (TETRA)	67
1 Introduction	67
2 Qu'est-ce que TETRA?.....	67
3 La norme TETRA sera-t-elle adaptée aux usagers professionnels?	67
4 Comment la norme TETRA a-t-elle été établie?	67
5 Pourquoi normaliser la technologie des systèmes multicanaux numériques mobiles?.....	69
6 Quels sont les avantages de la technologie TETRA?	69
7 Quels sont les avantages de la technologie AMRT de la norme TETRA?.....	70
8 Quels sont les avantages de la technique de transmission numérique?	73
9 Comparaison entre TETRA et d'autres techniques de télécommunications mobiles.....	74
10 Quand les systèmes TETRA seront-ils disponibles?	75
APPENDICE E – La boucle d'abonné sans fil.....	77
1 Introduction	77
2 Que veut dire «boucle d'abonné»?.....	77
3 Quels services?	77
4 Pour qui?.....	78
4.1 Les opérateurs	78
4.2 Les abonnés.....	79
5 Quelle technologie? A quel prix?	79
6 Le DECT	80
6.1 Les services DECT.....	80
6.2 Les caractéristiques du DECT.....	80
7 Conclusion.....	81
APPENDICE F – Nouvelles technologies	82
ANNEXE 1	82
1 Description du réseau de transport SDH	82
1.1 Techniques de multiplexage SDH.....	82
1.2 Modélisation du réseau en couches SDH.....	84
1.3 Extension aux systèmes à satellites SDH.....	85
2 Applications du SFS dans les réseaux de transport SDH	85
2.1 Aspects relatifs au service	85
2.2 Aspects relatifs à la gestion de réseau.....	85

	<i>Page</i>
ANNEXE 2 – Liste des nouvelles technologies actuellement étudiées par la CE 8 de l'UIT-R.....	92
1 Futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (FSMTPT).....	92
2 Systèmes de gestion et d'information des transports (TICS).....	92
ANNEXE 3 – Elaboration de nouvelles technologies étudiées par les Commissions d'études 10 et 11 de l'UIT-R	93
1 Service de radiodiffusion (sonore), Commission d'études 10.....	93
1.1 Introduction d'émissions BLU dans la bande des ondes hectométriques.....	93
1.2 Introduction de services audiofréquence numériques dans les bandes des ondes kilométriques et hectométriques (et éventuellement décimétriques) (Question 217/10).....	93
1.3 Mise en œuvre de services de radiodiffusion numériques dans les bandes des ondes métriques et décimétriques (de Terre et par satellite).....	93
1.4 Introduction de voies de données à débit binaire élevé multiplexées avec des émissions MF classiques dans la bande des ondes métriques (voir la Recommandation BS.1194).....	93
2 Service de radiodiffusion (télévision), Commission d'études 11.....	93
2.1 Mise en œuvre de systèmes de télévision améliorés (tels que Pal-plus, voir les Recommandations BT.796, 797, 1117, 1118 et 1119).....	93
2.2 Introduction de la télévision de Terre numérique dans les bandes des ondes métriques et décimétriques (voir la Question 121/11 et les Recommandations BT.798-1, 1206, 1207, 1208, 1209 et 1125).....	93
2.3 Introduction d'émissions de TV multiprogrammes numériques par satellite (voir la Recommandation BO.1121).....	93
2.4 Mise au point d'un service de données pour des applications multimédias associées à des émissions de TV numériques (de Terre et par satellite).....	94

RAPPORT SUR LA QUESTION 3/1

Impact de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies sur l'environnement commercial et réglementaire des télécommunications

Introduction

Les pays en développement sont souvent confrontés à de nombreux problèmes de développement dans le domaine des télécommunications. L'un des principaux problèmes qui se posent dans ce domaine est celui de savoir quelles technologies et systèmes de télécommunication il convient d'employer. C'est un problème qui s'applique tant aux exploitants, titulaires et éventuels, qu'aux administrations.

Les exploitants sont généralement curieux de savoir quelles nouvelles technologies sont utilisables. Ayant entendu parler d'une nouvelle technologie, un exploitant peut se demander comment il pourra l'employer sur le marché d'un pays pour résoudre les problèmes de communication. Il faut avoir une bonne connaissance d'une technologie et de ses principales caractéristiques pour prendre de bonnes décisions en matière de stratégie commerciale.

De même, les administrations doivent, lorsqu'elles étudient les initiatives à prendre concernant une nouvelle technologie et ses applications, en connaître les principales caractéristiques, notamment en comparaison avec d'autres technologies. La question de savoir s'il faut attribuer une part de spectre pour une technologie à employer est fondamentale et généralement cruciale. Elle exige une connaissance approfondie de la technologie, de son principal objet, de ses avantages et de son rôle sur le marché.

Le rôle et les avantages potentiels d'un grand nombre de technologies nouvelles sur les marchés, particulièrement des pays en développement, sont extrêmement importants, aussi bien pour les exploitants que pour les administrations de ces pays. Les nouvelles technologies peuvent permettre aux pays en développement non seulement de se rapprocher du niveau d'évolution des pays développés mais aussi de franchir d'un seul bond l'obstacle des technologies qui tombent maintenant en désuétude dans les pays développés.

Le présent document a pour but de donner un aperçu des nouvelles technologies de télécommunication qui existent aujourd'hui et qui permettent d'améliorer considérablement les télécommunications, donc également le commerce et l'économie, dans les pays en développement.

La mise en œuvre de ces technologies et leur succès, en termes économiques, exigent un esprit d'entreprise de la part des exploitants futurs ou existants. En examinant certaines questions relatives aux exploitants et à leurs marchés éventuels, le document a pour but de donner matière à réflexion pour stimuler l'esprit d'entreprise et, concernant certaines questions de réglementation, d'encourager un processus de pensée susceptible d'inciter les administrations à prendre des mesures effectives de facilitation en matière de réglementation. Les questions résultent, pour la plupart, des expériences de pays où les technologies ont été mises en œuvre ou sont en voie de l'être.

L'ensemble du document met l'accent sur les questions les plus importantes, sans prétendre traiter toutes les questions que les exploitants et les administrations doivent examiner lorsqu'ils emploient une technologie dans un pays.

On trouvera dans le présent document des exemples de technologies et d'applications bien précises, l'objectif n'étant pas d'aborder toutes les nouvelles technologies en cours d'élaboration. Il est suggéré de se reporter à d'autres études de l'UIT consacrées expressément aux nouvelles technologies. La Commission d'études 2 de l'UIT-D, en particulier, étudie cette question (par exemple au titre des Questions 1/2, 2/2 et 4/2).

1 Exposé de la question

La question porte sur un aspect assez complexe qui a également une incidence directe sur les autres aspects. Il faut d'abord déterminer, même dans les grandes lignes, quelles sont les technologies visées. Il s'agit d'un certain nombre de nouvelles technologies, notamment les communications sans fil, mobiles et mondiales. Il convient d'évaluer l'incidence de ces technologies sur l'environnement commercial et les problèmes de réglementation. L'impact commercial peut être important, depuis le passage de la clientèle des services existants aux nouveaux services jusqu'à l'absence de ressources humaines suffisamment formées pour faire face aux nouveaux problèmes.

Sur le plan de la réglementation, il faut s'assurer que les ressources humaines de l'organe de réglementation sont capables de résoudre les problèmes posés par la mise en œuvre des nouvelles technologies. Les nouvelles technologies qui suscitent de nouvelles applications posent un certain nombre de problèmes de réglementation qui, s'ils ne sont pas efficacement traités, inhiberont la croissance du secteur.

2 Conditions préalables à l'introduction et à l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services

Quelles que soient les conditions commerciales ou réglementaires, il convient, normalement, d'effectuer une étude avant de prendre une décision pour la réalisation d'un programme de télécommunications. Cette étude devrait porter essentiellement sur les ressources financières et humaines dont on dispose pour répondre à la demande de services et pour pouvoir utiliser les nouvelles technologies. L'étude la plus complète définit la faisabilité technique et économique du projet, les choix techniques et technologiques ainsi que le meilleur moyen d'assurer le financement du projet. Dans le cas de nouveaux services, il faut tenir compte des deux considérations essentielles, à savoir:

- que la plupart des nouveaux services utilisent les infrastructures de télécommunication existantes; et
- que le facteur temps devient extrêmement important compte tenu de la nature des besoins et de l'évolution technique.

Dans le cas de nouvelles technologies qu'il vaudrait mieux installer sur de nouveaux réseaux au lieu des réseaux existants, il faut tenir compte des coûts financiers extrêmement élevés. Les conditions préalables à l'introduction et à l'utilisation de technologies et de services sont donc les suivantes:

- existence de moyens de financement et de ressources humaines appropriées pour la modernisation et la maintenance d'installations nouvelles;
- prise en considération des besoins à court terme et à long terme du point de vue de l'environnement politique et des stratégies globales nécessaires à la réalisation des études relatives à l'introduction et à l'utilisation de nouveaux services et de nouvelles technologies.

2.1 Existence de moyens de financement et de ressources humaines pour la modernisation de l'infrastructure des télécommunications

Les besoins de financement de la plupart des pays restent disproportionnés par rapport aux ressources financières disponibles dans les conditions actuelles pour l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services.

Nouveaux services

La gamme des services de télécommunication qui peuvent être assurés aux utilisateurs finals est maintenant extrêmement étendue. A une extrémité, on a le service téléphonique ordinaire (POTS) et à l'autre, la vidéo interactive, sans parler des nombreux services intermédiaires à valeur ajoutée assurant des fonctions telles que la mobilité. Naturellement, chacun de ces services peut être encore subdivisé dans sa propre catégorie, selon les niveaux de performance et de qualité offerts.

Mais les fonds affectés au développement des services de base fournissent un très faible pourcentage de chiffre d'affaires compte tenu du fait que cela répondra à tous les besoins des usagers (donc d'une faible partie seulement de la population).

Dans ce scénario, l'exploitant public doit examiner diverses options:

- cofinancement ou création de coentreprises;
- régularisation du marché pour l'acceptation de nouveaux opérateurs;
- subventions externes.

Ces méthodes ne changent en rien le mécanisme de hautes compétences techniques nécessaire pour assurer l'installation et la maintenance de nouveaux services.

Nouvelles technologies

Avec l'introduction et l'utilisation de ces nouvelles technologies, on sait que, dans de nombreux pays, la plupart des réseaux de télécommunication sont obsolètes. Il en résulte que les investissements nécessaires doivent être plus importants et que les pays n'ont pas les ressources suffisantes pour moderniser leurs réseaux. Il faut donc recourir à des financements externes pour la modernisation des réseaux de télécommunication. Ces financements ne seront obtenus que dans certaines conditions et leur acceptation est concrétisée définitivement par la signature d'un accord financier, sans lequel le projet ne peut se matérialiser.

Il convient de noter que, dans le cas de nouveaux services, les ressources humaines sont la principale ressource nécessaire pour la mise en place et l'utilisation consécutive du réseau de télécommunications.

2.2 Prise en considération des besoins dans le schéma de Plan stratégique

Compte tenu du nombre de nouveaux services, des besoins pressants et diversifiés ainsi que de l'ampleur des innovations technologiques, il est souhaitable de tenir compte de tous ces éléments dans le schéma de Plan stratégique. En règle générale, on ne peut parler de la planification d'un réseau de télécommunication sans analyser le contexte dans lequel ce réseau sera construit et fonctionnera. Cela est particulièrement vrai pour les réseaux de zones à faible trafic, pour ceux qui fonctionnent avec de nouvelles technologies ou pour ceux qui utilisent de nouveaux services. Dans ce contexte, il faut soigneusement examiner les facteurs économiques, financiers et techniques et il est toujours souhaitable de penser au rendement de l'investissement initial.

Le Plan stratégique devra tenir compte des facteurs suivants:

- Le choix des investissements et des coûts, les garanties, le remboursement du coût initial des services et l'identification de la meilleure stratégie possible.
- La prise en considération de l'intérêt social du projet concernant la santé, l'éducation ou l'amélioration de la qualité de vie.
- L'obtention des meilleurs financements et la réduction des dépenses courantes en vue d'un amortissement rapide des dépenses initiales.
- Le choix de la technologie qui s'intègre le mieux dans le réseau existant, qui offre plusieurs applications et qui peut donc être mise en œuvre sans délai et projections dans l'avenir.

Le Plan stratégique devra également insister sur les points suivants:

- la tarification fera partie du processus de planification et de développement commercial; et
- la réglementation en vigueur suivra l'évolution des besoins et de la demande.

2.3 Facteurs qui influent sur la volonté et la décision d'introduire et d'utiliser de nouvelles technologies et de nouveaux services

Les besoins des exploitants sont par nature différents, et parfois inverses, de ceux des organes de réglementation ou même de ceux de leur propre clientèle (qu'il s'agisse des fournisseurs de services ou des utilisateurs finals). Ces besoins varient même encore plus d'un exploitant à l'autre compte tenu de l'environnement concurrentiel.

La stratégie de l'exploitant variera considérablement, selon qu'il s'agit d'un exploitant établi (ex-monopole) ou d'un nouvel opérateur. Le premier cherchera surtout à conserver une part importante de marché tout en se positionnant dans de nouveaux secteurs (mobile, par exemple).

Le nouvel exploitant peut s'attaquer de front à un concurrent établi ou s'établir lui-même comme fournisseur distinct d'un service plus attrayant (meilleur prix ou meilleure qualité) ou encore se focaliser sur de nouveaux secteurs.

De même, il faut établir une distinction entre les pays développés et les pays en développement dans lesquels il convient également de tenir compte des services, de l'accès aux services, des politiques de développement économique et d'un certain nombre de facteurs d'environnement spécifiques.

Outre les différences financières et réglementaires, un facteur clé qui différencie ces types d'exploitant est l'état de leur infrastructure de télécommunication. Les PTO nationaux établis ont déjà des infrastructures importantes en rapport avec l'état de développement des télécommunications du pays. En revanche, les exploitations récemment créées peuvent ne pas avoir d'infrastructures du tout (ce qui est probable s'il s'agit de fournisseurs de services spécialisés) ou avoir des infrastructures importantes actuellement utilisées pour des services autres que les télécommunications. Certaines de ces infrastructures peuvent être très efficacement réutilisées pour l'exploitation de télécommunications.

La fourniture de nouveaux services est régie par le marché, ce qui apparaît le plus dans un environnement déréglementé où la crainte d'une perte de part de marché et le désir d'optimiser les profits sont les principaux éléments moteurs mais aussi dans une structure publique monopolistique stimulée par le besoin de satisfaire l'électorat, la nécessité d'établir de grandes organisations, le désir de maintenir le statut du pays et la crainte de la déréglementation.

L'introduction de nouvelles technologies n'est pas sensiblement influencée par la volonté du fournisseur de services de télécommunication; les anciennes technologies ne sont plus, par définition, disponibles et, si le fournisseur de services doit remplacer l'équipement en fin de vie ou étendre son réseau, il faut, par défaut, qu'il achète un équipement des nouvelles technologies. Cet équipement offre la possibilité d'assurer de nouveaux services.

Certains facteurs qui influencent la volonté et la décision d'introduire et d'utiliser de nouvelles technologies et de nouveaux services sont indiqués ci-après:

- **L'infrastructure de base actuelle** (analogique, numérique, analogique/numérique, câble, satellite, etc.) – Parfois, une infrastructure qui n'est pas au niveau de la technologie actuelle offre à l'exploitant la possibilité de combler d'un bond son retard et d'introduire des services modernes; cette stratégie peut avoir l'inconvénient de ne pas laisser assez de temps aux ressources humaines de l'exploitant pour se former et de se développer progressivement avec la technologie, lorsque celle-ci est mise en œuvre.
- **Pression du marché** – Souvent, lorsqu'il existe une demande, il est très simple de la satisfaire. Mais, un problème se pose lorsque la demande ne peut être quantifiée (c'est-à-dire lorsque l'exploitant doit générer cette demande). Dans ce cas, il serait souhaitable d'effectuer des études pilotes pour calculer la faisabilité du projet.
- **Résultats positifs de l'évaluation des investissements** – Plus les résultats de l'évaluation sont favorables, plus le projet aura de chances d'être mis en œuvre.
- **La libéralisation du marché** et la fourniture de services dans les pays voisins engendrent des pressions internes – Le monde est généralement divisé en grands blocs et ce qu'un pays fait influe sur les pays voisins. Si ces pays libéralisent leurs marchés, cette circonstance peut donc, en elle-même, stimuler la demande.
- **Prise de conscience, compréhension et incidences des nouvelles technologies** – C'est un problème de ressources humaines et plus ces ressources seront expérimentées, plus grandes seront leur prise de conscience et leur compréhension des incidences des nouvelles technologies.

La connaissance approfondie de ces technologies facilitera leur mise en œuvre et celle qu'en ont plus particulièrement les consommateurs ouvrira le marché plus facilement et engendrera une demande pour le produit.

- Les nouvelles technologies constituent un moyen de **mettre en œuvre rapidement et/ou économiquement des services** dans des endroits où l'utilisation de technologies classiques ne s'est pas révélée possible. Les nouvelles technologies, par exemple WLL et GMSS, peuvent être un moyen économique d'assurer des services de télécommunication dans les zones rurales où les systèmes classiques de télécommunications câblées ne sont pas économiques.
- L'utilisation de techniques d'information modernes dans les systèmes de logistique revêt une importance croissante pour l'efficacité du travail humain, la qualité de service au sens large, le contrôle des dépenses, etc.

3 Impact commercial de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services

Les nouvelles technologies peuvent offrir une largeur de bande importante, abordable, facile à gérer et de grande qualité. Cela permet de délocaliser certains secteurs de l'industrie dans des pays où la main-d'œuvre est bon marché tout en continuant à assurer le service dans le pays d'origine au moyen des télécommunications. Cet arbitrage des coûts de main-d'œuvre a une incidence commerciale dans les deux emplacements, qu'il s'agisse de l'économie générale des pays concernés ou des opportunités offertes aux organisations de télécommunications.

On a beaucoup parlé des capacités offertes par les nouvelles technologies pour assurer des fonctions de réacheminement, de rétroappel, etc.; en effet, il s'agit d'une véritable menace pour les intervenants mineurs dans le monde des télécommunications. Si on laisse ces processus se développer sans contrôle, l'activité commerciale des petits fournisseurs de services (essentiellement des monopoles publics) pourrait être gravement compromise par les grandes organisations des Etats-Unis et de l'Europe, ce qui influencerait défavorablement sur l'introduction de nouvelles technologies et sur l'extension du service de base dans les pays concernés.

La technologie nécessaire pour assurer le rétroappel existe depuis de nombreuses années. Ce qui est nouveau ce sont les techniques maintenant utilisées pour assurer un accès plus facile à l'utilisateur qui effectue le rétroappel. La méthode de «bombardement» permet de transmettre efficacement la tonalité de numérotation du pays de l'exploitant du service de rétroappel à l'utilisateur. Elle occupe un circuit international de façon quasi permanente pour chaque usager mais sans qu'aucune recette revienne au fournisseur de services tant qu'un rétroappel n'a pas été effectivement établi. Ces circuits loués, quasi permanents et non rétribués ont un impact commercial évident sur le fournisseur de services et, dans le domaine de la qualité d'écoulement du trafic, ils constituent également une gêne pour les autres usagers.

Ces nouvelles technologies peuvent non seulement compléter les systèmes existants mais aussi entrer pratiquement en concurrence avec eux. Le plus important est d'introduire ces systèmes pour offrir une gamme plus large de services aux clients et disposer ainsi des technologies les plus récentes.

Les gouvernements du monde entier sont obligés de réévaluer leurs politiques de télécommunication en tenant compte des rapides progrès technologiques. Dans les pays en développement, il est de plus en plus reconnu que l'amélioration de l'accès aux télécommunications procure de substantiels avantages économiques et qu'un développement durable est

impossible sans une infrastructure de télécommunications adéquate. Un manque de capitaux et un régime de réglementation qui n'apportent pas un soutien total aux objectifs de télécommunication nationaux sont les principaux obstacles au progrès dans ce domaine.

Dans la plupart des pays en développement, la mise en valeur des infrastructures de télécommunication a souvent été reléguée au second plan derrière d'autres priorités nationales telles que l'agriculture, la santé, la construction routière, etc. Depuis la publication en 1984 du Rapport de la Commission indépendante pour le développement des télécommunications dans le monde, il est maintenant généralement reconnu que le développement de l'infrastructure des télécommunications est un élément essentiel du développement économique national, que c'est l'existence d'une infrastructure de télécommunication adéquate qui crée la richesse nationale et non l'inverse.

Pour les gouvernements confrontés à des besoins concurrents concernant le financement de projets d'infrastructure vitaux, il existe une tension dynamique en matière de politique et de réglementation entre, d'une part, l'obligation d'assurer l'accès universel aux télécommunications de base et, d'autre part, les avantages perçus de la privatisation du monopole national des télécommunications. En particulier, les investisseurs éventuels dans ce qui a été très probablement un monopole d'Etat peu évolutif, voudront obtenir la garantie que l'environnement politique et réglementaire sera favorable à un développement continu des télécommunications.

La disponibilité imminente du GMSS devrait constituer un progrès. Le GMSS promet d'offrir une largeur de bande à la demande pour les télécommunications dans le monde entier et les exploitants de GMSS peuvent donc satisfaire largement aux obligations du service universel. Mais le principal obstacle est, pour les exploitants de GMSS, la présence d'une réglementation nationale restrictive et, dans certains cas, l'absence de cadre réglementaire pour l'octroi de licences aux exploitants de GMSS. En accordant la plus grande attention à la nécessité d'un environnement de réglementation ouvert et équitable, on peut réaliser plus efficacement les avantages du GMSS pour les pays émergents sur le plan économique.

Les exploitants de télécommunications dans de nombreux pays craignent que les stations terriennes mobiles et les terminaux des GMPCS ne contournent les réseaux locaux et qu'ils ne retirent aucun profit de l'utilisation de ces terminaux.

Mais, au lieu de tenter d'empêcher l'utilisation de services mobiles par satellite, les autorités devraient tenir compte des avantages socio-économiques de cette utilisation, notamment dans les zones où il n'existe pas d'autre moyen de communication. Le réel défi pour ces autorités n'est pas de tenter d'empêcher le contournement mais bien de créer un environnement favorable à la disponibilité de ces services pour que leur pays puisse en retirer le maximum possible d'avantages.

4 Impact sur la réglementation de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services

4.1 Introduction

L'évaluation de l'impact sur la réglementation de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux services dépend de nombreux facteurs, notamment du cadre réglementaire du pays, des stratégies politiques et économiques, du niveau de développement des télécommunications, du contexte historique de l'incorporation des nouvelles technologies, etc. Plus précisément, l'existence ou non, dans le pays, d'un monopole ou d'une structure concurrentielle, d'un organe de réglementation distinct ou d'une réglementation visant à contrôler ou à maîtriser le marché a un impact plus grand sur la réglementation que les nouvelles technologies en elles-mêmes.

Lorsqu'il existe une structure de monopole et que l'exploitant monopoliste assume également les fonctions d'organe de réglementation, l'impact sur la réglementation de l'introduction de nouvelles technologies sera minimal ou même nul.

Dans ce cas, c'est le monopole qui décide s'il faut introduire de nouvelles technologies, qu'il n'y ait pas d'autre option (inexistence des anciennes technologies nécessaires pour maintenir les réseaux existants) ou qu'il faille, pour des raisons politiques, plaire à l'électorat (dans le cas d'un monopole d'Etat) ou encore se maintenir au niveau des pays voisins. En fait, dans un grand nombre de ces cas, il n'existe pas de réglementation mais seulement des politiques de l'exploitant qui peuvent ou non être publiées.

Néanmoins, il existe un certain impact «réglementaire» même dans le scénario ci-dessus si on considère cet impact du point de vue 1) de la convergence, 2) de la mondialisation des télécommunications et 3) de l'introduction de nouvelles applications telles que la télémédecine, le commerce électronique, etc.

Mais le plus grand mérite des nouvelles technologies est de contribuer à réfuter l'argument de «monopole naturel» en faveur du maintien des monopoles. Les gouvernements décident maintenant d'introduire de nouveaux intervenants nationaux et internationaux. Les nouvelles technologies jouent ici simplement le rôle de catalyseurs pour l'adoption de

nouvelles politiques au lieu d'exercer elles-mêmes une influence sur la réglementation (de nombreux pays ont néanmoins décidé de conserver un monopole public ou privé qui exploitera ces nouvelles technologies pour assurer de nouveaux services au lieu d'admettre de nouveaux intervenants, ce qui n'a aucun impact sur la réglementation).

Mais, lorsqu'on introduit la concurrence, l'impact sur la réglementation est maximal et agit sur la création de nouveaux cadres réglementaires, notamment de nouveaux organes de réglementation. Le passage du monopole d'Etat à un monopole constitué en société, à un monopole privé, à une concurrence partielle ou à une concurrence totale, etc., exerce son propre impact sur la réglementation.

Mais certains économistes estiment qu'ultérieurement, lorsqu'une concurrence libre et totale sera installée, son rôle et son impact sur la réglementation seront, dans ce cas aussi, minimaux. La «main invisible» du marché doit alors servir d'organe de réglementation. Il reste à voir si cette concurrence idéale peut exister dans le monde des télécommunications, étant donné la présence d'entités déjà gigantesques, telles que Global One, Concert, etc. Certaines lois antitrust et sur une concurrence équitable peuvent encore s'avérer nécessaires au niveau national, régional et international.

En résumé, il a été noté que l'évaluation de l'impact sur la réglementation que subit chaque pays variera selon l'orientation de la politique de ce pays, par exemple le choix d'une situation monopolistique ou concurrentielle. Le présent document est donc axé sur les problèmes communs auxquels la plupart des pays sont confrontés, quelle que soit leur politique en matière de concurrence, etc., comme il a été noté ci-dessus. Ces problèmes sont 1) la convergence, 2) la mondialisation des télécommunications et 3) l'introduction de nouvelles applications telles que la télémédecine, le commerce électronique.

Il sera utile de noter que, dans ces exemples également, l'impact sur la réglementation ne concernera pas uniquement la réglementation des télécommunications mais aussi d'autres domaines de la législation tels que les lois relatives à la diffusion, à l'informatique, à l'investissement, à l'application de la réglementation, au contenu, etc.

4.2 Nouvelles technologies et nouveaux services

Plusieurs des contributions présentées au titre de la Question 3/1 examinent en détail un grand nombre de nouvelles technologies et de nouveaux services. Bien qu'une distinction entre les technologies et les services n'ait pas été clairement établie, les contributions portent en général sur des améliorations visant à améliorer l'infrastructure existante telle que les réseaux intelligents, le mode ATM, la retransmission de trames, etc., sur des infrastructures nouvelles et différentes telles que les fibres optiques, les réseaux cellulaires, les VSAT, les GMPCS et sur les nouveaux services autorisés par ces nouvelles technologies, par exemple le courrier électronique, la messagerie EDI, la vidéoconférence, le réacheminement, le rétroappel, l'IDD, etc. D'autres examinent de nouvelles applications de ces services telles que la télémédecine, le télé-enseignement, etc.

Le paragraphe qui suit divise ces diverses technologies et ces divers services examinés dans les contributions en catégories, selon les domaines communs examinés ci-dessus, afin de mieux illustrer la nette incidence, sur la réglementation, de chaque type nouveau de technologie et de service. En plus de ces catégories, les technologies sans fil ont été ajoutées en tant que catégorie distincte, étant donné leur propre impact sur la réglementation et le fait que de nombreuses contributions relatives à la Question 3/1 examinent également cet aspect en détail.

4.2.1 Numérisation/convergence

On peut dire que le premier impact, et aussi le plus important, sur la réglementation est exercé par la numérisation. La numérisation est à l'origine du mariage de l'industrie des télécommunications, de l'industrie de radiodiffusion et de l'industrie informatique.

Que l'on ait affaire à un monopole d'Etat ou à un environnement concurrentiel dans les télécommunications, ces différentes industries, c'est-à-dire les télécommunications, la radiodiffusion et l'informatique, ont différents intervenants (dans ce cas aussi des monopoles d'Etat ou des fournisseurs de services concurrents), différentes règles et différents organes de réglementation. Ces industries sont maintenant réunies. Les réglementations et les politiques pour ces industries étaient traitées auparavant séparément, avec des cadres distincts et avec, le cas échéant, leurs propres organes de réglementation.

Une extension de la numérisation permettant de fusionner les transmissions vidéo, de données et vocales a aussi conduit à de nouvelles applications telles que la possibilité de négocier les stocks à l'échelle mondiale sur le réseau téléphonique, ainsi que le télé-enseignement, etc., en faisant intervenir un ensemble totalement différent de réglementations industrielles et d'organes de réglementation. Cet aspect sera examiné dans la catégorie suivante.

4.2.2 Applications de la société d'information

Les nouvelles techniques de télécommunication ont donné naissance à un grand nombre d'applications nouvelles telles que la télémédecine, la télébanque, etc. Chacune de ces applications a traditionnellement son propre domaine de législation, là aussi avec des organes de réglementation, le cas échéant, séparés. L'efficacité et l'application de ces lois sont aujourd'hui remises en cause par les nouvelles technologies.

Plus fondamentalement, ces applications nous font maintenant passer d'une société industrielle caractérisée par des processus rigides de production et de gestion et par un objectif d'optimisation du capital, à une société de service où la ressource primaire est l'information et la connaissance. L'accès aux télécommunications, donc à l'information, devient la clé qui permet d'obtenir un avantage concurrentiel dans cette nouvelle société d'information ou de service (voir la Note). Il n'est donc pas surprenant que de nouveaux organismes tels que l'Organisation mondiale du commerce (OMC) soient de plus en plus concernés par les télécommunications en raison de ces applications.

NOTE – Selon l'ouvrage de l'écrivain Kenichi Ohmae de Harvard Business «The End of the Nation State», «Les cartes économiques d'hier indiquaient essentiellement les gisements de matières premières, les sources d'énergie, les voies d'eau navigables, les ports en eaux profondes, les lignes de chemins de fer, les routes, c'est-à-dire les frontières nationales. Aujourd'hui, les éléments les plus importants sont l'empreinte des satellites de télévision, la zone de couverture des systèmes radioélectriques et la diffusion géographique des journaux et des magazines.»

4.2.3 Globalisation

La question de la globalisation comporte de nombreux aspects. On pourrait parler de la globalisation des télécommunications du point de vue d'une *plus grande interconnexion* entre les différents types de réseaux de télécommunication, surtout avec la numérisation qui a permis d'étendre les communications internationales et de créer la Société mondiale de l'information (voir la Note). Internet est probablement le meilleur exemple de création d'un réseau véritablement mondial. Il s'agit d'un réseau fondamental et, tant qu'un pays a une certaine connectivité internationale de base, il ne peut se passer d'Internet. Ses citoyens peuvent toujours établir une communication avec un pays voisin pour y avoir accès.

NOTE – Egalement appelée Infrastructure mondiale de l'information ou Economie mondiale de l'information.

On pourrait aussi parler de la globalisation du point de vue des diverses coentreprises et fusions qui conduisent à l'émergence de *mégaexploitants et de fournisseurs de services mondiaux* tels que Global One, Concert, Worldpartners, Financial Network Association, etc. A mesure que les pays libéralisent leurs marchés des télécommunications, ces fournisseurs mondiaux peuvent assurer une véritable connectivité globale en offrant des réseaux et des services gérés de bout en bout. En fait, beaucoup d'entre eux possèdent leurs propres réseaux mondiaux au lieu de louer une capacité auprès d'autres opérateurs. Il s'agit bien d'un phénomène nouveau car il diffère de l'ancien régime où chaque pays fournissait ses propres réseaux et services de télécommunication et où les communications internationales étaient uniquement un problème d'interconnectivité et d'interopérabilité entre divers systèmes nationaux.

Une perspective supplémentaire sur laquelle les contributions présentées à la Commission d'études ont insisté le plus est la conception de nouvelles techniques de télécommunication par satellite permettant une *plus grande mobilité mondiale* telles que les terminaux à très petite ouverture (VSAT) et les systèmes mobiles mondiaux de communications personnelles par satellite (GMPCS). Les GMPCS ont été les plus remarquables malgré le fait que les communications mobiles par satellite existent depuis l'époque des services INMARSAT. Ce qui a changé c'est que les satellites sont devenus d'un prix plus abordable pour les entités privées, que les combinés sont devenus plus petits, moins chers et plus conviviaux, ce qui a créé un nouveau marché de masse pour les services directs par satellite.

Cette situation est différente de celle du passé où les satellites GEO étaient jugés très coûteux, où les intervalles orbitaux étaient rares et les fréquences limitées, ce qui créait une sorte de monopole naturel, et où les satellites n'étaient lancés que par des monopoles d'Etat ou des monopoles travaillant en coopération par l'intermédiaire d'organisations telles qu'INTELSAT et INMARSAT. Même les stations terriennes à satellite étaient coûteuses à construire et les antennes étaient si chères et si volumineuses que, là encore, de nombreux pays en confiaient la mise en place à un monopole d'Etat. L'exercice de ce monopole ne posait aucun problème car il était difficile de dissimuler l'exploitation d'une station terrienne ou d'importer des terminaux en contrebande dans le pays.

Mais, ultérieurement, les systèmes mobiles à satellites et les VSAT se sont vulgarisés avec les Sociétés multinationales (MNC) qui ont des exploitations mondiales et doivent créer leurs propres réseaux vers des emplacements qui ne sont pas adéquatement câblés. Mais ces terminaux n'étaient pas encore d'un prix abordable pour tous et étaient encore suffisamment grands pour être contrôlés au niveau opérationnel et douanier. Aujourd'hui, la technique des télécommunications par satellite a progressé et les satellites GEO sont déjà exploités par des entités privées. De même, les paraboles sont déjà plus petites et plus abordables comme, par exemple, les VSAT et certains terminaux d'INMARSAT.

En revanche, des services GMPCS sont offerts par des exploitants à l'échelle mondiale, au moyen de terminaux d'utilisateur portatifs et mobiles, à des prix abordables. Compte tenu des conséquences techniques, réglementaires et socio-économiques de ces services pour la communauté nationale et mondiale des télécommunications, l'UIT a organisé le premier Forum mondial des politiques de télécommunication (FMPT), qui a élaboré cinq Avis. L'Avis N° 4 (Mémorandum d'accord sur les GMPCS), notamment, a été adopté en vue de faciliter la circulation des terminaux d'utilisateur de GMPCS. Il comprend des dispositions détaillées sur l'homologation, l'octroi de licences et l'accès aux données de trafic ainsi qu'une Recommandation sur les droits de douane. Conformément à l'Avis N° 5 du FMPT, le Directeur du BDT a créé un Groupe d'experts pour aider les pays en développement à établir une liste de facteurs pouvant être utilisée pour l'octroi de licences, l'organisation d'ateliers régionaux et l'étude des différentes conséquences des GMPCS. Les travaux accomplis par ce Groupe ont été dans le Rapport du Directeur du BDT qui a été soumis à la Conférence mondiale de développement des télécommunications (Malte, 1998).

4.2.4 Communications sans fil

Les communications sans fil ne sont pas intrinsèquement nouvelles. Un grand nombre des considérations formulées pour la technique de télécommunications par satellite s'appliquent également ici, sauf que, dans cette catégorie, elle est considérée d'un point de vue national et non transfrontière. Encore plus anciennes que les satellites, les radiocommunications existent depuis plus de sept décennies. Les coûts d'infrastructure pour établir une parabole à hyperfréquences ou une station radioélectrique étaient encore assez élevés à l'époque et la mise en œuvre et l'exploitation du service n'étaient pas faciles. Et surtout, on accordait aux radiocommunications une telle importance stratégique que de nombreux pays préféraient les placer sous le contrôle d'un monopole public ou privé.

Aujourd'hui, la technologie cellulaire et les techniques de boucle locale sans fil offrent des solutions moins coûteuses, plus rapides et mieux adaptées par rapport aux technologies fixes et sans fil existantes. De nombreux pays les utilisent déjà comme service complémentaire tandis que d'autres dont les infrastructures de télécommunication câblées sont de médiocre qualité les utilisent comme infrastructures de base.

L'énorme retard de développement des télécommunications dans certains pays oblige les gestionnaires à introduire la concurrence dans le domaine de ces technologies sans fil. Le fait que les combinés soient également devenus plus abordables, plus petits et plus conviviaux, a créé un nouveau marché de masse et, en même temps, de nouveaux problèmes de réglementation et de politique.

4.3 Impact sur la réglementation

Après avoir examiné la façon dont les contributions des divers pays ont été classées, le présent document examinera ci-après en détail l'impact sur la réglementation pour chacune de ces catégories.

4.3.1 Numérisation/convergence

La numérisation a réuni trois domaines de législation distincts indiqués ci-après:

a) *Réglementation des installations*

La réglementation des télécommunications tant au niveau national qu'au niveau international s'est appliquée essentiellement aux installations (à savoir les infrastructures proprement dites).

Les installations de télécommunication incluaient des infrastructures telles que les fibres optiques, les satellites, les radiocommunications, les câbles en cuivre, etc., c'est-à-dire qu'il s'agissait essentiellement de communications par des moyens électromagnétiques. Les règles du jeu étaient conçues de manière à assurer la bonne mise en œuvre des communications. La souveraineté nationale était encore un point important pour la plupart des pays et les télécommunications étaient donc contrôlées à l'intérieur des frontières par des monopoles d'Etat ou des sociétés nationales. Les communications entre les pays se rejoignaient environ à mi-chemin pour la connexion et l'aboutissement de l'appel.

Des règles du jeu nationales et internationales (par exemple, des directives relatives au règlement des comptes) étaient donc nécessaires pour l'aboutissement des appels. Il existait d'autres problèmes tels que les communications pour la sécurité de la vie humaine en mer et les brouillages nuisibles des ondes radioélectriques. Etant donné que les satellites utilisaient les intervalles orbitaux limités pour la position GEO, une coordination internationale était également nécessaire. Dans le passé, la plus grande partie de cette ample réglementation relevait de l'UIT, car les monopoles nationaux étaient autoréglementés.

Aujourd'hui, avec la privatisation croissante et l'introduction de la concurrence, on crée des organes de réglementation nationaux pour assumer des fonctions similaires et on conçoit de nouvelles réglementations nationales concernant les installations. Ces règles incluent l'attribution du spectre, les normes de qualité de service, l'homologation de l'équipement, les droits de passage, etc. Le plus souvent, ces organes sont placés sous la tutelle du Ministère des communications.

Dans l'un et l'autre cas, ces règles nationales et internationales s'appliquaient essentiellement aux infrastructures acheminant des communications vocales publiques ou des communications point à point généralement accessibles au public. Les réseaux téléphoniques privés, les données et la vidéo étaient traités jusqu'à ces derniers temps séparément. Les réseaux point à multipoint étaient traités comme la radiodiffusion, alors que les communications vocales et de données privées étaient considérées comme des communications internes et n'étaient donc pas réglementées, sauf en cas d'interconnexion avec un réseau public.

b) *Réglementation du contenu pour la diffusion publique*

La réglementation du contenu ne s'appliquait pas aux télécommunications ou aux exploitants publics car les télécommunications étaient traditionnellement des communications point à point et le contenu était généré par l'utilisateur final et non par la compagnie de télécommunications. Mais, qu'ils créent ou non l'information, les diffuseurs qui utilisaient ces installations pour effectuer des transmissions point à multipoint étaient réglementés par la législation sur le contenu. Le public était considéré dans ce cas simplement comme un récepteur passif de l'information, qui lui était souvent imposée à son corps défendant et on a donc adopté des lois pour protéger l'intérêt public.

Cela contraste avec les télécommunications où le public utilise les installations de télécommunication pour transmettre un contenu verbal qu'il crée (c'est-à-dire une conversation) et pour lequel l'exploitant de télécommunications ne peut être tenu pour responsable en tant que simple vecteur de transmission. Il existait des lois telles que les lois sur la confidentialité, la calomnie, les droits d'auteur, la pornographie, la décence, la diffamation, etc., pour assurer un certain niveau de normes communautaires pour la société. C'était le cas, même si le diffuseur n'était pas le créateur de l'information mais était responsable en tant que «rééditeur». Ces règles s'appliquaient également aux supports autres que les télécommunications tels que les publications imprimées.

En outre, il existait des organes de réglementation distincts qui régulaient cette industrie du contenu et qui relevaient généralement du Ministère de l'information et des arts. A Singapour, par exemple, la réglementation des télécommunications relève de la Telecommunications Authority of Singapore placée sous la tutelle du Ministère des transports et des communications, tandis que la diffusion relève de la Singapore Broadcasting Authority placée sous la tutelle du Ministère de l'information et des arts.

c) *Réglementation de l'industrie de la technologie de l'information ou de l'informatique*

Il s'agit d'un domaine assez peu réglementé. Les ordinateurs étaient auparavant des appareils autonomes et c'était donc les lois relatives aux droits de la propriété industrielle qui s'appliquaient tout au plus dans ce cas pour le matériel et le logiciel.

Par la suite, on a mis au point l'informatique répartie et des PC plus petits, avec les réseaux locaux (LAN), les réseaux étendus (WAN) et les réseaux de zone urbaine (MAN) actuels. Dans le cadre de ces innovations, les communications étaient encore établies au sein d'une compagnie implantée ou connectée virtuellement dans un même bâtiment. On considérait alors que, en tant que telles, ces communications étaient internes et aucune réglementation relative à la diffusion/au contenu ne s'appliquait.

Quant au réseau lui-même, comme il était généralement situé au même étage d'un bâtiment ou dans un même bâtiment, on considérait qu'il était hors du ressort de la réglementation des infrastructures/télécommunications.

Aujourd'hui, la numérisation et les modems ont virtuellement intégré un grand nombre de réseaux internes dans les réseaux publics et ces lignes de démarcation ne sont peut-être plus valables. Les responsables du monde informatique préféreraient toutefois la déréglementation de l'industrie des télécommunications à la réglementation de leur industrie.

Impact réglementaire de la convergence de ces trois domaines de législation distincts

Avec la numérisation des télécommunications, les compagnies utilisent maintenant le réseau public pour étendre leurs LAN à travers les rues, les villes et les Etats et leurs circuits internationaux loués (ILC) privés pour étendre leurs réseaux d'entreprise au-delà des frontières nationales.

Mais de nombreux pays ont décidé de traiter ces réseaux comme des groupes fermés d'utilisateurs sortant donc du cadre du réseau public traditionnel et de la réglementation du contenu. D'autres pays les considèrent comme des «réseaux à valeur ajoutée» et leur octroient des licences distinctes sans autoriser l'utilisation partagée ou la revente de la largeur de bande excédentaire à des tierces parties. D'autres encore autorisent toutefois la revente et le partage de ces ILC, étendant ainsi la définition d'un groupe fermé d'utilisateurs ou d'un réseau à valeur ajoutée, notamment avec les réseaux privés virtuels (VPN) et Internet. Aujourd'hui, en fait, de nombreuses compagnies telles que SITA et IBM offrent leurs réseaux d'entreprise à des tiers, concurrençant déjà ainsi les exploitants de télécommunications traditionnels même dans les pays qui n'ont pas encore introduit la concurrence.

On peut voir un autre exemple de l'impact de la convergence sur la réglementation avec l'avènement d'Internet. Un usager qui envoie un courrier électronique à une liste d'adresses ou à un groupe de presse est-il un diffuseur, donc est-il assujéti à la législation sur la diffusion? Une compagnie téléphonique qui assure un service de tonalité de numérotation

vidéo ou encore un service vidéo à la demande sera-t-elle réglementée comme un diffuseur? Un diffuseur qui assure également des communications vocales et de données sur son réseau relèvera-t-il de la réglementation des télécommunications et/ou de la législation sur la diffusion?

La convergence a clairement remis en cause les frontières traditionnelles entre les lois. Aux Etats-Unis, où la convergence et Internet sont apparus pour la première fois, les organes de réglementation et les gestionnaires sont encore aux prises avec des problèmes de convergence. De nombreux pays envisagent seulement maintenant de permettre aux compagnies de télécommunications par câble d'assurer, par exemple, des communications vocales et vice versa. Ce qui est clair, c'est qu'il faut réexaminer et redéfinir les lois dans ce domaine.

Les tribunaux et les législateurs sont confrontés à des cas de convergence. Aux Etats-Unis, des cas récents concernant la responsabilité éventuelle des fournisseurs de services Internet (ISP) pour des matériels diffamatoires diffusés sur le réseau par leurs utilisateurs et la récente Loi sur les télécommunications de 1996 qui les rend responsables des matériaux indécents présentés sur leur réseau ont inquiété les ISP qui ne s'estiment pas différents des compagnies de télécommunications, c'est-à-dire qui veulent être traités comme de simples fournisseurs d'accès. Bien que le réseau Internet soit devenu public, le courrier électronique est encore diffusé point à point (comme dans les communications vocales et son contenu est donc généré par l'utilisateur) et les sites du Web ne sont pas reliés par des communications point à multipoint (base de la législation sur la diffusion) mais plutôt par des communications multipoint à point. Il ne s'agit pas de communications non sollicitées mais de communications qui doivent être demandées par l'utilisateur. Etant donné que les incidences ne sont pas claires et que la convergence a estompé les lignes de séparation entre les domaines de la législation, les solutions ne seront pas faciles à trouver. Ces lignes de démarcation s'atténuent encore plus à mesure que le réseau Internet est utilisé pour la diffusion vidéo et la téléphonie.

Les fournisseurs de services Internet refusent encore d'être assujettis (comme dans des pays tels que Singapour) à la législation traditionnelle sur la diffusion. Même aux Etats-Unis, la nouvelle Loi sur les télécommunications de 1996 a tenté de rendre les fournisseurs de services Internet responsables de la pornographie sur Internet, ce qui est encore vivement contesté devant les tribunaux et le débat continue.

Une autre grande question qui se pose est celle de la juridiction sous laquelle seront placées ces technologies nouvelles et diverses. Sur le plan national, à Singapour par exemple, l'infrastructure d'Internet est réglementée par la Telecommunications Authority of Singapore, alors que le contenu d'Internet est réglementé par la Singapore Broadcasting Authority. Les ISP possèdent donc littéralement deux licences octroyées par deux organismes différents pour la même activité. Outre les batailles de juridiction livrées sur le terrain, les industriels ne savent jamais à quel organe de réglementation ils seront subitement obligés de rendre des comptes.

Le principal problème dans ce domaine réside dans la base différente de la législation et les différentes mentalités en matière de réglementation. Le monde informatique a été un monde relativement informel et peu réglementé, en comparaison avec les télécommunications ou la radiodiffusion, et il voudrait le rester. Cette différence de stratégie de réglementation est remise en cause aujourd'hui sur le plan international, notamment en ce qui concerne Internet.

Internet, qui fonctionne sur l'infrastructure téléphonique en utilisant le protocole TCP/IP s'est maintenant imposé comme infrastructure de plein droit, étant donné la connectivité qu'il offre partout dans le monde. Contrairement au monde des télécommunications qui a créé l'UIT en 1865 pour assurer une connectivité mondiale, Internet est une entreprise de type communautaire, avec peu ou pas d'institutions officielles. Les normes sur Internet sont créées par des groupements de bénévoles très informels réunis en Groupe de travail technique d'Internet et la Société Internet, «organe international» le plus proche d'Internet, est composée d'individus du monde entier qui versent une cotisation à un organisme à but non lucratif.

Même les adresses IP et les noms de domaine qui, techniquement parlant, appartiennent au Gouvernement des Etats-Unis, sont contrôlés par des organismes informels ou semi-formels composés d'individus ou d'organisations membres offrant leurs services pour maintenir l'exploitation d'Internet. En tant que ressources limitées, les adresses IP et, peut-être, les noms de domaine, peuvent être assimilés aux fréquences, intervalles orbitaux et plans de numérotage du monde des télécommunications mais la structure de gestion future du monde Internet demeure encore très incertaine.

Une forte opposition des cultures entre le monde des télécommunications et des affaires et le monde d'Internet et de l'informatique devient de plus en plus évidente. Les tenants du monde Internet veulent maintenir les structures informelles, avec peu ou pas de réglementation. Ils préféreraient également que ces ressources limitées du monde Internet soient livrées à la concurrence plutôt que d'être contrôlées et réglementées par une unique entité. En revanche, le monde des télécommunications et des affaires s'inquiète beaucoup de l'absence de légitimité et du caractère informel des structures mises en place aujourd'hui. Il estime que, si ces structures ont pu fonctionner à l'époque d'un Internet académique et faisant l'objet d'un travail de Recherche et de Développement, il en va tout autrement pour un Internet commercial où de gros capitaux entrent en jeu. Il n'est donc pas surprenant que les efforts du Comité ad hoc international autodésigné pour résoudre les problèmes de haut niveau des noms de domaine suscitent des réactions différentes selon les camps.

L'affrontement des cultures concernant la réglementation et les cadres réglementaires ne fait que commencer, tant à l'échelon national qu'à l'échelon international. Internet a simplement hâté le débat qui devait avoir lieu, compte tenu de la convergence. Sur le plan national aux Etats-Unis, les compagnies de télécommunications par câble veulent avoir le droit d'assurer des services de télécommunication mais ne veulent peut-être pas se conformer aux réglementations des exploitants publics telles que la réglementation des tarifs, etc. De même, les compagnies de télécommunications se disputent l'accès aux marchés de la vidéo et de la diffusion mais ne sont peut-être pas prêtes à assumer les conséquences d'un assujettissement à la législation sur la diffusion. Les fournisseurs de services Internet aux Etats-Unis sont exemptés de nombreuses lois car ils sont considérés comme des fournisseurs à valeur ajoutée et, maintenant qu'ils ont aussi la capacité et la volonté d'assurer des services téléphoniques sur Internet, ils s'opposent aux compagnies de télécommunications qui demandent qu'ils soient soumis aux lois applicables aux exploitants publics, par exemple sur la qualité de service et la réglementation des tarifs. Le débat continue.

4.3.2 Applications de la société d'information

Un grand nombre de problèmes de réglementation qui se posent dans le domaine des applications de ces nouvelles technologies ont, en quelque sorte, été abordés dans le cadre du problème de convergence d'Internet. Par exemple, la question de savoir qui sera responsable en cas d'atteinte au droit d'auteur ou de diffamation sur Internet. Ces nouvelles applications des télécommunications qui sous-tendent l'économie de l'information réunissent différents domaines de la législation qui peuvent être une source de conflit entre les lois nationales, régionales et internationales, et surtout, elles remettent en cause nos concepts traditionnels de la réglementation.

Traditionnellement, un grand nombre de ces domaines de législation ont été traités sur une base territoriale. Par exemple, les médecins obtiennent une licence et un certificat pour exercer uniquement dans une ville, un Etat ou un pays donnés. On ne s'est pas beaucoup préoccupé d'assurer la reconnaissance mutuelle des normes, car très peu de médecins exercent en dehors de l'endroit où ils sont certifiés. La même règle s'appliquait à d'autres professions telles que celles de juriste, de courtier, d'enseignant, etc., ou à d'autres secteurs de l'industrie des services tels que les établissements financiers.

Aujourd'hui, avec la mondialisation des télécommunications, un grand nombre d'activités s'exercent en permanence au-delà des frontières ou entre les Etats. Le télé-enseignement comble l'insuffisance d'enseignants qualifiés dans certains endroits et la télé-médecine permet aux médecins d'échanger des diagnostics et des informations sur les patients dans le monde entier, etc. Ces applications ont un énorme intérêt et elles ont contribué à nous propulser dans la société d'information. Mais souvent, les lois de chaque pays n'ont pas suivi ces avancées. On peut se poser quelques questions, à savoir:

- La télé-médecine est-elle légale?
- Les documents commerciaux électroniques peuvent-ils être utilisés comme preuves devant les tribunaux?
- Les transactions télé-financières sont-elles légales?
- Les lois sur les droits d'auteur s'appliquent-elles à Internet?

Techniquement parlant, par exemple, les conseils juridiques donnés sur Internet peuvent être jugés illégaux dans de nombreux pays. Les lois de certains pays peuvent ne pas permettre aux juristes d'y exercer le droit sans être certifiés dans ces pays. Qu'en est-il des banques virtuelles ou des transactions au moyen de cartes de crédit sur le réseau. Là encore, ces opérations peuvent violer les lois financières de ces pays. La question se pose alors de savoir si la loi étouffe ces innovations et s'il faut la modifier ou non.

Certains des domaines de législation visés sont indiqués ci-après:

- Fraude
- Sécurité
- Propriété intellectuelle
- Opérations financières
- Confidentialité
- Censure ou décence
- Contrat

Ces lois touchent plus à la nature de la transaction et au contenu qu'au réseau ou au support sur lequel les transactions ont lieu. Le support qui permet à ces transactions de s'effectuer à tout moment, n'importe où et avec n'importe qui, est ce qui a exacerbé les problèmes. Même si les lois sont strictement appliquées dans un pays, le contrevenant se trouve souvent en dehors du pays et la réglementation risque d'être inefficace.

Certains pays commencent déjà à traiter ces problèmes. Par exemple, Singapour a modifié sa Loi sur la preuve pour que les documents électroniques puissent être traités comme des preuves devant les tribunaux. D'autres, tels que la Malaisie, tentent d'adopter des lois sur la cybernétique pour attirer les sociétés multimédias en Malaisie. La plupart des pays n'ont pas commencé à examiner ces problèmes car ils se concentrent sur le développement des infrastructures de base, surtout s'ils n'ont pas encore réglé des problèmes essentiels tels que la médiocre qualité des infrastructures de télécommunication.

L'ancienne Commission d'études 1 du Secteur de la normalisation de l'UIT (UIT-T) a rédigé un document intitulé «Directives suggérées sur les aspects opérationnels concernant le contenu» pour aider les administrations membres de l'UIT à coopérer afin de résoudre ces questions concernant la réglementation du contenu des services dans le cadre de la souveraineté nationale. L'OMC a bien essayé, dans le cadre de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT), Cycle d'Uruguay sur les services, de soulever certaines questions relatives aux services professionnels transfrontières mais s'est heurtée à une vive opposition des «lobbies». L'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle a également examiné les atteintes aux droits d'auteur dans un monde électronique lors de la Conférence diplomatique de décembre 1996.

Lorsqu'on décide quelles lois il faut modifier, il est important d'établir une distinction entre les domaines qui relèvent nettement des juridictions nationales et les domaines dans lesquels une coopération ou des règles internationales et régionales peuvent s'avérer nécessaires. Il existe en fait une forte tendance à la régionalisation et à la globalisation dans la nouvelle Société mondiale de l'information et on s'oriente également vers une législation souple plutôt que vers une législation rigoureuse.

4.3.3 Mondialisation

Plus grande interconnectivité mondiale

Dans le premier aspect de la mondialisation, c'est-à-dire la plus grande interconnexion de différents réseaux de télécommunication, certaines des incidences les plus marquantes en matière de réglementation peuvent être observées dans le domaine d'Internet. Internet et d'autres technologies omniprésentes dans le monde ont en effet remis en cause la base traditionnelle de lois fondées sur la souveraineté nationale. Même s'il peut y avoir une chance de localiser un délinquant, lorsque celui-ci se trouve dans une autre juridiction où le «délit» peut ne pas être considéré comme tel, il est difficile de le poursuivre. Cela engendre des conflits de lois qui sont, en eux-mêmes, des domaines de législation délicats.

Par exemple, un pays peut tenter de contrôler le contenu sur Internet en le réglementant mais il est difficile de contrôler la création du contenu qui peut, en raison de son omniprésence, être produit n'importe où dans le monde ou être produit à un endroit et être envoyé à un autre endroit sur un site du Web. Quant à l'accès au contenu, l'installation de filtres au point d'entrée dans le pays est également difficile car non seulement des quantités considérables de données passent chaque jour par le réseau mais aussi les usagers filtrés peuvent trouver d'autres moyens d'accès à l'information. Par exemple, l'utilisateur peut appeler un pays voisin qui ne contrôle pas Internet pour accéder à l'information.

Création d'exploitants mondiaux/de mégaexploitants

Le second aspect de la mondialisation, c'est-à-dire la création de fournisseurs de services mondiaux et de mégaexploitants, suscite des inquiétudes quant à la possibilité que ces exploitants échappent à tout système de réglementation. Souvent, le fournisseur peut n'avoir qu'une présence virtuelle dans un pays et son pays d'enregistrement peut, conformément à une politique de non-ingérence, s'abstenir de le réglementer en tant que société multinationale. De nombreux organes régionaux tels que la Commission européenne tentent d'appliquer des lois antitrust nationales et régionales à ces exploitants (alors que d'autres demandent l'adoption de lois antitrust mondiales dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce) mais, tant qu'il n'existera pas d'organisme antitrust mondial, ces entités ne pourront jamais être totalement réglementées.

Technologies mondiales

Parmi les questions réglementaires et de politique générale élaborées par le Groupe d'experts (Avis N° 5) dans le cadre du Secteur du développement de l'UIT, certaines traitent de la souveraineté nationale, des critères et des politiques applicables à l'octroi de licences, des bandes de fréquences disponibles et des moyens de garantir une concurrence équitable dans le nouvel environnement commercial mondial.

L'un des avantages des systèmes GMPCS est qu'ils permettent d'assurer une couverture mondiale ou régionale, indépendamment des obstacles géographiques ou topographiques. Cet avantage soulève néanmoins des questions liées à la sécurité nationale et à la souveraineté. Les questions touchant la sécurité peuvent être classées dans quatre grandes catégories: assistance aux autorités chargées de faire respecter les lois, problèmes de sécurité nationale, interceptions légales et politiques relatives au chiffrement des signaux radioélectriques. Ces problèmes liés à la sécurité peuvent être pris en compte dans le cadre des organismes chargés de l'application de la loi et de la sécurité de chaque pays dont

dépendent les opérateurs nationaux des télécommunications. En outre, les GMPCS sont ou seront techniquement capables d'assurer les fonctions suivantes: acheminement au niveau national, détermination de la position, interceptions légales, positionnement et surveillance des appels. Ces fonctions techniques permettront aux pouvoirs publics de garantir la sécurité et la souveraineté nationales, notamment dans le contexte des utilisations non autorisées.

Enfin et surtout, l'octroi de licences constitue l'instrument de politique générale de tout temps utilisé pour régler les progrès techniques et garantir la concurrence dans le secteur des télécommunications. Il n'existe à ce jour aucune politique homogène, au niveau mondial, concernant les critères applicables à l'octroi de licences, en particulier pour les GMPCS. Toutefois, divers gouvernements exigent des licences pour les communications radioélectriques, aux fins de la fourniture de services et de l'utilisation de fréquences. D'une certaine façon, l'octroi de licences proprement dit peut constituer le moyen le plus efficace de régler le développement d'un marché des télécommunications ouvert à la concurrence.

Compte tenu des dimensions nouvelles des GMPCS, les conditions d'octroi de licences peuvent varier en fonction des segments suivants: segment spatial, segment terrien et segment «utilisateur».

Les licences applicables au **segment spatial** sont accordées par le pays d'origine, qui soumet la notification appropriée à l'UIT conformément au Règlement des radiocommunications. On dispose ainsi d'un moyen efficace permettant de concilier les besoins d'un Etat en matière de surveillance et de gestion de l'utilisation du spectre radioélectrique, et ceux des opérateurs de systèmes GMPCS et d'autres systèmes à satellite en matière d'assignation de fréquences aux différents systèmes.

On peut dire que le **segment terrien** fait partie d'un réseau d'exploitation utilisé depuis le territoire d'un pays, et que l'on désigne généralement sous le nom de passerelle ou de station terrienne. Les stations terriennes assurent la liaison entre un ou plusieurs réseaux de Terre et le satellite. Toutefois, ces licences ne doivent être octroyées que par les pays dans lesquels un opérateur construit et exploite la passerelle. En pareils cas, les Etats concernés voudront peut-être tenir compte de l'utilisation de l'infrastructure locale par un système, ou de l'interconnexion entre la passerelle et le réseau public. La plupart des systèmes GMPCS projettent de disposer d'installations au sol de ce genre dans un petit nombre de pays (par exemple 10 à 100).

S'agissant du **segment «utilisateur»**, la plupart des Etats doivent délivrer les licences applicables pour la fourniture de services GMPCS sur leur territoire. Il est vivement recommandé de garantir une concurrence équitable entre différents systèmes GMPCS, fondée sur des règles et des règlements souples, transparents et non discriminatoires. L'utilisation sous régime de licence des terminaux GMPCS est une autre composante essentielle de la fourniture de services mondiaux. Il est important de veiller à ce que l'octroi de licences d'exploitation des terminaux d'utilisateur n'oblige pas chaque utilisateur à enregistrer chaque terminal ou à obtenir une licence pour chacun d'eux, car cela compliquerait l'utilisation des GMPCS. En conséquence, les opérateurs, les fournisseurs de services et les constructeurs de GMPCS, ainsi que les Etats, sont convenus, dans le cadre de l'UIT, que le meilleur moyen de gérer la circulation des terminaux était d'octroyer des licences «générales» ou «collectives». Pour ce faire, un Etat autorise l'entrée et l'utilisation, sur le territoire du pays, de tous les terminaux portant une marque adoptée d'un commun accord. Les licences de ce type tiennent compte des fréquences utilisées par les terminaux et prévoient l'agrément pour l'équipement terminal proprement dit. Pour ce qui est des formalités douanières, les terminaux d'utilisateur peuvent être considérés comme des effets personnels.

Bon nombre des questions précitées sont traitées dans l'Avis N° 4, relatif à l'élaboration d'un Mémoire d'accord visant à faciliter la libre circulation des terminaux GMPCS, et au sein du Groupe d'experts GMPCS chargé de l'Avis N° 5, relatif à la mise en œuvre des GMPCS dans les pays en développement. Les résultats de ces études ont été diffusés à la fin de 1997.

L'UIT s'est activement employée, comme elle l'a fait dans le cadre de l'étude des GMPCS, à s'adapter au nouveau contexte de privatisation et de mondialisation, en autorisant les Membres des Secteurs ou le secteur privé à participer à ses travaux. Il s'agit là d'un premier pas dans la bonne direction, mais il reste encore beaucoup à faire pour analyser les conséquences à long terme de cette évolution et faire en sorte que l'Union continue de s'adapter aux réalités.

4.3.4 Communications sans fil

Attribution et assignation nationales du spectre

Les communications sans fil (de Terre et par satellite) peuvent certainement aider les pays en développement en particulier à combler leur retard en matière de développement des télécommunications. Mais, sans attribution de fréquences appropriée, un pays perd la possibilité d'exploiter cette nouvelle technologie.

Dans les pays ayant une structure monopolistique et où le monopole est autoréglementé, il s'agit simplement de savoir si la fréquence a été attribuée à ce pays et si le fournisseur monopoliste (également dans les pays sans organe de réglementation) décide d'utiliser cette fréquence. Si la fréquence est déjà utilisée, l'exploitant peut décider de cesser l'autre service et d'en inaugurer un nouveau ou, sinon, il déterminera comment il peut l'utiliser efficacement sans causer de brouillage à ses autres services. En résumé, il n'y a pas d'impact sur la réglementation mais simplement une décision

de l'exploitant monopoliste quant à la façon dont il doit gérer sa propre utilisation du spectre. Au Maroc, en raison de la séparation des fonctions d'exploitation et de réglementation, même le monopole d'Etat doit obtenir ces fréquences auprès du Gouvernement. Ici, la décision est prise par l'organe de réglementation, mais il y a très peu d'incidence en matière de réglementation.

Dans un environnement concurrentiel et lorsqu'un organe de réglementation public intervient, l'organe de réglementation devra, pour chaque nouvelle technologie introduite, attribuer et gérer le spectre. A cet effet, l'organe de réglementation devra concevoir des politiques d'attribution et de gestion du spectre afin de décider qui obtiendra les fréquences, etc., et d'assurer à tous des chances égales et transparentes. Quant aux méthodes et aux politiques, certains pays peuvent décider d'utiliser l'adjudication publique pour attribuer les fréquences au plus offrant, tandis que d'autres peuvent s'appuyer sur la soumission la plus qualifiée. Il existe ici des incidences sur la réglementation car les intervenants du marché se livrent à une concurrence pour obtenir des ressources limitées et l'organe de réglementation joue un rôle essentiel pour assurer la croissance du marché.

Attribution de fréquences pour les services mondiaux

Bien que les administrations nationales soient soumises au Règlement des radiocommunications de l'UIT, il faudra examiner l'influence du spectre sur les systèmes régionaux et mondiaux d'un point de vue régional et mondial. Compte tenu de la privatisation et de la concurrence récentes dans les systèmes à satellites, notamment du développement du système GMPCS, la méthode d'enregistrement des fréquences et des intervalles orbitaux de l'UIT selon le principe «premier arrivé, premier servi» est sérieusement remise en cause. La méthode, basée sur la bonne volonté, d'adaptation et d'intégration des nouveaux systèmes aux systèmes existants risque de ne pas fonctionner dans un monde privé et concurrentiel.

Même les Conférences mondiales des radiocommunications (CMR) chargées d'attribuer des fréquences aux services mondiaux sont très animées et, après l'attribution des fréquences, il peut y avoir dans le monde un organe de réglementation qui accorde des licences pour ces services, agissant ainsi, *de facto*, comme l'organe de réglementation du monde entier.

Les communications mobiles/sans fil mondiales ont, en fait, soulevé les plus grands problèmes nationaux et internationaux en matière de réglementation.

4.3.5 Autres questions générales

Lorsqu'un pays décide d'introduire la concurrence, cela a plusieurs effets en matière de réglementation. Naturellement, ces effets sont similaires, que le service mobile soit la cause de la concurrence ou qu'un pays introduise d'abord la concurrence dans les services à valeur ajoutée.

Nécessité de séparer les fonctions d'exploitant du gouvernement et les fonctions de réglementation

Le passage d'un environnement de télécommunications publiques régi par un monopole à un monopole constitué en société, à un monopole privé, à une concurrence totale ou partielle au niveau national et/ou international nécessite des dispositions institutionnelles pour la mise en œuvre des politiques gouvernementales. Bien que ces dispositions varient largement d'un pays à l'autre, le processus doit être objectif, transparent et non discriminatoire.

Naturellement, on ne peut atteindre ce but qu'en séparant les fonctions de fournisseur de services et les fonctions de réglementation, ce qui peut donc nécessiter la création d'un organe de réglementation ou d'organismes gouvernementaux autonomes indépendants des fournisseurs de services (cette mesure étant en général associée initialement à la constitution en société du monopole public).

Nécessité d'adopter des procédures claires d'octroi de licences pour les réseaux et les services

L'octroi de licences devient de plus en plus important dans un environnement libéralisé et n'est généralement applicable qu'à la fourniture de services ou aux secteurs de marché des exploitants de réseau. Les principales décisions sont les suivantes: quels services faut-il libéraliser, le nombre de licences doit-il être limité et quelles conditions faut-il imposer aux concessionnaires (par exemple, service universel, qualité de service, etc.).

Naturellement, les procédures d'octroi de licences sont largement déterminées par le cadre juridique et politique du pays. Certains pays décident d'adopter la méthode «premier arrivé, premier servi» tandis que d'autres adoptent la méthode sélective. Dans ce dernier cas, l'organe de réglementation envisage de licencier seulement un ou quelques opérateurs et il peut donner la préférence aux candidats qui ont proposé ou sont capables de démontrer des avantages techniques, économiques ou sociaux. Une autre méthode est celle de l'octroi préférentiel de licences, c'est-à-dire par exemple, des compagnies de TV par câble peuvent obtenir des licences pour assurer des fonctions ou des services de télécommunication supplémentaires, tandis qu'il peut être interdit à un exploitant public de télécommunications d'accéder au secteur des loisirs au moins pendant une période limitée.

Un débat est engagé en ce qui concerne les licences/autorisations requises pour les systèmes GMPCS. La souveraineté nationale des pays doit être entièrement respectée. Par ailleurs, moyennant une certaine harmonisation régionale ou mondiale des lois, il conviendrait de trouver les moyens de faire en sorte que ce processus ne soit pas trop compliqué pour ne pas freiner les progrès de ce type de technologie.

Nécessité de réexaminer les procédures d'homologation et d'octroi de licences dans un environnement mondial

Un grand nombre de normes et de lois nationales relatives à l'homologation et à l'octroi de licences pour les terminaux étaient fondées, dans le passé, sur des services purement nationaux. Le numéro 2020 du Règlement des radiocommunications de l'UIT stipule, par exemple, qu'aucune station d'émission ne peut être exploitée sans licence. Mais, s'agissant de services mondiaux, cela implique qu'il faudrait obtenir des licences distinctes pour chaque terminal utilisé dans chaque pays.

Quant à l'homologation des terminaux, l'adoption de normes mondiales, la reconnaissance mutuelle, etc., sont des moyens qui permettraient d'éviter les tracasseries bureaucratiques. Les pays de la CEPT ont déjà élaboré des recommandations pour faciliter le passage des frontières et/ou l'utilisation d'émetteurs/de récepteurs mobiles par les visiteurs. Plus particulièrement, la CEPT estime qu'il est souhaitable que ses membres disposent d'une réglementation commune concernant l'homologation, le marquage, la libre circulation et l'utilisation des stations terriennes mobiles. Voir également l'Avis N° 4 du FMPT et le MoU sur la libre circulation des terminaux.

Interconnexion des réseaux

Qu'ils fournissent des services de réseau ou des équipements, les nouveaux intervenants sur le marché des télécommunications devront être raccordés au réseau du titulaire pour pouvoir accéder effectivement à un nouveau marché. Pour éviter également des poches de nouveaux services, il pourra s'avérer nécessaire d'assurer l'interconnectivité entre les nouveaux réseaux. Il faudra élaborer des politiques de réglementation qui régissent les arrangements d'interconnexion entre les nouveaux opérateurs et avec l'exploitant ou les exploitants établis. Certains organes de réglementation ont décidé de jouer un rôle très actif dans les arrangements d'interconnexion tandis que d'autres interviennent seulement comme arbitres pour des raisons d'insuffisance de ressources. Les autres questions auxquelles l'organe de réglementation est confronté incluent celles de la portabilité des numéros et des normes ouvertes.

Tarification

Pour éviter une guerre des prix entre les nouveaux opérateurs et l'exploitant établi, et l'application d'une tarification prédatrice par ce dernier, il faudra adopter des politiques de réglementation concernant la tarification pour assurer la concurrence. Parmi les méthodes adoptées par les pays figurent la tarification basée sur les coûts ou le plafonnement du taux de rendement. Le système effectivement adopté dépendra, là encore, des politiques du pays concerné.

Il existe une double relation entre les structures tarifaires et l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux services. La première relation résulte du fait qu'un grand nombre de services commercialement importants impliquent soit le reconditionnement de services existants à l'aide de mécanismes attrayants de tarification ou de réduction des prix, soit d'autres offres de prix avantageux dans la commercialisation des produits. Quant à la seconde relation, il s'agit de savoir si les politiques de tarification incitent suffisamment l'exploitant à mettre en œuvre de nouvelles technologies et de nouveaux services.

Service universel

Un grand nombre de ces nouvelles technologies et de ces nouveaux services tels que le GMPCS, le WLL, les services cellulaires, les VSAT, etc., offrent de grandes possibilités aux pays pour assurer le service universel mais, souvent, il ne suffit pas de s'en remettre simplement au marché. Il se peut que les nouveaux opérateurs ne veuillent desservir que des secteurs lucratifs du marché. Il pourra donc s'avérer nécessaire d'adopter des politiques pertinentes en matière de réglementation ou d'octroi de licences pour favoriser effectivement la mise en œuvre du service universel, ce qui a été fait avec succès au Mexique.

Du point de vue des exploitants, ces nouvelles technologies ont modifié les structures de coût à tel point que la fourniture du service universel n'est plus aussi inabordable qu'avant. Pour eux, la question essentielle est de savoir si le pays adopte des politiques de réglementation qui permettent d'introduire ces nouvelles technologies et d'assurer ainsi le service universel. Les exploitants de GMPCS qui participaient au Forum de l'UIT ont adopté des principes, à titre volontaire, pour que leur service soit disponible et abordable à l'échelle mondiale. Ces politiques adoptées par l'industrie contribueront à renforcer les politiques menées par les pays visant à s'ouvrir aux services mondiaux et à la concurrence et, lorsqu'elles seront appuyées par des politiques de service universel (sous forme de contrat de licence ou de réglementation), elles permettront d'assurer le succès de ces politiques, sous réserve naturellement qu'elles ne soient pas onéreuses.

4.4 Observations

4.4.1 Numérisation/convergence

Il n'existe pas de solution bien définie à ces problèmes de convergence et il faudra, dans une large mesure, un ensemble de cas litigieux, une série de réclamations et d'incidents, etc., avant que l'on puisse définir clairement et adopter de nouvelles lois.

Mais de nombreux pays doivent faire le premier pas en établissant des lignes de séparation entre infrastructure et contenu plutôt qu'entre télécommunications traditionnelles, radiodiffusion et RTI. Il faudra également créer de nouveaux organes de réglementation, avec de nouvelles lois, en fonction de ces lignes de séparation, par exemple une administration des communications et une administration de l'information/du contenu ou fusionner ceux qui existent déjà en un seul et unique organe de réglementation. La Malaisie est le seul pays étudié qui, au moment de l'élaboration du présent document, s'occupait activement de créer des lois sur la cybernétique pour encourager la croissance des industries dans ce domaine.

Quels que soient les organes de réglementation ou les dispositifs de loi créés, il est utile de se rappeler que, traditionnellement, les lois succèdent à l'événement plutôt qu'elles ne le précèdent et, cela, souvent pour une bonne raison. Il n'est pas facile de prévoir les problèmes et les difficultés et si l'on se projette trop loin dans le futur, on risque d'étrangler les technologies ou les industries nouvelles. En outre, il se peut que les pays qui doivent encore régler des problèmes fondamentaux tels que l'état médiocre des infrastructures ne soient pas prêts à étudier la réglementation du point de vue de la convergence.

Les pays doivent néanmoins noter que les lois dans ces domaines doivent être réexaminées et améliorées car elles risquent déjà, dans leur état actuel, d'étrangler l'industrie. Aujourd'hui, la situation exige que les juristes, les responsables de la réglementation et les gestionnaires abordent ces questions avec un esprit ouvert.

4.4.2 Applications de la société d'information

Un grand nombre des recommandations formulées plus haut sur la convergence s'appliquent également ici, mais il s'agit dans ce cas d'autres domaines de la législation que les télécommunications, la diffusion et la technologie de l'information.

Les pays doivent réexaminer les lois sur les droits d'auteur, sur les professions médicales, sur les professions juridiques, sur le commerce, etc. Ici, il est important de noter qu'avant tout, chaque pays doit définir lui-même ses politiques nationales avant d'examiner les modifications nécessaires de la législation. Par exemple, un pays qui veut promouvoir la télémédecine doit examiner comment sa législation existante doit être modifiée sinon, techniquement, les médecins ne pourront, en dehors de leur juridiction, donner des avis médicaux sans autorisation. Il faudra naturellement faire contrepoids à cette possibilité en adoptant des lois pour protéger la confidentialité du client, etc. Il faudra également établir un certain équilibre entre différents objectifs lorsqu'on déterminera les lois nécessaires.

Un autre exemple est donné par la récente conférence de l'OMPI chargée de modifier les lois sur les droits d'auteur à appliquer au support électronique. Ici, chaque pays doit établir un compromis délicat, c'est-à-dire respecter les droits des détenteurs de copyright sur ce nouveau support sans imposer une charge onéreuse aux fournisseurs de transmission tels que les fournisseurs de services Internet (ISP) en les tenant pour responsables des matériels en infraction. Il était proposé initialement d'imputer la stricte responsabilité aux fournisseurs de services Internet, ce qui aurait certainement étranglé l'industrie. Non seulement les ISP ne sont pas en général les créateurs du contenu, mais ils exercent peu ou pas de contrôle sur l'information que les utilisateurs finaux placent sur leurs réseaux. L'OMPI a maintenant laissé aux gouvernements la liberté de décider si la responsabilité doit incomber aux ISP et il sera important pour chaque pays de déterminer l'équilibre nécessaire selon ses propres besoins nationaux.

4.4.3 Globalisation

Quant à la question d'une plus grande connectivité globale et d'Internet, les pays doivent étudier la gestion d'Internet et les politiques actuelles pour déterminer comment ils veulent réglementer ces technologies globales. Il est primordial que le monde des télécommunications tente de comprendre le monde d'Internet et vice versa, car le moment est venu de prendre des décisions cruciales sur la survie de ces technologies (par exemple, questions essentielles relatives à l'attribution et à la gestion des adresses IP qui deviennent des ressources limitées). De même, en ce qui concerne les questions de juridiction et de souveraineté qui se posent dans ce cas, une étroite coopération régionale et internationale sera essentielle pour supprimer la fraude commerciale, le piratage (hacking), etc., sur Internet.

S'agissant des mégaexploitants, les pays doivent coopérer activement au niveau régional et international pour étudier les conséquences de cette mondialisation. Il peut s'avérer nécessaire d'envisager d'adopter des lois antitrust nationales, régionales ou internationales pour éviter la création d'oligopoles.

Quant aux questions de souveraineté, les pays doivent réexaminer si le simple fait d'affirmer son droit à la souveraineté nationale suffira dans la société et l'économie mondiales d'aujourd'hui.

Il est recommandé d'adopter, à l'égard de l'industrie, des solutions raisonnables, c'est-à-dire des «lois souples», qui constitueront un pas dans la bonne direction.

Etant donné l'absence d'organe international auquel les entités en question auraient à répondre, les pays devront assurer une coordination entre eux et avec les fournisseurs pour protéger leurs intérêts. Au FMPT de l'UIT, par exemple, les pays ont établi, avec les fournisseurs, un compromis leur permettant de consulter la base de données sur le trafic de ces fournisseurs pour pouvoir déterminer s'il y a ou non des cas d'accès non autorisé. Sans cette coopération et si on adopte simplement des lois rigoureuses refusant l'accès, le contournement n'en sera que plus tentant.

Participation ou contournement

Le GMPCS a été promu au rang de technologie capable de renforcer l'accès aux télécommunications des pays ainsi que le trafic et non en tant que moyen de contournement. Ce service peut encore être plus coûteux que les services fixes et il est possible que les utilisateurs ne veuillent y recourir que lorsqu'il n'existe pas d'installations locales. Le réel défi pour les gestionnaires et les organes de réglementation n'est pas de tenter d'empêcher le contournement mais plutôt d'optimiser la disponibilité de ce service. Ils peuvent, par exemple, examiner d'autres moyens pour obtenir de nouvelles recettes, par exemple ceux qui sont indiqués ci-après:

- Droits de licence
- Taxes perçues par les autorités comptables, les organismes de facturation
- Location de stations terriennes mobiles ou d'équipement GMPCS
- Recettes résultant d'un trafic qui n'aurait pas existé autrement
- Investissement dans l'exploitation de MSS ou de GMPCS
- Fourniture de services à valeur ajoutée tels que l'approvisionnement à une source unique, etc.

Lorsque ces nouveaux services doivent être promus au rang de services mondiaux, il faudra réexaminer les réglementations nationales et internationales, et les modifier en conséquence. Certaines mesures que les pays devraient examiner pour encourager l'extension des services du GMPCS sont, par exemple, indiquées ci-après:

Libre circulation des terminaux

Harmonisation de leurs procédures d'homologation et d'octroi de licences pour l'équipement terminal des usagers des services mobiles. Il était préconisé, dans l'une des contributions présentées à la Commission d'études, que les pays s'inspirent des recommandations de la CEPT sur la libre circulation de l'équipement terminal.

Entre-temps, il convient de réexaminer le numéro 2020 du Règlement des radiocommunications de l'UIT exigeant l'obtention d'une licence pour chaque station terrienne compte tenu des petits et nombreux équipements terminaux utilisés comme «stations terriennes» et afin d'éviter l'obtention inutile et embarrassante de licences et d'approbations dans une multitude de pays.

Droits de douane

Il semble que différents droits de douane sont appliqués aux stations terriennes mobiles dans le monde. Les recommandations formulées dans les contributions présentées à cette Commission d'études tendent à demander l'élimination ou la réduction, dans des limites raisonnables, de ces droits de douane.

Autorité comptable

Etant donné que les usagers des services mobiles se déplacent d'un pays à l'autre, il faut mettre en place un mécanisme pour assurer le paiement des factures, etc. Jusqu'à ces derniers temps, ce mécanisme de paiement a été l'Autorité comptable (AA). Dans ce contexte, il convient de se référer à la Recommandation UIT-T D.90 de la Commission d'études 3 intitulée «Taxation, facturation, comptabilité internationale et règlement des comptes dans le service mobile maritime».

Concept de fournisseur de services

Il a été également recommandé, dans les contributions de la Commission d'études, que l'AA et les organisations d'acheminement existantes puissent devenir un fournisseur de services offrant non seulement des services de comptabilité et de facturation mais aussi servant de source d'approvisionnement unique et tirant des recettes du trafic qu'elles apportent dans le cadre d'un accord avec un ou plusieurs exploitants de stations terriennes terrestres.

Service universel

Il est recommandé que les pays coopèrent avec ces fournisseurs de services mondiaux pour assurer le service universel et son accessibilité en termes de prix, dans le cadre d'accords contractuels ou de MoU ou par le biais de licences et de réglementations. Ces possibilités doivent être examinées si tel est l'objectif du pays.

4.4.4 Communications sans fil

Dans ce domaine, l'attribution et la gestion du spectre seront la question clé, que ce soit le monopole qui assure le service ou que la concurrence soit introduite. Sans attribution, la mise en œuvre des nouvelles technologies sera retardée. Lorsqu'il y a concurrence, des lois claires d'attribution du spectre sont nécessaires pour assurer des chances égales aux nouveaux opérateurs. Des lois sur la gestion du spectre sont nécessaires pour éviter l'encombrement, les brouillages nuisibles et l'utilisation inefficace de ces ressources limitées.

Dans un environnement concurrentiel, le Mexique a par exemple décidé, dans le cadre de sa nouvelle législation, d'attribuer les fréquences au moyen d'une procédure d'adjudication transparente et équitable. D'autres pays peuvent choisir une attribution sélective sur la base d'indicateurs techniques, économiques et sociaux.

Les pays doivent étudier les modèles utilisés par d'autres pays et déterminer celui qui fonctionne le mieux dans l'environnement de chaque pays. Quoi qu'il en soit, la clé du problème sera l'existence d'un personnel qualifié pour gérer les procédures et comprendre les nouvelles technologies. Parfois, il faudra opérer des choix compte tenu des ressources limitées et il est crucial que le personnel concerné puisse porter les jugements nécessaires. La formation et l'expérience seront essentielles.

En ce qui concerne l'attribution et la gestion internationales des fréquences, le système actuellement utilisé au sein de l'UIT est en discussion. La méthode coopérative d'enregistrement des fréquences et le processus de coordination des attributions d'intervalles orbitaux fonctionneront-ils dans une industrie très compétitive et brassant des milliards de dollars? Les conférences mondiales qui attribuent les fréquences absolument nécessaires pour assurer des services mondiaux seront-elles un mécanisme trop lent? Une fois les fréquences attribuées, qui sera l'«organe de réglementation» de ces fréquences?

Les pays doivent examiner ces questions et d'autres au sein de l'UIT pour déterminer le régime futur des services mondiaux offerts à titre concurrentiel par des exploitants privés.

4.4.5 Autres questions générales

Le principal problème de réglementation auquel les pays sont confrontés aujourd'hui est de savoir comment, quand et pour quels segments de marché il faut introduire la concurrence. Comme il a été indiqué plus haut, ce problème est davantage lié à des considérations économiques, sociales ou politiques, bien que les nouvelles technologies aient un rôle important à jouer en tant que catalyseurs pour ces décisions.

Il est important que, lorsqu'il envisage d'introduire la concurrence, chaque pays définisse les objectifs à atteindre puis décide quels secteurs il faut éventuellement libéraliser et s'il faut autoriser la concurrence uniquement nationale et/ou étrangère. Les pays doivent étudier les expériences d'autres pays pour prendre ces décisions.

Une fois que la décision est prise de s'ouvrir à la concurrence, l'étape essentielle suivante consistera à séparer les fonctions de réglementation et d'exploitation du gouvernement. A cet effet, on peut constituer en société ou privatiser la branche exploitation. Le type d'organe de réglementation (Ministère, département gouvernemental, organe statutaire ou unité autonome indépendante) dépendra largement du contexte législatif et politique du pays concerné.

Il faudra adapter chaque modèle aux besoins spécifiques de chaque pays.

L'étape suivante consistera à mettre en place des règles et des prescriptions pour assurer une concurrence équitable. Il s'agira de définir clairement les procédures d'octroi de licences, les règles d'interconnexion de réseaux, les normes ouvertes, la tarification, etc. La clé du problème sera la transparence et la non-discrimination, etc. (c'est-à-dire l'application de règles que les pays auront pu adopter au sein de l'OMC). L'industrie a clairement montré que l'introduction de la concurrence est associée à un renforcement de la réglementation, et souvent, à une extension de cette réglementation pour assurer l'égalité des chances, surtout lorsqu'il existe un exploitant dominant.

On peut encore examiner beaucoup d'autres aspects relatifs à l'impact sur la réglementation mais, dans le cadre de la Question étudiée par cette Commission d'études, il est important de concentrer et de condenser ces problèmes. La question posée est, après tout, «L'impact de l'introduction et de l'utilisation de nouvelles technologies sur l'environnement commercial et réglementaire des télécommunications». Les réponses dépendront largement de l'environnement industriel existant (monopole ou concurrence, structure réglementaire en place, publication ou non de réglementations et de politiques, existence ou non d'un organe de réglementation indépendant, etc.).

Comme il a été précédemment indiqué, lorsqu'il existe un monopole autoréglementé sans organe de réglementation distinct, l'introduction de nouvelles technologies aura un impact minimal, sauf en ce qui concerne la convergence, les nouvelles applications, la mondialisation des technologies et des services, etc. Chaque nouvelle technologie sera introduite sur la base de décisions commerciales, politiques ou économiques prises par l'exploitant, avec peu ou pas

d'impact sur la réglementation. Lorsqu'il existe un organe de réglementation distinct, avec ou sans concurrence totale ou partielle, l'impact sur la réglementation sera plus important et dépendra, là encore, des facteurs qui prévalent dans le pays.

En conclusion, quelques considérations sont formulées ci-après.

4.4.5.1 Objet de la réglementation?

Tout d'abord, avant de répondre à cette question, il sera utile de déterminer non seulement l'environnement industriel et réglementaire actuellement en place mais aussi l'objet de la réglementation dans le pays. Cela dépendra largement du rôle que s'attribue l'organe de réglementation, à savoir celui d'un protecteur, d'un acteur prévoyant chargé d'éliminer les obstacles ou d'une entité indépendante. L'organe de réglementation veut-il régenter l'industrie, lui servir de médiateur ou lui laisser les pleins pouvoirs?

NOTE – «A l'instar d'un bon arbitre qui sait diriger le jeu tout en restant discret, un bon règlement et a fortiori un bon organe de réglementation ne doivent pas être «envahissants». Un mauvais arbitre, en attirant l'attention sur lui, nuit au jeu et ne satisfait personne, en dehors, peut-être, de lui-même.» Bernard Cullen, Cullen International.

4.4.5.2 Qu'est-ce que la souveraineté nationale dans le monde actuel de privatisation, de concurrence, de libéralisation mondiale et de technologie des télécommunications qui défie les frontières? Est-elle sacro-sainte?

C'est après tout un concept dans le droit international public qui coïncide avec la montée du nationalisme. Avant que le nationalisme ne s'installe solidement, les télécommunications étaient assurées dans de nombreux pays par des entités privées. En fait, le Traité de l'UIT de 1865 permettait aux entités privées de devenir membres de l'UIT. Ce n'est que bien plus tard que l'idée de souveraineté nationale a été consacrée au sein de l'UIT. Aujourd'hui, la mondialisation croissante des sociétés, des économies, etc. remet en cause les concepts traditionnels des Etats nations.

Dans les télécommunications, le marché a déjà trouvé le moyen de passer outre à la souveraineté nationale et d'assurer des services de bout en bout par des alliances telles que Concert, Global One, etc. Des technologies telles qu'Internet et GMPCS remettent également en cause nos notions de réglementation fondées sur la souveraineté nationale. De même, l'activité économique transfrontière et l'information des citoyens ne se laisseront pas arrêter par des limitations de frontières.

En résumé, le moment est venu:

- de réexaminer les réglementations nationales dans le cadre de la convergence, de la mondialisation et de la nouvelle économie de l'information;
- de continuer à adapter et à modifier les réglementations existantes (comme l'UIT le fait en introduisant un statut de membre «m» mais il faudra peut-être aller encore plus loin) ou de créer de nouveaux types d'organisations internationales et régionales (types existants encore fondés sur la souveraineté nationale); et
- d'adopter des lois souples avec la participation de l'industrie lorsque des lois rigoureuses semblent inadéquates.

Ce ne sont là que quelques-unes des mesures à prendre pour élaborer des règles globales plus appropriées, pour créer des organisations qui serviront véritablement de support à une Société mondiale de l'information et pour mieux compléter les réglementations nationales. Ces questions et d'autres questions urgentes sont toutes catalysées par l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux services.

5 Moyens de progression possibles

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

Entre-temps, les systèmes cellulaires et les systèmes numériques sans fil sont mis en lumière, dans les pays en développement, comme systèmes WLL pour la fourniture de services téléphoniques universels.

Mais il n'est pas facile de répondre à la question concernant les moyens de progression. On peut seulement indiquer quel effet certaines méthodes exerceront dans certaines conditions. On ne peut décider l'action à entreprendre que dans une situation donnée.

Il convient surtout de noter que le concept de «Nouveaux systèmes» doit toujours être considéré en relation avec le stade de développement d'un pays. La définition de ce concept dans un pays industrialisé sera sensiblement différente de celle d'un pays en développement.

Cependant, l'accent est mis sur les communications mobiles. Avant de pouvoir offrir un service de radiocommunications mobiles à tous, il faut établir des réseaux de radiocommunications mobiles contenant les éléments d'autres réseaux de télécommunication. Ces éléments sont, par exemple, le réseau téléphonique public, les liaisons hertziennes et (après l'abolition/en l'absence de monopoles) les éléments de réseau d'autres exploitants concessionnaires.

A ce titre, on peut certainement considérer les communications mobiles et les réseaux de radiocommunications mobiles comme des réseaux superposés, d'une part, mais aussi comme de nouveaux systèmes, d'autre part.

On entend généralement, par réseau superposé, un réseau en câble à fibres optiques superposé au réseau «ordinaire» et permettant l'utilisation d'un grand nombre de services nouveaux.

5.1 Systèmes de radiomessagerie

Un système de radiomessagerie est traditionnellement un système de signalisation (messagerie) sans fil sélectif unidirectionnel, sans parole et conçu comme une extension du réseau téléphonique. Il permet l'accessibilité continue à un correspondant éloigné du réseau de communications câblées. Dans la forme élémentaire de ce système, la personne transporte un appareil pouvant être tenu dans la paume de la main (le récepteur de radiomessagerie) auquel un numéro d'identification est attribué. La personne qui appelle transmet ce numéro, en passant généralement par le réseau téléphonique public, au système de radiomessagerie qui commande alors au récepteur de radiomessagerie d'alerter la personne appelée.

Les systèmes de radiomessagerie actuels offrent beaucoup plus de facilités que le système de base décrit ci-dessus. Un abonné de ce service peut être alerté à tout instant et presque partout, car il est facile d'étendre la couverture, même au-delà des frontières nationales. Les fonctions utiles intégrées dans les appareils de radiomessagerie modernes incluent diverses méthodes d'alerte par exemple, les vibrations, les lumières clignotantes, les alertes musicales et différents signaux sonores. L'appel de groupe, utile pour les secours d'urgence à l'endroit ou à l'instant appropriés, est une autre fonction que l'on trouve dans les appareils de radiomessagerie modernes. Les récepteurs alphanumériques permettent également de mettre à jour et de contrôler constamment des informations et des données, par exemple des nouvelles commerciales et financières.

En comparaison avec certains autres systèmes, le système de radiomessagerie utilise efficacement le spectre radioélectrique, ce qui lui permet d'assurer des fonctions peu coûteuses qui peuvent, dans une large mesure, répondre aux besoins de communication d'une personne qui se déplace. Cela a contribué à une extension régulière de l'industrie de la radiomessagerie ces dernières années. L'introduction de produits complémentaires, par exemple les téléphones cellulaires de poche, les téléphones sans cordon et les «communicateurs» multifonctionnels, incitera inévitablement l'industrie de la radiomessagerie à assurer plus de services à valeur ajoutée et à améliorer la conception des appareils dans le futur. Il y aura de nouvelles applications de la radiomessagerie, comme l'envoi de courrier électronique, de courrier vocal, de fax ou d'autres informations utiles à un récepteur de radiomessagerie. Les appareils de radiomessagerie offriront également de meilleures facilités et prendront des formes plus attrayantes et innovantes.

Bien qu'elle soit apparue relativement tard dans certains pays européens, la radiomessagerie se développe à un rythme régulier comme autre solution pour répondre aux besoins de communication quotidiens. Les entrepreneurs dans les pays en développement rapide assurent des services de radiomessagerie dans presque chaque ville et grande municipalité.

5.1.1 Avantages de l'utilisation d'un appareil de radiomessagerie classique

Un appareil de radiomessagerie étant un dispositif servant à maintenir l'utilisateur en contact avec d'autres usagers, les avantages de son utilisation sont considérables; quelques-uns d'entre eux sont indiqués ci-après:

Liberté

L'utilisation d'un appareil de radiomessagerie permet à une personne de sortir du bureau ou de rentrer chez elle sans indiquer son itinéraire ou sa destination et sans craindre de ne pas être contactée.

Réduction du stress

Un appareil de radiomessagerie peut empêcher l'irritation, la frustration, le stress ou l'ennui, tout simplement. Très souvent, on est tracassé par de toutes petites choses comme le fait de manquer un appel, un changement de rendez-vous ou une demande urgente. Un appareil de radiomessagerie permet d'éviter ces sources d'agitation inutiles.

Accroissement de la compétitivité

Dans un environnement commercial concurrentiel, l'utilisation d'appareils de radiomessagerie permet de maintenir une société à l'avant-garde de la concurrence. Elle garantit aux clients qu'ils peuvent demander une assistance commerciale ou professionnelle à tout instant, projetant ainsi une image de «préoccupation du client». L'utilisation d'un appareil de

radiomessagerie permettra d'être sûr de ne pas manquer un message essentiel qui pourrait concrétiser une opération financière fructueuse ou une autre occasion importante. Sur la route ou loin du téléphone, du répondeur ou du courrier électronique, les hommes d'affaires sont assurés d'un contact constant à l'aide d'un appareil de radiomessagerie.

Tranquillité d'esprit

Pour les parents, le fait d'ignorer où sont leurs enfants peut être une véritable frustration ou même un cauchemar. Les parents qui transportent un appareil de radiomessagerie sont toujours à portée de leurs enfants et vice versa. Les appareils de radiomessagerie assurent un contact immédiat et la tranquillité d'esprit. En ce qui concerne les malades chroniques, un appareil de radiomessagerie au chevet pourrait éventuellement leur sauver la vie en les alertant pour la prise de médicaments.

Amélioration de la productivité

Un appareil de radiomessagerie est l'un des outils les plus économiques et les plus fiables pour l'amélioration de la productivité. Il économise de l'argent en réduisant les frais de déplacement inutiles. Il permet de réaliser des profits intangibles en rendant les clients heureux et il économise un temps précieux. Le gaspillage ou la perte de temps ont souvent un triple inconvénient – ils peuvent signifier une perte d'argent, une perte de contrôle et une perte de confiance. Le fait de réduire ou d'éviter les pertes de temps compte donc beaucoup plus que le temps lui-même.

5.1.2 Récapitulatif des types d'appareils de radiomessagerie et de leurs avantages

Le Tableau 1 résume les avantages des différents types d'appareils de radiomessagerie.

TABLEAU 1
Types d'appareils de radiomessagerie et leurs avantages

Types d'appareils	Type d'utilisation	Avantages
Tonalité seulement	L'appareil alerte l'utilisateur qui entreprend une action prédéterminée telle que l'appel d'un numéro de téléphone prédéterminé	<ul style="list-style-type: none"> • Simple à utiliser • Très grande capacité en voies • L'utilisateur peut être alerté pour agir quand il est «en mouvement»
Affichage numérique	L'appareil alerte l'utilisateur et affiche un message numérique; l'utilisateur appelle le numéro de téléphone affiché	<ul style="list-style-type: none"> • Souplesse; possibilité de demander à l'utilisateur d'appeler un numéro de téléphone quelconque • En mode silencieux, le message ne perturbe personne dans les environnements calmes • Fonctionne dans un environnement bruyant • Message lu en privé • Message affiché et enregistré • Moins de risque de manquer ou de ne pas comprendre un message • Réduit le doute, les erreurs, la confusion • Message sauvegardé pour utilisation future • Grande capacité en voies
Affichage alphanumérique et idéographique	L'appareil alerte l'utilisateur et affiche un message d'essai; l'utilisateur peut alors entreprendre l'action nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> • Identique à l'affichage numérique, l'utilisateur recevant en plus un message d'essai complet et précis ne se limitant pas à un simple numéro • Élimine le doute, la confusion, les erreurs • Élimine l'appel téléphonique nécessaire pour obtenir le message et élimine aussi le cache-cache téléphonique • L'utilisateur peut analyser les messages et prendre de meilleures décisions pour agir
Tonalité et message vocal	L'appareil alerte l'utilisateur puis transmet un bref (10-20 secondes) message vocal; l'utilisateur peut alors entreprendre l'action nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisateur reçoit un message vocal avec alerte • Élimine l'appel téléphonique nécessaire pour obtenir le message • L'utilisateur obtient un message avec l'appel • La voix est le moyen le plus naturel pour communiquer des messages • La voix est le moyen le plus commode pour l'expéditeur du message • Possibilité d'identifier la voix de l'expéditeur • Le ton de la voix peut exprimer l'urgence
Enregistre la voix	L'appareil alerte silencieusement et enregistre les messages vocaux que l'utilisateur peut écouter lorsqu'il le désire	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisateur obtient tous les avantages du message vocal et de l'alerte silencieuse • Enregistrement du message pour écoute privée • Le message peut être écouté plus tard s'il est reçu dans un environnement bruyant ou même calme

5.1.3 La radiomessagerie aujourd'hui et dans l'avenir

Dans le futur, les appareils de radiomessagerie devraient assurer un plus grand nombre de fonctions, de meilleures possibilités et prendre des formes nouvelles. Il y aura des applications plus larges et plus innovantes, dont beaucoup seront obtenues par une combinaison de la radiomessagerie avec d'autres technologies.

Le marché de la radiomessagerie se diversifie également en produits et en services peu coûteux et plus simples, d'une part, avec des services régionaux, nationaux et internationaux ainsi que des services de messagerie et de transfert de données plus chers, d'autre part.

Des exemples d'applications relativement nouvelles et plus innovantes de la radiomessagerie pour le transfert d'informations et de données sont indiqués ci-après. La plupart de ces applications existent déjà mais à une échelle beaucoup plus petite que celle qui est envisagée dans le futur. Quelques autres innovations importantes dans le domaine de la radiomessagerie sont également décrites.

5.1.3.1 Radiomessagerie numérique

La plupart des appareils de radiomessagerie servent actuellement à contacter une personne en déplacement et à laisser de simples messages. Le type d'appareil le plus couramment utilisé pour cette application est l'appareil numérique qui affiche le numéro de téléphone à rappeler après avoir alerté l'abonné au service de radiomessagerie (la personne qui transporte l'appareil de radiomessagerie mobile). L'information numérique peut être introduite à l'aide de chiffres audiofréquences tels que ceux qui sont fournis par un téléphone de type DTMF. Les appareils numériques sont utilisés d'une manière très innovante comme dispositif de communication fonctionnant avec des codes numériques pour transmettre des messages divers dans des environnements où le téléphone n'est pas facilement accessible. On en trouve de bons exemples dans certaines régions de la Chine.

5.1.3.2 Radiomessagerie alphanumérique

Les appareils alphanumériques offrent la possibilité de recevoir des informations ou des données alphanumériques. Mais, en dehors du fait qu'ils sont déjà utilisés assez largement pour les messages, ils sont en général sous-utilisés, même dans les pays développés. Il existe toutefois des raisons valables à cette situation. Premièrement, un appareil qui permet au demandeur de transmettre directement des messages alphanumériques n'est pas, en général, d'un prix abordable. Un ordinateur personnel avec un modem ou un autre dispositif personnalisé raccordé au réseau téléphonique public commuté est nécessaire pour permettre à un demandeur de transmettre directement des informations de radiomessagerie alphanumériques. Le premier est coûteux et n'est pas largement utilisé tandis que le second n'existe pas encore à un prix abordable. En conséquence, la plupart des demandeurs doivent subir l'inconvénient de passer par un opérateur pour transmettre leurs messages. Cela exige du temps, de la main-d'œuvre et manque de confidentialité. En outre, même si le dispositif d'entrée devait être peu coûteux et couramment disponible, il ne serait pas aussi simple à utiliser qu'un appareil téléphonique (pour qu'un dispositif d'entrée de radiomessagerie ait du succès auprès du public, il faut qu'il soit au moins aussi facile à utiliser qu'un téléphone ordinaire). L'industrie attend donc la mise au point d'un dispositif de reconnaissance vocale qui permettra aux demandeurs d'envoyer des appels alphanumériques sans processus de transcription par le demandeur lui-même ou par un opérateur. Un autre inconvénient de l'appareil alphanumérique utilisé seul est que, surtout en raison de sa taille, la quantité d'informations ou de données qui peuvent être affichées est limitée. Mais malgré ces inconvénients, la radiomessagerie alphanumérique joue un rôle défini et indispensable dans de nombreux environnements. Avec l'amélioration des débits de transmission de données et des appareils, la tendance à l'utilisation étendue de la radiomessagerie alphanumérique est inévitable, ce qui, à son tour, entraînera la création d'un plus grand nombre de services de données et de messagerie.

5.1.3.3 Nouveaux protocoles de signalisation

Pour répondre à la concurrence croissante et à la demande de services de haut de gamme, on a conçu de nouvelles techniques de transmission et de nouveaux protocoles de signalisation. Ceux-ci offrent des débits de transmission de données (débits de transmission d'informations) accrus ainsi qu'une fiabilité et une couverture de réception améliorées. L'un de ces protocoles, FLEXTM, est déjà largement accepté à l'échelle mondiale et devrait être, pendant longtemps encore, la norme *de facto* la plus populaire.

5.1.3.4 Communication unidirectionnelle de données

Une tendance qui devrait se manifester dans un proche avenir est que les exploitants de radiomessagerie offriront des services de communication de données unidirectionnels améliorés tels que le transfert de données point à point et point à multipoint. Le téléchargement de tableurs dans un ordinateur ou à un groupe d'ordinateurs en est un bon exemple. Les ordinateurs pourraient être placés à des endroits fixes ou être des appareils portables utilisés par les professionnels et les

hommes d'affaires en déplacement. Dans ce rôle de communication de données à un ordinateur, l'appareil de radiomessagerie devient alors essentiellement un modem sans fil, sans les fonctions ordinaires d'un appareil de radiomessagerie de poche normal. La conséquence de cette tendance est que les appareils de radiomessagerie deviendront un élément facultatif des systèmes informatiques.

La communication unidirectionnelle de données sur un réseau de radiomessagerie dans un environnement mobile a un avantage concurrentiel sur les systèmes de communication bidirectionnels classiques tels que les systèmes de radiocommunications mobiles cellulaires. Compte tenu des coûts d'exploitation plus faibles des réseaux, dus en partie à une infrastructure moins coûteuse, le prix des services peut être très compétitif pour l'utilisateur. De plus, en raison du faible coût des appareils d'abonné, comparé à celui des dispositifs bidirectionnels, le coût total est très compétitif pour l'utilisateur. La communication unidirectionnelle de données est donc sûre de trouver son créneau sur le marché, surtout avec l'avènement d'un plus grand nombre de logiciels mis au point pour piloter les services de transmission de données et d'informations.

Une application pour la communication unidirectionnelle de données est le courrier électronique sans fil. Dans le courrier électronique sans fil, les messages sont envoyés par le réseau de radiomessagerie à un appareil de radiomessagerie intégré dans un petit ordinateur portable (par exemple, un ordinateur de poche). Ainsi, au lieu d'envoyer un courrier électronique à un endroit donné, on l'envoie directement à l'ordinateur d'une personne à l'aide du récepteur de radiomessagerie intégré. Les récepteurs de ce type constituent donc un modem sans fil dans l'ordinateur. Les récepteurs existent déjà pour ce type d'application. Un réseau d'information national qui permet d'utiliser ces modems sans fil a déjà été mis en œuvre aux États-Unis.

Il est probable que la croissance dans ce domaine sera considérable au cours des prochaines années, notamment avec la tendance à la décentralisation des sociétés. On verra également l'introduction de petits modems radioélectriques intégrés dans des ordinateurs portables et des ardoises électroniques.

Les communications mobiles de données assurées par un réseau de radiomessagerie peuvent, de la même manière que celle indiquée ci-dessus, être utilisées pour envoyer des fax directement à l'abonné de la radiomessagerie. De même, les informations sur les ventes et les prix ainsi que sur les fichiers clientèle, les cotations boursières, les bulletins d'informations, les prévisions météorologiques et toute autre information importante peuvent être mis à jour constamment et à distance. L'agenda d'un cadre en déplacement, intégré dans un ordinateur portable ou de poche, peut être tenu à jour à distance par le bureau. La liaison de données sans fil peut être également utilisée pour mettre des dispositifs en circuit ou hors circuit, qu'il s'agisse d'un appareil de collecte de données, d'un éclairage, d'une pompe, d'une grille d'entrée, d'une alarme ou d'un panneau publicitaire.

De nouveaux protocoles pour les communications informatiques ont été également mis au point.

L'application des communications mobiles de données élèvera encore plus le niveau de service des exploitants de la radiomessagerie. Leur activité ne sera plus la radiomessagerie mais les services mobiles de données et d'informations.

Il semble que l'utilisation de systèmes de radiomessagerie pour transmettre des informations et des données, en grande ou en petite quantité, offre, également dans les pays développés, les plus grandes possibilités pour l'extension de l'industrie de la radiomessagerie. Elle ouvre des perspectives prometteuses pour des applications plus larges, plus nouvelles et plus utiles de la radiomessagerie à un coût réduit.

5.1.3.5 Messagerie alphanumérique bidirectionnelle

On revoit actuellement la définition traditionnelle de la radiomessagerie uniquement comme processus de communication unidirectionnel. La radiomessagerie est en train de se libérer de son rôle d'utilisation de l'appareil d'abonné uniquement comme dispositif d'écoute. Les appareils de radiomessagerie récemment mis au point qui utilisent le protocole appelé ReFLEXTM offrent maintenant une messagerie bidirectionnelle à grande vitesse. Les fonctions incluent l'accusé de réception automatique d'un message par l'appareil de radiomessagerie et l'accusé de réception du message par l'utilisateur. La réponse de l'utilisateur se fait à l'aide de simples touches.

Pour ce type de messagerie bidirectionnelle, les appareils de radiomessagerie devraient concurrencer agressivement les autres technologies bidirectionnelles telles que les technologies mobiles cellulaires, notamment les réseaux de communication personnelle (RCP). La radiomessagerie bidirectionnelle est moins chère surtout parce que, avec les technologies de communication mobile, on peut augmenter la portée des transmissions à l'emplacement de réception de la station de base, donc couvrir de plus larges zones. Cela est dû à la très petite largeur de bande utilisée pour le signal de réponse de l'appareil de radiomessagerie, d'où une densité de puissance spectrale relativement élevée.

La fonction par laquelle l'appareil de radiomessagerie confirme la réception de chaque message sans aucune intervention de l'abonné offre quatre avantages importants:

- Lorsque l'appareil reçoit correctement un message, il en informe le système qui retire immédiatement le message de la file d'attente de transmission (diffusion) en ménageant de la place pour les autres messages.

- Si une partie du message transmis n'est pas correctement reçue, l'appareil indique au système quelles parties du message (appelées paquets de données) il n'est pas nécessaire de retransmettre (rediffuser). Cela évite de retransmettre le message entier. Cette fonction assure une efficacité maximale concernant la durée moyenne de transmission nécessaire pour le message. Dans certains systèmes unidirectionnels, le système est programmé de manière à ne jamais retransmettre le message, car le système ne sait jamais s'il y a une erreur, ce qui se traduit par des messages manquants ou erronés. Ou encore le système peut être programmé de manière à retransmettre tous les messages un certain nombre de fois, gaspillant ainsi un temps de transmission précieux si la transmission initiale était réussie. Avec la popularité croissante des messages longs tels que les messages alphanumériques et vocaux, cette fonction devient essentielle. La quantité de paquets de données dans un même message peut s'élever jusqu'à plusieurs centaines et le système peut être vite surchargé si les messages sont inutilement répétés.
- Après que le système a reçu confirmation de la remise avec succès du message, il peut en informer le demandeur, ce qui conduit à une plus grande satisfaction de la part du demandeur et de l'utilisateur.
- L'avantage le plus important est que la remise de tous les messages est garantie. Si un message ne peut être remis (parce que le récepteur de l'abonné est hors circuit), le système conserve le message jusqu'à ce que le récepteur réenregistre son état et son emplacement. Le message est alors envoyé.

Bien que les systèmes de messagerie bidirectionnels offrent de nombreux avantages, en comparaison avec les systèmes de messagerie unidirectionnels et d'autres types de système de communication, ils peuvent avoir l'inconvénient d'être coûteux. C'est un aspect qui ne doit pas être négligé par les exploitants éventuels des pays en développement, surtout pour les applications rurales. Les systèmes de messagerie bidirectionnels sont relativement chers en raison de la complexité accrue introduite par la transmission inverse (trajet retour). Il ne sera guère possible de couvrir de vastes zones rurales. Cela tient en partie aux bandes de fréquences utilisées. Au moment où le présent document a été élaboré, les fréquences utilisées par les systèmes sur le marché se situaient dans la bande des 900 MHz, c'est-à-dire 940-941 MHz pour la réception de l'appareil d'abonné (trajet aller) et 901-902 MHz pour l'émission de l'appareil d'abonné (trajet retour) (on envisageait la fabrication d'appareils d'abonné émettant à 280 MHz pour certains marchés). Dans la bande des 900 MHz, la couverture géographique obtenue est beaucoup moins étendue que pour le système de radiomessagerie classique à ondes métriques, dans l'hypothèse d'une puissance apparente rayonnée égale. Cela s'explique par le fait que la diffraction qui permet à l'onde de franchir les obstacles tels que des collines est plus faible. Une densité relativement élevée de stations fixes serait nécessaire pour obtenir une couverture continue à 900 MHz. Une autre raison pour une haute densité des stations de base est que la puissance transmise par l'appareil de radiomessagerie mobile ne permet pas d'obtenir des portées aussi grandes que dans le mode réception. Un système de messagerie bidirectionnel pour les zones rurales serait donc onéreux. Donc, dans le meilleur des cas, un système de messagerie bidirectionnel fonctionnant à 900 MHz ne conviendrait que pour les environnements urbains.

5.1.3.6 Messagerie vocale

Des systèmes de messagerie vocale ont été mis récemment sur le marché aux Etats-Unis. L'appareil de messagerie personnelle appartient à la famille de produits FLEXTM et utilise le protocole InFLEXionTM. Il peut recevoir des messages vocaux numériquement codés. Jusqu'à environ 20 messages, pour un temps total de quatre minutes, peuvent être reçus et enregistrés pour reproduction à un moment approprié. L'abonné a la possibilité d'accuser réception du message en manipulant quelques touches.

La messagerie vocale est l'une des principales applications de la messagerie bidirectionnelle. Pour l'essentiel, la messagerie vocale répète ce que le demandeur dit à l'abonné au moyen de l'appareil de messagerie. Il peut y être répondu à l'aide d'un simple message d'accusé de réception dans le format de données.

La messagerie vocale bidirectionnelle fonctionne comme un répondeur téléphonique porté à la ceinture. Elle incorpore toutes les fonctions d'un répondeur telles que l'enregistrement et la reproduction des messages. En outre, le récepteur permet de réduire le volume sonore pour l'écoute privée ou de l'augmenter pour l'écoute publique mains-libres.

Si la mémoire de l'appareil est saturée, il est possible d'en informer le réseau d'infrastructure. Le réseau conservera alors les nouveaux messages jusqu'à ce que l'appareil l'informe que la mémoire est disponible.

Pour laisser un message vocal, il faut composer le numéro de téléphone de l'abonné, exactement comme avec un répondeur classique. Un message enregistré demandera à la personne qui appelle de laisser son message. Ensuite, l'obtention du message par l'abonné est automatique.

Il ne faut pas confondre la messagerie vocale qui utilise le protocole InFLEXionTM et la messagerie vocale analogique assistée par un opérateur, sélective ou non. La voix est codée numériquement, ce qui permet un nombre beaucoup plus grand de fonctions, notamment l'enregistrement et l'extraction des messages par le terminal du centre de commande et par l'appareil de l'abonné.

La messagerie vocale offre les avantages suivants:

- Elle élimine les postes d'opérateur généralement nécessaires pour la messagerie alphanumérique. Le message du demandeur est enregistré directement dans le terminal-contrôleur d'où il est expédié au récepteur de l'abonné, ce qui réduit les coûts d'exploitation généralement associés à la radiomessagerie alphanumérique.
- Le caractère d'urgence du message peut être transmis puisque le message reproduit la voix du demandeur. En général, la messagerie vocale assure un niveau de communication plus élevé que la radiomessagerie numérique.
- Dans de nombreux cas, un message vocal n'exige pas d'appel de retour car il est possible de transmettre un plus grand nombre de détails dans le message.
- L'indépendance du langage est assurée car le message circule du demandeur à l'abonné et aucune traduction n'est donc nécessaire.

La messagerie vocale peut être chère initialement parce que la technologie est nouvelle, mais les éventuels exploitants des pays en développement devraient rechercher des moyens innovants pour l'utiliser peut-être d'une manière plus économique. La messagerie vocale a un net avantage, en comparaison avec d'autres formes de radiomessagerie, pour les pays en développement: les personnes les moins qualifiées et les moins éduquées peuvent en apprendre le fonctionnement et l'utiliser ensuite efficacement que toute autre personne, simplement parce que le moyen de communication est constitué par la voix et non par des caractères écrits.

Les administrations doivent tenir compte du fait que, au moment où le présent document a été élaboré, les seules bandes pour lesquelles il existait un équipement de réception d'appareil d'abonné étaient les bandes 930-931 MHz et 940-941 MHz. La bande utilisée pour l'émission de l'appareil d'abonné était la bande 901-902 MHz qui est identique à la bande utilisée par la messagerie alphanumérique bidirectionnelle. Toutefois, on envisageait également la fabrication d'équipement d'émission à 280 MHz pour l'appareil d'abonné.

5.1.3.7 Appel visuel et intégration des appareils de radiomessagerie dans d'autres effets personnels

Les appareils de radiomessagerie sont conçus avec un aspect attrayant et moderne car il est reconnu qu'il existe un large secteur de marché potentiel autre que le monde des affaires. Les appareils de radiomessagerie sont destinés à l'usage personnel des consommateurs, y compris les adolescents. Ils assument le rôle de lien social entre amis, étudiants, membres familiaux et collègues. Ils sont intégrés dans les ceintures, les stylos, les montres, les porte-clés, les bijoux, les cartes de crédit et les calculatrices. Ils sont plus attrayants lorsqu'ils sont proposés avec des fonctions supplémentaires telles que l'alerte musicale. L'amélioration de la durée des piles a supprimé les restrictions liées à leur taille et à leur poids.

5.1.3.8 Intégration des appareils de radiomessagerie dans les téléphones portables et autres équipements portables

Des appareils de radiomessagerie intégrés dans les téléphones cellulaires et les téléphones sans cordon de la deuxième génération ont déjà été mis au point et commercialisés. Il est probable qu'ils seront utilisés plus largement dans le futur. Le récepteur alphanumérique dans un téléphone cellulaire offre la possibilité d'analyser un appel entrant, ce qui permet de déterminer si, quand et où il faut répondre à cet appel. Intégré dans les combinés téléphoniques sans cordon, il améliore l'utilité de ces derniers car il permet en plus de recevoir des appels lorsqu'on se trouve hors de portée de la station de base.

Les appareils de radiomessagerie sont également intégrés dans les ordinateurs portatifs ou les ardoises électroniques pour former de petits modems radioélectriques. Leur intégration dans un ordinateur portatif élimine l'inconvénient d'une capacité d'affichage limitée lorsqu'on les utilise seuls. Ils offrent également une multitude de nouvelles possibilités d'application dont certaines sont décrites ci-après.

5.1.3.9 Appareils de radiomessagerie multifréquences à analyse automatique

Concernant les perspectives futures, on devrait voir une augmentation du nombre d'appareils extrêmement perfectionnés tels que ceux qui fonctionnent sur plusieurs fréquences en utilisant des récepteurs à analyse automatique. Les appareils dotés de cette capacité seront utiles lorsqu'on se déplace entre des systèmes de radiomessagerie qui ne fonctionnent pas sur la même fréquence, dans le protocole FLEXTM; ils ont été mis en œuvre en Chine, en Corée et au Japon.

Actuellement, la plupart des systèmes de radiomessagerie européens couvrent essentiellement des zones locales ou un pays à la fois. Toutefois, le fournisseur de services de radiomessagerie Euromessage assure une couverture au Royaume-Uni, en France, en Allemagne, en Italie et en Suisse. Le nouveau système de radiomessagerie paneuropéen appelé ERMES assurera, à l'avenir, une couverture de la plus grande partie de l'Europe pour les abonnés itinérants. Les abonnés itinérants peuvent aujourd'hui se déplacer entre les Etats-Unis et plusieurs villes d'Asie. Mais aucun des systèmes utilisés aujourd'hui ne peut assurer des services itinérants véritablement internationaux, ce qui est dû essentiellement à l'utilisation de fréquences non normalisées. L'utilisation de fréquences non normalisées est un problème qui n'est pas facile à résoudre et qui le restera encore pendant de nombreuses années.

Les appareils de radiomessagerie à analyse automatique pourraient effectivement résoudre le problème des déplacements malgré l'utilisation de fréquences non normalisées et il est certain qu'ils se développeront dans le futur.

5.1.3.10 Innovations dans l'infrastructure de la radiomessagerie

La tendance est à l'utilisation de systèmes dans lesquels l'accès automatique et l'assistance d'un opérateur sont intégrés. Elle est également à la signalisation à grande vitesse, ce qui permettra d'obtenir les meilleurs avantages de ces deux fonctions. Cette tendance résulte de la modernisation des systèmes téléphoniques dans la plupart des pays, de l'avènement de nouvelles technologies qui utilisent mieux le temps d'émission, de la soif d'information et de la demande du public pour des services plus nombreux et de meilleure qualité. Les systèmes intégrés à accès automatique/assistés par opérateur répondent beaucoup mieux aux demandes et aux besoins des abonnés de la radiomessagerie.

La signalisation à grande vitesse résulte de la demande du marché pour une capacité plus élevée afin de pouvoir assurer les services alphanumériques et de transmission de données. La capacité en voies limitée des systèmes existants généralement utilisés annihile toute possibilité de recettes dans ce domaine. Le nouveau code de radiomessagerie à grande vitesse FLEXTM apporte la réponse à ce problème sans qu'il soit nécessaire pour les exploitants d'investir lourdement pour améliorer leurs systèmes existants. Pour de plus amples renseignements sur le protocole FLEXTM, prière de se reporter à l'Appendice A.

5.1.3.11 Nouvelles applications et nouveaux services

Les services de données et d'informations mobiles deviendront sûrement une réalité dans de nombreux marchés développés. Les autres nouveaux services proposés par les exploitants des Etats-Unis incluent des services unidirectionnels améliorés tels que les graphiques à faible et haute résolution, la vidéo, le courrier électronique, la télécopie, la voix numérisée, la possibilité de chiffrer les messages et l'accusé de réception du message.

Les statistiques de marché indiquent que les appareils de radiomessagerie sont de plus en plus utilisés comme dispositifs de communication économiques et fiables. Il est certain que les usagers ont tendance à passer des services numériques aux services alphanumériques. Les fournisseurs d'information sont de plus en plus intéressés par la diffusion de données aux appareils de radiomessagerie car de plus en plus d'usagers utilisent les systèmes de radiomessagerie pour transférer des données à leurs ordinateurs distants. A mesure que les appareils de radiomessagerie s'intégreront dans la vie quotidienne, ils s'accompagneront d'une multitude d'applications nouvelles et attrayantes.

Radiomessagerie alphanumérique comme moyen de substitution au téléphone

Les appareils de radiomessagerie alphanumériques ont eu un impact important dans de nombreuses régions du monde telles que l'Europe. Dans les marchés émergents où la pénétration téléphonique est relativement faible, ils constituent un excellent moyen de substitution au téléphone. C'est un aspect important pour les administrations et les éventuels exploitants dans les pays en développement. Un obstacle pour une croissance rapide dans le futur est l'absence de dispositif d'entrée. Mais les ventes alphanumériques augmenteront lorsque les consommateurs atteindront un stade où ils comprendront les avantages des appareils de radiomessagerie alphanumériques et en accepteront le coût. La rationalisation des prix des appareils alphanumériques accélérera évidemment leur acceptation par les consommateurs.

Radiomessagerie alphanumérique pour la diffusion d'informations

Avec la transcription alphanumérique, un service dans lequel les messages vocaux sont dactylographiés et transmis à des appareils alphanumériques, un dispositif d'entrée pratique n'est plus nécessaire. Les marchés où les services alphanumériques bénéficient d'une bonne pénétration, comme le Royaume-Uni et l'Espagne, offrent des services alphanumériques assistés par un opérateur. Les coûts de démarrage risquent d'être élevés mais les fournisseurs de services peuvent travailler sur le long terme et juger les marges acceptables. Avec les appareils alphanumériques, les exploitants peuvent assurer des services tels que la mise à jour des bulletins d'informations, des résultats sportifs, de la rubrique des courses, des prévisions météorologiques et des cotations boursières et utiliser à cet effet des appels de groupe qui peuvent parfois être transmis en dehors des heures de pointe de trafic à un prix relativement réduit.

Les types d'information suivants peuvent être diffusés à l'aide de la radiomessagerie alphanumérique:

- Résultats de la loterie et nouvelles sportives
- Informations sur la circulation routière telles que l'emplacement des chantiers, les encombrements, les accidents et les routes de dégagement
- Prévisions météorologiques, marées basses et hautes, pleine lune et informations sur la pêche
- Alarmes et rappels tels que réveil, alarmes médicales et anniversaires
- Promotion des ventes, telles que les soldes, les programmes de cinéma et les nouveaux produits
- Nouvelles financières telles que les taux de change, les transactions boursières et autres informations économiques
- Bulletins d'informations locales, nationales et internationales

- Nouvelles des marchés boursiers telles que le résumé horaire, les indices, les actions en hausse, les actions en baisse et le volume
- Informations sur les vols des compagnies aériennes, par exemple horaires d'arrivée et de départ des avions
- Navires au port, horaires de navigation, situation de l'arrivée des conteneurs et informations sur les quais d'accostage

La radiomessagerie comme moyen auxiliaire de l'accès téléphonique universel

Dans certains pays en développement, on a émis l'idée que la radiomessagerie pourrait compléter les téléphones publics, surtout dans les zones rurales. L'inconvénient du téléphone public est que les appels entrants ne peuvent être reçus parce que le demandé est absent. La radiomessagerie peut résoudre ce problème. Un appareil de radiomessagerie peut alerter le demandé qu'il recevra un appel à un certain moment et qu'il peut alors se rendre à un poste téléphonique public pour recevoir son appel.

Les communications avec les zones rurales émanent généralement de parents ou d'amis. Il est relativement facile d'élaborer un protocole pour que, par exemple, un appareil numérique transmette diverses alertes d'appel. Le code numérique peut contenir certaines informations, à savoir qui est le demandeur, à qui il désire parler et quand. Un appareil numérique serait la première option à choisir car elle est raisonnablement peu coûteuse.

Si chaque ménage ou groupe étroitement espacé de ménages possédait un appareil de radiomessagerie, l'accès universel en retirerait un avantage considérable, d'une manière tangible, pratique et économique.

5.1.3.12 Aspects «fiabilité»

Certains fabricants d'appareils de radiomessagerie ont des normes de qualité importantes pour assurer la fiabilité de leurs produits. Chaque appareil est soumis à des tests de durée de vie accélérée (ALT) rigoureux. Le test ALT constitue la norme maximale de qualité et de fiabilité de fonctionnement. Il simule cinq années d'utilisation et incorpore diverses conditions extrêmes auxquelles l'appareil peut être exposé. Il existe un fabricant qui soumet ses appareils au gel, à l'ébullition, aux secousses, à la cuisson et aux chocs, ainsi qu'à la chute sur un sol de béton. Les appareils ne quitteront l'usine que s'ils fonctionnent encore après ce traitement. Un fabricant qui soumet ses appareils au test ALT fournit généralement un certificat à cet effet avec chaque appareil.

Etant donné que les appareils de radiomessagerie sont de plus en plus vendus sur des marchés relativement peu évolués, du point de vue de la possibilité pour l'utilisateur de protéger l'appareil de l'eau, de la poussière, des chocs mécaniques ainsi que des hautes et basses températures, il est probable que les normes ci-dessus ne seront pas assouplies.

5.1.3.13 Radiomessagerie ou SCP et RCP

Les réseaux de communications personnelles (RCP) et les systèmes de communications personnelles (SCP) sont des réseaux qui permettent des communications de masse entre des usagers qui, en général, sont mobiles. Ces deux dernières années, l'intérêt pour ces réseaux s'est accru énormément. Les SCP et RCP attirent actuellement une très grande attention. On se préoccupe surtout de mettre au point des téléphones de poche et des dispositifs de communications personnelles multifonctionnels. Il s'agit de savoir quelles conséquences ces appareils peuvent avoir pour l'avenir des simples appareils de radiomessagerie et, à titre connexe, en quoi ils se différencient, le cas échéant, de ces derniers.

Les réseaux de radiomessagerie peuvent être considérés comme étroitement liés aux SCP ou aux RCP. Mais si ces derniers sont des réseaux bidirectionnels, la radiomessagerie classique est, quant à elle, unidirectionnelle seulement. Cela constitue une différence importante, avec une influence radicale sur les fonctions et le coût des systèmes.

La radiomessagerie a probablement un avenir brillant pour les raisons suivantes: la technologie de la radiomessagerie est relativement simple, peu coûteuse mais néanmoins efficace. Il est donc possible de répondre à un grand nombre de besoins des usagers à un coût beaucoup moindre qu'avec les systèmes de téléphonie bidirectionnels plus perfectionnés mentionnés ci-dessus. En raison de leur moindre complexité et de leurs besoins plus faibles en énergie, les appareils de radiomessagerie seront toujours plus petits et plus légers que les appareils téléphoniques. La durée plus longue des piles est également un facteur déterminant.

5.1.4 Marchés et débouchés

5.1.4.1 Vente d'appareils de radiomessagerie au détail

Auparavant, les appareils de radiomessagerie étaient disponibles sur la plupart des marchés des pays développés à partir de débouchés entretenus par les exploitants eux-mêmes. Ceux-ci visent essentiellement les usagers d'affaires: services commerciaux, soins de santé, construction, ventes/commercialisation, services de livraison et industries de l'immobilier. Ces secteurs traditionnels du marché sont maintenant saturés dans de nombreux pays développés. A moins que n'émergent de nouveaux secteurs ou de nouveaux services, l'industrie arrivera rapidement à maturité.

L'utilisation personnelle par les consommateurs est le secteur clé que les opérateurs peuvent exploiter pour obtenir des taux de pénétration plus élevés, notamment dans les marchés métropolitains. Avec des programmes de commercialisation visant à faire mieux connaître les appareils de radiomessagerie et leurs avantages par les consommateurs, les fournisseurs de services pourront exploiter les marchés de masse potentiels et en recueillir les bénéfices.

Pour mieux sensibiliser les consommateurs, les produits de radiomessagerie sont mis à leur disposition dans les lieux où ils font normalement leurs achats. De nouvelles stratégies de vente au détail sont actuellement élaborées par certains fournisseurs de services comme un moyen efficace d'atteindre les consommateurs dans les marchés de masse caractérisés par un nombre important de nouveaux clients potentiels. En outre, la vente au détail est généralement une opération relativement peu coûteuse en raison des structures de commission, de la possibilité de déplacer les stocks et de la forte attraction du marché ce qui, à son tour, permet d'offrir des solutions économiques aux consommateurs, condition nécessaire pour attirer les utilisateurs des services personnels.

Les appareils de radiomessagerie seront de plus en plus distribués par les chaînes de vente au détail pour permettre l'exploitation du marché en plein développement de la radiomessagerie destinée aux consommateurs. Les appareils de radiomessagerie sont maintenant proposés avec des couleurs et des formes diverses afin de plaire aux personnes âgées de 14 à 45 ans qui veulent rester en contact avec leur famille et leurs amis. L'appareil de radiomessagerie sera aussi courant qu'un baladeur, une caméra et d'autres produits électroniques de consommation. Dans certains pays, les appareils de radiomessagerie sont maintenant vendus par des sociétés de vente par correspondance et même des distributeurs automatiques.

La vente au détail est la clé de l'accroissement de la pénétration du marché et de la sensibilisation des consommateurs. Elle continuera à jouer le rôle le plus important dans l'industrie de la radiomessagerie.

5.1.4.2 Possibilités offertes par les marchés mondiaux

Avec plus de 50 millions d'abonnés dans le monde entier, les principaux marchés de la radiomessagerie dans le monde, dont beaucoup se situent en Europe, continuent à s'étendre rapidement. Les marchés émergents, avec d'énormes populations comme la Chine, se développent très rapidement, bien que les taux de pénétration soient encore relativement faibles. La principale raison de cette forte croissance est le retard des téléphones. En Chine, par exemple, les appareils de radiomessagerie, surtout les appareils numériques, sont utilisés d'une manière innovante pour faire face à la pénurie de téléphones.

L'Europe occidentale, avec quatre millions d'abonnés, est en comparaison avec d'autres marchés développés. Mais, étant donné les initiatives de l'industrie visant à s'attaquer également au marché des consommateurs, cette situation devrait évoluer dans le futur.

Enfin, les marchés en développement de l'Europe orientale, du Moyen-Orient et de l'Afrique offrent de grandes possibilités pour l'avenir. Dans un grand nombre de ces marchés, les avantages que peut procurer la radiomessagerie ont provoqué un réveil subit. L'un de ces avantages est que les problèmes de communication peuvent être surmontés sans accès au téléphone. En outre, la radiomessagerie peut jouer un rôle complémentaire en assurant l'accès au téléphone universel dans les communautés aussi bien urbaines que rurales.

5.1.4.3 Systèmes de radiomessagerie privés

Dans les pays développés, ainsi que dans certains pays en développement, les systèmes de radiomessagerie privés ont connu un développement important au cours des dernières années. Les systèmes de radiomessagerie privés sont généralement destinés à une utilisation sur place lorsque le personnel se déplace beaucoup. Ils sont très avantageux dans de nombreux cas pour l'efficacité de l'exploitation de l'organisation. Les organisations qui utilisent généralement des systèmes de radiomessagerie privés sur place sont les hôpitaux, les mines, la grande industrie et les exploitations agricoles.

5.1.5 Aspects «réglementation»

5.1.5.1 Aspects généraux

Les administrations et les exploitants doivent tenir compte du rôle complémentaire que la radiomessagerie pourrait jouer dans le succès de l'accès téléphonique universel.

Il faudrait également prendre conscience du fait que la radiomessagerie peut être un moyen économique de fournir des informations de types divers à la population, et ce avec des dépenses et des coûts en capital bien moindres qu'avec de nombreux autres types de systèmes.

Les administrations seraient bien avisées de laisser le choix de la technologie et de la norme du protocole de signalisation à l'exploitant. Il convient de noter que, bien qu'il ait été élaboré par un (grand) fabricant d'appareils de radiomessagerie, le protocole FLEXTM, par exemple, est ouvert à tous les fabricants, pour utilisation dans leurs produits

(ce protocole, décrit dans l'Appendice A, est déjà employé par un certain nombre de fabricants). La norme FLEX™ est déjà devenue la norme de radiomessagerie *de facto* pour de vastes régions du globe. Les produits qui utilisent cette norme devraient avoir un prix attrayant en raison des volumes de production importants et de la concurrence sur le marché.

Lorsqu'elles attribuent le spectre RF pour la radiomessagerie, les administrations devraient être conscientes des divers facteurs à prendre en considération. Le choix de la fréquence peut déterminer la couverture de zone géographique par une station de base. Il peut avoir également un effet sérieux sur le prix des appareils de radiomessagerie, selon les volumes de production à une fréquence donnée.

Il convient de noter que, même dans les pays développés, il n'existe pas encore de normes pour de véritables services itinérants internationaux. L'Europe tente d'appliquer une norme appelée ERMES pour les services itinérants, au moins dans les pays qui font partie de la communauté européenne. Mais il faudra quelques années avant que cet idéal se matérialise et, même dans ce cas, les services itinérants utilisant ERMES ne seront pas possibles, et de loin, sur la majeure partie du globe.

5.1.5.2 Aspects réglementaires de la radiomessagerie à grande vitesse et de la messagerie améliorée utilisant le protocole FLEX™

Attribution du spectre

Pour comprendre les problèmes d'attribution du spectre à la radiomessagerie à grande vitesse et à la messagerie améliorée utilisant la famille de protocoles FLEX™ (voir l'Appendice A), il est nécessaire de se reporter à l'historique des innovations aux Etats-Unis.

Aux Etats-Unis, la Federal Communications Commission (FCC) a créé une nouvelle industrie dans les communications sans fil en octroyant une licence pour un nouveau service appelé SCP à bande étroite. La FCC définit le SCP à bande étroite comme une famille de services mobiles incluant la messagerie vocale améliorée, la messagerie de données et la messagerie unidirectionnelle et bidirectionnelle à l'échelle nationale et régionale. La FCC a accordé une licence de SCP à bande étroite dans les bandes 901-902, 930-931 et 940-941 MHz. Au total, une largeur de spectre de 3 MHz a été attribuée dans ces bandes. La FCC a ouvert 2 MHz de ce spectre immédiatement et 1 MHz a été réservé pour extension future.

Un aspect essentiel de l'attribution de fréquences aux Etats-Unis a été la désignation des canaux entrants (ou retour) à 901-902 MHz comme des bandes calmes (à la différence de services avec émetteurs à grande puissance). Cela donne aux fabricants la possibilité de fournir des appareils d'abonné de faible puissance, de faible coût et de petite taille. La séparation préconisée entre les canaux entrants et sortants est 29 MHz, avec une séparation minimale de 20 MHz. Onze fréquences ont été assignées à l'échelle nationale:

- Cinq canaux de 50 kHz dans la bande 940-941 MHz, jumelés avec des canaux de 50 kHz dans la bande 901-902 MHz
- Trois canaux de 50 kHz dans la bande 930-931 MHz, jumelés avec des canaux de 12,5 kHz dans la bande 901-902 MHz
- Trois canaux de 50 kHz non jumelés dans la bande 940-941 MHz

Six fréquences ont été assignées à l'échelle régionale, pour cinq régions:

- Deux canaux de 50 kHz dans la bande 940-941 MHz, jumelés avec des canaux de 50 kHz dans la bande 901-902 MHz
- Quatre canaux de 50 kHz dans la bande 930-931 MHz, jumelés avec des canaux de 12,5 kHz dans la bande 901-902 MHz

La largeur de bande autorisée des canaux SCP à bande étroite est de 10 kHz pour les canaux de 12,5 kHz et de 45 kHz pour les canaux de 50 kHz. Pour les canaux adjacents composites, par exemple deux ou trois canaux sortants de 50 kHz, une largeur de bande maximale autorisée inférieure de 5 kHz à la largeur totale des canaux composites est permise.

L'industrie a répondu aux initiatives de la FCC indiquées ci-dessus en mettant au point de nouveaux appareils de messagerie à excursion étroite qui permettent une utilisation du spectre disponible plus grande que dans la radiomessagerie unidirectionnelle traditionnelle.

Les informations données ci-dessus sur l'attribution du spectre à 900 MHz montrent les difficultés rencontrées. Les administrations des pays en développement devraient noter que l'attribution dans la bande des 900 MHz pourra s'avérer difficile si l'on met en œuvre les systèmes cellulaires GSM ou si l'on envisage de le faire. Mais les avantages de prix que l'on peut retirer de gros volumes de production des appareils sur le marché des Etats-Unis justifient un examen sérieux de la bande des 900 MHz par les administrations, si celles-ci estiment qu'il existe un besoin pour ce type de système dans leurs pays. Les administrations devraient aussi vérifier quelle est la situation en Extrême-Orient au moment où elles s'intéressent à une attribution. Il est possible alors que la Chine et d'autres pays de l'Extrême-Orient se voient attribuer

une bande de fréquences au voisinage de 280 MHz pour la transmission sortante. C'est une bande qui est traditionnellement utilisée pour la radiomessagerie dans cette partie du monde et qui résout le problème du manque de spectre approprié dans la bande des 900 MHz. Les économies d'échelle que la consommation de la Chine exigera seront très avantageuses pour tous les pays qui utilisent la même bande de fréquences.

Au moment où le présent document a été élaboré, le Brésil, le Canada et le Mexique étaient en voie d'effectuer des attributions similaires à celles des Etats-Unis.

Les administrations devraient envisager l'attribution du spectre national dans la bande des 900 MHz. La bande des ondes métriques a également des volumes de fabrication raisonnablement élevés, notamment au voisinage de 155 MHz.

Des largeurs de canal de 50 kHz sont nécessaires à 900 MHz pour la radiomessagerie unidirectionnelle et pour le tronçon sortant de la messagerie bidirectionnelle. Pour la messagerie bidirectionnelle, une largeur de canal de 12,5 kHz est nécessaire pour le tronçon entrant. Dans les ondes métriques, la largeur de canal pour la radiomessagerie unidirectionnelle doit être de 25 kHz.

Les canaux nationaux sont utiles pour assurer une capacité itinérante.

Les administrations devraient également envisager l'attribution nationale d'une à quatre fréquences aux systèmes de radiomessagerie privés, c'est-à-dire aux organisations qui ont besoin de la radiomessagerie pour un usage interne sur place.

Octroi de licences aux exploitants

Le spectre attribué pour le PCS à bande étroite aux Etats-Unis a été divisé en canaux nationaux, en canaux régionaux, en canaux de zone commerciale importante et en canaux de zone commerciale de base.

En juillet 1994, on a effectué une adjudication de licences pour des canaux nationaux. L'adjudication concernait deux canaux non jumelés de 50 kHz, cinq canaux jumelés de 50 kHz et trois canaux jumelés de 50 kHz/12,5 kHz. Après 47 séances d'adjudication, les six compagnies adjudicataires s'étaient engagées à verser une somme de plus de 650 000 000 de dollars pour les dix licences.

En octobre et novembre 1994, on a effectué une adjudication de licences pour des canaux régionaux. L'adjudication concernait un total de 30 licences, à savoir deux canaux jumelés de 50 kHz/50 kHz et quatre canaux jumelés de 50 kHz/12,5 kHz dans chacune des cinq régions. Après 105 séances, les neuf soumissions adjudicataires se sont élevées à un total de plus de 488 000 000 de dollars pour les trente licences.

Des adjudications sont prévues en 1996 pour des canaux de zone commerciale importante et de base.

Il est courant d'octroyer des licences à des exploitants de systèmes de radiomessagerie qui assurent des services de radiomessagerie au public. Les exploitants de systèmes de radiomessagerie privés ont, en général, également besoin d'une licence, au moins pour l'utilisation du spectre.

Efficacité du spectre

Les protocoles bidirectionnels assurent la meilleure gestion des émetteurs, donc la plus grande capacité d'abonnés, pour une large couverture, grâce à l'utilisation de services d'enregistrement et de localisation automatiques. Le système ne repère pas la zone d'émission précise ou la cellule où l'abonné se trouve actuellement mais une zone englobant un certain nombre de cellules appelées une zone. Cela permet d'utiliser simultanément les mêmes canaux de fréquence dans des zones séparées pour différents messages. Les moyens de transmission sont économisés au maximum car seuls sont utilisés les émetteurs de la zone où se situent les appareils. Dans les systèmes unidirectionnels, tous les émetteurs diffusent chaque message car le système ne sait jamais où l'appareil est situé. Tous les autres émetteurs du système bidirectionnel peuvent être consacrés à d'autres messages, ce qui confère à l'ensemble du système une efficacité maximale et une capacité beaucoup plus grande du point de vue du nombre de messages et d'abonnés.

Dans la messagerie vocale FLEXion, les systèmes repèrent l'émetteur, ce qui permet une réutilisation basée sur sept fréquences de sous-canal dans un canal de 50 kHz. Cela crée un système de type cellulaire où un emplacement d'émetteur peut être actif et diffuser sur un sous-canal donné, tandis qu'un émetteur adjacent est actif et diffuse sur un canal différent. En outre, les émetteurs qui sont correctement espacés peuvent fonctionner sur la même fréquence en transmettant différents messages en même temps.

Homologation

Il n'est généralement pas nécessaire d'obtenir une homologation sauf, spécifiquement, pour l'équipement d'infrastructure de la radiomessagerie et les appareils de radiomessagerie bidirectionnels. Les appareils de radiomessagerie unidirectionnels sont des dispositifs passifs qui ne sont pas hautement susceptibles de causer des brouillages à d'autres systèmes.

5.1.5.3 Aspects «systèmes» de la radiomessagerie

Les systèmes de radiomessagerie doivent être bien conçus pour avoir du succès. On peut appliquer diverses méthodes selon la situation. Des renseignements sur la couverture, la diffusion simultanée et les réseaux de radiomessagerie sont donnés dans l'Appendice C.

5.2 Systèmes PMR classiques

Un système classique de radiocommunications mobiles privées (PMR), souvent appelé radio bidirectionnelle, est défini comme une classe de système d'utilisateur professionnel qui fonctionne dans le mode dit de «canal ouvert». Dans la pratique, l'émetteur est activé par l'utilisateur qui appuie simplement sur une touche et parle. Généralement, la personne qui parle sera entendue par n'importe quel usager ayant une radio compatible accordée sur le même canal RF. L'exemple le plus simple d'un tel système est celui de deux radios portatives ou plus fonctionnant en mode simplex, c'est-à-dire utilisant une fréquence sur laquelle toutes les radios émettent et reçoivent.

On utilise un système PMR plus perfectionné dans le cas où il n'y a pas lieu que tous les utilisateurs de radios entendent chaque message transmis par un utilisateur. On emploie généralement deux méthodes pour résoudre ce problème. L'une est appelée «appel sélectif»; elle utilise une salve de tonalités audibles pouvant aller jusqu'à cinq afin d'indiquer l'identité du destinataire du message. L'autre est appelée «système de signalisation commandé par tonalité continue (CTCSS)» ou «ligne privée (PL)»; elle utilise une série de tonalités subaudibles entre 67 et 250 Hz, transmises continuellement avec la parole.

Seules les radios programmées pour répondre au code qui est transmis assureront une sortie audiofréquence. Sur toutes les autres radios qui reçoivent le même message, la sortie audiofréquence sera muette. En conséquence, seuls les utilisateurs appartenant au groupe dont les radios utilisent une tonalité commune pourront communiquer. Tous les groupes qui utilisent la même fréquence mais d'autres tonalités peuvent donc fonctionner indépendamment les uns des autres. Mais pendant qu'un membre d'un groupe émet, un autre groupe ne peut utiliser la fréquence.

L'appel sélectif a aussi l'avantage de la transmission de données à faible vitesse. L'un quelconque d'un certain nombre de codes préalablement définis peut être transmis au régulateur (la personne centrale qui choisit les destinataires des messages). Au centre de régulation, le code transmis sera converti en un message lisible sur un écran. L'avantage de cette fonction de transmission de données est qu'il s'agit d'une forme très efficace de transmission d'informations. Un message tel que «je me rends au prochain point de livraison» peut prendre moins d'une seconde.

Au cas où une organisation a un grand nombre d'utilisateurs répartis en un certain nombre de groupes, un canal RF peut ne pas suffire pour traiter tout le trafic. Plusieurs canaux peuvent donc être attribués à l'utilisateur par l'administration du pays. Les canaux peuvent alors être divisés entre les groupes et, si nécessaire, les membres des groupes peuvent passer à d'autres canaux en certains points.

Bien qu'il existe d'autres variantes des systèmes et des méthodes décrits ci-dessus, elles impliquent toutes un haut degré de régulation manuelle. Plus le nombre d'utilisateurs augmente sur une fréquence ou un ensemble de fréquences, plus cette régulation se complique et prend du temps. C'est pourquoi on a conçu des systèmes qui permettront de partager les canaux d'une manière automatisée.

5.2.1 Applications et avantages du système PMR classique

Le système PMR offre, aux usagers dont les entreprises impliquent, dans une large mesure, des activités hors du bureau, une forme économique de communications sans fil. Il convient surtout pour l'échange fréquent de messages entre les associés fixes et mobiles d'un même groupe d'entreprises.

Des études ont montré que des secteurs tels que les transports, la construction, les services techniques, l'agriculture, la distribution et la vente, les services municipaux, etc. peuvent améliorer leurs niveaux de productivité de 15 à 30% en utilisant la radio bidirectionnelle.

Les critères les plus courants que les études ont utilisés dans le passé pour évaluer les contributions de la radio bidirectionnelle sont les suivants:

- Amélioration de l'efficacité opérationnelle générale de l'organisation
- Augmentation des heures de travail effectives
- Croissance des résultats mesurables des entreprises
- Amélioration de la qualité professionnelle des employés

- Meilleure utilisation des parcs de véhicules (moins de déplacements par tâche)
- Réduction de la consommation de carburant et des dépenses d'entretien des parcs de véhicules
- Satisfaction plus grande et fidélité durable de la clientèle

Les systèmes PMR offrent des avantages non seulement aux utilisateurs mêmes des PMR mais aussi à leurs clients. Une machine défectueuse dans une usine qui peut être réparée beaucoup plus vite, simplement parce que le technicien équipé d'une radio a pu répondre plus tôt à l'appel de service, en est un bon exemple.

Les nombreux avantages retirés d'une large utilisation des systèmes PMR sont très importants du point de vue de l'économie d'un pays. La réduction de consommation de carburant, associée à la productivité croissante des entreprises et des organisations dans le pays, contribuent l'une et l'autre au progrès économique.

Il existe une grande diversité de radios classiques de type PMR sur le marché, depuis les radios portatives ou portables à la ceinture jusqu'à celles qui équipent les véhicules. Certaines radios ont des caractéristiques particulières telles que la sécurité intrinsèque, nécessaire dans les environnements où il y a des liquides inflammables (par exemple, dans l'industrie pétrochimique) ou des gaz explosifs (par exemple, dans les mines de charbon).

5.2.2 Radio d'entreprise à courte portée: un nouveau type de PMR

Un nouveau type de radio bidirectionnelle (PMR) de faible puissance a été récemment conçu et introduit dans certains pays. La technologie employée assure une forme économique et simple de radiocommunications bidirectionnelles à courte portée pour la voix, notamment pour les activités d'entreprise sur place. La communication est assurée par des radios bidirectionnelles portatives, petites, légères, de faible puissance et rechargeables qui sont simples et faciles à utiliser. La puissance de sortie maximale de l'émetteur est de 2 W et la portée est généralement de quelques centaines de mètres à deux kilomètres, selon les conditions de propagation. La modulation utilisée est F3E, F2D, F1D (modulation de fréquence avec excursion de ± 5 kHz).

Les radios d'un utilisateur fonctionnent en mode simplex sur un seul canal en ondes décimétriques. Le canal est sélectionné par l'utilisateur à l'aide de touches placées à l'extérieur de la radio. L'utilisateur sélectionne le canal parmi un certain nombre de canaux qui sont programmés en usine dans l'appareil. Un canal est partagé par plusieurs utilisateurs. La confidentialité est renforcée, mais non garantie, par un code de ligne privée (PL). Le nombre de codes PL dépend du nombre de canaux de fréquence. Au total, 15 combinaisons uniques de canaux de fréquence et de codes PL sont possibles. En conséquence, plus il y a de canaux de fréquence, moins il y a de codes PL disponibles. Seules les radios qui utilisent le même canal de fréquence et le même code PL peuvent communiquer les unes avec les autres.

Le service offre la possibilité d'utiliser la radio avec souplesse pour une communication vocale de courte portée n'importe où dans un pays sans en informer l'administration ou attendre une assignation de canal. Aucune infrastructure, telle qu'un répéteur, n'est nécessaire.

Compte tenu de la nature du service qui utilise ce type de radio, de la faible puissance et de l'absence de répéteurs, la capacité du service est massive. Environ 40 000 utilisateurs par canal de fréquence peuvent être acceptés dans une grande zone métropolitaine.

Les radios peuvent être conçues de manière à fonctionner dans la bande des ondes décimétriques, à 430-450 MHz ou 450-470 MHz, ou encore dans la bande des ondes métriques à 154-174 MHz.

5.2.2.1 Normes et spécifications

Les caractéristiques techniques et les conditions d'essai sont conformes à la Norme ETS300-086 de l'ETSI. Elles sont également conformes, d'une part, à la Norme RS-316B de l'EIA pour la résistance aux chocs, aux vibrations, à la poussière et à l'humidité ainsi que, d'autre part, à la Norme IP54 pour l'étanchéité.

La radio répond aux conditions techniques normalisées de la FCC. La construction conforme à la Norme IP52/EIA RS316 permet d'utiliser la radio dans toute une gamme d'environnements. L'interfonctionnement des radios d'un certain nombre de fournisseurs qui utilisent le même code PL est possible.

5.2.2.2 Aspects liés au marché

La radio répond à un grand nombre de besoins dans les grandes et petites entreprises où une communication sur place est requise. Etant donné que le prix de la radio est à peu près inférieur de moitié à celui d'une radio classique, le service répond aux besoins des entreprises implantées dans des communautés relativement défavorisées ainsi qu'à ceux du secteur informel des entreprises. Le service contribue efficacement à tout type de programme d'élévation sociale. Il offre les avantages suivants pour une vaste gamme d'entreprises:

- Il constitue un moyen simple pour les communications portables sur place des petites et moyennes entreprises.
- Il donne un accès quasi instantané à une communication portable subitement nécessaire sur place.

- Il assure une communication portable sur place à un coût bien moindre que celui qui était possible auparavant.
- Il accroît l'efficacité des entreprises, notamment des entreprises qui, autrement, ne pourraient s'offrir de système de communications.
- Il élargit la gamme des types de radio à usage commercial.
- Il constitue la solution idéale pour de nombreuses applications ne nécessitant pas une grande portée.

Les pays suivants ont déjà mis en œuvre le service de radiocommunication d'entreprise à courte portée: Etats-Unis, Danemark, République tchèque, Pologne, Suisse, Ukraine, Bélarus, Royaume-Uni et Afrique du Sud. De nombreux autres pays européens envisagent également d'introduire ce service.

On estime que la pénétration de la radio dans un pays en développement pourrait atteindre 0,1 à 1% au cours d'une période de cinq ans. Pour un pays ayant une population de 20 millions d'habitants, cela représente 20 000 à 200 000 radios.

5.2.2.3 Aspects «réglementation»

Nature du service

Le service est un service secondaire qui ne nécessite pas de coordination ou de planification de fréquences par l'administration. Les canaux doivent donc être attribués à l'usage exclusif du service à l'échelle nationale ou régionale et être partagés par tous les concessionnaires. Les canaux peuvent être occupés et inutilisables en certains endroits et à certains moments, ce dont le concessionnaire doit être averti lors de l'octroi de la licence. Le concessionnaire actuel ou éventuel doit également savoir qu'aucune protection ne peut être exigée contre les brouillages d'autres radios du même type fonctionnant sur l'une quelconque des fréquences attribuées au service. Le concessionnaire actuel ou éventuel doit comprendre que le service n'est pas fait pour l'utilisateur qui veut être sûr de pouvoir communiquer à tout instant.

Procédure rationalisée pour l'octroi de licences

Le succès de la commercialisation des radios dépend essentiellement de la possibilité de les utiliser immédiatement après l'achat. Tout retard dans l'octroi de la licence compromet sérieusement la vente des radios. Pour faciliter la prompt acquisition de la radio par le concessionnaire, l'administration doit appliquer l'une des diverses méthodes suivantes: la licence doit être octroyée rapidement, c'est-à-dire le même jour que l'achat, et au plus tard un jour après; il est possible de renoncer à la licence; la licence peut être préalablement payée par le fabricant ou le concessionnaire peut être autorisé à utiliser la radio pendant une période limitée jusqu'à ce que la licence ait été accordée.

Efficacité d'utilisation du spectre

Le service assure une utilisation efficace du spectre. Le spectre est utilisé beaucoup plus efficacement qu'avec des radios de plus grande puissance en raison de la possibilité de réutiliser les fréquences à des distances de séparation beaucoup plus petites. Le spectre est également utilisé efficacement parce que le partage des canaux est beaucoup plus important compte tenu, en partie, de l'avantage de ne pas entendre un utilisateur sur le même canal de fréquence qui utilise un code de ligne privée différent. La pénétration estimée de 0,1 à 1% est un moyen extrêmement efficace d'utiliser le peu de fréquences attribuées au service. Il est probable également que les utilisateurs passeront d'autres systèmes PMR classiques à ce service radioélectrique et que le spectre sera donc libéré pour d'autres usages plus professionnels.

Besoins en matière de spectre

Théoriquement, cinq fréquences simplex sont nécessaires pour les services itinérants, de préférence à l'échelle nationale. A défaut d'attribution nationale, l'attribution devrait concerner une région suffisamment étendue du pays. Si cinq fréquences n'étaient pas possibles, on pourrait en réduire le nombre, au moins dans les premières années. Les canaux doivent avoir chacun une largeur de bande de 12,5 kHz dans les bandes d'ondes décimétriques et de 25 kHz dans les bandes d'ondes métriques. Ils peuvent être adjacents ou peuvent être étalés sur une portion de 20 MHz de la bande. La portion de 20 MHz doit se situer dans l'une des bandes suivantes: 450-470 MHz, 430-470 MHz ou 154-174 MHz dans l'ordre des priorités.

Homologation

Il est recommandé que les administrations adoptent la Norme ETS300-086 de l'ETSI en ce qui concerne les caractéristiques techniques auxquelles la radio doit être conforme. Il est en outre recommandé que, pour ne pas retarder inutilement l'introduction de la radio dans le pays du ressort de l'administration, les rapports de tests de laboratoires d'essai européens réputés soient acceptés. Les administrations peuvent, par ailleurs, juger acceptable d'homologuer la radio en s'appuyant sur le fait qu'elle a été homologuée par une grande administration européenne.

Les systèmes PMR classiques, comme toute autre forme de radiocommunications, dépendent de la disponibilité de fréquences radioélectriques dans le spectre électromagnétique. Les administrations octroient généralement des licences pour les fréquences directement aux usagers qui utilisent leurs propres systèmes PMR classiques.

Les systèmes PMR classiques fonctionnent dans un certain nombre de bandes des ondes métriques et décimétriques. Lors de l'attribution du spectre, les administrations seront bien avisées de noter pour quelles bandes les radios sont fabriquées en grandes quantités et par un nombre raisonnable de fabricants. Une erreur courante consiste à effectuer des attributions de spectre pour des radios qui ne fonctionnent pas sur des fréquences généralement utilisées et qui peuvent n'être fournies que par très peu de fabricants. Les pénalités en termes de coût risquent d'être élevées pour les utilisateurs, à cause de l'absence d'économies d'échelle. La production risque également de cesser d'une manière imprévisible, ce qui pose le problème de la disponibilité de pièces de rechange.

Les attributions fondées sur un espacement des canaux de 12,5 kHz sont raisonnables, compte tenu de la pénurie de fréquences qui peut facilement survenir.

Il faut encourager au maximum le partage, par exemple à l'aide de systèmes de répéteurs communautaires. Des fréquences simplex doivent, autant que possible, être utilisées pour les radios fonctionnant dans des zones géographiques limitées ne nécessitant pas de répéteurs. Dans ce cas également, il faudrait envisager de partager la fréquence entre divers groupes, même des groupes n'appartenant pas à la même organisation.

5.3 Systèmes de radiocommunications multicanaux

Le présent paragraphe décrit les marchés, les technologies, les caractéristiques et les avantages divers des systèmes de radiocommunications multicanaux. Il donne au lecteur un bref aperçu des différents aspects sans trop entrer dans les détails.

5.3.1 Qu'est-ce qu'un système de radiocommunications multicanal?

Un système de radiocommunications mobile terrestre multicanal est un système à plusieurs canaux avec sélection automatique des canaux, notamment en ce qui concerne les systèmes de régulation. Ce système est expliqué ci-après.

Dans les autres systèmes de radiocommunications traditionnels, c'est-à-dire les systèmes PMR classiques, différents groupes d'utilisateurs utilisent des fréquences (canaux radioélectriques) distinctes. Un utilisateur d'un groupe qui doit communiquer avec un autre utilisateur (ou des utilisateurs) du groupe peut constater que le canal est occupé par d'autres utilisateurs du groupe. Il doit donc attendre la libération du canal. Dans cette situation, il arrive souvent que le canal d'un autre groupe fonctionnant dans la même zone soit libre. Mais l'utilisateur ne peut accéder à ce canal, simplement parce qu'il appartient à un autre groupe et il ignore qu'il est libre. Donc, en substance, pendant qu'un groupe manque de fréquences pour communiquer, l'autre en a trop. Etant donné que ce dernier groupe n'a pas besoin du spectre à ce moment particulier, le spectre est gaspillé.

S'il avait existé un moyen permettant de mettre, lorsqu'il est inutilisé, le canal d'un groupe à la disposition de l'autre groupe et vice versa, les deux groupes s'en seraient trouvés mieux. Ils auraient pu obtenir plus de temps d'émission, simplement parce qu'ils auraient partagé les canaux. Si l'assignation dynamique et automatique des canaux est effectuée de manière à assurer l'un quelconque des deux canaux à un utilisateur qui a besoin d'un canal, sous réserve qu'il soit libre, le partage sera efficace et le spectre sera économisé. Tel est le principe sur lequel reposent les radiocommunications bidirectionnelles multicanaux.

Dans les radiocommunications bidirectionnelles (ou PMR), le partage de canaux est donc l'assignation automatique et dynamique, à plusieurs utilisateurs de radios, de canaux choisis parmi un certain nombre de canaux préalablement attribués. Le nombre d'utilisateurs est généralement très supérieur au nombre de canaux. Le partage de canaux est donc le partage, d'une manière automatisée, de plusieurs canaux entre un nombre considérable d'utilisateurs (le partage de canaux peut naturellement, en théorie, être effectué manuellement, par l'intermédiaire d'un opérateur humain qui indique aux utilisateurs quel canal ils doivent sélectionner. Mais, en plus du coût de personnel, cette solution a des inconvénients évidents, à savoir le manque de rapidité, l'erreur humaine et l'impossibilité de traiter efficacement un grand nombre de canaux et d'utilisateurs).

Dans les radiocommunications bidirectionnelles multicanaux, on utilise le même principe que dans le réseau téléphonique public commuté. Si un appel téléphonique est adressé à un abonné dans une autre ville, il est acheminé par une ligne arbitraire. Le demandeur n'a pas à sélectionner la ligne qui est choisie automatiquement par le système. Tout ce que la personne qui appelle doit faire c'est demander une ligne en composant le numéro. Le central urbain assignera automatiquement une ligne libre au demandeur. Lorsque la conversation est terminée, le demandeur raccroche et la ligne est alors libérée pour d'autres utilisateurs. Le système traite donc l'assignation d'un nombre relativement limité de lignes à un grand nombre d'abonnés.

Dans les systèmes de radiocommunications multicanaux, lorsqu'un appel à un autre usager ou à un groupe d'utilisateurs est demandé, le système assigne un canal libre pour l'appel. Lorsque la conversation est terminée, le canal est libéré pour

d'autres utilisateurs. L'assignation de canaux se fait automatiquement par un régulateur informatique du système et l'utilisateur n'en a même pas conscience.

Dans un système de radiocommunications multicanal, l'intelligence intégrée dans le système se charge, au moyen de la technologie informatique, de l'assignation de canaux aux utilisateurs. Ceux-ci n'ont donc pas à se préoccuper de rechercher un canal libre mais peuvent se concentrer sur la communication qu'ils doivent établir.

Le partage de canaux dans les systèmes de radiocommunications multicanaux est devenu possible avec la mise en œuvre de microprocesseurs qui ont permis d'introduire une puissance de calcul suffisante dans les radios mobiles et portables ainsi que du régulateur du système multicanal. Celui-ci est l'intendant chargé de la surveillance de toutes les activités dans le système. Il reçoit la demande de communication, la traite et établit le contact entre les utilisateurs.

5.3.2 Fonctions et caractéristiques des systèmes multicanaux

Des systèmes multicanaux existent dans toutes les bandes de fréquences courantes pour les radiocommunications bidirectionnelles telles que les bandes des ondes métriques et décimétriques, ainsi que dans les bandes des 800 MHz et 900 MHz.

Dans ces systèmes, les principes suivants s'appliquent, en comparaison avec un système où chaque groupe d'utilisateurs n'a qu'une voie spécialisée:

- Etant donné qu'un certain nombre de canaux sont mis à la disposition d'un usager éventuel, la probabilité de trouver un canal libre immédiatement sur demande augmente. De même, le temps d'attente pour un canal libre diminue, ce qui, naturellement, constitue un avantage important pour les utilisateurs.
- En moyenne, chaque canal est occupé pendant une plus grande partie du temps; en effet, la probabilité pour qu'un canal soit nécessaire à un instant donné augmente en raison du plus grand nombre d'utilisateurs. En conséquence, moins de canaux seront nécessaires pour tout le trafic des utilisateurs, simplement parce que chaque canal achemine, en moyenne, un trafic plus important. Pour ceux à qui l'utilisation du spectre coûte cher, cela offre naturellement des avantages financiers. Pour le pays, cela a l'avantage d'économiser le spectre RF qui peut maintenant être mis à la disposition d'un autre groupe d'utilisateurs ou à un autre système multicanal. Une autre possibilité serait d'utiliser le spectre pour une application entièrement différente.

La technologie multicanal conduit donc à une utilisation efficace des fréquences et doit être bien accueillie par les administrations et les exploitants.

Les systèmes multicanaux permettent aux utilisateurs de communiquer au moyen d'équipements mobiles, portables et fixes, en leur offrant des fonctions qui sont très utiles et, parfois, indispensables pour les gens qui travaillent en équipe.

Etant donné que la technologie informatique est utilisée dans les systèmes de radiocommunications multicanaux, un certain nombre de fonctions utiles peuvent être assez facilement assurées. Certaines de ces fonctions sont indiquées ci-après:

- Temps d'accès rapide à un canal radioélectrique.
- Fonction de régulation, c'est-à-dire possibilité de parler à plusieurs utilisateurs simultanément.
- Chiffrement du signal vocal, donc confidentialité totale.
- Haute densité d'utilisateurs, c'est-à-dire grand nombre d'utilisateurs par kilomètre carré.
- Caractéristiques spécifiques de couverture, par exemple, zone étendue, emplacement unique et systèmes à ruban.
- Capacité d'interconnexion téléphonique.
- Différents niveaux de priorité selon les utilisateurs, par exemple accès prioritaire pour certains utilisateurs aux heures de pointe.
- Haute fiabilité de communication, c'est-à-dire faibles durées d'interruption des systèmes.
- Capacité d'appel privé.

Toutes ces fonctions peuvent être assurées à un prix très raisonnable par utilisateur, en comparaison avec les systèmes PMR classiques.

Un système multicanal de radiocommunications mobiles terrestres permet, d'une manière très économique, de partager un certain nombre de canaux de radiocommunication entre un grand nombre d'utilisateurs de radios grâce à une infrastructure commune. Il peut être utile à une grande organisation qui pourrait exploiter son propre système privé. En outre, un certain nombre d'organisations de taille moyenne pourraient partager un système multicanal entre elles, pour usage privé. Outre le fait d'être utilisé à titre privé, un système multicanal peut assurer un service au public, notamment à de petites entreprises. Dans ce cas, le concept est souvent défini par le terme «radiocommunications mobiles à accès public (PAMR)» ou «radiocommunications mobiles partagées (SMR)».

5.3.2.1 Technologies et protocoles

Pour pouvoir communiquer, le terminal de commande multicanal et les radios mobiles et portables individuelles utilisent un langage commun. La communication entre les appareils se fait par l'échange d'ensembles d'informations, un peu comme avec les télégrammes. Le langage utilisé dans les télégrammes est appelé le protocole multicanal. Plusieurs protocoles multicanaux sont utilisés aujourd'hui; certains d'entre eux ont été proposés par les organismes de réglementation, d'autres par les fabricants de systèmes de radiocommunication multicanaux.

Les protocoles basés sur les organismes de réglementation sont généralement des protocoles *de jure* «ouverts» utilisables par n'importe quel fabricant. Les protocoles établis par les fabricants de systèmes sont souvent privés et non utilisables par d'autres fabricants. Mais les fabricants en mettent parfois un à la disposition d'autres fabricants également, en général moyennant le paiement d'un droit. Les protocoles privés élaborés par les fabricants peuvent, en raison de leur popularité générale, devenir des protocoles *de facto*.

Un exemple de protocole ouvert est la norme MPT1327 du Royaume-Uni qui a été adoptée dans certains autres pays également. Mais les pays qui ont adopté la norme MPT1327, ne respectent pas toujours parfaitement la norme originale, à l'instar de pays qui ont adopté d'autres normes. Les variantes qui sont souvent introduites peuvent remettre en cause la compatibilité entre les systèmes. Dans la pratique, cela peut signifier que les appareils d'abonné mobiles de certains fabricants risquent de ne pas fonctionner sur les infrastructures installées.

5.3.2.2 Technologies classées par méthode de sélection de canal

Les technologies des systèmes multicanaux peuvent être classées, d'une manière générale, selon la méthode de sélection de canal et de modulation, comme indiqué ci-dessous:

- Systèmes d'analyse (pseudo-multicanaux, sans voie de commande).
- Systèmes multicanaux analogiques (avec voie de commande).
- Systèmes multicanaux numériques (avec voie de commande).
- Systèmes d'analyse multicanaux.

Dans ces systèmes, la radio de l'abonné analyse les canaux pour trouver un canal disponible afin d'établir une communication. Cela est idéal pour les systèmes à emplacement unique avec deux à trois canaux, mais l'inconvénient est la longue durée d'accès.

Un système d'analyse pourrait être un point de départ pour un exploitant qui voudrait ultérieurement passer à un système multicanal avec une voie de commande spécialisée.

Systèmes avec voie de commande spécialisée

Ce type de système est constitué d'une paire de stations de base duplex et d'un régulateur multicanal. L'un des canaux du système sert de voie de commande. Cette voie est le principal conduit de communication pour la gestion de la communication entre les radios d'abonné et les stations de base du système multicanal.

Le temps d'accès pour ce type de système est très inférieur à celui d'un système d'analyse. En outre, des fonctions additionnelles comme la commande d'accès améliorée sont offertes.

Tous les canaux autres que la voie de commande sont appelés des canaux de trafic. Les canaux de trafic ne sont utilisés que s'il y a une demande de communication d'un utilisateur dans le système. Lorsqu'une conversation est terminée, le canal de trafic est libéré et est disponible pour d'autres utilisateurs du système.

Ce type de système peut être analogique ou numérique.

Sur la base de calculs de trafic théoriques, environ 50 à 100% d'utilisateurs en plus peuvent être pris en charge sur le même nombre de canaux, en comparaison avec un système PMR (non multicanal) classique.

5.3.2.3 Technologies classées selon la méthode de modulation

Système multicanal analogique

A titre d'exemple de systèmes multicanaux analogiques, on peut citer ceux qui sont conformes aux protocoles MPT1327 et APCO-16. Le protocole APCO-16 est une norme étendue qui inclut le protocole de système. Il a été élaboré par The Associated Public-Safety Communications Officers, Inc. (APCO) aux Etats-Unis. Le protocole MPT1327 a été élaboré au Royaume-Uni. Les systèmes conformes aux normes MPT1327 et APCO-16 utilisent l'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF).

D'une manière générale, les systèmes analogiques sont en voie d'être dépassés, compte tenu des fonctions qui sont maintenant disponibles sur les systèmes numériques. Mais les technologies analogiques ont un grand nombre de caractéristiques mentionnées au paragraphe 5.3.2. Elles sont largement utilisées et seront les systèmes préférés par de

nombreux exploitants également en raison du prix, pendant encore longtemps. Certaines technologies analogiques se prêtent à une évolution vers des technologies numériques, avantage important pour les exploitants qui voudraient acheter un système analogique mais pouvoir passer ensuite à une technologie numérique.

Système multicanal numérique

Ce que l'on appelle généralement des *systèmes multicanaux numériques* sont des systèmes qui utilisent la modulation numérique, notamment le mode AMRT. Deux des toutes récentes innovations dans les systèmes multicanaux numériques sont iDEN et TETRA. Le sigle iDEN signifie «Réseautage numérique amélioré intégré», norme élaborée en Amérique du Nord et en voie d'être acceptée en Europe également. TETRA est une norme établie par l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI) conjointement avec certains des plus grands fabricants de systèmes de radiocommunications et des futurs utilisateurs.

La modulation numérique constitue un bon moyen de réduire la largeur de bande effective des canaux. Dans le cas de TETRA, par exemple, le débit de transmission de données est de 36 kbit/s dans une largeur de bande de 25 kHz, alors que, dans le cas d'iDEN, elle est de 64 kbit/s dans une bande de 25 kHz. En conséquence, quatre et six voies de conversation respectivement peuvent être incluses sur un simple canal de 25 kHz.

Les systèmes de modulation numérique utilisent les techniques de correction d'erreur et, en conséquence, la qualité de la parole est maintenue sur l'ensemble de la zone de service du système.

Un autre avantage des systèmes numériques est la plus grande facilité avec laquelle divers types d'information peuvent être transmis, y compris la télécopie et les données.

On trouvera de plus amples renseignements sur la technologie de transmission numérique dans l'Appendice D, paragraphe 8.

TETRA est une norme susceptible de devenir une véritable norme paneuropéenne ouverte qui trouvera peut-être également une application en dehors de l'Europe, dans la Région 1 de l'UIT. Au stade initial de sa mise en œuvre, elle est conçue pour des applications de sécurité publique, essentiellement celles de la police, de la lutte contre les incendies et des secours médicaux. A un stade ultérieur, il est probable qu'elle sera également employée dans les systèmes civils, y compris les systèmes de radiocommunications mobiles à accès public (PAMR).

La norme TETRA définit un certain nombre d'interfaces [4] qui sont les suivantes:

- L'interface radioélectrique en mode multicanal entre les stations mobiles (MS) et l'infrastructure de commutation et de gestion (SwMI) qui comprend les stations de base, les commutateurs et les régulateurs
- L'interface radioélectrique en mode direct pour la communication directe entre les stations MS sans intervention de l'infrastructure SwMI
- L'interface inter-système entre deux infrastructures SwMI TETRA
- Une interface pour le raccordement d'un terminal de gestion du réseau
- L'interface avec un terminal de ligne connectée qui a les mêmes caractéristiques et fonctions qu'une station MS mais qui est raccordée à l'infrastructure SwMI par une ligne terrestre, plutôt que par une radio
- L'interface d'équipement terminal entre une station MS et un dispositif de données externe tel qu'une imprimante ou une caméra vidéo
- L'interface entre l'infrastructure SwMI et d'autres réseaux tels que le réseau téléphonique public, les réseaux publics pour données et les réseaux PABX

TETRA fonctionnera initialement dans la bande 380-400 MHz pour la sécurité publique. Il est probable que la bande 410-430 MHz sera utilisée à des fins civiles privées et pour les PAMR.

Pour plus d'informations sur TETRA, se reporter à l'Appendice D.

La norme iDEN est une norme élaborée par Motorola et concédée à d'autres fabricants. Un système iDEN permet à un exploitant d'offrir un certain nombre de services intégrés à partir d'un appareil d'abonné unique, par exemple, des services de régulation améliorés pour les communications de groupe, l'interconnexion téléphonique duplex à fonctions robustes dotée de capacités itinérantes, le courrier de messages et les données pour la numérotation de télécopie. La technologie iDEN est extrêmement souple dans ses capacités de réseautage et peut servir à des applications aussi bien régionales que nationales. Une caractéristique intéressante de l'utilisation des fréquences par la norme iDEN est que ses canaux de fréquence (de 25 kHz) ne doivent pas nécessairement être adjacents. Les canaux peuvent être répartis sur toute la largeur de la bande de 15 MHz.

APCO-25 est un autre protocole multicanal numérique.

5.3.3 Autres aspects des systèmes multicanaux

5.3.3.1 Efficacité d'utilisation du spectre

Les systèmes de radiocommunications multicanaux utilisent efficacement le spectre. Deux facteurs y contribuent essentiellement. Premièrement, tous les utilisateurs de radio partagent tous les canaux dans le système. Deuxièmement, aucun canal ne reste inutilisé lorsqu'une communication est nécessaire. Le régulateur multicanal attribue immédiatement les canaux libres sur demande. Un plus grand nombre d'utilisateurs peuvent donc être pris en charge sur le système. Des utilisateurs plus nombreux par canal, cela signifie une moins grande demande pour de nouveaux canaux. En optimisant l'utilisation du spectre, on peut admettre un plus grand nombre d'utilisateurs sur le système et leur fournir un niveau de service accru. C'est pourquoi, dans de nombreux pays, les administrations ont décidé que les nouvelles attributions de spectre aux PMR seraient réservées aux systèmes multicanaux.

Les systèmes de radiocommunications mobiles à accès public (systèmes multicanaux publics) constituent également une solution de bonne qualité abordable pour les petites et moyennes entreprises qui peuvent avoir des difficultés à acquérir et à exploiter des systèmes de radiocommunications bidirectionnels privés (PMR classiques).

5.3.3.2 Confidentialité

Avec les systèmes de radiocommunications multicanaux, les utilisateurs n'entendent que la conversation qui leur est destinée car ils ont l'usage exclusif du canal. Tout le reste du temps, leurs radios sont silencieuses. Etant donné que la communication dans un système de radiocommunications multicanal est établie sur un canal arbitraire choisi par le système, il devient difficile à des utilisateurs non autorisés de surveiller la communication vocale d'un groupe d'utilisateurs particulier. On peut même renforcer encore le degré de confidentialité sur un système multicanal en ajoutant le chiffrement numérique de la parole si celui-ci est pris en charge par l'architecture du système.

5.3.3.3 Fiabilité du système

Si un canal est défaillant dans un système classique, les utilisateurs sur ce canal sont empêchés de communiquer, à moins qu'ils ne décident tous de sélectionner un canal différent, ce qui peut être difficile. Cette situation ne survient jamais dans un système multicanal. Lorsqu'une station de répéteur tombe en panne, le régulateur multicanal enregistre la défaillance et n'utilise pas le répéteur tant qu'il n'a pas été réparé ou que le dérangement n'a pas été éliminé. Etant donné que les canaux sont attribués selon les besoins et qu'aucun groupe ne dépend d'un seul canal pour les communications, la défaillance d'un seul canal n'est généralement pas remarquée par l'utilisateur.

5.3.4 Marchés

Les principaux marchés dans lesquels on peut utiliser les systèmes de radiocommunication multicanaux sont les suivants:

- Secteur de la sécurité publique (police, sapeurs-pompiers, administration publique, ambulances, sécurité, gardes-frontières).
- Secteur commercial (taxis, ventes, services, livraison, agriculture).
- Industrie (grandes industries telles que le traitement des métaux, l'ingénierie, la construction automobile, les mines).
- Transports, (compagnies aériennes, chemins de fer, transit, navigation, activités portuaires).
- Services publics (eau, gaz, électricité).
- Industrie du pétrole et du gaz (exploration, transport et raffineries).

Pour mettre en œuvre un système PAMR, il faut qu'un exploitant puisse investir dans la conception, l'exploitation et la maintenance de l'infrastructure du système et offrir des services de radiocommunication efficaces et abordables à de nombreux utilisateurs individuels. Dans le cas du PAMR, le coût de l'infrastructure, de l'exploitation du système, de la maintenance et du support technique est donc à la charge de l'exploitant. Les usagers (abonnés) n'ont à payer que pour l'équipement d'abonné et les taxes de service périodiques de l'exploitant. Une telle structure de coût favorise la demande pour le service et sa popularité en abaissant les barrières d'accès financières et administratives. Les utilisateurs de radiocommunications actuels et les nouveaux utilisateurs qui n'auraient pu autrement s'offrir de services de radiocommunication peuvent aisément devenir des abonnés.

Les services PAMR peuvent être utilisés par divers secteurs de clientèle dont certains sont indiqués ci-après:

- Construction.
- Transport de passagers.

- Transport de marchandises/fret.
- Services commerciaux.
- Services agricoles.
- Services de livraison.
- Services de sécurité.
- Services de santé.
- Services de réparation et d'entretien.
- Services bancaires.
- Assurances.
- Opérations de fabrication.
- Organisation des ventes.

Les systèmes PMR multicanaux sont devenus populaires, ces dernières années, dans les pays développés. En Europe, par exemple, le nombre d'abonnés s'élevait à environ 300 000 vers la fin de 1995. Il existe de nombreux pays en développement dans lesquels les systèmes de radiocommunication multicanaux pourraient être utilisés économiquement.

Le Tableau 2 illustre la correspondance entre caractéristiques typiques et marchés typiques. Un grand cercle indique une meilleure adaptation.

TABLEAU 2
Caractéristiques et marchés

Sécurité publique	○			○	○		○	○	○	○
Commercial, PAMR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Industrie	○	○		○	○	○	○	○	○	○
Transports Pétrole/Gaz inclus	○	○	○	○	○		○	○	○	○
Services publics	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pétrole/Gaz Exploration & Raffineries	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Régulation	Chiffrement	Temps d'accès	Fiabilité/Redondance	Haute densité	Zone étendue	Systèmes à ruban	Interconnexion tél.	Diff. niveaux de priorité	Investissement

Le Tableau 3 indique la probabilité de trouver certaines caractéristiques avec les divers types de système PMR.

TABLEAU 3
Caractéristiques et type de système PMR

Systèmes classiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								
Systèmes d'analyse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								
Multicanaux analogiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								
Multicanaux numériques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								
Cellulaires/GSM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								
	Régulation	Chiffrement	Temps d'accès	Fiabilité/Redondance	Haute densité	Zone étendue	Systèmes à ruban	Interconnexion tél.	Diff. niveaux de priorité	Investissement

Le Tableau 4 indique la meilleure correspondance entre types de PMR et marchés.

TABLEAU 4
Marché et type de système

Sécurité publique	<input type="radio"/>				
Commercial/SS MRS	<input type="radio"/>				
Industrie	<input type="radio"/>				
Transports Pétrole/Gaz inc.	<input type="radio"/>				
Services publics	<input type="radio"/>				
Pétrole/Gaz Exploration & Raffineries	<input type="radio"/>				
	Système classique	Système d'analyse	Multicanal analogique	Multicanal numérique	Cellulaire/GSM

Il est évident qu'aucun système ne peut à lui seul couvrir tous les marchés ou toutes les fonctions.

On peut se poser la question de savoir en quoi les marchés pour la téléphonie mobile cellulaire et les systèmes PAMR sont différents. Tandis que les services mobiles cellulaires s'adressent au grand public et sont relativement coûteux à utiliser, les systèmes PAMR sont destinés aux entreprises et autres organisations et leur assurent des communications rapides et efficaces à un prix abordable. C'est un aspect très important pour les entreprises et autres organisations dans les économies en développement.

5.3.5 Aspects «réglementation»

Considérations générales

La disponibilité d'un réseau ou de réseaux PAMR multicanaux gérés par un opérateur est avantageuse aussi bien pour les exploitants que pour les administrations. La perception de droits de licence auprès des usagers qui utilisent un service de réseau partagé incombe à l'exploitant et non à l'administration, comme dans le cas du PAMR classique. Tous les efforts associés au traitement de ces droits sont donc épargnés à l'administration. Au lieu d'avoir affaire à chaque utilisateur final individuellement, l'administration n'a affaire qu'à l'exploitant du système. Ce dernier est taxé périodiquement pour l'utilisation des fréquences assignées.

Il est déconseillé aux administrations de prescrire la technologie ou les protocoles à utiliser par un exploitant de système multicanal, qu'il soit privé ou public (PAMR). Les forces concurrentielles du marché sont une incitation suffisante à choisir une technologie ou un protocole appropriés. L'inverse, c'est-à-dire le fait de laisser l'administration choisir la technologie, impose une obligation inutile à l'administration et crée des situations où l'administration peut être blâmée pour l'inefficacité ou les déficiences de l'exploitant. Après de nombreuses tentatives dans le passé, les administrations devraient traiter les questions suivantes, examinées plus en détail dans les paragraphes ci-après:

- Utilisation efficace du spectre.
- Attribution du spectre.
- Coordination des fréquences.
- Stimulation de la concurrence.
- Homologation.
- Conditions d'octroi de licences.
- Utilisation efficace du spectre.

Les fréquences sont une ressource naturelle limitée et doivent être utilisées efficacement et économiquement. Les mesures que l'on peut prendre pour utiliser le spectre efficacement sont les suivantes:

- Les administrations devraient encourager l'utilisation de systèmes multicanaux dans le cas de gros utilisateurs de systèmes de radiocommunication bidirectionnels. Lorsqu'un usager a besoin de plus de trois canaux, il convient d'envisager sérieusement la mise en place d'un système multicanal avec une voie de commande spécialisée. On peut déjà réaliser des économies de spectre avec un minimum de trois canaux.
- Les systèmes classiques ne devraient être admis que dans les zones où la densité des usagers est inférieure à 50 radios par emplacement (c'est-à-dire dans la zone de couverture d'une station radio de base). Dans les zones où la densité est plus élevée, les systèmes multicanaux devraient être fortement encouragés.
- L'espacement des canaux devrait être aussi faible que possible, mais il faudrait tenir compte du nombre de canaux de trafic. Certains systèmes sont plus efficaces à 25 kHz que d'autres à 12,5 kHz. Lorsqu'il est possible de choisir l'espacement des canaux, il faudrait encourager les exploitants à utiliser un espacement de 12,5 kHz, sous réserve d'un rendement spectral suffisant. C'est un espacement des canaux largement utilisé. L'administration ne devrait pas définir le protocole à utiliser sur la voie de commande mais devrait en laisser le choix aux exploitants.
- Pour les zones où il existe un nombre suffisant d'usagers pour justifier un système multicanal, mais où aucun usager ou aucune société ne peut à lui(elle) seul(e) justifier un système à usage exclusif, il faut envisager de permettre à un groupe fermé d'usagers constitué de diverses organisations ou à un exploitant de service public indépendant, d'exploiter un système multicanal. Dans ce dernier cas, l'exploitant vendrait ses services aux usagers. Un tel système, appelé aussi système de radiocommunications mobiles partagées (SMRS) dans certains pays et système de radiocommunications mobiles à accès public (PAMR) dans d'autres est hautement souhaitable. Les usagers n'ont donc pas à investir dans leurs propres infrastructures et fréquences. L'exploitant de système public reçoit une redevance mensuelle liée au coût d'amortissement des dépenses en capital du système, plus une taxe par appel, plus ou moins liée aux autres frais d'exploitation éventuels de l'exploitant. Cette stratégie conduit généralement à des coûts inférieurs aux coûts d'exploitation d'un système utilisé à titre privé. La raison fondamentale des économies est que le système et le spectre RF sont essentiellement utilisés d'une manière beaucoup plus efficace que dans le cas d'une combinaison de systèmes privés.

Les coûts de licence pour les exploitants de PAMR doivent être maintenus à un niveau suffisamment faible. Il convient de tenir compte du fait que l'ampleur des activités n'est pas la même que celle de la téléphonie mobile cellulaire. Si le droit de licence est trop élevé, les activités des PAMR ne seront pas suffisamment rentables pour l'exploitant.

Attribution du spectre

Pour que l'exploitation de systèmes multicanaux soit économiquement viable, il convient d'attribuer des bandes de fréquences largement utilisées, de préférence à l'échelle nationale. Ces attributions rendent les licences d'exploitation plus attrayantes et garantissent aux exploitants qu'ils continueront à bénéficier d'infrastructures et d'équipements d'abonné à des prix compétitifs. Cela conduit à des prix compétitifs pour les services multicanaux assurés aux utilisateurs finals.

Les bandes couramment utilisées sont les suivantes:

- Les bandes des ondes métriques 136-174 MHz et 146-174 MHz, avec un espacement des canaux de 12,5 ou 25 kHz. Ces bandes sont courantes pour les systèmes utilisant les protocoles APCO-16 et MPT1327.
- Les bandes des ondes décimétriques 806-824,9875 MHz, jumelées avec la bande 851-869,9875 MHz, avec un espacement des canaux de 25 kHz. Ces bandes sont courantes pour les systèmes fondés sur le protocole APCO-16 et seront probablement utilisées dans le futur pour le protocole APCO-25.
- Les bandes des ondes décimétriques 403-450 MHz. Ces bandes sont courantes pour le protocole MPT1327.
- La bande des ondes métriques 308-390 kHz, jumelée avec la bande 390-400 MHz, avec un espacement des canaux de 25 kHz. La bande a été réservée en Europe pour les systèmes multicanaux numériques. Elle sera essentiellement utilisée par TETRA.
- La bande 806-821 MHz, jumelée avec la bande 851-866 MHz et la bande 1 453-1 465 MHz, jumelée avec la bande 1 501-1 513 MHz. Ces bandes sont courantes pour les systèmes améliorés de réseaux numériques intégrés (iDEN).

Stimulation de la concurrence

Un environnement concurrentiel accroît les activités de commercialisation des différents fournisseurs et exploitants. Ces activités de commercialisation augmentent le nombre d'utilisateurs, ce qui réduit les prix. On a constaté que cette succession d'effets avait, dans le monde entier, un impact positif sur l'économie, en ce qui concerne également les services de télécommunication, tels que le PAMR.

Homologation

La réglementation de l'homologation est la clé du succès des radiocommunications dans un pays. Lorsqu'un pays établit ses propres règles et ses propres lois pour l'homologation, il devrait envisager de reprendre la réglementation d'organismes de normalisation réputés tels que l'ETSI parce que les paramètres sont déjà définis et que la plupart des radios et des systèmes dans le monde se conforment à cette réglementation. Cela permet un développement rapide du marché.

Un autre problème est celui des essais de l'équipement. Dans de nombreux pays, des laboratoires d'essai accrédités sont autorisés à effectuer des mesures pour les autorités. Dans d'autres pays, les résultats des mesures sont acceptés par les administrations. Un troisième type de pays délivre des certificats sur la base des licences octroyées dans d'autres pays.

Pour le développement d'un pays, il est important que l'homologation des systèmes de radiocommunication multicanaux se fasse sans difficulté et ne cause pas de retards excessifs.

5.4 Systèmes cellulaires de télécommunications mobiles terrestres publiques

Les systèmes cellulaires de télécommunications (téléphone) mobiles terrestres publiques peuvent, d'une manière générale, être définis comme des systèmes mobiles terrestres pour la correspondance publique par l'intermédiaire de stations radio reliées au réseau téléphonique public commuté.

L'une des caractéristiques les plus importantes de tout système téléphonique mobile cellulaire est celle de l'*accès multiple*, ce qui signifie que de multiples utilisateurs peuvent être pris en charge simultanément. En d'autres termes, un certain nombre d'utilisateurs partagent une réserve commune de canaux de trafic dans chaque cellule et l'accès de n'importe quel canal du système peut être autorisé à n'importe quel usager (le même canal n'est pas toujours assigné à chaque usager dans une cellule). Un canal peut être considéré simplement comme une portion du spectre radioélectrique limité qui est temporairement attribuée à la cellule téléphonique d'un usager. Une méthode d'accès multiple est essentiellement une méthode qui consiste à diviser le spectre RF en canaux de trafic et à assigner simultanément des canaux à des usagers du système (dans le sens où le terme *spectre RF* est utilisé ici, il inclut les aspects fréquence et temps).

Les technologies mobiles cellulaires sont apparues comme une grâce sanctifiante pour les télécommunications urbaines dans les pays en développement. Elles assurent une forme de télécommunications qui non seulement résout l'absence totale de téléphones dans les résidences, les entreprises et autres organisations mais assure à l'utilisateur une mobilité qui est, dans la plupart des cas, du même niveau que celui des pays les plus développés.

Les systèmes mobiles cellulaires sont relativement coûteux pour la téléphonie fixe et ne peuvent être considérés comme la solution optimale pour cette application. Mais, outre qu'elles assurent un service téléphonique mobile aux entreprises et à d'autres usagers privés aisés, les technologies cellulaires peuvent être un moyen de fournir un nombre limité de téléphones publics dans des zones où il n'existe pas de téléphones. Toutefois, il faut savoir qu'il y a des inconvénients à utiliser un système mobile pour des applications fixes, c'est-à-dire pour ce qui équivaut essentiellement à une boucle locale sans fil.

5.4.1 Technologies analogiques

Les technologies cellulaires analogiques sont fondées sur les techniques de modulation de fréquence (MF). On utilise la parole à transmettre pour moduler la fréquence porteuse qui devient ainsi variable. La plupart des systèmes cellulaires analogiques utilisent la modulation MF pour la parole et la manipulation par déplacement de fréquence (MDF) pour les données. Dans les systèmes cellulaires analogiques, un canal de trafic est généralement assuré par une fréquence radioélectrique. Tous les systèmes cellulaires analogiques utilisent la technique d'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF).

Dans leur majorité, les technologies pour les autres normes cellulaires analogiques sont assez semblables à la norme AMPS décrite ci-après; en fait, la plupart sont des variantes de l'AMPS. Les principales différences résident dans les bandes de fréquences dans lesquelles les diverses normes sont mises en œuvre. Parmi les autres normes cellulaires analogiques importantes, on peut citer le Système de communication d'accès total (TACS), le Système de communication d'accès total élargi (E-TACS), le Système de communication d'accès total japonais (J-TACS), le Système de communication d'accès total autrichien (A-TACS), le Système de communication d'accès total universel (U-TACS) et le Système nordique (NMT).

Une brève description de chacune des technologies cellulaires analogiques est donnée ci-après.

Système téléphonique mobile amélioré (AMPS)

L'interface radioélectrique AMPS est spécifiée par l'American National Standards Institute (ANSI), l'Electronic Industries Association (EIA) et la Telecommunications Industry Association (TIA). La version actuelle est appelée EIA/TIA-553.

Les gammes de fréquences AMPS sont les suivantes:

- Bande A: 826-836 MHz pour la station de base de réception et 870-880 MHz pour la station de base d'émission.
- Bande B: 836-845 MHz pour la station de base de réception et 880-890 MHz pour la station de base d'émission.
- Extension de la bande A: 824-826 MHz pour la station de base de réception et 868-870 MHz pour la station de base d'émission, plus 845-846,5 MHz pour la station de base de réception et 890-891,5 MHz pour la station de base d'émission.
- Extension de la bande B: 846,5-849 MHz pour la station de base de réception et 891,5-894,4 MHz pour la station de base d'émission.

Les bandes des stations de base d'émission et de réception sont séparées par 45 MHz. L'espacement des canaux est de 30 kHz et la moitié des canaux disponibles (416) est attribuée généralement à chaque exploitant dans une zone géographique pour la commande et la parole. Aux Etats-Unis, les fréquences de la bande B sont réservées pour les exploitants de lignes câblées et les fréquences de la bande A pour les autres. Les bandes élargies, appelées «canaux AMPS élargis (E-AMPS), ont été ajoutées après l'introduction commerciale de l'AMPS.

Il existe deux classifications des canaux AMPS. Les voies de commande sont utilisées par la station de base et la station mobile pour échanger des informations relatives à l'établissement de l'appel. Vingt-et-un canaux sont réservés dans les deux bandes pour la mise en œuvre des voies de commande. Les stations mobiles contrôlent toujours les voies de commande lorsqu'elles ne sont pas dans l'état de conversation et se verrouillent sur la plus forte d'entre elles pour acquérir des informations de radiomessagerie et de surdébit. Les canaux de trafic (TCH) sont utilisés par la station de base et la station mobile pour transporter des informations sur la conversation d'un appel.

La continuité de liaison entre la station de base et la station mobile dans un TCH est assurée à l'aide du signal de tonalité de surveillance audiofréquence (SAT). La signalisation entre la station de base et la station mobile s'effectue par la tonalité de signalisation (ST) ou la signalisation de données MDP à 10 kbit/s.

Système de communication d'accès total (TACS)

Le système de communication d'accès total (TACS) est un système qui utilise une largeur de spectre *RF* de 15 MHz. Il est utilisé en Europe, dans certaines parties de l'Asie, au Moyen-Orient et en Afrique. L'espacement des canaux est de 25 kHz et l'espacement des fréquences duplex est de 45 MHz. La gamme de fréquences pour le canal est la suivante:

Station de base de réception/station mobile d'émission: 890,0125-904,9875 MHz.

Station de base d'émission/station mobile de réception: 935,0125-949,9875 MHz.

Le nombre total de canaux vocaux est de 558 et le nombre de voies de signalisation est de 42.

Système de communication d'accès total élargi (E-TACS)

Le système E-TACS ajoute une largeur de spectre de 16 MHz au système TACS classique et est considéré comme une extension du TACS. Aucune voie de signalisation additionnelle n'est prévue. Cependant, 640 canaux vocaux sont attribués – 320 pour la bande A et 320 pour la bande B. Les fréquences d'émission et de réception sont séparées par 45 MHz.

L'espacement des canaux est de 25 kHz et l'espacement des fréquences duplex est de 45 MHz. La gamme de fréquences pour le canal est la suivante:

Station de base de réception/station mobile d'émission: 872,0125-887,9875 MHz.

Station de base d'émission/station mobile de réception: 917,0125-932,4975 MHz.

Le nombre total de nouveaux canaux vocaux est de 640 et le nombre total de canaux vocaux (TACS et E-TACS combinés) est de 1 198.

Système de communication d'accès total japonais (J-TACS) et système de communication d'accès total à bande étroite (N-TACS)

Le système de communication d'accès total japonais (J-TACS) et le système de communication d'accès total à bande étroite (N-TACS) sont des systèmes pour une bande de fréquences unique. Les canaux ne sont pas séparés en bandes distinctes dans ces systèmes. La bande totale occupe une largeur de spectre de 10 MHz, ce qui permet un total de 800 canaux. Les deux systèmes sont actuellement utilisés par le Japon. La spécification initiale, J-TACS n'utilise que les canaux pairs. Ce n'est que lorsque les Japonais ont employé la spécification étroite, N-TACS que les canaux impairs ont été mis en service.

L'espacement des canaux est de 25 kHz et l'espacement des fréquences duplex est de 55 MHz. La gamme de fréquences pour les canaux vocaux et les voies de signalisation est la suivante:

Station de base de réception/station mobile d'émission: 915,025-924,475 MHz.

Station de base d'émission/station mobile de réception: 860,025-869,975 MHz.

Pour le N-TACS, il y a 752 canaux vocaux et pour le J-TACS, il y en a 376. Le N-TACS a 48 voies de signalisation et le J-TACS en a 24.

Comme le montrent les gammes de fréquences indiquées ci-dessus, les emplacements de cellule J-TACS et N-TACS reçoivent dans le tronçon supérieur et émettent dans le tronçon inférieur du spectre attribué. Inversement, les emplacements de cellule AMPS et TACS émettent dans le tronçon supérieur et reçoivent dans le tronçon inférieur. En conséquence, les appareils d'abonné J-TACS et N-TACS ne peuvent être utilisés dans tels systèmes TACS et AMPS. Il en va de même pour les appareils d'abonné des systèmes TACS et AMPS – ils ne peuvent être utilisés dans les systèmes TACS/N-TACS.

Système de communication d'accès total autrichien (A-TACS)

Le système de communication d'accès total autrichien (A-TACS) est constitué d'un équipement TACS reconditionné utilisé exclusivement en Autriche. Il utilise le même spectre *RF* et la même sélection de canaux que les canaux vocaux TACS. Le spectre de fréquences est divisé en deux bandes, chaque canal étant séparé par 25 kHz. Jusqu'à 600 canaux vocaux sont disponibles.

Système de communication d'accès total universel (U-TACS)

Le système de communication d'accès total universel (U-TACS) est utilisé en Europe, dans certaines parties de l'Asie, au Moyen-Orient, en Chine et dans certaines parties de l'Afrique. L'U-TACS a une largeur de spectre de 15 MHz et utilise un espacement des canaux de 25 kHz, ce qui permet d'obtenir jusqu'à 920 canaux. L'attribution du spectre de fréquences et de canaux U-TACS est la même que pour le système TACS/E-TACS combiné, à l'exception de la largeur de spectre inférieure de 8 MHz. Avec une largeur de spectre de 8 MHz en moins, l'U-TACS a 320 canaux en moins.

Téléphone mobile nordique (NMT)

Le système nordique normalisé (NMT) est conçu de manière à fonctionner dans la bande des 400-470 MHz, bien qu'une version ait été mise au point également pour la bande des 900 MHz. Le système NMT a été élaboré à la fin des années 1970 et a été opérationnel avant la mise en service d'autres systèmes cellulaires. Ce système fonctionne d'une manière similaire aux systèmes cellulaires plus récents et plus classiques et est utilisé par l'Islande, la Suède, la Finlande, la Suisse et la Hollande. Une version modifiée est également utilisée par le Danemark.

5.4.2 Technologies numériques

Les technologies numériques les plus courantes sont les technologies GSM, DCS1800 et DS-CDMA; elles seront examinées ici.

Système mondial de communications mobiles (GSM)

En raison du développement rapide, en Europe, des systèmes téléphoniques cellulaires analogiques dans les années 1980 et de l'incompatibilité entre les systèmes de différents pays, il était nécessaire de trouver une meilleure solution. En 1982, la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) a créé un groupe d'étude appelé le Groupe spécial mobile (GSM) pour étudier et mettre au point un système mobile terrestre public paneuropéen. Le sigle GSM a été appliqué ultérieurement au Système mondial de communications mobiles.

La méthode d'accès multiple cellulaire mise au point et appelée Système mondial pour les communications mobiles (GSM) est une combinaison d'accès multiple par répartition dans le temps et d'accès multiple par répartition en fréquence (AMRT/AMRF). La partie AMRF implique la division de la largeur de bande nominale de 25 MHz en 124 fréquences porteuses, espacées de 200 kHz. Une ou plusieurs fréquences porteuses, selon la capacité nécessaire, sont assignées à chaque station de base. Chacune des fréquences porteuses est alors divisée en temps, à l'aide du système AMRT. L'unité de temps fondamentale dans ce système AMRT est appelée période de salve. Il existe deux grandes catégories de canaux, les canaux de trafic (TCH) et les voies de commande (CCH). Ces canaux sont à nouveau subdivisés selon leur fonction.

En plus de ces TCH à plein débit, il existe aussi des TCH à mi-débit, mais ils ne sont pas encore mis en œuvre. Les TCH à mi-débit doubleront effectivement la capacité d'un système lorsqu'on aura spécifié les codeurs vocaux à mi-débit (c'est-à-dire le codage vocal au voisinage de 7 kbit/s au lieu de 13 kbit/s).

Le GSM fonctionne dans la bande des 890-915 MHz pour la liaison montante (station mobile vers station de base) et 935-960 MHz pour la liaison descendante (station de base vers station mobile). On a également réservé pour le GSM les 10 MHz supérieurs de chaque bande appelés spectre pour le Système mondial de communications mobiles élargi (E-GSM).

L'un des avantages du GSM sur les systèmes analogiques est l'amélioration des caractéristiques suivantes:

- Gamme de services, par exemple services connexes du RNIS.
- Qualité de service et sécurité.
- Support pour les services itinérants.
- Possibilité de prise en charge de terminaux portatifs.
- Utilisation efficace du spectre RF.
- Aspects relatifs au réseau.
- Aspects relatifs au coût.

La technologie GSM est une technologie qui a atteint un niveau élevé de maturité et de nouvelles fonctions sont continuellement ajoutées.

Système cellulaire numérique 1800 (DCS1800)

La spécification du DCS1800 (système cellulaire numérique 1800), qui est une variante à fréquence plus élevée (1 800 MHz) du GSM, a été achevée en 1991. Les systèmes DCS1800 sont conçus pour une utilisation dans les zones urbaines afin de répondre à la grande capacité nécessaire dans ces zones. Le DCS1800 fonctionne dans la bande 1 710-1 785 MHz pour la liaison montante (station mobile vers station de base) et 1 805-1 880 MHz pour la liaison descendante (station de base vers station mobile). Ce sont des bandes qui ont été attribuées par divers pays dans la Région 1 de l'UIT, pour les systèmes de communications personnelles (SCP).

Les systèmes DCS1800 ont essentiellement les mêmes avantages et les mêmes fonctions que les systèmes GSM.

Accès multiple par répartition en code à séquence directe (AMRC-DS)

L'AMRC-DS pour l'application cellulaire est spécifié par la Telecommunications Industry Association (TIA) aux Etats-Unis dans la norme IS-95. La TIA a publié cette norme en 1993. L'AMRF (utilisé dans les systèmes analogiques traditionnels) et l'AMRT (utilisé dans le GSM) sont des exemples de techniques d'accès multiple similaires à l'AMRC-DS. Dans les systèmes cellulaires analogiques, un canal de fréquence spécifique (généralement 25 kHz) alors disponible est assigné à chaque terminal d'abonné (station mobile). Dans un système AMRT (par exemple, un système GSM), un intervalle de temps disponible dans un canal de fréquence un peu plus large qu'un canal de fréquence AMRF (200 kHz dans le cas du GSM) est assigné à chaque terminal d'abonné. Dans le cas de l'AMRC, un canal sous la forme d'un code numérique unique, au lieu d'un canal de fréquence ou d'un intervalle de temps distinct, est assigné à chaque terminal d'abonné en service. Ce code est constitué d'une séquence binaire de zéros et de un et est pseudo-aléatoire. Avec le train binaire qui contient l'information vocale de l'utilisateur, il devient un signal constituant un élément du signal composite qui module directement la porteuse de l'émetteur, d'où le terme *séquence directe*. Le signal de modulation composite est, dans le cas de la station de base, constitué des signaux de tous les usagers simultanés.

Le code pseudo-aléatoire est présent dans les stations d'émission et de réception et, dans ce sens, il constitue effectivement un canal de trafic. A l'extrémité de réception, l'information qui constitue le signal vocal d'un usager et qui est embrouillée parmi les signaux de tous les usagers multiples simultanés, est accessible (démodulée) à l'aide du code pseudo-aléatoire unique. Ces codes uniques – un pour chaque terminal d'abonné alors en service – servent donc de vecteurs pour la *division*, en canaux *multiples*, de l'information contenue dans les signaux *multiples* de tous les usagers simultanés et pour l'*accès* au canal de chaque usager à l'extrémité de réception, d'où le terme *accès multiple par répartition en code (AMRC)*.

Du point de vue de la spécification IS-95, la porteuse AMRC a une largeur de bande de 1,23 MHz. C'est une très large bande, comparée à la largeur de bande utilisée sur les systèmes analogiques (généralement 25 kHz) ou même le GSM (200 kHz). L'information dans le signal vocal de chaque usager simultané de station mobile est acheminée sur l'ensemble de la largeur de bande de 1,23 MHz, à la suite de la modulation par le code pseudo-aléatoire unique – d'où le terme *modulation à étalement du spectre* que l'on utilise parfois. De nombreuses conversations, jusqu'à 18, peuvent être admises sur une même porteuse.

Les systèmes cellulaires AMRC sont actuellement offerts au moins dans trois bandes de fréquences, comme indiqué ci-dessous:

824-849 MHz (station de base de réception)	869-894 MHz (station de base d'émission)
872-915 MHz (station de base de réception)	917-960 MHz (station de base d'émission)
1 850-1 910 MHz (station de base de réception)	1 930-1 990 MHz (station de base d'émission)

Comparé aux technologies analogiques et à d'autres technologies cellulaires numériques, l'AMRC-DS offre un certain nombre d'avantages aux exploitants cellulaires, comme indiqué ci-après:

- Capacité accrue en comparaison avec d'autres technologies, par exemple, dans certains cas 8 à 10 fois celle d'un système AMPS analogique et 4 à 5 fois celle d'autres systèmes cellulaires numériques.
- Vaste zone de couverture.
- Amélioration de la qualité de l'appel, avec un son de meilleure qualité et plus cohérent, comparée à certains autres systèmes.
- Planification de système simplifiée grâce à l'utilisation de la même fréquence dans chaque secteur de chaque emplacement de cellule.
- Confidentialité renforcée.
- Couverture améliorée, permettant un moins grand nombre de cellules.
- Temps de conversation accru pour les portables.
- Possibilité d'établir des compromis entre la couverture, la capacité en canaux de trafic et la qualité vocale.
- Réduction du spectre *RF* requis.
- AMRC mieux adapté aux applications de haute densité, en raison de la grande capacité et de la possibilité de résoudre le problème de la propagation par trajets multiples.

5.4.3 Utilisation d'un système cellulaire mobile pour la téléphonie fixe

L'un des inconvénients de l'utilisation d'un système cellulaire mobile pour le service de téléphonie fixe, par exemple les téléphones publics, est la dégradation de la qualité d'écoulement du trafic du système mobile. Selon la capacité de la cellule qui dessert les téléphones publics, le nombre de téléphones publics, les configurations de trafic sur les téléphones publics et le volume de trafic mobile, on observera un certain blocage du système mobile. Dans un exemple particulier,

c'est-à-dire sur un système GSM d'un pays, on a constaté que le taux de blocage (c'est-à-dire la proportion d'appels n'ayant pas abouti) des cellules dans le service mobile se dégradait d'environ 10% (au lieu de 2%) après l'introduction d'environ 10 téléphones publics par cellule. Le taux de blocage proportionnel pour les appels sur les téléphones publics était un peu plus élevé, soit environ 20%.

Le problème est que les téléphones publics, surtout dans les zones fortement peuplées, peuvent assurer un trafic très important. Il n'est pas rare qu'un téléphone public soit occupé presque en permanence pendant la journée. Un téléphone public peut donc acheminer autant de trafic, pendant une période de 8 heures, que 100 à 200 appels téléphoniques mobiles, donc imposer une charge exceptionnelle à une cellule, immobilisant effectivement un canal de trafic en permanence. Lorsqu'un certain nombre de téléphones publics sont desservis par la même cellule, une capacité trop petite peut être laissée à la cellule pour assurer un service acceptable. On peut, naturellement, faire valoir que, dans ces conditions, il faut redimensionner le système pour obtenir une capacité plus grande, c'est-à-dire prévoir plus de cellules ou diviser la cellule en secteurs, par exemple. Mais ces changements ne peuvent être effectués que moyennant un coût énorme ou doivent être absorbés par l'exploitant. Aucune de ces options n'est attrayante. En conséquence, l'option qui consiste à laisser le service mobile se dégrader, tout en exploitant en même temps un service téléphonique public d'une qualité insuffisante, doit être sérieusement examinée.

Les taux de blocage de 10% pour le service mobile et de 20% pour le service téléphonique public sont les seuils approximatifs que l'on peut tolérer, en termes de dégradation de la qualité d'écoulement du trafic, pour les deux services, étant donné que ces taux sont obtenus avec le nombre de téléphones à peu près maximal qui peuvent être pris en charge par cellule.

Un total de 10 téléphones publics par cellule représente une densité de téléphones publics assez faible qui n'est probablement pas suffisante dans la plupart des cas.

Assurer des services téléphoniques publics fixes à l'aide des infrastructures d'un service mobile cellulaire n'est donc pas une solution satisfaisante, au moins avec la plupart des technologies cellulaires. La plupart des technologies cellulaires ne permettent pas d'assurer un véritable service téléphonique public fixe capable de répondre aux besoins de trafic normaux dans les zones urbaines. Il convient, au mieux, d'employer un système mobile cellulaire ne serait-ce que temporairement pour soulager les zones où il n'existe pas de service public fixe.

La conclusion est que, pour un service téléphonique public entièrement développé, le service mobile cellulaire et le service fixe doivent de préférence utiliser des infrastructures différentes, à moins de recourir à une technologie pouvant assurer une grande capacité de trafic.

5.4.4 Aspects relatifs au marché

L'industrie de la téléphonie cellulaire a bénéficié d'une croissance phénoménale depuis ses débuts en 1983. Selon une prévision largement admise, on estimait en 1985 que le nombre total d'abonnés cellulaires pourrait atteindre 900 000 d'ici à l'an 2000. Cette prévision a été largement dépassée. En fait, à la fin de 1994, il y avait bien plus de 20 millions d'abonnés rien qu'aux Etats-Unis et environ 50 millions dans le monde. Les taux de croissance annuels récents des abonnés ont atteint 40% et on estime que cette croissance pourrait se poursuivre pendant le reste des années 1990.

Afin de répondre à la demande croissante pour le service, on a introduit continuellement des systèmes téléphoniques cellulaires numériques depuis l'avènement des premiers systèmes. La première moitié des années 1990 a vu quelques innovations technologiques spectaculaires, parmi lesquelles l'AMRC-DS et le GSM sont les plus marquants.

La croissance des réseaux GSM a été également phénoménale. Le GSM s'est révélé une excellente option pour de nombreux exploitants, notamment en Europe. Des réseaux GSM et DCS1800 sont actuellement planifiés ou mis en œuvre dans un certain nombre de pays dans le monde, par exemple, en Europe, au Moyen-Orient, en Extrême-Orient, en Afrique, en Amérique du Sud, en Australie, etc.

L'AMRC-DS est apparu bien plus tard que le GSM mais semble se développer aussi rapidement, surtout en Extrême-Orient ainsi qu'en Amérique du Nord et du Sud. En Amérique du Nord, une grande partie de l'ensemble de systèmes mobiles cellulaires installés est analogique. Mais cela change rapidement, en raison de la popularité de l'AMRC-DS pour les nouveaux systèmes et pour l'augmentation de la capacité des systèmes existants. Les exploitants qui désirent augmenter la capacité de leurs systèmes analogiques ont la possibilité de passer progressivement à l'AMRC tout en éliminant le système analogique. On procède au changement en échangeant de petites parties du spectre RF entre les deux systèmes d'une manière systématique et progressive.

A mesure que les exploitants cellulaires actuels des pays développés adoptent les nouvelles technologies dans leurs systèmes, ils demandent souvent à bénéficier des avantages suivants:

- Capacité accrue dans les limites du spectre qui leur a été attribué et mise en œuvre facile de toute technologie leur permettant d'accroître cette capacité.
- Capacités plus grandes et coûts de conception des systèmes (plus coût des infrastructures) plus faibles qui conduiront à une réduction du coût par abonné.

- Un coût plus faible par abonné, combiné avec de nouvelles fonctions d'abonné, qui permettront aux exploitants d'accroître leur pénétration du marché.
- Une pénétration accrue du marché qui conduira à une augmentation du nombre d'abonnés et à l'établissement d'un système offrant cette capacité accrue.
- Haute qualité des appels qui doit être maintenue pendant le changement ou le passage à toute nouvelle technologie numérique.

Les éventuels exploitants des pays en développement devraient tenir compte des demandes indiquées ci-dessus des exploitants des pays développés. Ces derniers ont acquis une expérience qui peut s'avérer très utile. Les exploitants éventuels seraient bien avisés d'examiner attentivement leurs besoins à long terme avant de choisir une technologie cellulaire. Par exemple, il peut être intéressant d'opter pour une technologie qui est en service depuis un grand nombre d'années. Une telle technologie peut être moins onéreuse. Cependant, si l'exploitant avait des besoins proches de ceux qui sont indiqués ici, il devrait envisager sérieusement d'adopter l'une des générations les plus récentes de technologies cellulaires, de préférence numérique, telles que l'AMRC-DS ou le GSM. La technologie AMRC-DS est la mieux adaptée aux pays qui ont besoin d'un système cellulaire offrant des fonctions et des qualités conformes à l'état actuel de la technique et qui envisagent peut-être d'utiliser le système pour des applications mobiles cellulaires ou de boucle locale sans fil.

Les technologies analogiques sont en voie d'être remplacées par les technologies numériques. Ces dernières offrent des fonctions bien meilleures et des possibilités de service itinérant. La logistique et la maintenance pour les technologies analogiques risquent de se dégrader dans un proche avenir à mesure qu'elles seront éliminées progressivement dans les pays développés.

Pour les pays qui désirent entrer dans l'ère de l'information, les capacités de transmission de données devraient être une question essentielle. Les technologies cellulaires numériques offrent de nombreuses possibilités pour des services de transmission de données et ouvrent la voie à l'avènement de l'ère de l'information dans l'environnement des communications mobiles. Les services de transmission de données sont très souvent inexistant dans les pays en développement, également pour les applications fixes. L'introduction d'un système cellulaire numérique peut donc en partie être également une solution pour ce problème.

L'AMRC présente certains avantages définis par rapport au GSM et ne doit pas être négligé comme technologie intéressante de la nouvelle génération, même dans les pays qui ont déjà le GSM. Les avantages les plus importants de l'AMRC pour les pays en développement sont sa plus grande couverture géographique et sa plus grande capacité (d'où un moins grand nombre d'emplacements de cellule et un grand nombre d'utilisateurs par emplacement de cellule). Ces facteurs deviennent très importants lorsqu'on envisage de combiner des services mobiles cellulaires avec des services de boucle locale sans fil sur la même infrastructure. En effet, la grande capacité et les possibilités de couverture permettront de desservir un grand nombre d'abonnés fixes et mobiles.

5.4.5 Aspects réglementaires

Licences d'exploitant

Il est courant que l'administration d'un pays exige une licence pour l'installation et l'exploitation d'un système mobile cellulaire en plus d'une licence pour l'utilisation du spectre RF. Les conditions d'obtention d'une licence et les conditions stipulées dans la licence varient d'un pays à l'autre. Les raisons invoquées pour octroyer des licences aux exploitants varient également mais, souvent, il s'agit de l'une ou de plusieurs des raisons indiquées ci-après:

- assurer l'interconnexion et l'interopérabilité avec les RTPC et d'autres réseaux (y compris d'autres réseaux cellulaires);
- limiter les brouillages mutuels entre le système cellulaire et d'autres systèmes;
- introduire le service publiquement à un rythme jugé approprié par l'administration;
- se conformer aux obligations sociales et autres obligations de subventions croisées;
- percevoir des droits auprès de l'exploitant pour l'utilisation du spectre RF;
- réguler la concurrence.

Les raisons généralement indiquées sont liées aux philosophies sociale et économique du pays. Par exemple, les pays davantage axés sur la liberté économique et un environnement réellement concurrentiel s'abstiendront généralement d'imposer des obligations sociales de nature involontaire. Ces pays laisseront également l'exploitant déterminer le rythme d'introduction du service (généralement, ces pays autoriseront plusieurs exploitants afin que la concurrence entre les exploitants stimule l'introduction rapide du service). Dans ces pays, on aura également moins tendance à prescrire des normes techniques et autres spécifications car ce sont les lois de la concurrence qui s'en chargent le mieux. Un bon exemple de pays ayant un minimum de conditions et prescriptions est celui de Hong Kong. A Hong Kong, il existe un certain nombre d'exploitants cellulaires qui utilisent des technologies telles que l'AMPS, le TACS, le GSM et l'AMRC.

La concurrence est féroce, les exploitants offrant des prix intéressants et une gamme de services très divers et de qualité. Dans certains pays en développement, tels que l'Afrique du Sud, la concurrence a été limitée à deux exploitants. Même cette concurrence limitée a eu un impact spectaculaire sur le rythme d'introduction des services et le taux de croissance du nombre d'abonnés – plus d'un demi-million en moins de deux ans. Les avantages de la concurrence dans ce pays ont été si marqués qu'on envisage d'octroyer des licences à d'autres exploitants. Les administrations devraient noter les nombreux avantages que procurent un minimum d'intervention de la réglementation et un environnement concurrentiel. Il conviendrait d'envisager sérieusement de ne pas restreindre la concurrence en limitant le nombre d'exploitants.

Une raison, du point de vue réglementaire, pour partager l'infrastructure entre un service mobile et un service téléphonique public est l'utilisation des recettes tirées du service mobile pour subventionner le service public. Mais cela présente un inconvénient, à savoir celui d'imposer une contrainte au développement des deux services. L'exploitant doit maintenir un certain rapport entre les usagers du service mobile et ceux du service fixe pour maintenir la rentabilité. Il peut donc être nécessaire de limiter les téléphones publics de ce point de vue. En outre, la fourniture des services fixes exige des capitaux qui auraient pu être utilisés pour une plus large introduction des services mobiles, par exemple aux limites d'une zone urbaine et sur les voies d'acheminement principales.

Homologation

Lors de l'octroi de licences, les administrations examinent généralement l'homologation. L'homologation est un processus par lequel la spécification de l'équipement à installer est examinée par les autorités appropriées afin de vérifier que l'équipement répond à des normes minimales, notamment en ce qui concerne les brouillages nuisibles. A cet effet, on examine la spécification fournie par le vendeur de l'équipement ou on effectue des tests physiques en laboratoire pour vérifier la spécification de l'équipement, par exemple, des tests d'émission RF.

Dans le cas d'appareils d'abonné GSM, de nombreux pays n'exigent pas d'homologation dans le pays. Ces pays acceptent en revanche la liste de stations mobiles homologuées conformément à l'Association du Mémorandum d'accord (MoU) sur le GSM comme document déterminant si un appareil est conforme à la norme d'homologation. Les appareils énumérés sont conformes à une spécification de l'ETSI adoptée par tous les fabricants et principaux pays de l'Association MoU. Il n'est absolument pas nécessaire de tester un appareil lorsque celui-ci a été enregistré par l'Association MoU.

Le processus d'homologation MoU indiqué ci-dessus est rationalisé et crée un minimum de difficultés pour toutes les parties intéressées. Il est vivement recommandé à tous les pays d'envisager d'adopter des systèmes GSM.

Spécifications types

Il existe différentes spécifications qui couvrent les technologies cellulaires dans le monde et qui sont établies par des organismes de normalisation dans divers pays. Les normes bien connues sont essentiellement établies par des organismes de normalisation des Etats-Unis, de l'Europe et du Japon. Seules les normes relatives aux technologies numériques des systèmes GSM et AMRC-DS sont brièvement examinées ici.

Dans le cas du GSM, la responsabilité a été transférée à l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI) en 1989. La phase I des spécifications GSM a été publiée en 1990. La phase II de la recommandation sur le GSM a été publiée en 1995 et est une version entièrement développée de la norme GSM, avec quelques services supplémentaires additionnels.

Dans le cas de l'AMRC, il existe diverses spécifications TIA couvrant différentes interfaces selon la bande de fréquences. L'IS-95 est la spécification pour le système dans la gamme des 800 MHz. Elle a été approuvée en juillet 1993 par le sous-comité TR-45.5 de la TIA qui est chargé d'élaborer des normes cellulaires numériques à étalement du spectre. Les autres spécifications sont approuvées ou sont en voie de l'être. L'objectif est que, finalement, toutes les spécifications AMRC soient des normes ouvertes.

Il est conseillé aux administrations de laisser, autant que possible, les forces du marché, c'est-à-dire les éventuels exploitants, choisir les technologies et les normes qui doivent être employées. L'histoire a montré que les tentatives faites par les administrations pour choisir les technologies gagnantes se soldaient souvent, même dans les pays développés, par des échecs.

Les exploitants devraient noter qu'il est souhaitable d'employer une spécification type qui soit ouverte, c'est-à-dire une spécification que plusieurs fabricants respectent ou envisagent de respecter. A cet égard, il convient de noter que le GSM et l'AMRC-DS sont conformes à des normes ouvertes bien connues.

Spectre

Les administrations sont chargées de veiller à ce que des fréquences soient attribuées pour répondre aux besoins de leurs pays. On ne saurait trop insister sur le fait qu'aucun pays ne peut s'abstenir de mettre des fréquences à la disposition des systèmes mobiles cellulaires. Les avantages économiques de ces systèmes pour les entreprises, le gouvernement et les usagers privés ont été formellement prouvés. Dans de nombreux cas, un système cellulaire assurera la seule forme de communication dans les zones urbaines, surtout dans les pays où le taux de pénétration téléphonique est faible.

Lorsqu'on attribue des fréquences et qu'on les assigne aux exploitants, il faut tenir compte du fait que certaines technologies utilisent le spectre plus efficacement que d'autres. Un système AMRC, par exemple, utilisera, dans certains cas, environ un neuvième du spectre utilisé par un système AMPS et environ un quart du spectre utilisé par un système GSM, pour le même nombre d'usagers. Lorsque le spectre est limité, et très souvent il l'est, les administrations devraient envisager sérieusement d'attribuer des fréquences pour les technologies qui utilisent plus efficacement le spectre et de les assigner aux exploitants qui utilisent des technologies efficaces. Naturellement, il y a parfois d'autres considérations dont il faut tenir compte également. Les administrations des pays en développement devraient particulièrement veiller à ne pas suivre aveuglément les mêmes tendances que les pays développés simplement parce qu'elles se trouvent dans la même région de l'UIT. Très souvent, ces tendances se manifestent à la suite de circonstances particulières dans les pays développés et qui ne s'appliquent pas au pays concerné.

Certaines des technologies les plus récentes, telles que l'AMRC, offrent l'avantage d'exiger moins d'emplacements de cellule que d'autres technologies pour couvrir la même zone géographique, ce qui peut être le cas, même dans les zones urbaines, compte tenu des capacités plus grandes en canaux de trafic.

5.5 Systèmes téléphoniques de boucle locale sans fil

La desserte de nouveaux abonnés du téléphone à l'aide de téléphones traditionnels en boucle locale basée sur des câbles métalliques peut s'avérer très coûteuse. Ces services peuvent être longs et difficiles à mettre en œuvre. Les coûts d'entretien dus aux intempéries et au vol sont souvent un problème important. Un autre inconvénient de la boucle locale câblée est qu'il faut connaître les emplacements exacts des clients actuels ou futurs avant d'entreprendre la planification du réseau.

Dans les zones rurales, le coût de la fourniture du service téléphonique est élevé. Dans certains endroits isolés, il peut être difficile ou même impossible d'atteindre les abonnés potentiels.

Dans les zones urbaines, la croissance élevée et souvent difficile à prévoir limite la possibilité de planifier correctement le réseau d'installations extérieures.

On peut résoudre tous ces problèmes à l'aide de la boucle locale sans fil mais l'efficacité de la solution dépendra des circonstances et de la technologie employée.

La boucle locale sans fil (WLL) peut être une option très souple et économique par rapport à la boucle locale câblée. Étant donné qu'ils se fondent sur des communications radioélectriques, les systèmes en boucle locale sans fil permettent d'installer rapidement et économiquement un service téléphonique pour de nouveaux abonnés.

Certaines technologies WLL sont une retombée des technologies mobiles cellulaires et ont des architectures similaires à celle des technologies mobiles. Dans de nombreux cas, les éléments de système sont identiques à ceux de la technologie mobile, ce qui offre des avantages bien définis. Les volumes de production que les applications mobiles cellulaires exigent entraînent des économies d'échelle dans la production qu'on ne pourrait obtenir, dans un avenir prévisible, avec les seules applications WLL. L'exploitant de système WLL et l'utilisateur du téléphone obtiennent donc un avantage de coût si l'exploitant achète un système qui utilise une technologie étroitement liée à une technologie mobile cellulaire.

5.5.1 Avantages du système WLL

Quelques-uns des avantages du système WLL sont indiqués ci-après:

- Contrairement à un réseau téléphonique câblé classique, le coût d'une boucle locale sans fil pour un abonné ne dépend pas de la longueur de la boucle à installer ou du type de terrain. On réalise donc une économie d'installation.
- La rapidité avec laquelle les services sont assurés signifie que des recettes d'exploitation peuvent être générées immédiatement.
- Qu'il soit utilisé comme réseau temporaire ou permanent, un système de boucle locale sans fil est extrêmement souple. Certains systèmes WLL, c'est-à-dire ceux pour lesquels il existe une gamme de types de cellule et qui utilisent des technologies normalisées de l'industrie fonctionnent également bien en répondant aux besoins des usagers dans divers environnements. Les zones urbaines denses, les petites villes et les banlieues à croissance rapide ainsi que les zones rurales avec des abonnés largement dispersés sont également bien desservies.

- Dans le cas de villes à forte densité de population, le système WLL peut constituer une solution pratique et économique pour la fourniture d'un service temporaire jusqu'à ce qu'un réseau téléphonique câblé classique soit restauré ou achevé.
- Un réseau WLL peut être raccordé facilement à n'importe quel commutateur téléphonique de ligne terrestre existant qui prend en charge des boucles d'abonné câblées. Pour chaque appareil d'abonné de la radio, le commutateur assure le même type de connexion que pour les abonnés du téléphone câblé. Le système est entièrement transparent à l'utilisateur et aucun plan de numérotage téléphonique particulier n'est nécessaire.

En résumé, le système WLL offre des avantages importants à un exploitant qui doit assurer des services téléphoniques rapidement, économiquement, efficacement et sans la complication d'une installation supplémentaire de lignes câblées. Outre qu'il répond aux besoins immédiats des services téléphoniques ordinaires, un réseau WLL peut constituer la base d'un futur réseau téléphonique mobile, sous réserve de choisir la technologie appropriée.

5.5.2 Questions importantes pour les exploitants

Attributs du système

Les attributs des systèmes et des technologies WLL dont les exploitants devraient tenir compte sont les suivants:

- Souplesse des configurations et des diagrammes d'antenne des stations de base pour une capacité et une qualité de service optimales dans le réseau téléphonique.
- Pour les réseaux urbains à grande capacité, configuration des cellules de type secteur qui est appropriée aux réseaux WLL devant desservir le nombre nécessaire d'abonnés et qui réduit la largeur de spectre requise pour le réseau.
- Pour les réseaux ruraux largement dispersés, grandes cellules qui assurent la couverture géographique maximale. Il faut savoir que certaines technologies WLL offrent des portées (distances) plus grandes que d'autres. Dans les zones rurales, avec une densité relativement faible d'abonnés et/ou de téléphones publics, il est possible qu'on ne soit pas limité par la capacité d'un emplacement de cellule. Le nombre d'emplacements de cellule qui doivent alors être mis en œuvre dépendra uniquement de la zone géographique à couvrir. Les technologies qui assurent de grandes portées, donc qui couvrent une zone géographique plus grande par emplacement de cellule offrent de grands avantages de coût concernant les dépenses en capital, la maintenance et les réparations.
- Comme dans le cas des systèmes mobiles cellulaires, les capacités plus élevées en canaux de trafic peuvent, dans le cas de zones urbaines à haute densité, rendre également certaines technologies plus avantageuses que d'autres. Les plus grandes capacités par emplacement de cellule permettent d'utiliser moins de cellules.
- Les systèmes qui n'exigent pas une largeur de spectre plus grande que celle qui est offerte (par l'administration) pour le nombre requis d'abonnés (compte tenu également de la croissance future) et les systèmes qui utilisent efficacement le spectre radioélectrique sont souhaitables. Selon la technologie particulière utilisée, le nombre d'abonnés qu'il est possible de prendre en charge peut être grand ou petit. Les systèmes qui utilisent l'AMRC, par exemple, prendront en charge 10 à 20 fois plus d'abonnés, comparés à d'autres technologies cellulaires.
- Les systèmes doivent, autant que possible, être suffisamment robustes pour résister aux conditions rurales qui prévalent généralement dans les pays en développement telles que les routes accidentées, les environnements poussiéreux, les températures extrêmes et l'humidité élevée, tout en assurant une longue durée de vie de l'équipement avec une maintenance minimale.

Les exploitants qui examinent les technologies à employer pour les applications WLL seraient bien avisés d'évaluer les différentes technologies du point de vue des facteurs indiqués ci-dessus.

Attributs des fournisseurs

Les exploitants seraient bien avisés d'examiner les attributs et les ressources indiqués ci-après lorsqu'ils recherchent un fournisseur de systèmes WLL:

- Support de projet/programme et capacité d'expert-conseil.
- Conception de réseaux WLL et expérience de mise en œuvre.

- Capacités de formation, d'assistance technique et de maintenance.
- Fabricants offrant diverses solutions de système WLL fondées sur plusieurs stations d'émission/réception et appareils d'abonné cellulaires normalisés de l'industrie (fabricants capables de configurer des systèmes WLL en utilisant des technologies AMRC, NAMPS, AMPS, E-TACS, TACS ou J-TACS ayant fait leurs preuves constituent naturellement un avantage).

5.5.3 Aspects réglementaires

Les réseaux WLL fondés sur les technologies cellulaires utilisent les mêmes fréquences, assignations de canaux et normes d'interface radioélectrique que tout système cellulaire classique utilisant la même technologie.

5.5.3.1 Spectre

Les administrations qui envisagent d'attribuer des fréquences pour les systèmes WLL doivent s'assurer qu'il leur est attribué une largeur de spectre suffisante pour répondre aux besoins de leurs pays. Pour mettre en œuvre des applications mobiles cellulaires et WLL dans la même bande, une largeur de bande plus importante que celle qui est disponible peut s'avérer nécessaire, selon la technologie utilisée. Il peut donc être prudent d'envisager d'utiliser des bandes différentes pour les applications mobiles cellulaires et WLL. Autrement, si on envisage d'employer des applications WLL ou mobiles cellulaires sur le même réseau, une seule bande peut être impérative. Dans ce cas, il faut veiller particulièrement à employer une technologie si économe en matière de spectre que les fréquences disponibles seront suffisantes pour les deux applications. Les administrations seront bien avisées d'envisager d'utiliser des technologies économisant le spectre, telles que l'AMRC, lors des attributions de spectre RF. Cette dernière a, par exemple, la capacité de prendre en charge un grand nombre d'utilisateurs, mobiles ou fixes, avec une largeur de spectre relativement limitée.

Lors des attributions de spectre, il faut peut-être tenir compte des avantages de certaines technologies par rapport à d'autres. Cependant, il n'est pas recommandé que les technologies soient obligatoires. Il vaut mieux laisser le choix final de la technologie à l'exploitant.

5.5.3.2 Autres aspects

Les administrations doivent bien préciser ce qu'elles considèrent être des priorités pour leurs pays. Il peut être tentant d'inclure des services de données à grande vitesse, par exemple pour le RNIS, dans les applications WLL. Mais il faut savoir qu'une capacité de données à grande vitesse est onéreuse. Il faut veiller particulièrement à ce que l'extension du réseau téléphonique de base ne soit pas compromise par les besoins élevés d'un nombre minimal d'applications. La téléphonie de base est la communication la plus importante, et de loin, pour la plupart des individus.

Si les services du RNIS sont essentiels pour certaines applications dans les zones rurales, telles que les hôpitaux et les écoles, il faut envisager sérieusement d'utiliser à cet effet un réseau superposé distinct. Un tel réseau peut entraîner un léger coût additionnel à celui du réseau WLL. Selon la technologie employée, le coût total peut même être inférieur à celui de certains systèmes coûteux capables d'assurer la téléphonie de base et des débits de transmission de données élevés pour le RNIS. L'avantage de l'exclusion de ces besoins élevés est qu'on peut employer une solution optimale pour la téléphonie de base. On peut alors procéder au lancement de systèmes de téléphonie de base rapidement et sans difficulté.

En ce qui concerne les autres questions d'ordre réglementaire, le lecteur doit se reporter au paragraphe 5.4.5 qui examine les problèmes de licence d'exploitant, d'homologation et des spécifications types. Les problèmes sont, d'une manière générale, les mêmes que pour les systèmes WLL.

Les exploitants et les administrations doivent tenir compte des innovations spectaculaires intervenues ces dernières années dans la technologie des codeurs. Certaines technologies offriront une qualité vocale de ligne câblée à un débit de transmission des données de 8 kbit/s. La qualité peut être comparable à celle d'une autre technologie qui utilise un débit de 32 kbit/s. Si la téléphonie de base, c'est-à-dire la communication vocale, est essentiellement prioritaire, le débit de transmission des données n'a qu'une importance secondaire. Ce qui est plus important c'est la qualité vocale mesurée à l'aide de certains tests objectifs. Il convient de noter particulièrement les technologies où on peut établir un compromis entre la qualité vocale et certains paramètres tels que la capacité de trafic et la couverture géographique.

5.6 Systèmes à satellites

Les réseaux à satellites trouvent des marchés partout où les réseaux câblés et les réseaux de radiocommunication de Terre:

- n'existent pas;
- ne sont pas suffisamment développés;

- n'ont pas la capacité de transmission nécessaire; ou
- ne peuvent assurer le degré de mobilité requise par l'utilisateur (par exemple, navires, voyageurs dans toutes les régions du monde).

INMARSAT, le système à satellites utilisé pour les communications mobiles mondiales par satellite, fournit des services à une large gamme d'utilisateurs dans les milieux d'affaires en mer, dans les airs et sur terre par l'intermédiaire d'un petit terminal de la dimension d'une valise.

Divers consortiums internationaux planifient actuellement des systèmes à satellites mondiaux qui permettront d'utiliser des téléphones à satellite mobiles portables partout dans le monde exactement comme le système Inmarsat. Ces appareils portables (combinés pratiques) ne seront pas différents, du point de vue de la construction, d'un combiné GSM de 200 g par exemple.

Les services par satellite mobiles innovants exigent des satellites en orbite basse de la Terre. Les satellites en orbite à quelques centaines de kilomètres de la Terre sont appelés LEO (orbite basse). Les satellites en orbite à quelques milliers de kilomètres de la Terre sont appelés MEO (orbite moyenne).

On peut couvrir l'ensemble de la surface de la Terre en positionnant avec soin un certain nombre de satellites d'un type de construction identique. Selon le système choisi, entre 12 et 800 satellites seront nécessaires par réseau.

On peut construire des appareils mobiles très peu encombrants avec une faible puissance d'émission et de petites antennes équidirectives compte tenu des faibles altitudes des satellites et de l'utilisation de faisceaux ponctuels multiples. Il sera alors réellement possible d'introduire des services mobiles par satellite en tant que services destinés au grand public.

Dans le monde entier, une grande partie de la population, les voyageurs dans les régions éloignées du globe, mais avant tout la population des régions sous-développées de l'Afrique, de l'Asie, de l'Amérique du Sud et de l'Europe orientale, aura pour la première fois accès, à un prix abordable, à un service téléphonique.

Pour les zones dépourvues d'infrastructure, les planificateurs envisagent d'utiliser des téléphones publics alimentés par énergie solaire. Dans le monde, les analystes du marché prévoient des taux de croissance élevés pour la transmission de la téléphonie, de la télécopie et de données à de faibles débits binaires. En l'an 2000, il y aura environ 100 millions de clients qui utiliseront les liaisons par satellite mobiles pour leur téléphonie, selon les prévisions des analystes de marché.

Une application éventuelle de l'accès multiple avec assignation en fonction de la demande (DAMA) implique la combinaison de systèmes cellulaires classiques avec des produits DAMA basés sur les VSAT d'INTELSAT. L'accès DAMA assure une connectivité maillée à la demande entre de multiples stations terrestres et il s'agit donc d'une technologie d'accès multiple souple et économique. L'accès DAMA d'INTELSAT est une solution de service par satellite numérique à la demande et à faible trafic qu'il est très avantageux d'utiliser dans les réseaux de communication ruraux, internationaux et nationaux. Il assure le partage des circuits à satellite et offre des possibilités de commutation pour une plus grande efficacité d'utilisation du secteur spatial. Cette efficacité bénéficie à l'utilisateur qui est taxé en fonction de la capacité de satellite effectivement utilisée par minute.

Adaptés aux pays en développement, les réseaux DAMA sont maintenant autorisés pour l'exploitation d'INTELSAT dans les trois régions océaniques, avec une exploitation initiale dans la région de l'océan Atlantique. L'offre initiale d'accès DAMA par INTELSAT inclut le service téléphonique de base pour les applications vocales, de télécopie et de données en bande vocale, avec la capacité future d'assurer des connexions de 64 kbit/s à la demande offrant aux utilisateurs une plus grande largeur de bande pour les services multimédias (applications vocales, de données et vidéo intégrées).

La commande et la signalisation dans l'accès DAMA sont assurées par le Centre de gestion et de régulation du réseau (NMCC) dans une configuration en étoile, le trafic entre toute paire de stations terrestres d'utilisateur étant acheminé sur un réseau maillé. Les stations terrestres peuvent utiliser des paraboles aussi petites que 1,8 m. Cette possibilité d'utiliser les petits terminaux terrestres récemment normalisés (Norme H) réduit encore le coût de l'équipement.

Le système DAMA d'INTELSAT est bien adapté aux applications de téléphonie à faible trafic dont les services VSAT/WLL font partie. Des démonstrations internes montrant la faisabilité technique de l'extension du système WLL à l'accès DAMA ont été effectuées par INTELSAT. La station de base de la boucle locale sans fil cellulaire (WLL) assure la commutation locale et envoie l'information de signalisation dans le réseau DAMA. Le système utilisé lors de la démonstration est fondé sur la norme AMPS nord-américaine (gamme de fréquences 824-849 MHz et 869-894 MHz respectivement pour l'émission et la réception). En service réel, ce système WLL a une portée de 30 kilomètres sans l'utilisation de répéteurs. De petite dimension, utilisé en combinaison avec un accès DAMA basé sur un VSAT, le

terminal est particulièrement bien adapté aux zones isolées sans infrastructure de télécommunication ou liaison avec un centre de commutation régional. Le système WLL indiqué ci-dessus prend en charge les téléphones mobiles cellulaires AMPS normalisés avec des installations de kiosque ou de télécentre publics comme emplacements possibles pour les communautés villageoises ou urbaines. Il convient de noter que d'autres normes WLL mises en œuvre dans différentes parties du monde sont également possibles pour cette technologie. Mais, bien qu'elle soit techniquement réalisable, l'élaboration de normes pour le raccordement et l'intégration des systèmes VSAT/WLL à l'accès DAMA peut avoir des incidences à long terme sur le prix des produits WLL/VSAT.

6 Facteurs à prendre en considération lorsqu'on envisage d'introduire et d'utiliser de nouvelles technologies et de nouveaux services

Comme il a déjà été dit dans l'introduction, le présent document a pour thème principal les communications mobiles. Le présent paragraphe qui décrit les facteurs importants de mise en œuvre et d'utilisation de nouvelles technologies se limite entièrement aux communications mobiles car un exposé d'autres technologies sortirait du cadre du document.

L'introduction et la mise en œuvre de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes doivent toujours être précédées par une évaluation du potentiel de l'ensemble du marché. On peut obtenir une première estimation par référence à des limites supérieure et inférieure. Les taux de pénétration relatifs d'autres pays peuvent servir de limite inférieure. Avec les communications personnelles comme objectif souhaité, une limite supérieure possible couvrirait l'ensemble de la population à partir d'un âge déterminé en fonction des besoins de communication. La définition de ces limites supérieure et inférieure indique s'il existe un potentiel de croissance et, si oui, dans quelle mesure.

En plus de l'identification du potentiel de croissance, une analyse du marché est nécessaire. La connaissance des besoins du marché est essentielle dans toutes les procédures ultérieures: dans quel secteur de marché (par exemple, gros clients, clientèle d'affaires, clients résidentiels) existe-t-il une demande et pour quelles technologies et quels services? Existe-t-il une forte demande pour des services existants ou existe-t-il une demande pour de nouveaux services?

Le facteur le plus important qui détermine l'action future est le stade de développement atteint par le réseau.

Avant de pouvoir assurer un service de communications mobiles quelconque, il faut établir des réseaux de radiocommunications mobiles contenant les éléments d'autres réseaux de télécommunication. Ces éléments sont, par exemple, le réseau téléphonique public, les liaisons hertziennes et (après l'abolition/en l'absence de monopole) les éléments de réseau d'autres exploitants concessionnaires. Il faut rechercher d'autres options lorsque la mise en œuvre d'une technologie particulière ou l'introduction d'un service particulier ne sont pas possibles en raison du manque d'infrastructures de réseau. Dans le secteur des communications mobiles, la radiomessagerie est, par exemple, une solution viable pour remplacer les réseaux de communications fixes ou mobiles coûteux.

Avant d'introduire de nouvelles technologies et de nouveaux services, il faut naturellement calculer le niveau d'investissement nécessaire et les coûts de mise en œuvre et de suivi. La question du financement est fondamentale.

Etant donné qu'il s'agit d'une question complexe et vaste, le Groupe de travail Q4/1 a été chargé de préparer un document auquel il est fait référence ici.

Toutefois, les investissements ne doivent pas se limiter à une nouvelle technologie ou à un nouveau service. Il est également vital d'investir dans des ressources humaines pour garantir la qualité de la technologie ou du service. Dans le cadre du développement d'une réelle culture d'entreprise, les relations humaines deviennent de plus en plus importantes. Le personnel doit être correctement informé, motivé et formé si l'on veut qu'il contribue pleinement à la politique et à l'action de l'entreprise.

Et, naturellement, il faut utiliser et répartir correctement la ressource limitée des fréquences. Dans un environnement concurrentiel, une réglementation qui fonctionne bien est nécessaire pour assurer une gestion efficace des fréquences.

On peut prendre différentes mesures selon la structure de la clientèle. Avec des prix appropriés, par exemple, on peut obtenir un meilleur équilibre du trafic dans le réseau pendant les périodes creuses (avec un grand nombre de clients d'affaires, le trafic est chargé dans la journée, avec un grand nombre de clients résidentiels, le trafic est chargé dans la soirée; avec des prix soigneusement établis, on peut peut-être étaler ce trafic).

Les prix dans les communications mobiles ont généralement quatre composantes, comme suit:

- le coût du téléphone mobile;
- le coût unique de la connexion;
- le tarif mensuel de base (en fonction de l'utilisation);
- les taxes d'appel en fonction de l'utilisation.

Les autres composantes sont les diverses formes de différenciation des prix offerts, par exemple, réductions, intervalles unitaires, contenu (téléphonie, données, télécopie), distance, utilisation interne/externe et composantes sociales (pour les handicapés, pour les défavorisés).

L'exploitant doit entrelacer ces composantes pour établir une structure de tarification stratégique (problèmes de prix optima) incorporant ses propres coûts, le marché/la demande et la concurrence.

L'élément crucial de la tarification est la demande. Lorsque la demande est élastique, le prix détermine si la clientèle passera à d'autres technologies ou de nouveaux services (par exemple, lettres, téléphone). Et, là encore, une connaissance intime de la demande et du marché est nécessaire pour effectuer des évaluations correctes.

Pour répondre aux désirs et aux besoins des clients, une bonne idée est généralement d'offrir des tarifs qui reflètent la structure des usagers, en d'autres termes, des tarifs pour la clientèle d'affaires et résidentielle, des tarifs de soirée/fin de semaine, des tarifs pour les entreprises, etc.

La création de coentreprises en relation avec l'introduction et la mise en œuvre de nouvelles technologies et de nouveaux services doit être considérée sous plusieurs angles.

Une possibilité est la fusion de plusieurs exploitants. Mais alors, il faut prendre également en considération les aspects antitrust en plus des incidences économiques.

La coopération entre des exploitants dans un accord relatif à des services itinérants entre plusieurs pays est nécessaire pour exploiter les avantages des normes de radiocommunications mobiles cellulaires numériques (par exemple, la norme GSM).

Une autre possibilité est l'intégration de fournisseurs de services en vue d'intensifier la concurrence et d'exploiter le potentiel de clientèle plus rapidement. Un certain nombre de sociétés sensiblement différentes les unes des autres en termes d'activité commerciale principale et de ressources financières saisissent l'occasion de réaliser des profits dans des branches jusque-là peu familières.

Il est fait ici référence à la contribution de l'Allemagne présentée en juin 1995 à cette Commission d'études sur la question de l'octroi de licences à de nouveaux exploitants pour des services spécifiques. Pour l'essentiel, il faut dire ici que l'octroi de licences, et la gamme plus large d'offres de services qui l'accompagne, est souvent valable dans des secteurs du marché qui connaissent un développement rapide des besoins de la clientèle.

Toutefois, il faut changer les cadres réglementaires pour tenir compte du passage d'une situation de monopole (essentiellement public) au principe de concurrence.

Ce sont néanmoins les politiciens, c'est-à-dire les organismes de réglementation qui imposent des conditions et édictent des prescriptions, qui sont chargés de garantir l'offre de base.

APPENDICE A

La famille de protocoles FLEX™ pour la radiomessagerie**1 Introduction**

La radiomessagerie s'est développée d'une manière explosive à l'échelle mondiale dans les années 1980 et 1990 en utilisant le protocole POCSAG à des vitesses de 512, 1 200 ou 2 400 bit/s. Avec ce développement considérable de la radiomessagerie, notamment sur de nombreux marchés asiatiques, les réseaux étaient de plus en plus encombrés. L'augmentation du nombre d'abonnés et les demandes pour une combinaison de capacités audiofréquence numériques et alphanumériques ont commencé également à réduire la capacité totale et des limitations de fréquences sont apparues. En outre, le spectre RF n'était pas largement disponible en raison des besoins d'autres applications sans fil. Les exploitants de radiomessagerie réclamaient la mise au point de protocoles à des vitesses plus élevées. En réponse à ce problème, Motorola a élaboré les nouveaux codes de radiomessagerie à grande vitesse FLEX™. Ces codes améliorent le débit et l'efficacité en permettant d'intégrer des fonctions nouvelles et puissantes dans les appareils de radiomessagerie ainsi que dans les réseaux. Ces nouvelles fonctions sont avantageuses aussi bien pour les exploitants de systèmes que pour les utilisateurs de la radiomessagerie.

L'un des objectifs de conception des codes FLEX™ a été d'améliorer les résultats obtenus par rapport au protocole POCSAG. En comparaison avec le protocole POCSAG 1200, le protocole FLEX™ peut accepter quatre fois plus d'appareils de radiomessagerie sur un canal RF tout en assurant une protection bien plus élevée contre les évanouissements de signal courants dans les systèmes de radiomessagerie MF à diffusion simultanée. La combinaison de la capacité de correction accrue des erreurs sur les bits du code FLEX™ et de la protection supérieure contre les évanouissements améliore la probabilité de recevoir un message intact, notamment les messages alphanumériques longs.

2 La norme FLEX™**2.1 Brève description du protocole FLEX™**

Introduit pour la première fois en juin 1993, FLEX™ est une famille de protocoles de transport sans fil à grande vitesse qui améliorent considérablement l'efficacité des canaux et réduisent le coût des canaux de radiomessagerie traditionnels tout en permettant de nouveaux services et de nouvelles applications sans fil à valeur ajoutée. FLEX™, ReFLEX™ et InFLEXion™ sont des marques enregistrées de Motorola Inc et toutes appartiennent à la famille de protocoles FLEX™. FLEX™ est un format de codage à plusieurs vitesses (1 600, 3 200 et 6 400 bit/s) qui étend considérablement la capacité d'abonnés disponible pour chaque assignation de canal RF. Le format de codage FLEX™ est synchrone, ce qui permet de prolonger considérablement la durée de vie des piles et de renforcer la robustesse de fonctionnement dans des conditions d'évanouissement par trajets multiples.

Le format de codage FLEX™ permet d'assurer un service dans une situation où les services numériques, alphanumériques et d'information sont mixtes, avec une perte minimale d'efficacité de fonctionnement du système. Etant donné qu'il existe trois vitesses de signalisation de 1 600 bit/s, 3 200 bit/s et 6 400 bit/s, le protocole FLEX™ peut être introduit, avec un surcoût minimal, dans une infrastructure de système existante fonctionnant à faible vitesse. A mesure que l'exploitant construit les installations d'abonnés du système, ce dernier peut se développer harmonieusement et progressivement et atteindre une vitesse de signalisation maximale de 6 400 bit/s, avec un surcoût raisonnable. Ainsi, le fournisseur de services peut maintenir le coût du système à un niveau minimal par abonné pendant la croissance du système.

La possibilité d'assurer des services itinérants à l'échelle locale, régionale, nationale et mondiale est également structurée dans le format de codage FLEX™. FLEX™ est compatible avec les interfaces radioélectriques normalisées de la radiomessagerie dans les bandes d'ondes métriques, décimétriques (400 MHz) et à la fréquence 900 MHz.

2.2 Caractéristiques du protocole FLEX™

Les systèmes de radiomessagerie actuels ont des récepteurs qui fonctionnent à 300/600 bits par seconde (format Golay) et 512/1 200 bits par seconde (POCSAG). On se fixe comme objectif des vitesses supérieures pour améliorer les débits des systèmes. Le protocole POCSAG, à 2 400 bits par seconde, a été mis en œuvre avec succès et le nouveau code de radiomessagerie à grande vitesse FLEX™, élaboré par Motorola, assurera des fonctions beaucoup plus perfectionnées

pour aider l'industrie de la radiomessagerie à surmonter les limitations de capacité actuelles pour une nouvelle période de croissance et d'expansion. Le code de radiomessagerie FLEXTM est un code de radiomessagerie entièrement synchrone. En maintenant l'électronique du récepteur constamment en synchronisme avec la transmission de la radiomessagerie, le code FLEXTM ouvre la voie à une génération entièrement nouvelle de technologies de radiomessagerie dans le monde.

Certaines des fonctions et certains des avantages du code FLEXTM sont indiqués ci-après:

- Comparé aux autres protocoles, FLEXTM assure un accroissement considérable de la vitesse et de la capacité de transmission, de la souplesse, une amélioration de l'intégrité des données, une prolongation importante de la durée de vie des piles et le coût le plus faible par usager de tous les codes de radiomessagerie.
- FLEXTM est conçu pour fonctionner avec les systèmes de radiomessagerie existants dans le monde, y compris POCSAG et GSC. Les exploitants de système ne doivent pas nécessairement passer à la vitesse ultime de FLEXTM, c'est-à-dire 6400 bit/s, en une seule étape. Ils peuvent ajouter FLEXTM 1600 à leur système à 1200 bit/s actuel en augmentant la capacité des terminaux en place et en maintenant le service aux abonnés existants.
- Le protocole FLEXTM permettra une intégration des perfectionnements toujours plus nombreux des produits du marché de la radiomessagerie et une évolution vers des services améliorés tels que la radiomessagerie bidirectionnelle et les services itinérants nationaux. Le protocole FLEXTM a été conçu pour permettre la coexistence de futures variantes sur le même système.

2.3 Avantages essentiels du protocole FLEXTM

2.3.1 Plus grande rapidité de radiomessagerie

Le protocole FLEXTM élève les vitesses de la radiomessagerie jusqu'à 6400 bit/s grâce au multiplexage d'un nombre maximal de quatre trains de données en une phase de transmission de 6400 bit/s. Chaque train ou phase de données fonctionne indépendamment et les appareils de radiomessagerie ne décodent qu'une seule phase. Cela empêche les longs messages de bloquer ou de retarder d'autres messages.

2.3.2 Plus grande capacité en voies

FLEXTM prend en charge jusqu'à un milliard d'adresses individuelles et jusqu'à 600 000 appareils de radiomessagerie par canal. Pour les appareils numériques à 10 chiffres, FLEXTM a une capacité quatre fois supérieure à celle des systèmes POCSAG les plus perfectionnés fonctionnant à 1200 bit/s. Pour les appareils alphanumériques à 40 caractères, FLEXTM a une capacité cinq fois supérieure à celle de POCSAG 1200.

2.3.3 Faible coût de système par usager

La capacité supérieure permet aux exploitants (opérateurs) d'ajouter des abonnés aux canaux existants, ce qui aboutit à un coût minimal par bit transmis et à un coût minimal par usager parmi tous les appareils de radiomessagerie.

2.3.4 Combinaison efficace de services

Les systèmes POCSAG actuels manquent rapidement de capacité lorsque des services numériques, alphanumériques et d'information sont combinés sur le même canal. Il est possible, avec FLEXTM, de combiner tous ces services efficacement sans inconvénient pour les usagers numériques en consacrant certaines phases à un seul service, puisque ces phases fonctionnent indépendamment les unes des autres.

2.3.5 Compatibilité avec les codes existants

FLEXTM est efficace seul ou combiné avec des codes existants, ce qui signifie qu'un système POCSAG qui n'est pas totalement chargé peut passer au FLEXTM et n'utiliser initialement que 3,1% du temps d'émission existant. Et, dans ces 3,1%, FLEXTM accepte de 5000 (fonctionnement à 1600 bit/s) à 20000 (fonctionnement à 6400 bit/s) abonnés numériques.

2.3.6 Code robuste et fiable

FLEXTM assure aux usagers de la radiomessagerie une protection exceptionnelle contre les évanouissements de signal, d'où une amélioration de la fiabilité des appels pour tous les services de radiomessagerie, notamment les services alphanumériques et d'information. En cas de variation de l'intensité du signal, FLEXTM peut résister à un évanouissement de 10 ms à toutes les vitesses et décodent encore correctement les informations.

FLEXTM améliore la fiabilité au moyen: de validations du contrôle de somme qui sont un autre mécanisme de détection des erreurs, du numérotage des messages pour permettre la récupération des messages manqués et du contrôle positif de fin de message par la spécification de la longueur d'un message, ce qui signifie que les évanouissements devront avoir une durée plus grande pour altérer un mot.

2.3.7 Amélioration de la remise des appels

Avec sa plus grande fiabilité, FLEXTM améliore la capacité de remise des appels, ce qui signifie que les retards en heure chargée sont réduits et que les renumérotations dans le terminal de radiomessagerie et les retransmissions consécutives sont également réduites, voire éliminées. Cela permet non seulement d'accroître la satisfaction des usagers mais aussi d'utiliser plus efficacement les ressources d'infrastructure telles que les entrées de téléphone et le temps d'émission.

2.3.8 Développement harmonieux

FLEXTM utilise efficacement les systèmes d'infrastructure existants en s'appuyant sur le système POCSAG 1200 actuel. Le système FLEXTM est souple, c'est-à-dire qu'il fonctionne à 1 600, 3 200 et 6 400 bit/s pour permettre aux fournisseurs de services d'adapter la capacité de leurs systèmes aux besoins du marché. FLEXTM permet aux fournisseurs de services de modifier dynamiquement la vitesse de transmission pour s'adapter aux configurations de trafic.

Le protocole POCSAG est largement utilisé actuellement et il est peu probable que les exploitants veuillent élever la capacité de leurs systèmes autrement qu'à l'aide du code FLEXTM, en raison des avantages de coût.

2.3.9 Amélioration du fonctionnement des piles et réduction de la taille des appareils de radiomessagerie

Avec FLEXTM, les piles d'un appareil de radiomessagerie peuvent durer jusqu'à 10 fois plus longtemps que les appareils qui fonctionnent avec le système POCSAG; en effet, FLEXTM est un code synchrone, ce qui signifie que l'appareil de radiomessagerie est synchronisé avec la station d'émission et qu'il recherche son code de capacité seulement pendant une fraction de temps, ce qui économise de l'énergie. L'allongement de la durée de vie des piles permettra de réduire la taille de ces dernières et de concevoir des appareils de radiomessagerie plus petits et de forme spécifique.

2.3.10 Investissement minimal dans l'amélioration de l'infrastructure

On peut utiliser FLEXTM sur des canaux spécialisés ou combiné, sur un système existant, avec un système POCSAG ou GSC sans compromettre la qualité de fonctionnement. Les exploitants de systèmes ne doivent pas nécessairement passer à la vitesse FLEXTM ultime de 6 400 bit/s en une seule étape. Ils peuvent ajouter FLEXTM 1600 à leur système de 1 200 bit/s en élevant la capacité des terminaux en place et en continuant à desservir les abonnés existants.

2.3.11 Plus haute intégrité et confiance de l'utilisateur

Le protocole FLEXTM offre une protection maximale prudente contre les erreurs éventuelles résultant des évanouissements par trajets multiples causés par la diffusion simultanée. Il est également conçu de manière à assurer le contrôle positif de fin de message et l'indication facultative de fanion de message manqué pour inciter l'utilisateur à demander une retransmission. Même lorsque l'appareil est hors de portée ou hors tension, le code FLEXTM informe l'utilisateur qu'un message a été manqué. Le protocole FLEXTM peut prendre en charge une simple alerte de tonalité ainsi que les codes ASCII, HEX, numérique, alphanumérique et les trains binaires non formatés.

2.4 Situation concernant l'adoption du protocole FLEXTM

Le protocole FLEXTM a été largement adopté et des systèmes de radiomessagerie fonctionnent dans les pays suivants: Argentine, Brésil, Canada, Colombie, Guatemala, Mexique, Uruguay, Venezuela, Etats-Unis, Chine (norme nationale), Japon (norme nationale), Corée du Sud (norme nationale), Russie (norme nationale), Inde (norme nationale), Indonésie, Malaisie, Philippines, Lituanie, Hongrie, Allemagne et Singapour et cette liste s'allonge tous les jours. Par sa large utilisation à l'échelle mondiale, FLEXTM est devenu une norme mondiale *de facto* pour la radiomessagerie sans fil et la messagerie. L'octroi de licences pour le protocole FLEXTM est ouvert de manière à promouvoir l'introduction d'appareils d'abonné provenant de multiples fabricants. De nombreux fabricants de microplaquettes ont également obtenu des licences pour la fourniture, dans le monde entier, de circuits intégrés destinés au décodage du protocole FLEXTM.

3 Messagerie bidirectionnelle perfectionnée

3.1 Introduction

Aux Etats-Unis, la Federal Communications Commission (FCC) a créé une nouvelle industrie dans les communications sans fil en octroyant une licence à un nouveau service appelé SCP à bande étroite. La FCC définit le SCP à bande étroite comme une famille de services mobiles incluant la messagerie vocale, la messagerie de données et les messageries unidirectionnelle et bidirectionnelle améliorées à l'échelle nationale et régionale. La FCC a octroyé des licences de SCP à bande étroite dans les bandes 901-902 MHz, 930-931 MHz et 940-941 MHz. Le Brésil, le Canada et le Mexique sont en voie d'effectuer des attributions similaires.

On a élaboré de nouveaux protocoles de messagerie pour la messagerie bidirectionnelle. Dans la messagerie bidirectionnelle, l'appareil de messagerie répond à un message entrant. Simplement, en plus d'un récepteur, l'abonné a, dans le même appareil, un émetteur qui fonctionne automatiquement ou sur commande de l'abonné. La messagerie bidirectionnelle offre quatre niveaux de service progressifs comme indiqué ci-après:

- accusé de réception du système;
- simple accusé de réception personnel;
- réponses multiples au choix ou réponse préprogrammée;
- origine du message.

Les protocoles bidirectionnels assurent des communications bidirectionnelles mais pas au sens des systèmes de données bidirectionnels traditionnels. Ils sont asymétriques, ce qui signifie que les données transmises en retour au système par les appareils de messagerie sont optimisées de manière à occuper un volume beaucoup plus petit, ce qui permet de concentrer la puissance transmise dans une largeur de bande plus petite et de réduire ainsi le nombre d'emplacements de réception nécessaires pour obtenir une couverture appropriée.

L'une des principales applications de la messagerie bidirectionnelle dans le SCP à bande étroite est la messagerie vocale. Fondamentalement, la messagerie vocale répète ce que dit le demandeur à l'abonné par l'intermédiaire du «communicateur» de messagerie. La messagerie vocale fonctionne essentiellement comme un répondeur porté à la ceinture. Incorporant toutes les fonctions d'un répondeur telles que l'enregistrement et la reproduction de messages, cette technologie utilise un protocole vocal comprimé pour optimiser encore les précieuses fréquences du fournisseur de services en augmentant la capacité du système. La messagerie vocale possède la plupart des avantages de la messagerie bidirectionnelle et le premier de ces appareils est à peu près d'une taille, d'une forme et d'un poids identiques à certains des appareils alphanumériques unidirectionnels actuels.

Il n'existe pas de norme SCP à bande étroite, bien que plusieurs protocoles bénéficient d'une attention favorable de la part des exploitants de radiomessagerie et d'autres exploitants désireux d'accéder au marché mondial du SCP à bande étroite. Aux Etats-Unis, la tendance est à l'adoption d'une norme *de facto* fondée sur les protocoles ReFLEX™ et InFLEXion™. Ces protocoles, basés sur le protocole FLEX™, font l'objet de licences ouvertes, ce qui permet aux constructeurs de concevoir et de fabriquer leurs produits selon un ensemble commun de spécifications, donc d'assurer une production de masse critique et de fournir des équipements à prix réduit.

3.2 Le protocole ReFLEX™

Le protocole ReFLEX™ prend en charge la radiomessagerie bidirectionnelle à des vitesses de 12 800 bit/s et la messagerie interactive à 25 600 bit/s. La radiomessagerie bidirectionnelle ReFLEX™ est de nature asymétrique, des quantités relativement grandes de données étant transférées du réseau à l'appareil d'abonné mais des quantités minimales de données (100 octets initialement) revenant de l'appareil d'abonné au réseau. Cela permet une signalisation à faible débit binaire sur la voie retour qui réduit le nombre de récepteurs et d'emplacements fixes nécessaires. La structure de coût qui en résulte est plus en rapport avec les coûts de la radiomessagerie traditionnelle qu'avec les solutions sans fil plus onéreuses. Les fonctions d'utilisateur incluent la confirmation des messages, l'origine des messages, les messages sans erreur et la possibilité de transmettre des messages à un ordinateur personnel. Les fonctions de réseau incluent la transmission localisée, la réutilisation des fréquences, la troncature, l'enregistrement et la localisation des messages, ainsi que les transferts à 25 600 bit/s par le réseau dans un canal subdivisé à 50 kHz.

Les systèmes ReFLEX™ sont similaires, par nature, aux systèmes unidirectionnels traditionnels car ils utilisent la diffusion simultanée à l'intérieur des zones (telles que les zones urbaines). Cela signifie que plusieurs émetteurs sont activés en même temps et transmettent le même trafic de messagerie. Toutefois, entre les zones, il est possible de réutiliser les fréquences (ce qui accroît la capacité en abonnés) tout en offrant des possibilités de messagerie bidirectionnelle.

3.3 Le protocole InFLEXion™

Le protocole InFLEXion™ permettra la messagerie vocale et de données à grande vitesse. Avec des débits binaires dépassant 100 kbit/s, le protocole InFLEXion™ permet la réémergence de la radiomessagerie vocale sur le marché mondial de la radiomessagerie ainsi que dans les services de données à valeur ajoutée tels que la télécopie sans fil, la formation d'images et les applications multimédias. Le système InFLEXion™ permet la réutilisation des fréquences fondée sur un nombre de fréquences de sous-canal pouvant aller jusqu'à sept dans le canal à 50 kHz. Cela crée un système de type cellulaire où un emplacement d'émetteur individuel peut être actif et diffuser sur un sous-canal donné, pendant qu'un émetteur adjacent est actif et diffuse sur un sous-canal différent. En outre, des émetteurs correctement espacés peuvent fonctionner sur la même fréquence en transmettant différents messages en même temps.

APPENDICE B

La norme ERMES pour la radiomessagerie

L'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI) a créé un nouveau système de radiomessagerie international appelé ERMES (European Radio Message System) capable d'offrir des services de radiomessagerie améliorés aussi bien aux abonnés nationaux qu'aux abonnés qui se déplacent en dehors de leur pays en Europe. L'introduction d'ERMES a commencé en Europe en 1993. Les caractéristiques techniques et opérationnelles d'ERMES sont indiquées dans l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R M.539-3 intitulée Caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes de radiomessagerie internationaux.

ERMES utilise un protocole synchrone à une vitesse de 6 250 bit/s pour augmenter la capacité en abonnés, améliorer la qualité des messages dans des conditions d'évanouissement du signal et prolonger la durée de vie des piles. Le système fonctionne sur seize canaux contigus à 25 kHz dans la bande 169,4-169,8 MHz et est destiné à assurer des services itinérants dans toute l'Europe.

APPENDICE C

Aspects «SYSTÈMES» de la radiomessagerie**1 Introduction**

La couverture d'un système de radiomessagerie correspond à la région dans laquelle un récepteur de radiomessagerie peut recevoir, d'une manière fiable, la transmission des signaux de radiomessagerie. Les divers facteurs qui déterminent la couverture d'un système de radiomessagerie sont examinés au paragraphe 2.

Pour les systèmes privés sur place, par exemple, ceux qui sont utilisés dans les hôpitaux, les hôtels et les usines, la couverture est limitée et, généralement, un système à un seul emplacement utilisant un émetteur compact, peu coûteux et de faible puissance (jusqu'à 10 W) suffira.

La couverture pour les systèmes de radiomessagerie publique peut varier considérablement du point de vue de l'étendue. Pour une petite ville, un emplacement d'émetteur de radiomessagerie peut être suffisant, mais quand la zone à couvrir est étendue, il peut être nécessaire d'avoir de multiples emplacements d'émetteur. Lorsqu'on utilise plusieurs émetteurs pour améliorer la couverture, il faut recourir aux techniques de transmission simultanée (diffusion simultanée) par tous les émetteurs. Cette question est examinée plus en détail au paragraphe 3.

En outre, la radiomessagerie de «réseau» est examinée au paragraphe 4. Il s'agit d'un dispositif dans lequel les systèmes individuels sont reliés (réseautés) de telle sorte qu'un abonné qui se déplace hors de portée de son système «de rattachement» peut encore être appelé. A cet effet, la demande d'appel initiale est transmise de son système de radiomessagerie «de rattachement» au système de radiomessagerie qui couvre son nouvel emplacement. Le réseautage permet la radiomessagerie à l'échelle nationale pour de grands pays tels que les Etats-Unis. Lorsqu'on emploie des liaisons par satellite dans le réseau, on peut réaliser des installations de radiomessagerie internationales ou mondiales.

2 Couverture**2.1 Facteurs influant sur la couverture**

La couverture d'une station de radiomessagerie dépend des facteurs suivants:

- puissance d'émission;
- sensibilité du récepteur;
- gain d'antenne;
- hauteur d'antenne;
- fréquence de l'émetteur;
- affaiblissement sur le trajet;
- évanouissements.

2.1.1 Puissance d'émission

L'augmentation de la puissance RF de l'émetteur à la sortie est évidemment un moyen d'étendre la zone de couverture mais, très souvent, une méthode plus efficace d'améliorer la couverture consiste à augmenter la hauteur d'antenne de la station de base. Dans la plupart des cas, l'analyse montre qu'en doublant la puissance d'émission, on n'augmente que de 1,4 fois le champ au point de réception, alors qu'en doublant la hauteur d'antenne, on double presque ce champ.

2.1.2 Sensibilité du récepteur

La sensibilité du récepteur détermine le champ dont un récepteur de radiomessagerie a besoin pour répondre à un appel. Un récepteur de radiomessagerie ayant une haute sensibilité de réception est souhaitable car cela signifie qu'un champ plus faible est suffisant pour répondre correctement aux limites de la zone de couverture. En utilisant des appareils de radiomessagerie plus sensibles, on obtiendra une couverture plus vaste par rapport à des récepteurs moins sensibles. La

sensibilité du récepteur dans les applications vocales analogiques est généralement définie en termes de niveau d'entrée du signal nécessaire pour produire un certain rapport signal bruit audiofréquence (généralement 20 dB) à la sortie du récepteur. La sensibilité du récepteur pour les systèmes numériques est spécifiée en termes de niveau du signal nécessaire pour obtenir un TEB (taux d'erreur sur les bits) ne dépassant pas 1%.

2.1.3 Gain d'antenne

Le gain d'antenne mesure la directivité de l'antenne. Il indique dans quelle mesure l'antenne dirige l'énergie électromagnétique dans une direction et non d'une manière égale dans toutes les directions. Par exemple, une antenne ayant un gain unitaire n'aura pas de directivité. Le gain est un moyen qui permet d'améliorer la couverture d'un système de radiomessagerie. Le concepteur doit arbitrer entre l'utilisation d'une antenne avec gain et l'utilisation d'une antenne à gain unitaire avec un émetteur de grande puissance. Cependant, une trop grande directivité des antennes peut créer un problème, à savoir le passage du faisceau au-dessus des usagers proches de l'émetteur.

Une antenne équidirective rayonne l'énergie électromagnétique d'une manière égale dans toutes les directions dans le plan horizontal alors qu'une antenne directive assure un gain relativement plus élevé dans une direction particulière. On choisit et on aligne/ajuste le type d'antenne approprié de manière à obtenir un diagramme conforme à la couverture désirée. Parfois, le diagramme de couverture est également ajusté avec des antennes directives pour réduire les brouillages avec d'autres systèmes de communication qui utilisent une fréquence identique à celle du système de radiomessagerie ou voisine de cette fréquence.

2.1.4 Hauteur d'antenne

Comme on l'a vu plus haut, l'augmentation de la hauteur d'antenne est une solution intéressante pour accroître la puissance de sortie de l'émetteur afin d'obtenir une meilleure couverture. Pour augmenter la hauteur d'une antenne, il faut généralement utiliser une plus longue ligne d'alimentation avec des affaiblissements additionnels de ligne, donc effectuer des choix de compromis pour l'ensemble du système. Généralement, les émetteurs sont placés au sommet de hauts bâtiments ou de collines pour gagner une hauteur, donc une couverture supplémentaire. S'il n'y a aucun bâtiment à l'emplacement souhaité, on construit parfois un pylône avec une clôture de protection à la base et avec l'antenne montée aussi haut que possible.

2.1.5 Fréquence de transmission

Les fréquences largement utilisées pour la radiomessagerie sont les bandes d'ondes métriques basse fréquence (40 MHz) et haute fréquence (150 MHz), les ondes décimétriques (450 MHz) et la fréquence 900 MHz. Dans certaines régions du monde, la fréquence de 280 MHz est également disponible. Généralement, la pénétration du signal transmis à travers les bâtiments est meilleure aux fréquences supérieures. Les arbres et le feuillage tendent à atténuer davantage le signal aux fréquences supérieures.

2.1.6 Affaiblissement sur le trajet

Il s'agit ici de l'affaiblissement du signal lorsqu'il se propage de l'antenne de l'émetteur au récepteur de radiomessagerie. Une composante de cet affaiblissement sur le trajet résulte de l'étalement de l'onde lorsqu'elle se propage en espace libre. L'affaiblissement sur le trajet dû à l'étalement de l'onde lorsqu'elle se propage en espace libre (ou dans l'atmosphère) est le même à toutes les fréquences parmi les antennes ayant une ouverture constante avec la fréquence. Lorsque le trajet est long ou que la hauteur d'antenne est faible et que la transmission est donc voisine du sol, la présence du sol modifie la propagation des ondes radioélectriques de telle sorte que le champ reçu est généralement inférieur à celui auquel on s'attendrait pour la propagation en espace libre.

Les autres contributions à l'affaiblissement sur le trajet résultent de l'obstruction par la Terre elle-même appelée affaiblissement de diffraction dû au signal qui rase la surface de la Terre ainsi qu'aux collines, aux arbres et aux bâtiments.

2.1.7 Évanouissement

L'évanouissement est un phénomène par lequel le niveau du signal varie sur de courtes distances en raison de la propagation par trajets multiples. En outre, avec la variation des conditions atmosphériques, le trajet de transmission sera modifié (courbé vers le haut ou vers le bas), ce qui peut augmenter ou diminuer le dégagement effectif du trajet.

L'importance de l'évanouissement par trajets multiples augmente généralement avec la fréquence et on peut la prévoir en utilisant des méthodes statistiques. On ajoute souvent une marge de sécurité lors des calculs de la couverture pour tenir compte de l'évanouissement.

Pour vérifier si un emplacement est situé dans la zone de couverture d'une station de radiomessagerie, on calcule le champ à cet emplacement. On l'obtient en commençant par la puissance émise, en ajoutant les gains et les affaiblissements de l'antenne et en soustrayant tous les affaiblissements sur le trajet mentionnés ci-dessus ainsi que tous les affaiblissements dus aux lignes de transmission, aux connecteurs ou aux filtres.

3 Diffusion simultanée

La «diffusion simultanée» est une méthode fiable qui permet d'obtenir une couverture étendue. Elle consiste à envoyer le signal de radiomessagerie à partir de plusieurs émetteurs de radiomessagerie exactement au même instant. Cette technique a l'avantage évident de couvrir une plus large zone résultant de la combinaison des zones de couverture des divers émetteurs. Elle offre d'autres avantages indiqués ci-après:

3.1 Avantages opérationnels de la diffusion simultanée

- Il s'agit d'une autre méthode d'obtention d'une zone de couverture étendue, par séquençage des émetteurs. Les émetteurs sont activés et manipulés par déplacement de fréquences multiples, d'une manière séquentielle. Le séquençage des émetteurs autorise moins d'appels par canal en raison du temps nécessaire pour communiquer avec un appareil de radiomessagerie. Les émetteurs/fréquences multiples utilisent peu efficacement le spectre, c'est-à-dire qu'ils nécessitent l'utilisation d'une partie encore plus grande de la largeur de bande radioélectrique déjà limitée.
- Une fonction spéciale de «secteur» qui peut être intégrée dans un système de diffusion simultanée permet de programmer les émetteurs par secteurs. Chaque secteur peut avoir plusieurs émetteurs. La commande de secteur permet de n'utiliser et de ne manipuler que le groupe d'émetteurs nécessaire pour un service particulier. On peut ainsi appliquer des tarifs différentiels aux clients.
- Les affaiblissements par obstruction dus aux collines, aux arbres et aux bâtiments sont considérablement réduits par des configurations d'émetteurs multiples. Par exemple, si un récepteur est occulté par une colline vis-à-vis d'un émetteur, il est hautement probable qu'un second émetteur aura un trajet dégagé.

3.2 Conditions de fonctionnement

L'utilisateur établit un appel à l'aide d'un codeur et/ou d'un terminal. Le régulateur peut être intégré dans un terminal de radiomessagerie ou être autonome. Les signaux de radiomessagerie sont envoyés à un système de distribution, qui peut être une ligne câblée ou une liaison radioélectrique.

Dans la diffusion simultanée, les paramètres suivants sont soumis à des marges étroites de tolérance:

- fréquences porteuses relatives des émetteurs de radiomessagerie;
- phases audiofréquence relatives émanant des émetteurs de radiomessagerie;
- niveaux audiofréquence relatifs de l'émetteur de radiomessagerie.

Les émetteurs de radiomessagerie incorporent des oscillateurs ultra-stables pour assurer le maintien de toute différence de fréquence porteuse des émetteurs de radiomessagerie. En raison de la différence de distance du terminal de radiomessagerie aux divers émetteurs, les signaux audiofréquences arrivent aux émetteurs à des instants différents, c'est-à-dire qu'ils arrivent déphasés les uns par rapport aux autres. On utilise des égaliseurs audiofréquence, qui sont des éléments à retard variable, aux stations de base pour tenir compte de ce décalage de phase indésirable.

On effectue également des ajustements précis des niveaux audiofréquence des émetteurs pour optimiser le système en vue de la diffusion simultanée.

4 Radiomessagerie de réseau

Il s'agit d'un dispositif dans lequel les abonnés de radiomessagerie peuvent être alertés même lorsqu'ils se déplacent entre des villes ou des Etats ou encore au-delà des frontières nationales. Les divers terminaux de radiomessagerie sont raccordés de manière à former un réseau de terminaux de radiomessagerie. Chaque terminal commande sa propre zone de couverture mais, lorsqu'un abonné se déplace au-delà d'une zone de couverture, la demande d'appel est transmise par le réseau au terminal de radiomessagerie qui couvre le nouvel emplacement de l'abonné. Cela exige que l'abonné de radiomessagerie informe le système de ses déplacements et de ses emplacements.

Pour la communication entre les terminaux de radiomessagerie réseautés, on a élaboré divers protocoles de communication. Un protocole de communication est défini comme un ensemble de règles destinées à faciliter le transfert efficace et fiable d'informations entre deux stations. Par exemple, un protocole peut spécifier que l'information doit être divisée en paquets d'une certaine taille et que l'envoi des informations d'adresse de destination doit précéder celui des données. En outre, s'il y a des erreurs dans un paquet reçu, la station de destination demandera la retransmission de ce paquet par l'expéditeur.

Les protocoles privés sont incompatibles les uns avec les autres. Lorsqu'on utilise des protocoles privés, on ne peut donc établir des réseaux de radiomessagerie qu'à l'aide de terminaux de radiomessagerie provenant d'un seul fournisseur.

Pour permettre l'interconnexion des équipements de différents fabricants dans des réseaux de radiomessagerie, il faut utiliser des «centres de transit». Ce sont essentiellement des passerelles qui effectuent une conversion des protocoles. Ils servent d'interprètes en permettant aux réseaux d'équipements incompatibles de «converser» et d'interfonctionner. Une meilleure solution consiste à utiliser un protocole normalisé de l'industrie (non privé), tel que le protocole X.25 et le Teleocator Network Paging Protocol (TNPP).

Le TNPP est un protocole largement reconnu et employé pour la création de réseaux de terminaux de radiomessagerie provenant de différents fabricants. On peut également l'utiliser dans le cas de réseaux de terminaux de radiomessagerie similaires. Il s'agit d'un protocole de communications numériques point à point assurant la transmission fiable d'informations d'un terminal de radiomessagerie à l'autre. L'acheminement des demandes d'appel par le réseau n'est pas traité dans les spécifications TNPP, car il s'agit d'un protocole point à point. Mais, dans un vaste réseau de terminaux de radiomessagerie, l'acheminement de réseau doit s'effectuer efficacement. Dans la plupart de ces réseaux, on utilise donc des algorithmes d'acheminement pour transférer les demandes d'appel entre un ou plusieurs nœuds.

Le TNPP ne se limite pas au raccordement de terminaux de radiomessagerie par des lignes câblées. Les demandes d'appel peuvent même être diffusées sur un satellite vers des terminaux de radiomessagerie situés à des emplacements lointains, ce qui permet d'étendre la couverture de radiomessagerie au-delà des frontières internationales. Dans ce système de réseau à satellite, le protocole assure la remise fiable de données en les transmettant de nombreuses fois à partir de la source, tout en veillant à ce que les informations ne soient pas reçues en double à la destination. Cette technique de retransmission multiple est nécessaire car les longues distances de communication empêchent d'envoyer des signaux de la destination à la source pour confirmer que les données ont été correctement reçues. On utilise également le TNPP pour assurer des fonctions telles que les communications de courrier électronique (E-mail) et la surveillance d'état à distance.

APPENDICE D

La technologie des systèmes multicanaux transeuropéens (TETRA)**1 Introduction**

L'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI), organisation européenne à but non lucratif, a travaillé à l'élaboration d'une nouvelle technologie pour les radiocommunications mobiles privées (PMR) appelée Systèmes multicanaux transeuropéens (TETRA). En tant que membres de l'ETSI, un certain nombre de pays ont participé avec d'autres grands fabricants à la définition de la norme TETRA et à la mise au point de systèmes de radiocommunications conformes à cette nouvelle norme.

Le texte ci-après explique comment la norme a été établie, quels sont les raisons et les avantages de la nouvelle technologie TETRA, quel rapport elle a avec les systèmes multicanaux analogiques et quand elle sera disponible.

2 Qu'est-ce que TETRA?

La technologie TETRA est un ensemble de deux normes générales qui permet les communications vocales et de données dans un groupe fermé d'utilisateurs, tel qu'un parc de véhicules ou un service d'urgence. Elle est plus économique et donne de meilleurs résultats que d'autres technologies privées similaires pour les raisons suivantes:

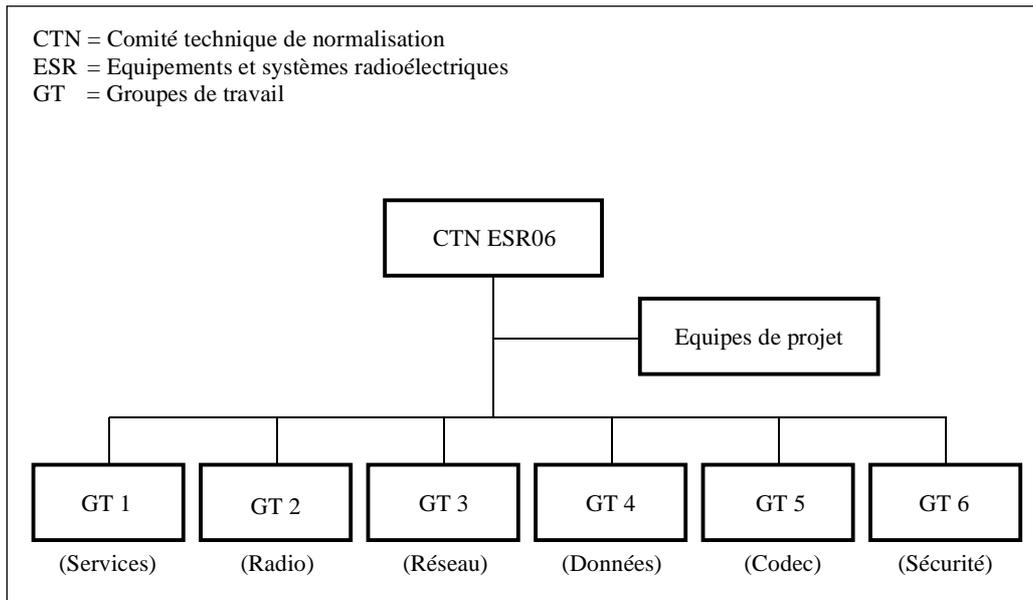
- elle bénéficie des attributions de fréquences à l'échelle européenne;
- elle est numérique, ce qui permet des transmissions de haute qualité pour la parole et les données;
- elle assure des services attrayants tels que le chiffrement, la télécopie, l'image fixe, les services de données, etc.;
- elle traite les données en mode paquet pour un meilleur fonctionnement et des coûts plus faibles;
- elle améliore l'accès aux systèmes et les temps de réponse;
- elle assure des communications directes station mobile/station mobile.

3 La norme TETRA sera-t-elle adaptée aux usagers professionnels?

La norme TETRA est destinée à répondre aux besoins des usagers privés qui doivent posséder leurs propres systèmes de radiocommunications pour des raisons de sécurité ou s'abonner à un service assuré par un exploitant. Historiquement, les systèmes de radiocommunications mobiles privées (PMR) sont apparus pour la première fois comme outil de gestion professionnel à des fins de sécurité (sécurité publique, services publics, transports, etc.) puis ont évolué vers d'autres applications telles que les taxis, les services d'entretien, les livraisons, etc. Dans l'intérêt de l'efficacité et de l'information, les technologies des télécommunications ont évolué de réseaux fixes vers la mobilité de fonctionnement sur le terrain. Aujourd'hui, ces deux outils tendent à former un système de technologie de l'information intégré et moderne pour les sociétés. La norme TETRA constituera un moyen économique de transmettre des informations vocales et de données à des appareils distants dans la zone d'exploitation de l'organisation utilisatrice.

4 Comment la norme TETRA a-t-elle été établie?

L'Institut européen de la normalisation des télécommunications a un Comité technique de normalisation N° 6, Equipements et systèmes radioélectriques (CTN ESR06), constitué d'un certain nombre d'équipes de projet et de groupes de travail. L'organigramme ci-après indique comment ce Comité est structuré et énumère les diverses responsabilités de chaque groupe.



d01

Services (GT 1)

Ce groupe de travail comprend des représentants de grandes organisations d'utilisateurs et de fabricants participants, par exemple, Motorola, Ericsson, Nokia et Philips Telecom, qui ont décidé quels services seraient assurés selon la norme TETRA.

Radio (GT 2)

Ce groupe comprend des experts de l'industrie qui ont décidé comment les radios communiqueraient entre elles en utilisant des signaux radioélectriques numériques et la technologie d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT).

Réseau (GT 3)

Ce groupe de travail a décidé comment un système TETRA serait raccordé à d'autres systèmes TETRA et réseaux existants tels que le réseau téléphonique public commuté (RTPC) et le réseau numérique à intégration de services (RNIS).

Données (GT 4)

L'utilisation de données mobiles était considérée comme un besoin futur important par de nombreux utilisateurs. Ce groupe de travail a décidé comment la transmission de données fonctionnerait avec la norme TETRA et comment des interfaces normalisées de l'industrie seraient établies avec les réseaux de données et les équipements périphériques tels que les ordinateurs personnels et les imprimantes.

Codec (GT 5)

Pour pouvoir compresser les signaux vocaux et les convertir en signaux numériques, il faut un Codeur et un Décodeur, d'où le terme Codec. Ce groupe de travail a étudié plusieurs codecs disponibles de l'industrie répondant aux conditions de qualité vocale et d'efficacité d'utilisation du spectre de la norme TETRA. Un comité externe a choisi un codec en testant subjectivement chaque codec en fonction de plusieurs paramètres tels que la qualité vocale, la lisibilité en plusieurs langues, le fonctionnement sur bruit de fond, le coût, la capacité de mémoire, la vitesse de traitement et la taille.

Sécurité (GT 6)

Étant donné que la norme TETRA est numérique, il devient relativement facile de chiffrer (coder) les signaux radioélectriques afin qu'ils ne puissent être captés et décodés par des personnes malveillantes pratiquant des écoutes illicites. Il s'agit d'une exigence importante pour la défense, la police et d'autres organismes de sécurité. Ce groupe de travail a décidé comment le chiffrement serait intégré dans la norme TETRA.

Equipes de projet

Les équipes de projet sont chargées de convertir les diverses contributions des groupes de travail en un langage technique commun utilisé par l'ETSI dans le document qui définit la norme. Les équipes de projet sont également chargées de définir les essais de conformité des systèmes TETRA afin que toutes les radios produites par différents fabricants fonctionnent sur les systèmes respectifs. Cela est important car les utilisateurs de la norme TETRA pourront ainsi acquérir des radios auprès de plusieurs fabricants, ce qui leur assurera une sécurité d'approvisionnement.

CTN ESR06

Ce comité prend des décisions et formule des recommandations concernant TETRA; il décide par exemple si la norme est suffisamment complète pour être publiée à des fins d'enquête publique. Les décisions sont prises démocratiquement selon le principe «à chaque membre une voix». Motorola a participé, comme membre de l'ETSI, à tous les groupes de travail, à toutes les équipes de projet et au CTN ESR06 depuis que les travaux ont commencé en 1991.

5 Pourquoi normaliser la technologie des systèmes multicanaux numériques mobiles?

De nombreuses raisons ont justifié la création de la norme TETRA, comme indiqué ci-après:

- la nouvelle déréglementation des télécommunications européennes;
- l'apparition de nouveaux exploitants de radiocommunications mobiles à accès public (PAMR);
- l'émergence de nouvelles technologies numériques pour les radiocommunications mobiles;
- l'encombrement du spectre (notamment dans les bandes des radiocommunications mobiles privées en ondes métriques et décimétriques);
- l'évolution des besoins des usagers pour bénéficier de services vocaux et de données par paquets spécialement conçus pour les communications d'entreprise.

Tous ces facteurs ont contribué à la nécessité de normaliser la technologie des systèmes multicanaux numériques mobiles. Du point de vue du spectre, la technologie TETRA peut:

- coexister avec d'autres systèmes de radiocommunications mobiles privées;
- s'adapter aux plans de fréquences harmonisés au niveau européen.

Cela conduit à une solution très attrayante qui, comparée aux systèmes analogiques existants, permet:

- de doubler la capacité en nombre de canaux vocaux, en comparaison avec les canaux RF existants à 12,5 kHz;
- d'augmenter le nombre d'usagers sur un système de radiocommunications grâce au gain obtenu à l'aide des systèmes multicanaux.

6 Quels sont les avantages de la technologie TETRA?

Comparée à d'autres systèmes, la technologie TETRA signifie de meilleurs résultats et une plus grande efficacité d'utilisation du spectre des fréquences. En outre, elle offre les mêmes avantages que ceux que l'on trouve dans de nombreux systèmes cellulaires publics, par exemple ceux qui sont indiqués ci-après:

- couverture à emplacements multiples;
- organisation cellulaire;
- localisation automatique;
- voie de commande;
- commutation électronique;
- logiciel perfectionné.

Cela signifie que les systèmes de radiocommunications fondés sur la norme TETRA assurent des transmissions numériques «intelligentes» selon les besoins des entreprises et/ou la politique des exploitants. En outre, ils offrent des services de données par paquets en mode connexion et sans fil sur la base des Recommandations de l'ISO, ce qui permet aux usagers d'étendre facilement leurs réseaux de données existants. L'extension est un concept sous-jacent de la technologie TETRA. Elle offre aux usagers la possibilité d'adapter aisément leurs réseaux à la croissance des entreprises en termes de trafic et de couverture. La norme TETRA peut, grâce à sa souplesse intégrée, s'adapter à la stratégie de l'exploitant et permet la fourniture de services à des tierces parties.

7 Quels sont les avantages de la technologie AMRT de la norme TETRA?

La technologie d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) offre quatre avantages distincts, comparée aux systèmes de radiocommunications analogiques actuels, comme indiqué ci-après:

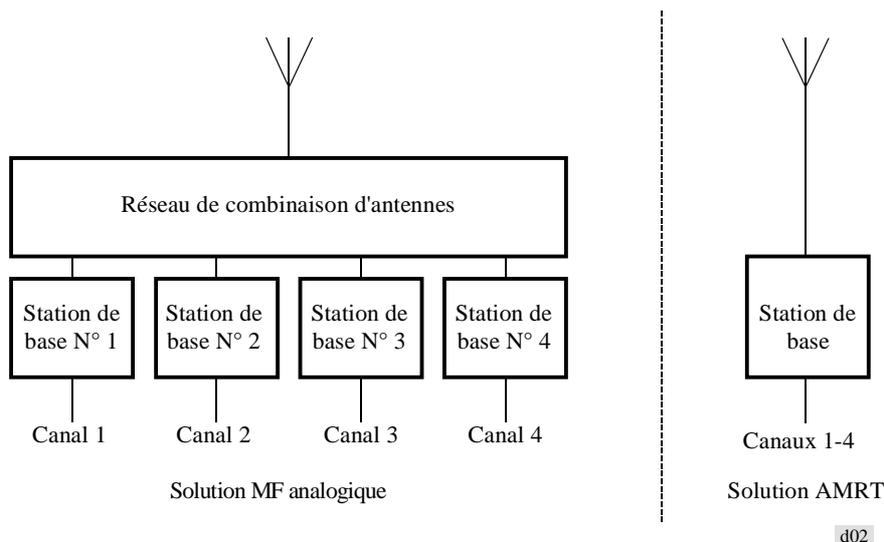
- Quatre canaux sur une seule porteuse RF
- Capacité vocale entièrement duplex
- Voix et données simultanées
- Largeur de bande à la demande

Quatre canaux sur une seule porteuse RF

La possibilité d'insérer quatre canaux sur une seule porteuse RF est une fonction inhérente de la technologie AMRT de la norme TETRA. Etant donné qu'il faut une seule paire de porteuses pour prendre en charge 4 canaux entièrement duplex, une seule station de base est nécessaire au lieu de quatre pour un système analogique équivalent, ce qui permet de réaliser des économies considérables en termes d'espace et de coût. Par exemple, les avantages de la technologie AMRT comparée à la MF analogique sont les suivants:

- Une station de base au lieu de quatre
- Moins d'espace
- Moins de poids
- Moins de consommation d'énergie
- Pas de systèmes de combinaison d'antennes nécessaires

Cela constitue un avantage pour les usagers en raison de la réduction importante des dépenses en capital et des frais d'exploitation associés aux factures de location d'emplacement et de carburant. Même si l'amplificateur de puissance RF linéaire pour l'AMRT exige plus de puissance que la MF analogique, un rapport de quatre stations de base pour une, combiné à la nécessité d'une puissance RF élevée pour surmonter l'affaiblissement du combineur d'antennes impliquera, d'une manière générale, une moins grande consommation d'énergie de la technologie AMRT pour la même PAR.



Emplacement de station de base à quatre canaux (AMRT et MF analogique)

De plus, étant donné que TETRA est un système multicanal, les quatre intervalles de temps des canaux assureront un gain multicanal. Cette relation entre l'AMRT et la MF analogique est indiquée dans les diagrammes de configuration des stations de base ci-dessus.

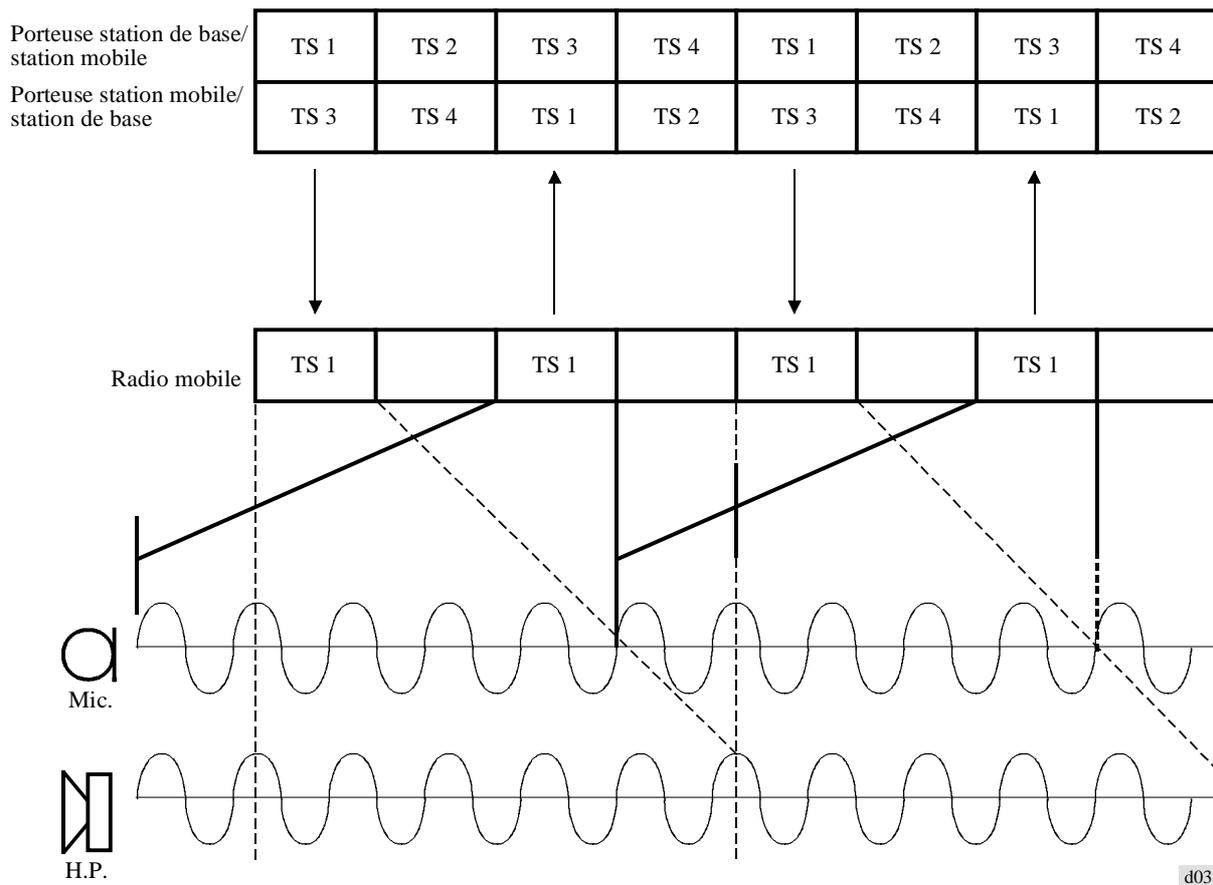
Capacité duplex

De nombreux usagers reconnaissent maintenant l'importance de l'extension des communications téléphoniques classiques à l'environnement des radiocommunications mobiles. Le PMR analogique traditionnel fonctionne généralement en mode simplex à deux fréquences, ce qui signifie que les connexions radiotéléphoniques mobiles fonctionneront également en simplex.

Cela est généralement acceptable pour l'utilisateur des radiocommunications mobiles mais beaucoup moins pour un usager du téléphone non expérimenté. C'est pourquoi l'accès total aux postes PABX sur un central d'entreprise est généralement restreint aux personnes familiarisées avec le fonctionnement et les procédures vocales des radiocommunications mobiles.

La méthode d'accès AMRT de la norme TETRA permet effectivement d'utiliser une radio simplex en duplex car les intervalles de temps sont insérés à des instants différents pour les communications sur les liaisons montantes et descendantes. A cet effet, la radio simplex effectue une commutation rapide entre l'émission et la réception après avoir comprimé le signal vocal pour chaque intervalle de temps de transmission. Le récepteur rétablit le signal vocal sous sa forme originale.

Cette possibilité de parler et d'écouter en même temps permettra aux usagers des radiocommunications et aux abonnés du téléphone de bénéficier de tous les avantages que peut offrir l'interconnexion téléphonique.



Un exemple de fonctionnement duplex est donné sur le chronogramme ci-dessus.

Largeur de bande à la demande

Le débit de données sur un canal radioélectrique est limité par une combinaison du débit binaire maximal admissible, de la largeur de bande de canal et des surdébits pour la détection et la correction des erreurs. Avec TETRA, on peut utiliser une largeur de bande totale de 25 kHz (quatre intervalles de temps) pour la transmission de données ainsi que un, deux, trois ou quatre intervalles de temps pour transmettre des données, ce qui signifie que de nombreuses options de débit de données sont offertes, avec différents niveaux de protection, comme l'indique le tableau ci-dessous.

Intervalles de temps utilisés	Sans protection	Faible protection	Haute protection
1	7,2 kbit/s	4,8 kbit/s	2,4 kbit/s
2	14,4 kbit/s	9,6 kbit/s	4,8 kbit/s
3	21,6 kbit/s	14,4 kbit/s	7,2 kbit/s
4	28,8 kbit/s	19,2 kbit/s	9,6 kbit/s

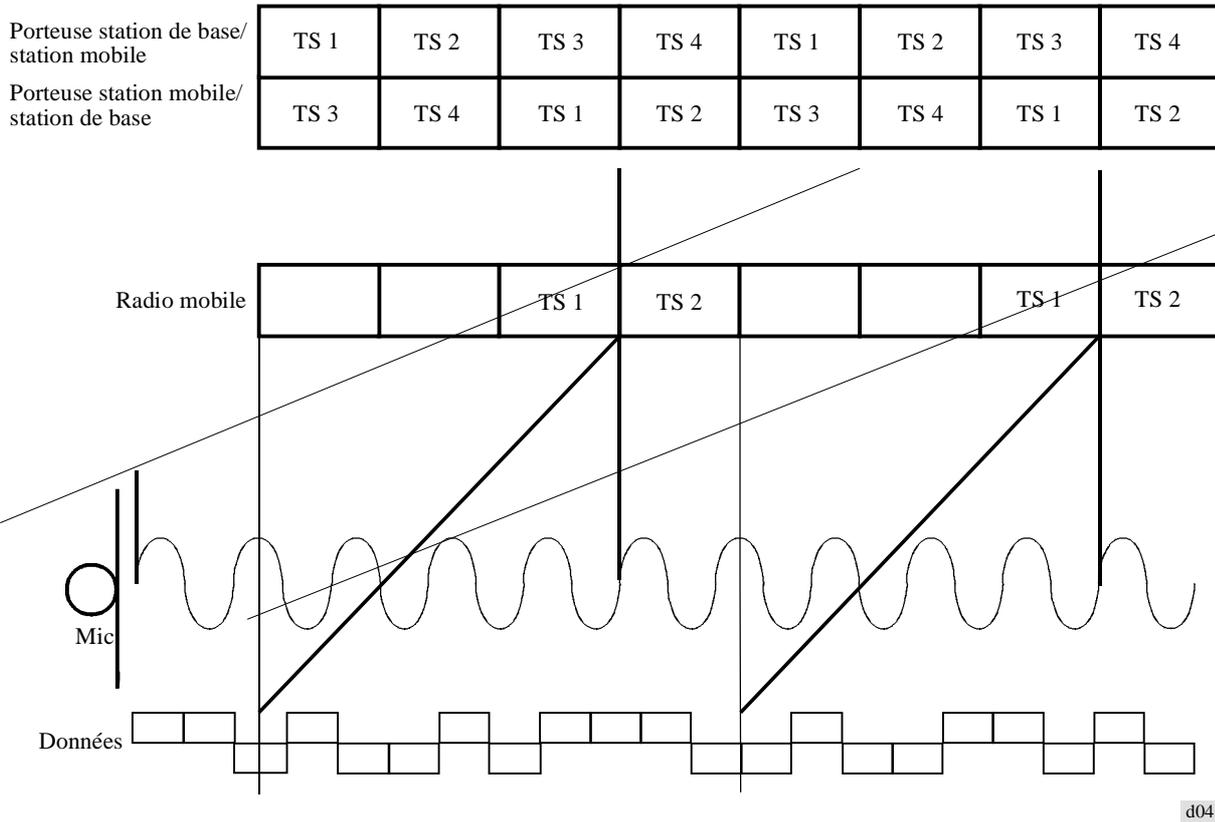
Cette largeur de bande additionnelle, combinée au choix de la protection des données, permet d'obtenir des débits de données non protégés allant jusqu'à 28,8 kbit/s, comparés généralement à des débits de 1,2 kbit/s sur des canaux de radiocommunication de 12,5 kHz à sous-porteuse modulée. Les applications typiques pour la largeur de bande à la demande dépendront de la rapidité avec laquelle l'utilisateur désire obtenir des informations et du débit de données nécessaire. Par exemple, certaines applications qui sont maintenant possibles avec la fonctionnalité de largeur de bande à la demande sont indiquées ci-après:

- Télécopie
- Cartes routières
- Vidéo à balayage lent
- Cartographie numérique
- Empreintes digitales
- Transfert de données
- Images fixes
- Courrier électronique

Capacité voix et données combinées

La nécessité de transférer et d'obtenir des données pendant les déplacements est un besoin qui augmente rapidement dans de nombreuses organisations. Contrairement à la MF analogique, le système TETRA permettra de transmettre à la fois la parole et des données en même temps. Un exemple est donné ci-après.

Outre une amélioration évidente de l'utilisation des canaux, le fonctionnement parallèle de la voix et des données pourrait permettre aux usagers fixes et mobiles de transférer des fichiers entre des PC et d'en examiner le contenu en même temps. Cela assure aussi une plus grande efficacité d'exploitation et une augmentation des applications d'utilisateur pour la parole et les données.



8 Quels sont les avantages de la technique de transmission numérique?

Outre les fonctions AMRT spécifiques de la norme TETRA, l'utilisation de la transmission radioélectrique numérique assure également des avantages additionnels en comparaison avec les radiocommunications analogiques. Par exemple:

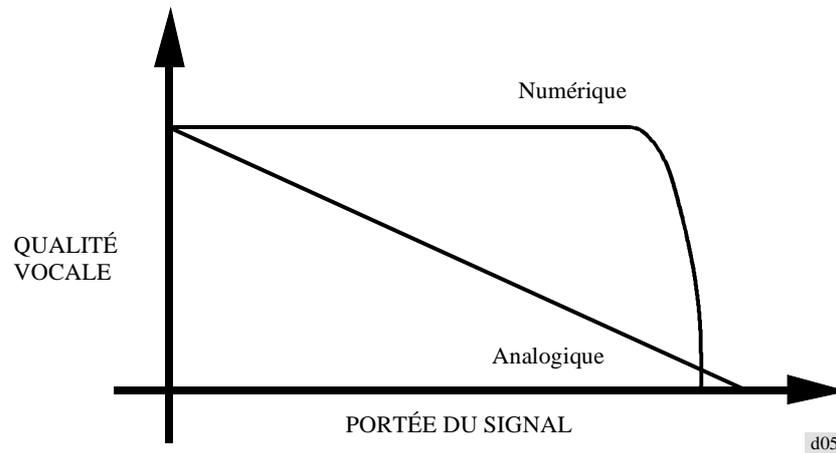
- Qualité de voix constante
- Chiffrement
- Régénération

Qualité de voix constante

Les signaux vocaux analogiques deviennent bruyants et difficiles à comprendre lorsque les usagers opèrent dans des zones à faible champ de signal. Cet effet peut réduire l'efficacité de fonctionnement car les messages sont souvent répétés ou perdus. Le fonctionnement dans ces conditions peut également causer un stress inutile aux usagers des radiocommunications.

Avec la transmission numérique, la qualité des messages vocaux reçus est bonne ou totalement nulle. Tout simplement, le signal transmis numériquement est présent ou non; il n'y a pas de possibilité intermédiaire, ce qui signifie qu'il n'y a aucune différence de qualité vocale perçue entre les messages reçus dans des zones à champ fort ou faible.

Les avantages qui en résultent pour les usagers sont une amélioration de l'efficacité de fonctionnement et une réduction du stress. Le graphique ci-après montre la relation entre la qualité vocale AMRT et MF.



Chiffrement

La nécessité de communications fiables de téléphonie et de données ne se limite pas aux communications des forces armées et de la police. Les organisations privées apprécieraient également de pouvoir empêcher les écoutes illicites de leurs radiocommunications. Même s'il existe des méthodes de sécurité vocale sur les systèmes analogiques, elles assurent généralement un faible niveau de protection et donnent de médiocres résultats dans des systèmes vastes et complexes. Là encore, étant donné que TETRA est numérique, la possibilité d'incorporer le chiffrement numérique est inhérente au système. En outre, il est bien reconnu que le chiffrement numérique offre généralement un haut niveau de sécurité et de protection contre les écoutes illicites. Les usagers de TETRA pourront utiliser leurs propres algorithmes de chiffrement privés ou ceux qui sont offerts par les différents fournisseurs de systèmes TETRA.

Régénération

Tous les éléments de communication dans un système TETRA sont numériques excepté l'interface homme-machine la plus importante pour les communications vocales, à savoir le microphone et le haut-parleur. Cela signifie qu'on peut utiliser la régénération du signal numérique au lieu de l'amplification du signal analogique pour étendre la couverture radioélectrique d'un réseau, qu'il soit régional, national ou continental (par exemple en Europe). On peut théoriquement effectuer la régénération numérique de nombreuses fois sans introduire de dégradation du signal autre qu'un faible retard de transmission.

L'amplification analogique introduit malheureusement du bruit, réduit la réponse en fréquence et augmente la distorsion de phase. Même si les effets défavorables de la réduction de la réponse en fréquence et de la distorsion de phase peuvent être réduits à l'aide de réseaux de compensation relativement coûteux, le bruit ne peut l'être, ce qui se traduit généralement par une médiocre qualité des communications vocales sur les systèmes analogiques à emplacements multiples et à large zone.

Des communications vocales de bonne qualité, quel que soit l'endroit où se trouve un usager des radiocommunications dans un système à emplacements multiples et à large zone, permettent de réduire le nombre de messages répétés ou perdus ainsi que le stress de l'utilisateur. L'avantage qui en résulte pour l'utilisateur est l'amélioration de l'efficacité de fonctionnement ainsi que la réduction éventuelle des coûts d'exploitation en comparaison avec la transmission analogique (le prix des circuits numériques loués devrait baisser).

9 Comparaison entre TETRA et d'autres techniques de télécommunications mobiles

TETRA est souple en termes de couverture mais aussi en termes de services assurés. Que l'on construise un réseau de radiocommunications localisé ou un réseau à l'échelle européenne, TETRA assurera la couverture radioélectrique nécessaire. D'autres technologies mobiles telles que la radiotéléphonie mobile cellulaire utilisent des infrastructures nationales ou régionales (par exemple, paneuropéennes) qui sont basées sur un concept cellulaire et qui peuvent être surdimensionnées pour les usagers de radiocommunications mobiles privées. TETRA permet à un usager d'établir un réseau qui ne couvre que le territoire où les services sont nécessaires. Ici encore, les services assurés sont personnalisés pour répondre aux besoins de l'utilisateur. Le tableau ci-après compare le système TETRA aux systèmes multicanaux analogiques existants.

TABLEAU 5

Comparaison entre TETRA et les systèmes multicanaux analogiques

Caractéristique	Analogique	TETRA
Technologie	Analogique	Numérique
Méthode d'accès	AMRF	AMRT
Modulation	MF	MDPD ¼
Débit binaire brut (bit/s)	1 200	36 000
Nombre de canaux de communications indépendants dans une largeur de bande RF de 25 kHz	2	4
Espacement des canaux	12,5 kHz	25 kHz
Codec vocal	n/a	ACELP
Emplacement unique	Ã	Ã
Emplacements multiples (échelle nationale)	Ã	Ã
Parole ou données duplex	(Note)	Ã
Parole et données simultanées	Non	Ã
Appel de groupe	Ã	Ã
Appel diffusé	Ã	Ã
Appel individuel (appel un à un)	Ã	Ã
Appel prioritaire	Ã (3 niveaux)	Ã (8 niveaux)
Appel d'urgence	Ã	Ã
Messagerie de courtes données	Ã	Ã
Données à grande vitesse (28,8 kbit/s)	Néant	Ã
Chiffrement numérique (sécurité vocale)	Néant	Ã
NOTE – Il existe un nombre limité de radios duplex mais elles sont volumineuses et relativement coûteuses en raison de la nécessité d'avoir un duplexeur d'antenne et un filtrage RF entre les émetteurs et les récepteurs.		

Comparée à d'autres technologies mobiles existantes, la technologie TETRA offre une incomparable palette de services spécialisés pour les communications d'entreprise entre lesquels l'utilisateur peut choisir. En outre, l'utilisateur peut exploiter les capacités de la technologie TETRA pour créer ses propres applications d'entreprise. A mesure que les entreprises évoluent, on peut établir d'autres réseaux TETRA pour répondre aux nouveaux besoins. Les réseaux TETRA peuvent être interconnectés à l'aide de normes reconnues, ce qui permet aux services de radiocommunications mobiles privées de s'étendre conformément aux besoins des entreprises sans être liés aux technologies privées.

10 Quand les systèmes TETRA seront-ils disponibles?

Certains fabricants ont bien progressé dans leurs programmes de recherche et de développement de la norme TETRA. Un fabricant a déjà un système de tests et de développement fonctionnant dans la bande 380-400 MHz. Ce système a été officiellement mis en service le 30 novembre 1994. Le programme de ce fabricant pour le développement et la livraison de produits était le suivant au moment où ce document a été élaboré:

1996 Phase 1

Systèmes de qualité à emplacement unique vendus aux usagers désireux de participer aux essais de fiabilité et de qualité des systèmes, généralement pendant une période de 6 mois.

Ces systèmes auront des fonctions d'appel de base mais sans moyens de lignes câblées ou d'interconnexion téléphonique. Les fonctions actuellement planifiées sont les suivantes:

- Appel de groupe
- Appel diffusé
- Appel d'urgence
- Appel individuel
- Appel prioritaire

1997 Phase 2

Systemes à emplacements multiples avec fonctions additionnelles indiquées, par exemple, ci-après:

- Interconnexion de PABX
- Fusion de groupes de conversations
- Alerte d'appel
- Interruption de régulation
- Adressage par numéros abrégés
- Inhibition radio
- Analyse prioritaire
- Messagerie d'état
- Codage DTMF

1998 Phase 3

Systemes à emplacements multiples et à large zone, avec fonctions d'appel améliorées, données, chiffrement et fonctions d'interconnexion téléphonique PABX/RTPC complètes.

Il est important de noter qu'il sera possible, avec des modules de matériel et de logiciel, d'améliorer les systèmes d'essai Beta en les convertissant en systèmes à emplacements multiples et à large zone avec ensemble complet de fonctions.

Les améliorations et les perfectionnements du logiciel se poursuivront après la phase 2 à intervalles réguliers avec l'introduction de nouvelles fonctions et facilités à mesure qu'elles se développeront.

On suppose que les fabricants Motorola, Philips Telecom, Nokia et Ericsson ont des calendriers similaires pour la sortie de leurs produits.

APPENDICE E

La boucle d'abonné sans fil**1 Introduction**

Il ne fait aujourd'hui aucun doute que l'avènement des nouvelles technologies numériques dans les télécommunications, allié au prodigieux développement de l'informatique sera, à la fin de ce millénaire, à l'origine de profonds changements tant économiques, sociaux que culturels.

Il semble même que nous devenons insensibles aux surprises tant le progrès est rapide. Ainsi, dans les dix ou douze dernières années, les fax, les PC, les téléphones cellulaires font partie de notre quotidien. Les techniques et les services les plus performants tels que la TV haute définition, le multimédia et certains types de réseaux intelligents existent déjà et vont changer radicalement notre façon de vivre et de travailler.

Cause ou conséquence, la libéralisation mondiale des télécommunications a un effet certain sur la façon dont s'opère le changement. De nouveaux opérateurs apparaissent ainsi que de nouveaux services et fournisseurs de services amenant une nouvelle forme de concurrence et de meilleurs prix pour l'utilisateur.

Cependant cette évolution n'est aux yeux de l'utilisateur final que la partie émergente de l'iceberg. La clientèle ne peut en effet imaginer quelles réalités magiques se cachent derrière les abréviations lancées par les experts. Les abréviations RNIS, PCS, DCS1800, DECT, PHS, PACS, UMTS, et autres WLL sont elles-mêmes voilées de mystère. Selon les circonstances, elles représentent soit une technologie, soit une norme, soit un produit, soit même seulement un concept.

L'acronyme qui nous intéresse ici n'a que deux lettres très simples: «LL» pour «Local Loop» (boucle d'abonné), mais, comme la plupart des acronymes il a déjà évolué vers des formes plus complexes par ajout d'un préfixe tel que «R» ou «W» pour «Radio Local Loop» ou «Wireless Local Loop» (boucle d'abonné radio).

2 Que veut dire «boucle d'abonné»?

Le terme «boucle d'abonné» est généralement utilisé pour désigner tout ou seulement la dernière partie du réseau public comprise entre le dernier autocommutateur public et le domicile de l'abonné. En fait cette définition dépend à la fois de la structure du réseau de l'opérateur et de son exploitation.

Afin de lever l'ambiguïté dans ce document, nous utiliserons le terme «boucle d'abonné» pour désigner la totalité du réseau de distribution et d'infrastructure d'accès située entre l'autocommutateur et le domicile de l'abonné. La «boucle d'abonné» comprend donc à la fois le «réseau d'accès» et le «réseau de distribution».

Le terme «réseau d'accès» s'applique à la partie de réseau située entre le domicile de l'abonné et le point géographique de distribution ou de concentration de circuits.

Le terme «réseau de distribution» désigne, quant à lui, la partie de réseau située entre le point de distribution/concentration et l'autocommutateur.

Bien sûr, le réseau de distribution n'existe pas lorsque le point de concentration/distribution est colocalisé avec l'autocommutateur.

Le point de référence entre les réseaux d'accès et de distribution n'est donc pas fixe et dépend de l'opérateur, de l'architecture du réseau et de la technologie utilisée.

Ceci signifie également que plusieurs technologies différentes peuvent être utilisées pour chacune des deux parties de la boucle locale. Ainsi des réseaux hybrides fil/radio ou radio/fil peuvent exister et un grand nombre de configurations sont possibles. Elles dépendront de la topographie, des performances, des services, des coûts, des contraintes réglementaires et d'environnement, de la stratégie de l'opérateur, etc.

3 Quels services?

La gamme des services de télécommunications qui peut être fournie à l'utilisateur est extrêmement large. Cela va du service de base: «Plain Old Telephone Service» (POTS), aux services vidéo interactifs, ceci sans parler de tous les services intermédiaires à valeur ajoutée tels que ceux offrant par exemple la mobilité. Bien entendu, chacun de ces services peut ensuite, suivant la performance et la qualité offerte, être lui-même subdivisé dans sa propre catégorie de services.

Ainsi, à performance de codage équivalente, la qualité d'un système de téléphonie sera d'autant meilleure que le débit de la transmission sera plus élevé; par exemple 64 kbit/s est meilleur que 32 kbit/s qui lui-même est meilleur que 16 kbit/s, etc.

De même, les services vidéo peuvent aller de la transmission d'une simple image en noir et blanc qui est cycliquement «rafraîchie» (par exemple pour de la télésurveillance), jusqu'à de la télévision multicanaux haute définition.

La mobilité elle-même peut revêtir différentes formes selon le type de couverture géographique proposé et le comportement de l'utilisateur (à pied, en voiture, en train, etc.) ou encore selon le type de service demandé (unilatéral ou bilatéral, ou avec ou sans «handover»).

4 Pour qui?

4.1 Les opérateurs

Les besoins des opérateurs sont par nature différents et parfois en contradiction avec ceux des organismes de régulation ou même encore de ceux de leurs propres clients qu'il s'agisse des prestataires de services ou des utilisateurs finaux.

Enfin ils varient encore plus d'un opérateur à l'autre compte tenu de l'environnement concurrentiel.

Selon qu'il s'agisse d'un opérateur existant (préalablement en situation de monopole) ou d'un nouvel opérateur, sa stratégie sera totalement différente. Le nouvel opérateur pourra soit se heurter de front avec l'opérateur existant, soit se démarquer en offrant un service plus attractif (meilleur prix ou meilleure qualité) ou en se focalisant sur de nouveaux segments du marché.

De même il convient de distinguer les pays en développement et les pays développés pour lesquels les services, l'accès aux services, les politiques de développement économique et un certain nombre de facteurs d'environnement doivent également être pris en compte. Ainsi, les opérateurs potentiels de réseaux de «boucle locale» peuvent être classés dans l'une ou l'autre des deux catégories suivantes:

- les opérateurs nationaux publics existants;
- les nouveaux opérateurs publics qui eux-mêmes se subdivisent en:
 - i) opérateurs spécialisés tels que Mercury, Mannesman, Optus, Ratelindo, Shinawatra;
 - ii) opérateurs/fournisseurs de services à valeur ajoutée tels que les «utilities» (eau, électricité), les sociétés de transport, les opérateurs de réseaux de TV câblée, etc.

Hormis les différences financières et les règles de régulation, un élément clé de différenciation entre ces types d'opérateurs repose sur l'état de leurs infrastructures de télécommunications. Les opérateurs existants possèdent déjà des infrastructures dont le déploiement est généralement en rapport avec l'état de développement du pays.

Par contre, les nouveaux opérateurs soit ne possèdent aucune infrastructure (surtout lorsqu'ils envisagent de devenir prestataires de services), soit possèdent déjà des infrastructures qu'ils utilisent pour d'autres services que les services de télécommunications. Certaines de ces infrastructures peuvent alors très efficacement être réutilisées pour exploiter des services de télécommunications (par exemple le projet SFR utilisant le réseau de distribution de TV).

Le tableau ci-après décrit les services supportés par les différentes technologies.

**Technologies et services dans la «boucle d'abonné»
Liste non exhaustive**

Technologies		Services		
		Voix	Données	Vidéo
«Technologie filaire»	Cuivre	1 conversation	Jusqu'à 19,2 kbit/s	Lente
	HDSL	30 conversations	2 Mbit/s	Vidéoconférence
	ADSL	1 conversation	19,2 ou 28,8 kbit/s + 6 Mbit/s	A la demande
	CATV	Possible	Capacité limitée	Diffusion
	Fibre optique	Variable jusqu'à 100 000 conversations	Jusqu'à 10 Gbit/s	Multi-HDTV + interact.
«Technologie sans fil»	Cellulaire analogique	1 conversation par fréquence	Jusqu'à 4,8 kbit/s	Non
	Cellulaire numérique	Variable	> 2,4 kbit/s	Non
	Faisceau hertzien	n × 30 conversations	n × 2 Mbit/s	Diffusion
	Point-multipoint F.H.	n × 30 conversations	16, 32, 64 kbit/s ou n × 64 kbit/s	Vidéoconférence
	Sans fil	12 à 48 conversations/ station	Jusqu'à 4,8 kbit/s ou n × 32 kbit/s	Lente
	Satellite	Selon le type		

4.2 Les abonnés

Les abonnés de la «boucle locale» peuvent être classés en fonction de leurs activités et de leur mobilité potentielle.

Les types d'utilisateurs

Activité	Mobilité		
	Fixe + couverture domicile	Mobilité locale	Mobilité étendue
«Résidentiel»	Sans fil domestique	WLL + quartier + Télépoint	Cellulaire
«Affaires»	PABX sans fil WLAN	Télépoint	Cellulaire Trunk Données mobiles
«PCO» Cabine publique	Cabine téléphonique Télécentres	Télépoint	N.A.

5 Quelle technologie? A quel prix?

Tout opérateur, tout régulateur, tout constructeur et tout utilisateur se pose naturellement ces questions. La masse d'informations, contradictoires ou partiales, disponibles sur le sujet ne permet pas d'y répondre avec l'objectivité nécessaire.

Quelques chiffres, peut-être parce qu'ils sont plus faciles à retenir que d'autres, apparaissent comme parole d'évangile sans relation d'aucune sorte avec la réalité. Selon les études, les coûts varient de 100, 1 000, ou même 10 000 dollars US par abonné.

Pour quel service?, dans quelle configuration?, ces questions restent le plus souvent sans réponse ou partiellement répondues.

En pratique, aucun chiffre ne peut être avancé tant que l'on n'a pas répondu aux questions suivantes:

- **Quels services?** (voix, données, image, vidéo).
- **Pour qui?** (opérateur existant ou nouvel opérateur?, usage domestique ou professionnel?).
- **Avec quelles performances?** (GOS, capacité, qualité phonique, fiabilité?).
- **Dans quelle configuration?** (pays, région, distance, environnement?).
- **Sur quelle infrastructure existante et avec quelle limite de fourniture?:** commutation?, transmission?, équipements de distribution?, terminaux d'abonnés?, alimentations en énergie?, pylônes?, câbles?, antennes?, bâtiments?, intégration?, mise en service?, formation?, exploitation: gestion des abonnés?, facturation?, etc.

Les paramètres sont nombreux et variés et rendent les comparaisons très difficiles.

Notre ambition n'est pas de définir une modélisation qui permettrait de calculer automatiquement la meilleure solution d'un problème aussi complexe. En fait, les paramètres sont non seulement nombreux, mais ils sont également le plus souvent corrélés. L'objectif ne peut alors être que de fournir, dans un nombre limité de configurations typiques, des facteurs de coûts comparatifs tant pour les solutions câbles que pour les solutions radio, étant entendu que le choix d'une ou de plusieurs technologies dépendra des réponses apportées aux interrogations listées ci-dessus.

6 Le DECT

La norme DECT a été développée pour supporter des accès sans fil aux réseaux de télécommunication dans un certain nombre d'applications existantes et futures, par exemple:

- la téléphonie sans fil résidentielle;
- les autocommutateurs sans fil à usage professionnel;
- l'accès aux réseaux publics de type PCS (services de communication personnelle), et boucle d'abonné sans fil (WLL).

En ce qui concerne les applications boucles d'abonnés (WLL), la norme inclut de nombreuses caractéristiques qui assurent les performances requises, par exemple la possibilité d'utiliser une antenne à gain à la station radio terminale de l'abonné pour accroître la couverture radio, ou encore une structure d'identification spécifique pour le WLL.

6.1 Les services DECT

Les services du DECT sont décrits dans le rapport technique d'ETSI ETR043. Ces services et ces «facilités» peuvent être résumés comme suit:

- service téléphonie (POTS): 32 kbit/s codage ADPCM (UIT-T G.726);
- services de données en bande vocale: jusqu'à 2 400 et 4 800 bit/s;
- services numériques (RNIS): profil DECT/ISDN développé par ETSI RES03.

La structure en double «slot» est utilisée pour un canal à 64 kbit/s protégé contre les erreurs et deux «slots» ou plus peuvent être combinées en une pour fournir une liaison à 144 kbit/s pour l'accès 2B+D au RNIS.

6.2 Les caractéristiques du DECT

- le retard total sur l'accès au réseau (round trip) est de 24 millisecondes;
- en ce qui concerne le taux de service (GOS), le DECT a été conçu pour un GOS de 99% et plus.

Ceci grâce aux spécificités suivantes du DECT:

- la structure AMRT multicanaux et la gestion décentralisée des ressources radio;
- la sélection dynamique des canaux;
- le «handover» entre et à l'intérieur des cellules;
- la diversité d'antenne;
- le canal de contrôle robuste et rapide;

- la sécurité de transmission (crypto);
- l'authentification;
- la mobilité.

7 Conclusion

La boucle d'abonné sans fil couvrira sans nul doute une part significative des installations de nouvelles lignes dans les prochaines années. Ceci ne concernera pas seulement les nouveaux opérateurs, mais aussi les opérateurs existants dans les nouvelles zones urbaines, suburbaines et rurales à couvrir pour lesquelles la souplesse d'installation et le coût d'investissement initial sont la clé.

Comme ne manquera pas de le souligner le rapport sur la question 4/2 concernant les communications en zones rurales et isolées, il est important de se rappeler que la boucle d'abonné comprend à la fois les réseaux de distribution et d'accès. Selon certains paramètres tels que la stratégie de l'opérateur, les services à fournir, le coût et les contraintes locales telles que la topographie, la régulation locale et la situation géographique des abonnés qui sont les facteurs les plus critiques, les technologies filaires et/ou radio peuvent être utilisées.

Ceci explique également la différence de coût entre, d'une part, les zones urbaines et suburbaines où généralement le réseau de distribution est réduit au minimum du fait du raccordement pratiquement direct des abonnés à l'autocommutateur local et, d'autre part, les zones rurales pour lesquelles le réseau de distribution compte pour une large part dans le coût global de la boucle d'abonné.

L'évaluation des différents modèles montre que le coût total de la boucle d'abonné peut varier d'un facteur 1 à 5 et plus selon le cas.

Elle montre également qu'aucune des technologies proposées n'est la moins coûteuse dans tous les cas et quel que soit le nombre d'abonnés.

Ceci signifie que, pour faire le meilleur choix, l'opérateur devra rechercher le coût d'investissement initial le plus bas pouvant être amorti au plus tôt en raccordant un nombre suffisant d'abonnés, tout en gardant la possibilité à la fois technique et commerciale d'étendre son réseau au meilleur coût par abonné.

A ce titre, lorsque l'on compare les coûts des différentes technologies dans les différents modèles, il apparaît clairement que le sans fil (cordless) pour la partie accès et le point-multipoint pour la partie distribution sont, individuellement ou en combinaison, les plus appropriés pour couvrir les zones urbaines, suburbaines ou rurales.

Enfin il apparaît que la réglementation existante devra évoluer pour tenir compte des nouvelles technologies qui permettent de partager la même bande de fréquences entre plusieurs opérateurs utilisant la même technologie et pouvant offrir, soit les mêmes services, soit des services différents sur la même zone géographique.

Il est suggéré de se référer au Manuel sur les services mobiles terrestres (y compris l'accès hertzien) Volume 1, élaboré par la Commission d'études 8 de l'UIT-R.

APPENDICE F

Nouvelles technologies

ANNEXE 1

Le Groupe de travail 4B de l'UIT-R remercie la Commission d'études 1 de l'UIT-D pour son étude sur les nouvelles technologies. Le Groupe de travail 4B a identifié les nouvelles technologies suivantes et a inclus ci-après une brève description de chaque technologie:

- Mode de transfert asynchrone (ATM)
- Hiérarchie numérique synchrone (SDH)
- Traitement à bord (OBP)
- Nouveaux systèmes à satellites dans la bande des 30/20 GHz

Le Groupe de travail 4B a admis implicitement que la Commission d'études 1 de l'UIT-D avait disposé des informations contenues dans le Manuel sur le service fixe par satellite et ses Suppléments. Cet ouvrage contient un grand nombre d'informations de base précieuses sur les systèmes à satellites et devrait être très utile à la Commission d'études 1 de l'UIT-D.

Mode de transfert asynchrone (ATM)

Description générale – Le mode de transfert asynchrone (ATM) est un mécanisme de transfert de données qui a été adopté au sein de l'UIT-T et qui est la méthode choisie pour le multiplexage et la commutation du RNIS à large bande (ce qui n'exclut nullement son utilisation pour d'autres applications). Il conditionne les données en paquets dans des cellules de 53 octets (y compris 5 octets d'en-tête/de surdébit) et permet aux usagers d'injecter des données dans un réseau à une large gamme de débits d'information par la même interface usager/réseau, appel par appel. Les octets de surdébit permettent une gestion améliorée du trafic dans ce réseau.

Incidences concernant les satellites – Les signaux ATM peuvent être transportés entre les nœuds/commutateurs ATM par des systèmes de transmission en mode PDH ou SDH (y compris les liaisons par satellite). Les fonctions de commutation basées sur le conditionnement en paquets/cellules et offertes par le mode ATM peuvent être intégrées dans un réseau à satellites (dans les stations terriennes ou à bord des satellites), avec la possibilité d'exploiter l'aptitude inhérente de ces réseaux à partager la capacité de satellite entre un certain nombre d'usagers/de nœuds dans un réseau. Les signaux ATM ont déjà été transportés avec succès par des liaisons par satellite point à point existantes. Il est probable que la commutation ATM dans un réseau à satellites sera disponible dans les quelques années à venir.

Hiérarchie numérique synchrone (SDH)**1 Description du réseau de transport SDH****1.1 Techniques de multiplexage SDH****1.1.1 Structure de base**

Les techniques de multiplexage de base SDH (débit binaire, format et structures de trame) sont décrites dans les Recommandations de l'UIT-T G.707, G.708 et G.709. La hiérarchie multiplex SDH a un débit binaire niveau 1 de 155,52 Mbit/s (STM-1) ainsi que des niveaux plus élevés actuellement définis comme étant les niveaux STM-4 (622,080 Mbit/s) et STM-16 (2,48832 Gbit/s) formés par des signaux multiplex synchrones de niveau hiérarchique inférieur et à entrelacement d'octets.

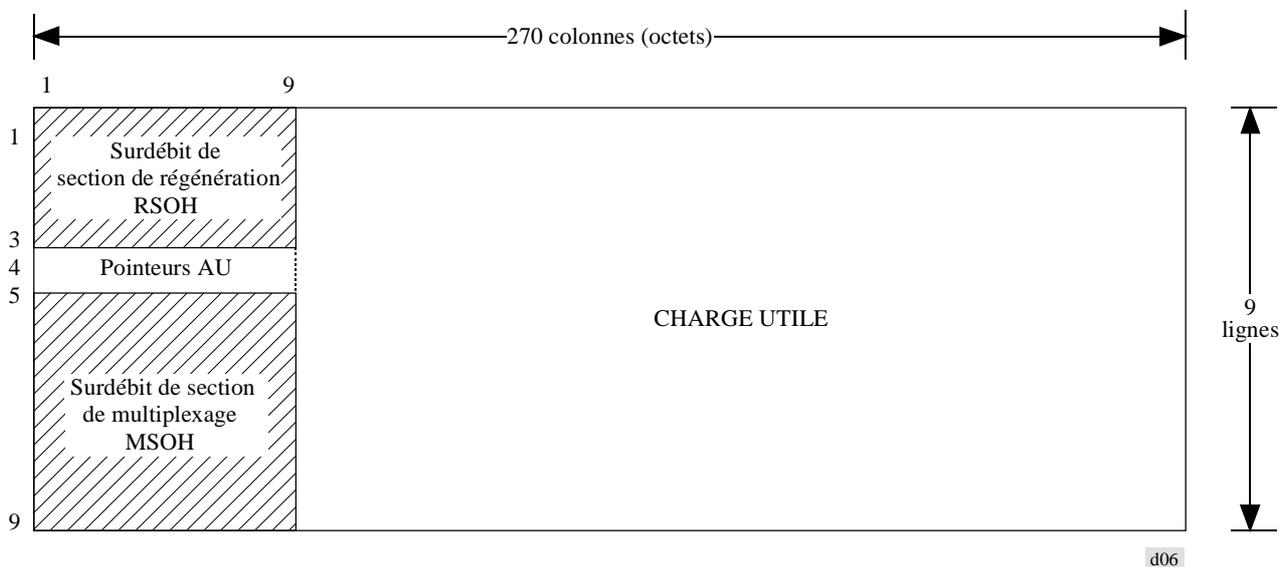
La Figure 1 représente la structure de trame de base d'une durée de 125 μ s du signal STM-1 qui est illustrée sous la forme d'une matrice de 270 \times 9 octets pour faciliter la distinction entre le surdébit de commande et la charge de trafic.

Les deux éléments de signal affluents synchrones SDH les plus petits définis dans le multiplex STM-1 sont le VC-12 (conteneur virtuel 12) et le VC-11. Le VC-12 transporte une charge utile de 2,048 Mbit/s et un surdébit de conduit de 64 kbit/s. Le VC-11 transporte une charge utile de 1,544 Mbit/s.

La transparence de bout en bout au niveau des conteneurs VC est offerte aux utilisateurs du réseau de transport SDH. Des conduits d'ordre inférieur (LOVC) et des conduits d'ordre supérieur (HOVC) sont définis; ils peuvent être configurés avec souplesse de bout en bout ou nœud par nœud.

Les nœuds de réseau dans la hiérarchie SDH sont interconnectés par des sections multiplex, qui peuvent, à leur tour, être constituées d'un certain nombre de sections de régénération. La gestion à distance entre les nœuds est facilitée par des fonctions communiquées dans le surdébit de section multiplex (MSOH) et le surdébit de section de régénération (RSOH). L'attribution de la capacité SOH et l'attribution d'octets à diverses fonctions de gestion ainsi que les fonctions et les protocoles sont décrits dans les Recommandations G.708, G.784, etc.

FIGURE 1
Structure de trame STM-1



1.1.2 Signaux sous-multiplex pour les systèmes de radiocommunication

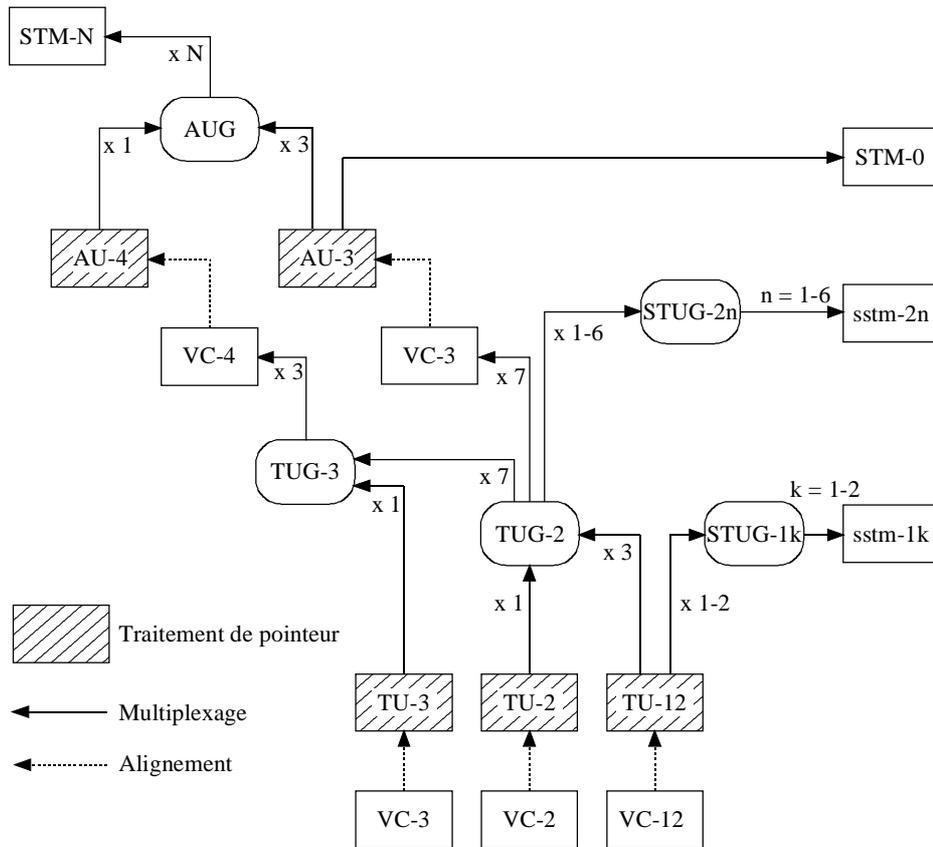
La formation de débits binaires de signal multiplex SDH d'ordre inférieur (à STM-1) pour la transmission des systèmes à satellites est conforme à l'arbre de multiplexage en interfonctionnement de la Figure 2, extraite de la Recommandation G.861 de l'UIT-T, avec l'adjonction de groupes d'affluents de satellite (STUG). Les groupes multiplex d'élément de signal SDH des STUG de différentes tailles sont utilisés comme signaux de bande de base de porteuses AMRF à destinations multiples ou de salves AMRT.

Dans tous les cas, il convient d'appliquer les principes SDH suivants pour former des signaux de satellite sous-multiplex STM-1:

- orientation des octets des signaux multiplex,
- transparence vis-à-vis des éléments de signal SDH de base de niveau minimal et, éventuellement, d'ordre supérieur,
- mise en œuvre d'une quantité suffisante de fonctions de surdébit de section SDH, y compris des fonctions OAM et de gestion de réseau sur les trajets de transmission par satellite et entre les unités SDH dans la bande de base.

FIGURE 2

Voies de démultiplexage/remultiplexage pour la formation de signaux sous-multiplex STM-1 à transmettre dans le SFS



d07

NOTE 1 – La nécessité d'une valeur maximale de n dans STUG-2n est à l'étude.

NOTE 2 – Voies de conversion possibles: STM/-N/AUG/AU-4/VC-4/TUG-3/TUG-2/TU-12/STUG-1k/sstm-1k

STM/-N/AUG/AU-4/VC-4/TUG-3/TUG-2/STUG-2n/sstm-2n

STM/-N/AUG/AU-4/VC-4/TUG-3/TUG-2/VC-3/AU-3/STM-0

STM/-N/AUG/AU-3/STM-0.

1.2 Modélisation du réseau en couches SDH

Considérations générales

La description fonctionnelle du réseau SDH de la Recommandation G.803 de l'UIT-T inclut le concept de modèle stratifié du réseau de transport. Son utilisation par tous les participants au réseau SDH (concepteurs, exploitants, vendeurs d'équipement) est essentielle pour la compatibilité des modes de conception, d'exploitation et de gestion. Dans la Recommandation G.803, deux groupes de couches réseau appropriés pour la conception et la gestion du réseau de transport sont définis. La structure de trame SDH de base de la Figure 2 correspond à l'organisation du réseau en couches logiques:

- La couche conduits constituée de:
 - i) La couche VC (LOVC) d'ordre inférieur.
 - ii) La couche VC (HOVC) d'ordre supérieur.
- La couche sections constituée de:
 - i) La couche sections de multiplexage (MS).
 - ii) La couche sections de régénération (RS).

Le réseau en couches circuits dans le modèle de la Recommandation G.803 représente les applications «client» du réseau SDH (par exemple, RNIS, RTPC, ATM) transportées sous forme de signaux de charge utile SDH.

La couche RS dépend des supports et la couche MS peut dépendre, elle aussi, des supports. Les conteneurs HOVC et LOVC sont conçus de manière à être indépendants des supports et sont des éléments constitutifs permettant de construire, dans leurs couches respectives, des sous-réseaux avec une grande diversité de topologies.

1.3 Extension aux systèmes à satellites SDH

Les Figures 3, 4 et 5 fournissent la représentation de type G.803 d'un système SFS-SDH dans les trois différents scénarios. Les modèles sont modifiés de manière à refléter la transparence du système à une ou plusieurs couches des réseaux de Terre interconnectés. Une couche serveur de satellite à destinations multiples (MDSS) est introduite pour faciliter la modélisation des connectivités à destinations multiples dans les scénarios 2 et 3.

A l'intérieur de la couche MDSS, on peut modéliser avec souplesse les configurations des connexions internes de systèmes à satellites faisant intervenir des multiplex de signal SDH basés sur les niveaux STM-0 ou STUG. Les chemins MD dans la couche MDSS assurent des connexions de liaison avec une simple topologie point à point dans les réseaux en couches conduit client. Les chemins MD se prêtent également à une utilisation comme serveurs de topologie complexe point à multipoint dans les réseaux en couches conduit client (en cours d'étude à l'UIT-T).

Le traitement des signaux SDH dans la couche MDSS est caractérisé par:

- des groupements d'éléments de signal SDH adaptés, d'une manière optimale, au dimensionnement des voies de trafic par satellite (charge utile STUG, STM-0);
- une asymétrie du nombre et de la taille des sections à satellite directionnelles entre des stations terriennes communicantes;
- une visibilité restreinte à partir des chemins de serveur de réseau SDH à terminaison externe.

Les réseaux à satellites formés dans la couche MDSS sont restreints au système SFS-SDH, tandis que les sous-réseaux de type G.803 des réseaux en couches conduit client sont importants du point de vue du réseau de transport SDH global.

La couche MDSS s'étend strictement de la sous-couche inférieure support de satellite à la limite de la (sous)-couche avec le réseau couche client. La limite supérieure dépend de la configuration de réseau SFS-SDH dans laquelle le MDSS est utilisé.

2 Applications du SFS dans les réseaux de transport SDH

2.1 Aspects relatifs au service

Les systèmes à satellites du SFS dans l'un des trois scénarios décrits ici font partie du réseau de transport SDH, contribuant ainsi, à des degrés divers, à la fourniture de services de réseau de transmission efficaces aux usagers des réseaux SDH.

2.2 Aspects relatifs à la gestion de réseau

2.2.1 Considérations générales

L'incorporation de fonctions d'équipement multiplex SDH dans l'équipement de bande de base des systèmes de Terre facilite la similitude des caractéristiques, l'accessibilité, l'uniformité et l'intégration dans la gestion de réseau SDH globale, donc l'amélioration des fonctions de gestion et l'automatisation de ces équipements.

2.2.2 Equipement SDH et blocs fonctionnels de gestion

La méthode de description est conforme au «Modèle de référence fonctionnel» utilisé dans les Recommandations G.782, G.783 et G.784 de l'UIT-T. L'équipement SDH est défini comme un ensemble de blocs fonctionnels uniquement, cloisonnés logiquement pour faciliter la description des fonctions, de l'exploitation et de la gestion de l'ensemble du système. Il n'impose ni n'implique aucun cloisonnement physique aux limites des blocs. Un schéma fonctionnel générique d'un équipement multiplex SDH incluant ses blocs fonctionnels de gestion et de rythme est présenté sur les Figures 6A et 6B, déduites de la Figure 2-1/G.783 et adaptées aux besoins du TBE (équipement de Terre aux fréquences de la bande de base) du SFS-SDH.

Les fonctions d'équipement incluent toutes les fonctions nécessaires pour l'acheminement et la gestion du trafic de l'utilisateur, d'une ou plusieurs interfaces d'entrée à une ou plusieurs interfaces de sortie externes.

La décomposition du TBE du SFS-SDH en quelques blocs fonctionnels pour les trois scénarios de réseau est examinée aux paragraphes 5.1, 5.2 et 5.3.

FIGURE 3
Modèle stratifié de section numérique point à point
du SFS-SDH au niveau STM-1

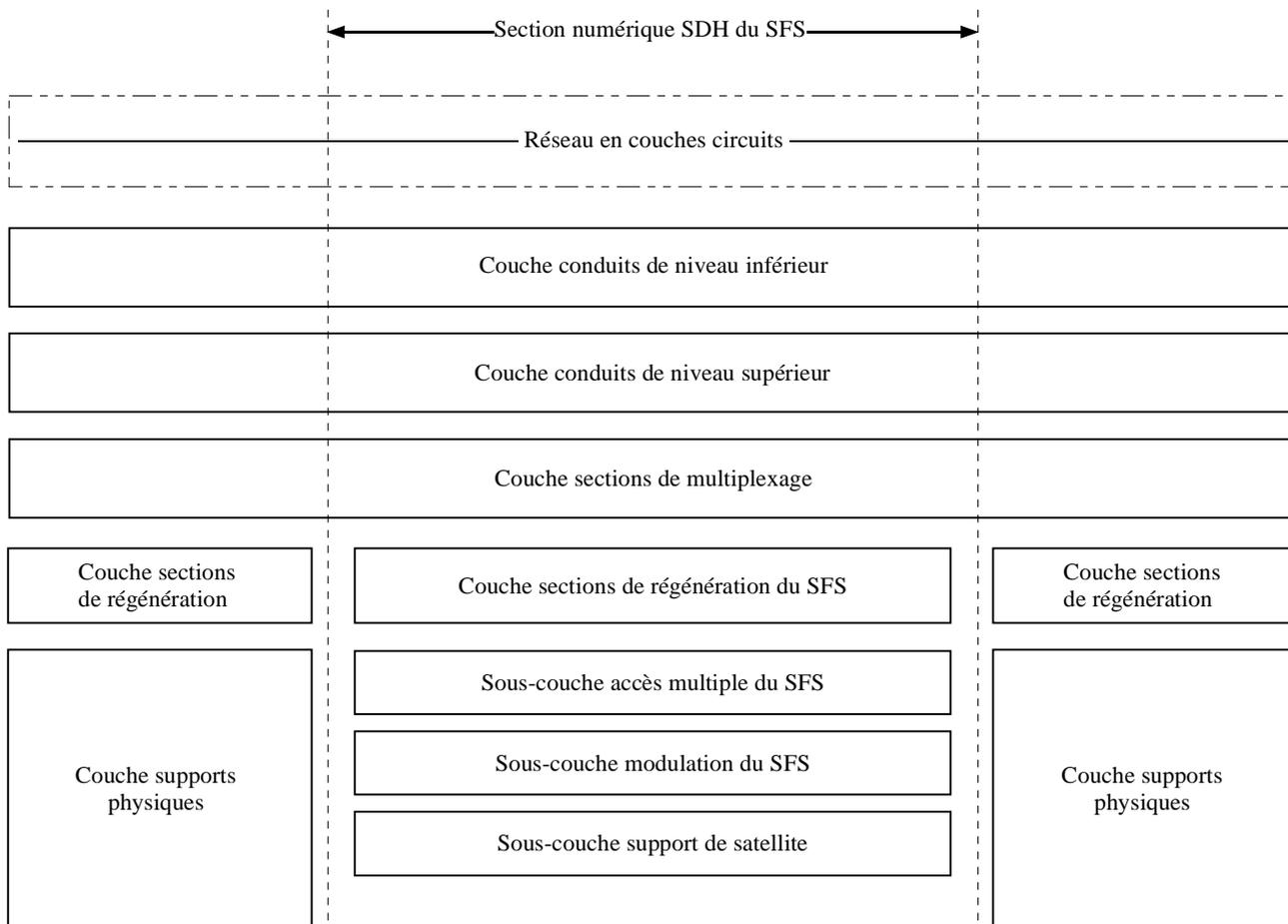


FIGURE 4
Modèle stratifié du scénario 2 avec MDSS

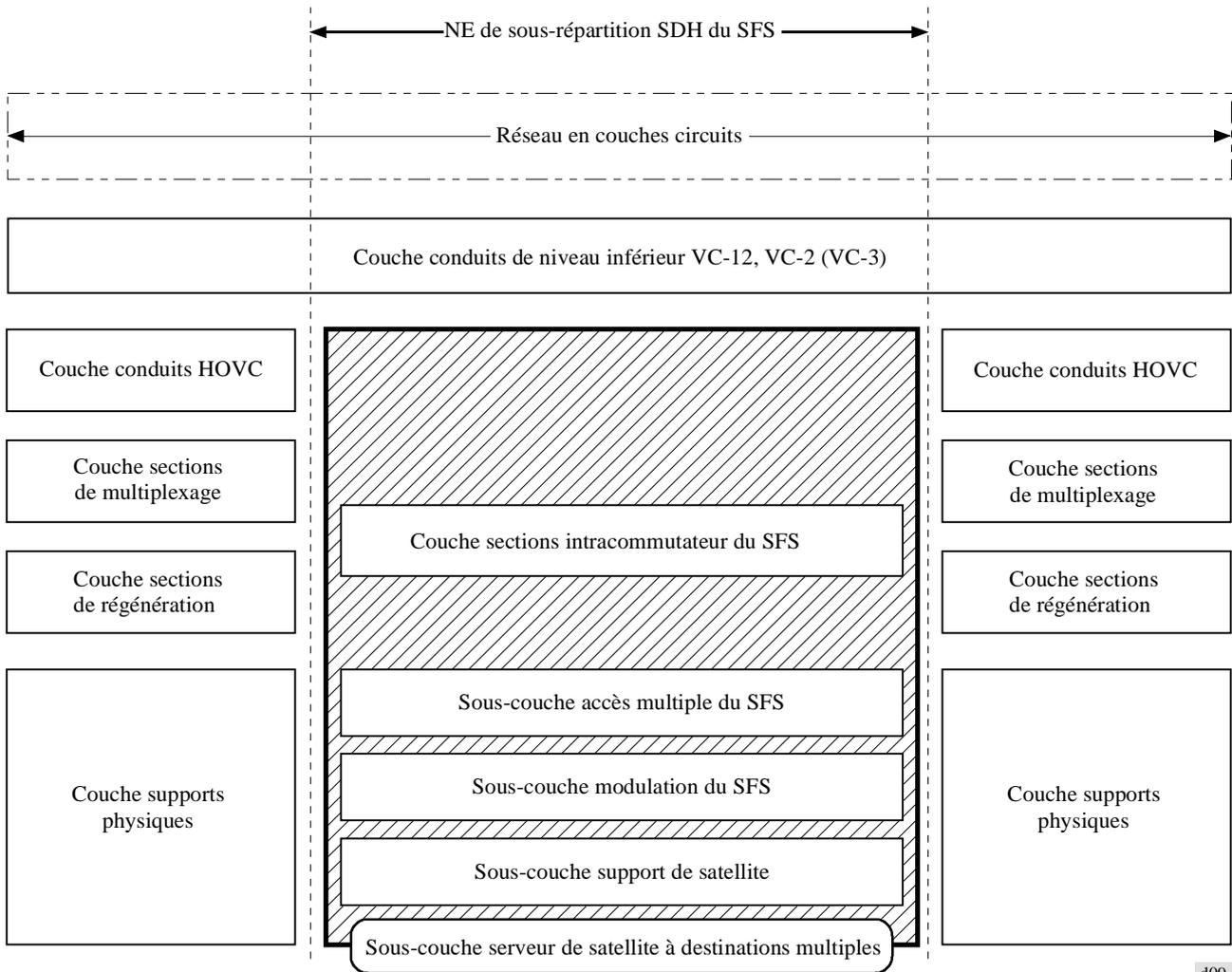


FIGURE 5
Modèle de réseau stratifié du scénario 3 avec MDSS

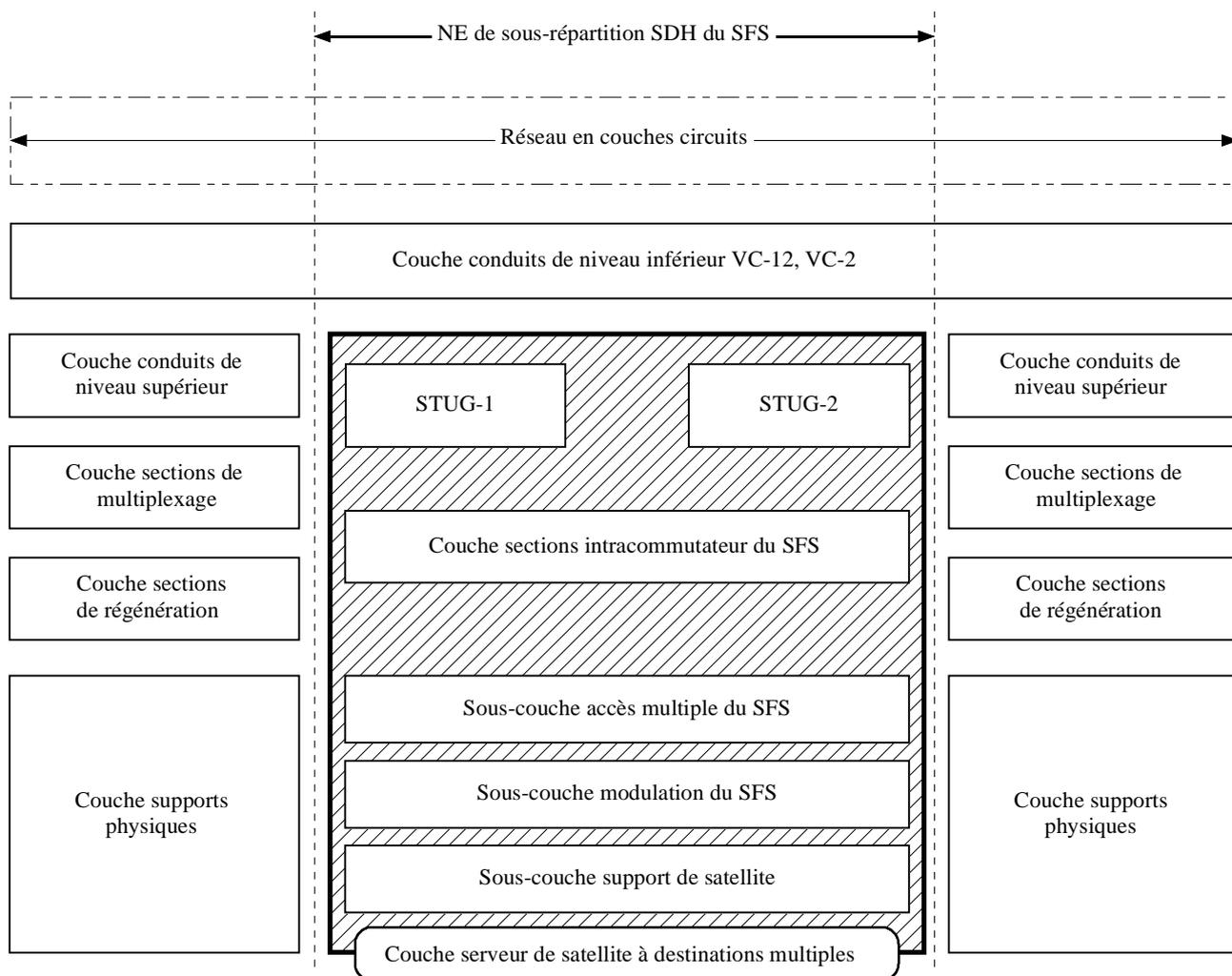


FIGURE 6A

Schéma fonctionnel général du TBE basé sur la hiérarchie SDH
(blocs fonctionnels de transport)

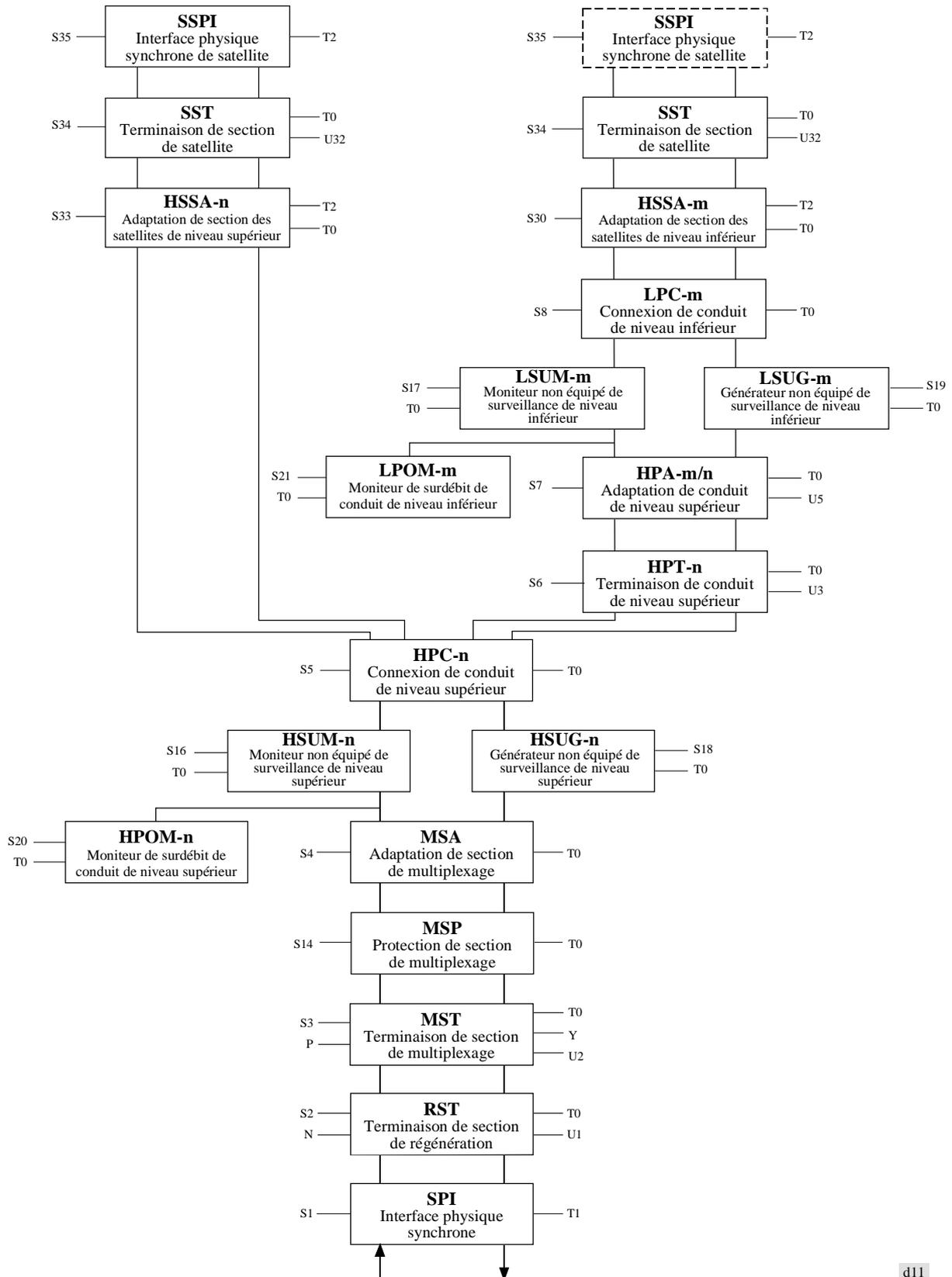
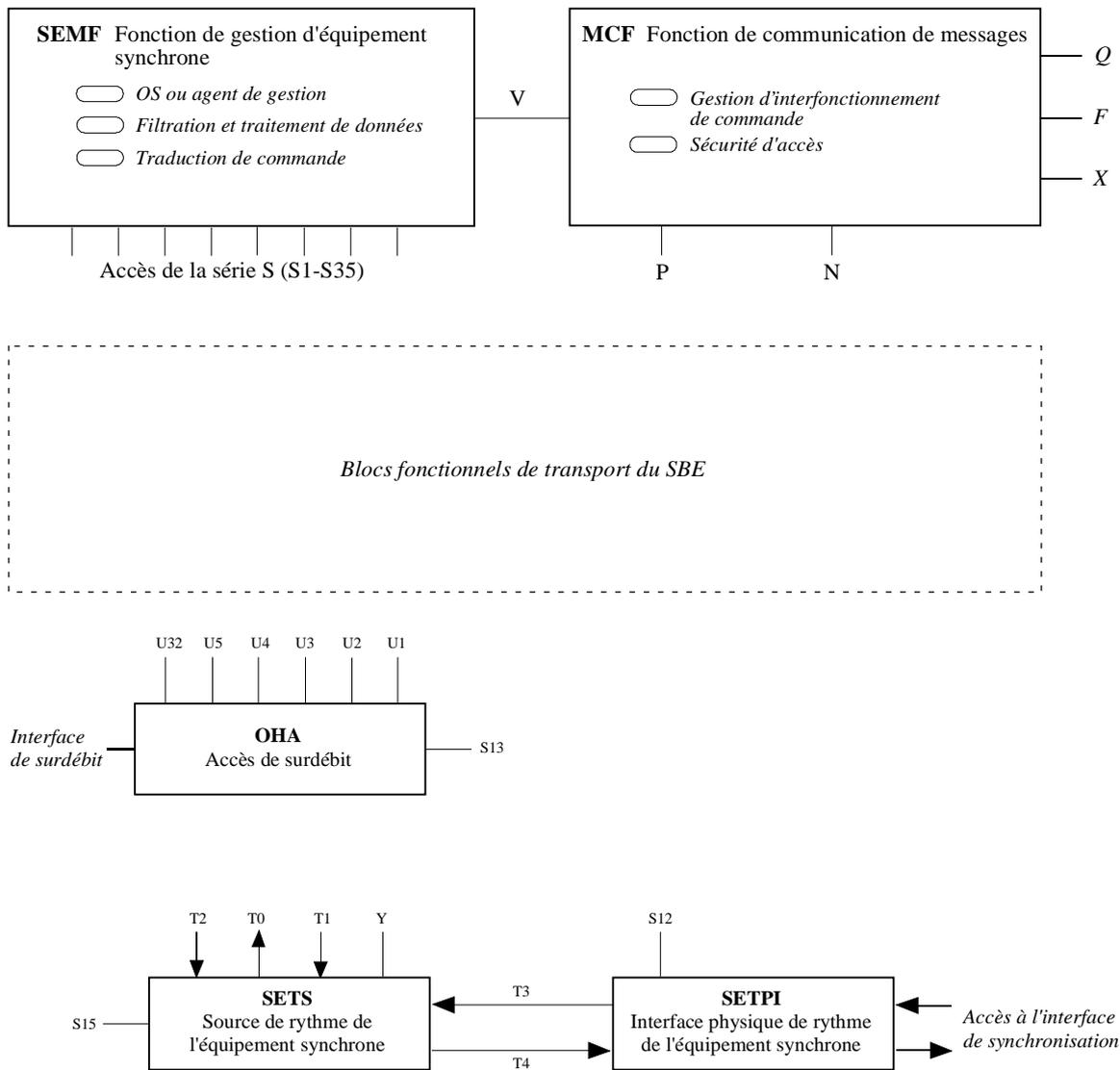


FIGURE 6B

**Schéma fonctionnel général du TBE basé sur la hiérarchie SDH
(blocs fonctionnels de rythme et de gestion)**



d12

Traitement à bord (OBP)

Les satellites qui utilisent le traitement à bord (OBP) convertissent le trafic sur les liaisons montantes en bande de base (forme numérique) sur l'engin spatial et appliquent des techniques de traitement des signaux numériques pour corriger, acheminer, commuter, dupliquer, reformater ou encore manipuler les signaux avant de les retransmettre (vers une autre station au sol ou un autre satellite par une liaison intersatellite).

L'utilisation de l'OBP présente plusieurs avantages distincts sur les systèmes à satellites sans traitement, par exemple la possibilité pour le satellite de servir de nœud de commutation dans un réseau numérique, la réduction éventuelle de la complexité inhérente au secteur terrestre, la réduction des marges de liaison requises dues au gain de traitement de régénération des signaux à bord (théoriquement 3 dB ou moins) et la possibilité d'un plus grand degré d'autonomie de l'exploitation du secteur spatial.

Les satellites OBP offrent généralement des faisceaux ponctuels de grande puissance qui peuvent, aux fréquences supérieures, être assez étroitement focalisés sur des zones de couverture bien définies. Les systèmes employant des faisceaux ponctuels «à repointage» avec des empreintes relativement petites conjointement avec l'acheminement des signaux à bord peuvent assurer des débits de données très élevés à de larges zones de couverture. La plupart des systèmes OBP actuels ou en projet fonctionnent dans la bande Ku et les fréquences supérieures.

Nouveaux systèmes à satellites dans la bande des 30/20 GHz

Géostationnaires

A la suite de la prolifération des systèmes de communication à satellites géostationnaires dans les bandes de fréquences des 6/4 GHz et 14/12 GHz, de nouveaux systèmes à satellites ont été proposés dans la bande des 30/20 GHz. En particulier, quelques nouveaux systèmes de communication à satellite dans la bande des 30/20 GHz sont planifiés pour le SFS/GSO et d'autres devraient être opérationnels d'ici à l'an 2001.

Ces systèmes auront tous la capacité d'assurer des communications internationales et nationales. En outre, ils offriront probablement une large gamme de services publics et privés allant des services traditionnels de données à faible vitesse, de télécopie et de téléphonie aux services à large bande tels que la vidéoconférence, la diffusion vidéo, les données à grande vitesse, etc.

En outre, les systèmes à satellites dans la bande des 30/20 GHz seront caractérisés par de plus petits faisceaux, avec des densités d'énergie plus élevées que celles des systèmes dans les bandes des 6/4 GHz et 13/11-12 GHz, et pourront donc nécessiter des terminaux terriens plus petits (donc moins coûteux) susceptibles d'être installés dans les locaux des clients.

Certains des systèmes qui ont été proposés peuvent inclure le traitement à bord (OBP) et d'autres peuvent assurer des services en mode ATM.

Non géostationnaires

La technologie du service fixe par satellite en orbite basse à 20 et 30 GHz permet d'assurer à tous les pays du monde un accès sans fil abordable aux communications numériques à large bande améliorées, avec les caractéristiques des communications à fibres optiques et à faible temps de propagation. Des centaines de satellites capables d'envoyer et de recevoir des communications numériques par paquets dans toutes les régions du monde constituent une utilisation égalitaire de la technologie qui traite de la même façon les pays en développement et les pays développés, avec la même densité de communications disponible pour chacun. La faible longueur de trajet vers les satellites en orbite basse permet un grand nombre de canaux à basse puissance par satellite et contribue à la grande capacité et au faible coût de ces systèmes. Les petites cellules terriennes fixes créées par le satellite permettent une réutilisation multiple des fréquences, donc une haute densité de communications. De petits terminaux fixes peu coûteux peuvent relier des zones distantes par des communications vocales, de données et vidéo, contribuant ainsi au développement économique, à la santé et aux services publics dans tous les pays, et peuvent également établir des connexions avec d'autres pays.

ANNEXE 2

Liste des nouvelles technologies actuellement étudiées par la CE 8 de l'UIT-R**1 Futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (FSMTPT)**

Les études de l'UIT-R sur les FSMTPT visent à assurer des télécommunications mobiles partout et à tout instant. Ces études ont pour but de mettre au point des systèmes qui pourraient être utilisés au voisinage de l'an 2000 et qui fonctionneront dans une bande de fréquences voisine de 2 000 MHz.

Les études concernent un certain nombre d'environnements de radiocommunication, des cellules «pico» intérieures avec une très grande capacité à la couverture par satellite en passant par les grandes cellules de Terre extérieures. L'un des principaux objectifs du travail de normalisation de l'UIT-R sur les FSMTPT est d'optimiser la similitude entre les diverses interfaces radioélectriques pour simplifier la construction de terminaux mobiles multimodes couvrant plusieurs environnements radioélectriques.

Une partie importante des études de l'UIT-R sur les FSMTPT est consacrée aux possibilités pour ces techniques de radiocommunications mobiles d'assurer un accès économique et souple aux réseaux de télécommunications mondiaux dans les pays en développement et certaines régions sous-développées des pays développés.

Actuellement, un certain nombre de systèmes mobiles numériques ont été normalisés dans certaines régions et il est prévu d'en définir d'autres dans un proche avenir; on les appelle parfois des systèmes de «deuxième génération». Les systèmes de deuxième génération incluent divers systèmes de radiomessagerie, sans fil, cellulaires, de données mobiles et à satellites.

Les FSMTPT sont des systèmes de troisième génération qui visent à unifier les divers systèmes qui existent aujourd'hui en des infrastructures de radiocommunication continues capables d'offrir une large gamme de services au voisinage de l'an 2000 dans de nombreux environnements de radiocommunications.

Textes pertinents: Volume des Recommandations de la série M de l'UIT-R, Partie 2, 1994 et Fascicule de la série M, Partie 2, 1995.

2 Systèmes de gestion et d'information des transports (TICS)

Les TICS sont des systèmes intégrés qui utilisent une combinaison des techniques informatiques, de communication, de positionnement et d'automatisation pour améliorer la sécurité, la commande, la gestion et l'efficacité des systèmes de transport/circulation terrestres et établir des systèmes de transport de surface plus conviviaux pour les personnes qui se déplacent dans le monde.

Les TICS non seulement permettent de résoudre les problèmes de transport actuels mais aussi facilitent une planification efficace à court terme et à long terme pour répondre aux besoins futurs par une stratégie intermodale des transports de surface.

L'objectif des travaux de l'UIT-R est d'étudier les aspects relatifs aux radiocommunications des TICS, y compris les aspects suivants: caractéristiques de base et objectifs, services de radiocommunications, besoins de spectre et adaptabilité des bandes, besoins d'interconnexion avec les réseaux de télécommunication commutés, facteurs techniques influant sur le partage entre les TICS et d'autres utilisateurs ainsi qu'aptitude des systèmes de télécommunications mobiles émergents à assurer des services TICS.

Textes pertinents: Document 8A/1 de l'UIT-R, Annexes 8 et 9 (1996).

ANNEXE 3

**Elaboration de nouvelles technologies étudiées par
les Commissions d'études 10 et 11 de l'UIT-R****1 Service de radiodiffusion (sonore), Commission d'études 10****1.1 Introduction d'émissions BLU dans la bande des ondes hectométriques**

Mise au point de récepteurs BLU de série.

Mise au point d'émetteurs BLU.

1.2 Introduction de services audiofréquence numériques dans les bandes des ondes kilométriques et hectométriques (et éventuellement décimétriques) (Question 217/10)

Elaboration d'une norme UIT sur les systèmes de radiocommunication (éventuellement unique et applicable à l'échelle mondiale).

Récepteur numérique multibande unique à l'échelle mondiale (faible coût pour répondre aux besoins des pays en développement).

1.3 Mise en œuvre de services de radiodiffusion numériques dans les bandes des ondes métriques et décimétriques (de Terre et par satellite)

Efforts visant à mettre en œuvre un système unique applicable dans le monde (comme indiqué dans les Recommandations BS.1114 et BO.1130) et autorisant:

- un récepteur numérique unique à l'échelle mondiale pour les services de Terre et par satellite (faible coût en raison des économies d'échelle réalisées pour répondre aux besoins des pays en développement).

1.4 Introduction de voies de données à débit binaire élevé multiplexées avec des émissions MF classiques dans la bande des ondes métriques (voir la Recommandation BS.1194)

Mise au point de nouveaux services de données à paiement sur demande et/ou classiques;

Mise au point de récepteurs à faible coût.

2 Service de radiodiffusion (télévision), Commission d'études 11**2.1 Mise en œuvre de systèmes de télévision améliorés (tels que Pal-plus, voir les Recommandations BT.796, 797, 1117, 1118 et 1119)**

Mise au point de récepteurs à faible coût.

2.2 Introduction de la télévision de Terre numérique dans les bandes des ondes métriques et décimétriques (voir la Question 121/11 et les Recommandations BT.798-1, 1206, 1207, 1208, 1209 et 1125)

Efforts visant à réaliser un seul système applicable dans le monde pour:

- un récepteur de TV à faible coût et unique dans le monde;
- un programme d'échange plus facile.

2.3 Introduction d'émissions de TV multiprogrammes numériques par satellite (voir la Recommandation BO.1121)

Efforts visant à réaliser un décodeur commun permettant une économie mondiale de récepteurs.

2.4 Mise au point d'un service de données pour des applications multimédias associées à des émissions de TV numériques (de Terre et par satellite)

Mise au point d'une norme mondiale pour permettre la mise au point de récepteurs bon marché.

Mise au point de services à péage axés sur la clientèle.