

RAPPORT UIT-R M.742-4*

SYSTÈMES MOBILES TÉLÉPHONIQUES PUBLICS

(Questions UIT-R 37/8 et UIT-R 39/8)

(1978-1982-1986-1990-1995)

1 Introduction

On peut définir le système mobile téléphonique public comme un système mobile de correspondance publique établi par l'intermédiaire de stations radioélectriques connectées au réseau téléphonique public avec commutation (RTPC).

La Partie A du présent Rapport étudie les principes généraux applicables aux systèmes mobiles téléphoniques publics, classiques et cellulaires, et, en particulier, les paramètres et les caractéristiques techniques de ces systèmes qui importent pour le service international. Le concept fondamental des techniques cellulaires est présenté dans le Rapport UIT-R M.740.

La Partie B du présent Rapport traite de la mise en oeuvre des systèmes internationaux.

Les principales caractéristiques de certains systèmes mobiles téléphoniques publics existants ou dont la mise en oeuvre est imminente ainsi qu'une brève description de l'état d'avancement de ces systèmes et d'autres aspects particuliers de leur conception sont présentés dans la Partie C du présent Rapport.

PARTIE A

PRINCIPES GÉNÉRAUX DES SYSTÈMES MOBILES TÉLÉPHONIQUES PUBLICS TERRESTRES

1 Aspects concernant l'exploitation

Les aspects généraux suivants concernant l'exploitation devraient être pertinents:

- établissement et taxation automatiques des communications en provenance et à destination de la station mobile;
- possibilité, pour les systèmes internationaux, d'établir des communications entre une station mobile et un abonné du service téléphonique fixe ou un abonné du service téléphonique mobile couvert par le système;
- les taxes seront appliquées suivant des principes en accord avec ceux en vigueur dans le réseau téléphonique public commuté;
- l'introduction du système ne devrait pas entraîner de modification importante des réseaux téléphoniques fixes;
- la probabilité de blocage sera maintenue dans des limites similaires à celles du RTPC à tous les stades de développement;
- un contrôle continu de la qualité des appels sera assuré, avec transfert automatique entre stations de base si nécessaire.

Tout système doit avoir au moins deux jonctions bien définies:

- l'interface «radio» entre la partie fixe du système, installée au sol, et l'ensemble des stations mobiles qu'elle dessert et
- l'interface «lignes» assurant la liaison avec le réseau téléphonique public avec commutation.

* Ce Rapport doit être porté à l'attention du Bureau de la normalisation des télécommunications.

On peut également définir d'autres interfaces internes, notamment:

- le système de facturation,
- l'interface entre contrôleurs assurant les procédures de transfert des stations se déplaçant entre les cellules,
- les dispositifs permettant d'assurer systématiquement la communication entre les stations de base et les contrôleurs et
- l'interface homme-machine pour les besoins de l'exploitation, y compris la maintenance.

2 Interfonctionnement avec le RTPC

La Recommandation UIT-T Q.70 précise les caractéristiques d'interfonctionnement nécessaires entre le RTPC et le réseau mobile.

3 Plan de numérotage et acheminement

La sélection, dans un service mobile téléphonique entièrement automatique, d'un plan de numérotage destiné aux abonnés mobiles et qui soit compatible avec le réseau fixe établi, pose un problème difficile. Un plan de numérotage fondé sur les conventions du réseau terrestre peut imposer de sévères restrictions à l'acheminement du service mobile; cela tient en particulier au fait que le numéro de l'abonné d'un système mobile n'a plus de rapport avec le lieu de résidence de l'abonné.

Une solution consiste à attribuer un numéro d'accès spécial au service mobile, auquel cas tous les appels du réseau mobile s'effectuent indépendamment des procédures traditionnelles d'acheminement du service téléphonique.

Etant donné que les plans nationaux de numérotage ne sont pas tous capables d'accepter de longs numéros et d'attribuer des codes à des services spéciaux, il convient d'établir un plan de numérotage international. Les Recommandations UIT-T E.212 et UIT-T E.213 traitent de ce sujet.

4 Abonnés itinérants («Roaming»)

Pour pouvoir établir automatiquement les communications entre unités mobiles et un abonné quelconque du service téléphonique fixe, quel que soit le pays, il faut pouvoir suivre automatiquement les abonnés itinérants. Le système mobile doit être informé de l'emplacement d'un abonné mobile lorsqu'il passe d'une zone à une autre.

Il faudra d'autres études pour pouvoir définir avec précision les procédures techniques et d'exploitation pertinentes. La Recommandation UIT-R M.624 a été élaborée à cet effet.

La fonction d'abonnés itinérants exige aussi une compatibilité du point de vue des bandes de fréquences, de l'espacement des canaux ainsi que du point de vue des protocoles et des codes de signalisation d'exploitation.

5 Taxation

Le principe de la taxation dans les réseaux mobiles varie selon les réseaux nationaux.

En conséquence, la question de la taxation devra être étudiée par l'UIT-T afin que l'on puisse aboutir à un accord international.

6 Considérations relatives aux fréquences radioélectriques

Les systèmes actuels utilisent la bande des 450 MHz, la bande 800-900 MHz et d'autres bandes conformément aux possibilités existantes.

Les systèmes classiques à partage de voies peuvent seulement utiliser un petit nombre de canaux; en revanche, les systèmes cellulaires sont efficaces en cas d'attribution de nombreux canaux (par exemple, 300) étant donné que les canaux attribués doivent être divisés en sous-ensembles afin que l'on puisse appliquer le plan prévu pour ces systèmes. D'autres études pourraient être nécessaires avant de pouvoir choisir une bande de fréquences radioélectriques pour un service mobile téléphonique international.

7 Signalisation

Les fonctions qu'un réseau mobile téléphonique public automatique doit pouvoir assurer nécessitent un système de signalisation assez complexe. La mobilité des abonnés nécessite un transfert d'information sans équivalent dans le système téléphonique fixe. Cela s'applique aussi bien à la procédure de mise à jour, effectuée lorsque la station mobile entre dans une nouvelle zone, qu'à la procédure de transfert lorsqu'une communication en cours est commutée d'une station de base à une autre.

Des erreurs de signalisation dans les voies radioélectriques peuvent entraîner un défaut de gestion des canaux, d'où l'impossibilité d'établir une voie de trafic entre une station mobile et une station de base. Il faudrait pourtant qu'une voie de trafic soit établie avec un degré suffisant de fiabilité, et cela pour les raisons suivantes:

- les voies radioélectriques correspondent aux lignes d'abonné des réseaux téléphoniques publics avec commutation; il importe donc que, dans un système cellulaire, le degré de fiabilité de la signalisation et de la supervision soit identique à celui du réseau téléphonique;
- l'impossibilité d'établir et de maintenir une voie de trafic signifie l'absence de commande de la station mobile par la station de base; la probabilité d'échec doit donc être aussi faible que possible;
- la précision de la facturation revêt une grande importance.

La diversité, les codes de correction d'erreur, les protocoles d'échange des messages et l'émission simultanée, pourraient, par exemple, contribuer à améliorer l'établissement fiable des voies de commande. (Voir les Rapports UIT-R M.903 et UIT-R M.1022, et la Question UIT-R 67/8.)

Certaines tentatives de prise d'une voie peuvent échouer en raison de demandes simultanées de la part de deux ou plusieurs stations mobiles. Il est possible de remédier à ce problème en utilisant la technique du vote, mais, dans un système à haute capacité, il est plus efficace d'indiquer l'état occupé/au repos de la voie [Fluhr et Porter, 1979; Okasaka, 1978].

8 Réduction de la durée des émissions sans effet

Dans tous les systèmes radiotéléphoniques publics, y compris les systèmes cellulaires, un délai assez long - dû au temps de numérotation, de commutation, ainsi qu'à la durée de la sonnerie - s'écoule entre le début d'un appel et le début de la conversation. Dans certains systèmes cellulaires, les chiffres composés au cadran sont préalablement enregistrés par la station mobile avant d'être transmis. Cette méthode, appelée «preorigination dialling» (numérotation préenregistrée), permet de réduire d'une manière appréciable les délais supplémentaires inutiles.

On peut encore accroître davantage la capacité de trafic en assignant des canaux radioélectriques de trafic uniquement lorsque les deux parties sont prêtes à converser [Tridgell, 1977], ou en laissant les communications en attente selon le principe «premier arrivé, premier servi», jusqu'à ce qu'elles se représentent et jusqu'à ce qu'un canal de trafic devienne disponible.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FLUHR, Z. C. et PORTER, P. T. [janvier 1979] Advanced mobile phone service control architecture. *BSTJ*, Vol. 58, 1.
- OKASAKA, A. [novembre 1978] Control channel traffic design in a high capacity land mobile telephone system. *IEEE Trans. Vehic. Tech.*, Vol. VT-27, 4.
- TRIDGELL, R. H. [mars 1977] Proposals for increasing the user capacity of the British Post Office public radiotelephone. IEEE 27th Annual Conference of the Vehicular Technology Group, Orlando, Fl., Etats-Unis d'Amérique.

PARTIE B

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA MISE AU POINT DE SYSTÈMES INTERNATIONAUX

1 Généralités

Cette Partie B formule certaines considérations utiles pour la mise au point de systèmes et de services mobiles téléphoniques publics terrestres internationaux qui peuvent être adoptés par de nombreux pays du monde entier. Des systèmes qui assurent des services communs entre quelques pays voisins ont été mis en oeuvre.

2 Mise en oeuvre de systèmes internationaux

Pour la mise en oeuvre de systèmes internationaux, un moyen idéal consisterait à choisir une bande de fréquences commune avec des normes techniques communes et des normes de service communes à l'échelle mondiale. Etant donné que la mise au point de ces accords pourrait prendre un certain temps, il pourrait être nécessaire de choisir des méthodes faisant intervenir des stades intermédiaires qui bénéficieraient immédiatement de certains des avantages de la compatibilité internationale. De telles mises en oeuvre pourraient être obtenues moyennant des compléments de systèmes à bande étroite ou à large bande ayant fait l'objet d'accord [Murtonen, 1985].

Des systèmes à bande étroite peuvent être ajoutés, avec des canaux directement adjacents à ceux de systèmes existants ou, dans le cas de certains systèmes existants, en entretenant les canaux des deux systèmes. Dans les deux cas, il y aurait extension systématique des nouveaux canaux dans les assignations existantes, à mesure que les anciens systèmes seraient retirés du service.

Dans le même ordre d'idées, des systèmes à large bande (étalement du spectre, AMRT, etc.) peuvent être ajoutés en utilisant un spectre nouveau ou dégagé, adjacent aux canaux des systèmes existants; les nouveaux systèmes pourraient s'étendre à mesure que l'on retirerait les anciens systèmes du service.

En outre, il est vraisemblablement possible de superposer un certain nombre de systèmes à étalement du spectre aux assignations existantes et d'exploiter simultanément les systèmes nouveaux et existants. Cependant, il faut, pour superposer des systèmes à étalement du spectre, poursuivre les études, notamment en cas de fortes concentrations d'utilisateurs dans ces systèmes.

3 Facteurs nécessitant un accord international

Les paramètres qui nécessitent un accord international sont les suivants:

- attribution des canaux et espacement,
- classe d'émission,
- caractéristiques de modulation,
- spécification des émetteurs et des récepteurs,
- techniques de traitement des signaux, telles que la compression-extension,
- utilisation de la réception en diversité,
- méthodes et protocoles de signalisation et de surveillance.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MURTONEN, M. T. (mai 1985) Local and international considerations - cellular radio. Conf. Record, Microelectronics Conference and Exhibition (Miconex 1985), Winnipeg, Canada.

PARTIE C

SYSTÈMES EN COURS D'INSTALLATION OU EN PROJET POUR UN AVENIR PROCHE

1 Services téléphoniques mobiles publics cellulaires de grande capacité

1.1 Introduction

Des systèmes cellulaires de grande capacité ont été mis au point aux Etats-Unis d'Amérique, au Canada, au Royaume-Uni, dans les pays scandinaves, au Japon, en République fédérale d'Allemagne et en Italie pour assurer un service radiotéléphonique de haute qualité, compatible à l'échelon national.

Des systèmes sont actuellement en exploitation ou en cours d'installation aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada, où 666 canaux subdivisés en deux sous-bandes et attribués à deux systèmes par ville ont été mis en réserve. Ces systèmes se composent d'un nombre variable de cellules, selon la zone à desservir. La capacité de ces systèmes peut être étendue pour satisfaire les besoins futurs qui, selon les prévisions, dépasseraient 100 000 demandes d'abonnement dans les grandes villes. L'Annexe 3 donne davantage de détails sur les caractéristiques générales de ces systèmes.

Deux systèmes nationaux (TACS) similaires à ceux de l'Amérique du Nord mais établis sur la base d'un espacement entre les canaux de 25 kHz plutôt que de 30 kHz ont été conçus au Royaume-Uni et mis en service en janvier 1985. Chaque système couvrira au moins 90% de la population du Royaume-Uni en 1990. En novembre 1985, le nombre total d'abonnés dans les deux systèmes dépassait 35 000. L'Annexe 5 donne davantage de détails sur les caractéristiques générales du système.

Le système japonais MCS-L1 propose actuellement un service national desservant plus de 70% environ des villes du Japon avec 9 centres de commutation téléphoniques mobiles reliés au réseau de signalisation entre centraux sur voie commune (CCIS). Le nombre d'abonnés dans les agglomérations de Tokyo et d'Osaka devrait prochainement atteindre la capacité maximale du MCS-L1. Pour répondre aux besoins (d'accroissement de la capacité d'écoulement, de réduction des tarifs et d'amélioration des services par exemple), on a mis en service le nouveau système de communications mobiles terrestres de grande capacité (MCS-L2) dans la bande des 900 MHz. La capacité d'écoulement du système est portée à environ 100 000 abonnés dans les grandes villes, grâce à une amélioration de l'efficacité d'utilisation du spectre qui est trois fois supérieure à celle du système actuel. L'Annexe 2 donne davantage de détails sur les caractéristiques générales de ces systèmes.

Le système téléphonique mobile nordique (NMT-450) a été mis en service dans les pays nordiques participants, Danemark, Finlande, Norvège et Suède, à la fin de 1981 et au début de 1982 avec une couverture continue des territoires et une capacité totale de repérage. Au cours de la dernière année, on a introduit dans les grandes villes une technique de division des cellules pour couvrir la demande de trafic. On a utilisé des cellules dont le rayon ne dépassait pas 1,0 km. En octobre 1985, on comptait plus de 200 000 abonnés, ce qui correspond à 0,9% de la population. Au cours de 1986, le système sera étendu à l'Islande avec une capacité totale de repérage entre tous les pays. Le système sera élargi dans la bande des 900 MHz à la fin de 1986; conçu pour 2000 canaux y compris avec recours à la technique d'entrelacement, il en utilisera seulement 799 au départ (NMT-900). L'Annexe 3 donne davantage de détails sur les caractéristiques générales du système.

En Belgique, aux Pays-Bas et au Luxembourg, un système cellulaire assurant le repérage international des abonnés est en service. Il s'agit d'un système NMT-450 avec modifications (par exemple, espacement de 20 kHz entre canaux et utilisation d'un compresseur-extenseur syllabique).

Le réseau C450 a été mis en exploitation en 1985 en République fédérale d'Allemagne, dont il assure la couverture complète du territoire. Sa capacité finale est estimée à 200 000 abonnés au moins. Il a pour caractéristiques l'établissement des communications sans émission et un fonctionnement avec files d'attente. L'Annexe 4 donne davantage de détails sur les caractéristiques générales du système.

Le système mobile téléphonique italien de la deuxième génération qui fonctionne dans la bande de fréquences des 450 MHz a été mis en service dans les zones de Rome et de Milan à partir du mois de septembre 1985. Il devrait assurer une couverture complète du territoire italien en 1988. L'Annexe 6 donne davantage de détails sur les caractéristiques générales du système.

1.2 *Caractéristiques des systèmes*

Sauf indication contraire, les caractéristiques suivantes sont communes à tous les systèmes décrits:

- structure cellulaire dans les deux sens entre la station mobile et la station de base avec réutilisation des fréquences et transfert entre les cellules (commutation des appels en cours);
- exploitation bidirectionnelle automatique avec sélection directe;
- communication duplex;
- surveillance de la voie téléphonique par tonalité continue (systèmes nord-américain et britannique, système NMT, système italien), ou voie de commande numérique (systèmes C450, MCS-L2);
- repérage des déplacements;
- canaux de gestion spécialisés utilisés pour l'établissement des communications (systèmes nord-américain et britannique, système japonais, système C450, système italien);
- composition préalable du numéro d'appel;
- division des cellules pendant la phase de développement des systèmes.

1.3 *Conclusions*

Des systèmes radiotéléphoniques cellulaires utilisant les caractéristiques et les procédures décrites ci-dessus sont en cours d'installation ou en projet dans un avenir proche. Il existe en de nombreuses régions du monde une demande importante pour un service radiotéléphonique mobile terrestre: on considère que des systèmes ayant les caractéristiques décrites plus haut sont capables de satisfaire cette demande.

2 **Systèmes mixtes intégrant système mobile téléphonique public et réseaux de type «dispatching»**

2.1 La France a mis en service en 1985 un système dont les traits principaux sont donnés ci-après.

2.1.1 *Caractéristiques générales*

- exploitation de type «dispatch» permettant une utilisation du type «réseaux privés» en semi-duplex permettant les liaisons suivantes:
 - base vers mobile ou vers flotte (ou sous-flotte),
 - mobile vers base,
 - mobile vers mobile ou vers flotte (ou sous-flotte),
 - accès pour certains mobiles au RTPC;
- exploitation du type radiotéléphonique public, en duplex, numéro d'appel unique du mobile quelle que soit sa localisation;
- organisation de type cellulaire à couverture géographique étendue avec recherche automatique des abonnés itinérants (roaming) utilisant des cellules de dimensions moyennes (15 à 20 km de rayon); division possible des cellules pendant l'extension du système;
- la transmission de données numériques est à l'étude;
- le système prévoit des abonnés prioritaires;
- le transfert est à l'étude.

On trouvera dans l'Annexe 7 davantage de détails sur les caractéristiques générales du système.

TABLEAU 1
Caractéristiques générales des systèmes

Caractéristique	Systèmes nord-américains		Système japonais MCS-L1	Système japonais MCS-L2	Système NMT-450	Système NMT-900	Système C450	Système TACS Royaume-Uni	Système italien à à 450 MHz	Système français
	AMPS	N-AMPS Bande étroite								
Classe d'émission	Téléphonie 40K0G3E Commande 40K0G1D	Téléphonie 17K4F9W commande 40K0F1D	Téléphonie 16K0G3E Commande 16K0F1D	Téléphonie 8K50G3E Commande 8K50F1D	Téléphonie 16K0G3E Signalisation 16K0G2D	Téléphonie 16K0G3E Signalisation 16K0G2D	Téléphonie 14K0G3E Commande 14K0F1D	Téléphonie 32K0G3E Commande 32K0F1D	16K0G3E	Téléphonie 11K0G3E
Bandes de fréquence d'émission (MHz)										
- Stations de base	890-894	869-894	870-885	870-885	463-467,5	935-960	461,3-465,74	935-950	460-465	202,7-207,5 207,5-215,5 424,8-427,9
- Stations mobiles	824-849	824-849	925-940	925-940	453-457,5	890-915	451,3-455,74	890-905	450-455	194,7-199,5 215,5-223,5 414,8-417,9
Séparation duplex (MHz)	45	45	55	55	10	45	10	45	10	8 10
Espacement des canaux (kHz)	30	10	25	12,5	25	12,5	20 (10)	25	25	12,5 12,5
Nombre total de canaux duplex	832 (416 dans chacune des deux sous-bandes y compris 21 canaux de signalisation)	2499	600	1 200	180	1999	222	600 (300 dans chacune des deux sous-bandes y compris 21 canaux de signalisation)	196	1024 256
p. a. r. maximale de la station de base (W)	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾	50	20	50	100	100 (Régulation adaptative)	100	25/2,5	25 à 70
Puissance nominale de l'émetteur de la station mobile (W)	3	3	5	1	15	Mobile 6 Portatif 1 (avec régulation de puissance autonome)	15 (Régulation adaptative de +3 dB du gain d'antenne)	7 - station mobile de la classe 1	10/1	11
Valeur typique du rayon d'une cellule (km)	2-20	2-20	3 (zone urbaine) ⁽²⁾ 10 (zone suburbaine) ⁽²⁾	3 (zone urbaine) ⁽²⁾ 10 (zone suburbaine) ⁽²⁾	1-40	0,5-20	2-30	2-20	5-20	20

TABLEAU 1 (suite)

Caractéristiques générales des systèmes

Caractéristique	Systèmes nord-américains		Système japonais MCS-L1	Système japonais MCS-L2	Système NMT-450	Système NMT- 900	Système C450	Système TACS Royaume-Uni	Système italien à 450 MHz	Système français
	AMPS	N-AMPS Bande étroite								
Signaux vocaux - type de modulation	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP (MF si l'inverseur de bande est utilisé)	MP
- excursion de crête (kHz)	± 12	± 5 ± 1,5 moyenne	± 5	± 2,5	± 5	± 5 (y compris le signal de supervision)	± 4	± 9,5	± 5	± 2,5
- traitement	Compression- extension syllabique 2:1	Compression- extension syllabique 2:1	Compression- extension syllabique 2:1	Compression- extension syllabique 2:1	-	Compression- extension syllabique 2:1 (Rec.UIT-T G.162)	Compression- extension syllabique 2:1	Compression- extension syllabique 2:1	Compression- extension syllabique 2:1 (Rec.UIT-T G.162)	Compression- extension syllabique station de base vers station mobile
Signaux de commande - type de modulation	MDF	MDF	MDF	MDF	MDF rapide	MDF rapide	MDF	MDF	MF	MDF rapide
- excursion de crête (kHz)	±8	± 8	± 4,5	± 2,0	± 3,5	± 3,5	± 2,5	± 6,4	± 4	± 1,7
- type de code	Manchester	Manchester	Manchester	Manchester	NRZ	NRZ	NRZ	Manchester	Multifréquence	NRZ
- débit binaire de transmission (kbit/s)	10	10	0,3	2,4	1,2	1,2	5,28	8	(2 parmi 7) ⁽³⁾	1,2
- débit effectif de transmission d'information (kbit/s) (dépend du type de message)	0,27-1,2		0,12-0,18	1,3-1,64	environ 0,46	environ 0,46	1,82	0,22-0,96	environ 0,1	0,46
Signaux de commande en service										
- type de modulation		Signalisation dans le canal téléphonique		MDF						
- excursion de crête (kHz)		Seuil d'audibilité 100 bit/s		± 0,6						
- type de code		Manchester		Manchester						
- débit binaire de transmission (kbit/s)		200 bit/s		0,1						
- débit effectif de transmission (kbit/s) (dépend du type de message)		NRZ seuil signalisation de contrôle		0,04						

TABLEAU 1 (suite)

Caractéristiques générales des systèmes

Caractéristiques	Systèmes nord-américains		Système japonais MCS-L1	Système japonais MCS-L2	Système NMT-450	Système NMT-900	Système C450	Système TACS Royaume-Uni	Système italien à 450 MHz	Système français
	AMPS	N-AMPS Bande étroite								
Code de protection contre les erreurs			Code BCH abrégé (63:51)	Code BCH abrégé (63:51)	Code de convolution pour correction des salves d'erreur de type B1 (Hagelbarger)	Code de convolution pour correction des salves d'erreur de type B1 (Hagelbarger)	Code BCH (15:7)	Code BCH abrégé (63:51) répété ⁽⁴⁾		Code Hagelbarger (6:19)
Signal de commande - de la station de base vers la station mobile	Code BCH abrégé (63:51) répété ⁽⁴⁾	Canal de commande inversé BCH (48,36;5)	Code BCH abrégé (23:12) Code BCH (43:31)	Code BCH (40:28) Code BCH (40:28)						
- de la station mobile vers la station de base										
Signaux de commande en service	Code BCH (40:28)	Canal de commande BCH (63,51;5)	Code BCH (43:31) (voie d'accès)	Code BCH (23:12)				Code BCH (40:28)		
- de la station de base vers la station mobile	Code BCH (48:36)		Code BCH (23:12) (voie d'appel (paging))	Code BCH (23:12)				Code BCH (48:36)		
- de la station mobile vers la station de base										
Détection des erreurs	11 erreurs min. 89 erreurs max. pour 200 bits	11 erreurs min. 89 erreurs max. pour 200 bits	3 erreurs min.	3 erreurs min.			40 erreurs min. pour 150 bits	11 erreurs min. 89 erreurs max. pour 200 bits		
Correction des erreurs	5 erreurs min. 83 erreurs max. pour 200 bits	5 erreurs min. 83 erreurs max. pour 200 bits	1 erreur	1 erreur pour 2,4 kbit/s 2 erreurs pour 0,1 kbit/s	6 erreurs min. avec un espace de garde de 19 bits	6 erreurs min. avec un espace de garde de 19 bits	20 erreurs min. pour 150 bits	5 erreurs min. pour 200 bits		6 erreurs min.
Protection des messages	Transmissions de signaux de commande recyclés Transmissions de signaux de commande répétés avec vote majoritaire bit par bit	5 répétitions décision majoritaire	Transmissions de signaux de commande recyclés Emissions simultanées à partir des stations de base dans une zone de commande	Transmissions de signaux de commande recyclés Emissions simultanées à partir des stations de base dans une zone de commande	Procédure d'acceptation de trame selon la catégorie de message	Procédure d'acceptation de trame selon la catégorie de message	Répétition adaptative des messages en cas d'erreur	Transmissions de signaux de commande recyclés Transmissions de signaux de commande répétés avec vote majoritaire bit par bit	Commande d'autocorrélation du message codé avec répétition selon le type de message en cas d'erreur	Répétition de la trame

- (1) Selon les circonstances, des exceptions sont tolérées.
- (2) Une zone de commande couvre environ 10 cellules.
- (3) La rapidité de modulation est de 50 ms/caractère.
- (4) Répétition: 5 à 11 fois, selon le type de message avec vote majoritaire bit par bit. D'autre part, afin de réaliser une «décorrélation», deux trains de messages sont entrelacés dans la voie d'appel unilatéral commune

ANNEXE 1
Système nord-américain

PARTIE 1
Description générale

1 Caractéristiques d'exploitation et caractéristiques du système

1.1 Objectif

Le système téléphonique mobile terrestre a été conçu pour permettre l'échange automatique de trafic avec le réseau téléphonique public avec commutation (RTPC) et assurer un service qui, du point de vue de l'utilisateur, est identique à celui offert par le réseau classique, à savoir: qualité téléphonique élevée, haute fiabilité, faible blocage et coût relativement modique.

1.2 Propriétés des cellules

- Possibilité d'utiliser des cellules de grandes dimensions au stade initial puis, une fois le système arrivé à maturité, de passer à des cellules de petite taille et d'utiliser des combinaisons de tailles différentes.
- Possibilité de transfert d'une station à une autre, jusqu'à au moins une fois par appel et par minute.
- Pour utiliser le spectre avec efficacité (réutilisation des canaux), le nombre de jeux de canaux est peu élevé. Le choix des canaux doit être approprié aux conditions d'évanouissements (de type Rayleigh) par trajets multiples caractéristiques des canaux de systèmes mobiles exploités dans les villes, aux variations topographiques, aux diagrammes d'antenne choisis et à la qualité RF souhaitée; il est suggéré d'utiliser une valeur médiane locale de 17 dB à titre d'objectif pour le rapport porteuse/brouillage (C/I) au 90^e percentile (si l'écart type est de 8 dB, cela équivaut à une valeur médiane de 27 dB pour C/I , à la limite nominale de la cellule). Naturellement, d'autres objectifs de qualité peuvent être pris en considération.

1.3 Traitement des signaux

- On utilise des valeurs maximales d'excursion et de largeur de bande du récepteur avant détection, qui conviennent aux systèmes cellulaires (ce qui permet de diviser le spectre en canaux aussi bien par répartition en fréquence que par séparation dans l'espace).
- Le traitement des signaux vocaux est fondé sur la compression-extension 2:1 pour améliorer la qualité de perception du signal reçu.
- Le codage relatif à la signalisation numérique est fondé sur la détection et la correction de salves d'erreurs.
- Il est possible, au stade de la conception, de prévoir un rapport valeur de crête/valeur efficace compris entre 6 et 20 dB pour le signal vocal démodulé au récepteur, ce qui devrait permettre d'obtenir une gamme de qualité comparable à celle du réseau classique.

1.4 Protection du service

- L'émission d'un numéro de série permet d'empêcher l'utilisation d'unités qui ont été dérobées et d'interdire l'accès à des demandeurs non autorisés.
- La conception du système n'est pas incompatible avec la mise en oeuvre de moyens permettant d'assurer le secret des communications.
- La conception du système prévoit des fonctions qui permettent de prévenir la diaphonie intelligible.
- La communication aboutit parfaitement dans au moins 99% des cas pour lesquels une connexion initiale dans les deux sens a été établie entre le demandeur et le demandé.

1.5 Services offerts

- Service de messages téléphoniques avec appel automatique à destination et en provenance du RTPC.
- Services de transmission de données.
- Installation d'équipements à bord de véhicules.
- Utilisation d'équipements portatifs.
- Autres améliorations compatibles avec les services mobiles: renvoi automatique d'appels, composition automatique de numéros, attente de messages, etc.

2 Formats et codes de signalisation

Voir la Partie 2.

3 Equipement RF

3.1 L'équipement RF permet l'exploitation en duplex.

3.2 Tolérance de fréquence: station de base, 1×10^{-6} ; station mobile, $2,5 \times 10^{-6}$.

3.3 Limite de puissance RF: p.a.r. = 100 W, ou plus si on ne prévoit pas d'exploiter des systèmes adjacents.

3.4 Tolérance de puissance: ± 2 dB.

3.5 Les stations mobiles peuvent être réglées sur chacun des canaux attribués.

3.6 Sensibilité du récepteur: en appliquant -116 dBm (source de 50Ω) aux bornes de l'antenne, on doit obtenir un SINAD de 12 dB (pondération pour message C).

3.7 Diversité: facultative dans les stations mobiles; également facultative, mais fortement recommandée dans les stations de base.

3.8 Hauteur de l'antenne: 30 à 45 m, ou plus si l'on ne prévoit aucun brouillage en provenance de systèmes adjacents. Moyennant une conception minutieuse et compte tenu de la pratique locale, des antennes de hauteur supérieure peuvent être utilisées.

4 Equipement fixe de commande

4.1 Connexion entièrement automatique au RTPC.

4.2 Possibilité de communication entre station mobile et station fixe et vice versa et entre stations mobiles.

4.3 Le transfert des stations mobiles est une caractéristique du système (voir le § 1.2).

4.4 La supervision du canal radioélectrique est suffisamment fiable pour que l'on puisse escompter une facturation précise (± 5 s près); la probabilité de facturation vers le numéro correct est supérieure à 0,9999.

4.5 Le système permet le suivi automatique des abonnés itinérants sur le territoire d'une administration.

4.6 Le système est conçu de telle sorte que ses objectifs de blocage soient identiques à ceux du RTPC.

BIBLIOGRAPHIE

BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL [janvier 1979] Advanced phone service. *BSTJ*, Vol. 58, 1.

PARTIE 2

Spécifications relatives à la compatibilité des systèmes cellulaires pour les codes, formats et protocoles*

1 Interface de modulation

1.1 Téléphonie

- Compresseur-extenseur syllabique 2:1 (temps d'établissement 3 ms, temps de retour 13,5 ms).
- Préaccentuation: 6 dB/octave, de 300 à 3000 Hz.
- Limiteur d'excursion: ± 12 kHz.
- Valeur quadratique moyenne de l'excursion: $\pm 2,9$ kHz.

1.2 Gestion

- Codage Manchester.
- Excursion: ± 8 kHz (signalisation numérique), ± 2 kHz (supervision continue hors bande).

2 Interface de la bande de base

2.1 Identification spécifique de l'unité mobile

- Numéro d'identification du mobile: 10 chiffres décimaux codés en 34 bits, à l'aide d'un algorithme spécifié.
- Numéro de série (non modifiable): 32 bits, prévus en tant que moyens d'éviter la fraude et le vol.

2.2 Mémoire spécifique du système

- Catégorie de station
- Méthode d'accès
- Premier canal à utiliser pour la recherche
- Identification du système d'origine: 15 bits
- Système préféré. Le plan global prévoit l'utilisation d'un ou de deux systèmes distincts (A, B) dans une ville quelconque; en outre, l'unité ne doit pas oublier son assignation.

2.3 Supervision

Les canaux téléphoniques utilisent une tonalité audiofréquence continue de supervision (SAT); les canaux de commande et les signaux numériques sur les canaux téléphoniques utilisent un équivalent numérique appelé «code de couleur».

- Fréquence SAT: 5 970, 6 000, 6 030 Hz.
- «Codes de couleur» numériques: 2 bits codés en 7 bits (7:4), à l'aide d'un code Hamming (7:4); servent à identifier la station de base à laquelle le message est destiné.

Outre ces signaux de supervision, une tonalité à 10 kHz (avec une excursion de ± 8 kHz) sert à indiquer que le combiné est raccroché.

* Ces spécifications sont respectivement détaillées dans le N° 53 du «United States Federal Communications Commission Office of Science and Technology Bulletin» et dans l'Annexe A au Document RSS-118 (octobre 1983) du Ministère des communications du Canada; elles sont compatibles avec la spécification «EIA Interim Standard CIS-3-A», que l'on peut obtenir auprès de l'Electronic Industries Association, Engineering Department, 2001 I (Eye) Street, Washington, DC 20006 et qui décrit une compatibilité minimale; les fabricants et les fournisseurs de systèmes ont également rédigé une version améliorée de cette spécification afin de décrire les capacités supérieures et inférieures à cette capacité minimale. Le document comprend environ 60 pages; au lieu de publier cette spécification dans son intégralité, la présente Partie 2 en résume les principaux points dans la mesure où ils ont trait aux codes, aux formats et aux protocoles.

2.4 *Mauvais fonctionnement*

Chaque station mobile est dotée d'un temporisateur fonctionnant indépendamment des autres fonctions logiques, qui arrêtera le fonctionnement de l'émetteur mobile après 60 s si la fonction logique principale cesse d'être assurée.

2.5 *Traitement des appels*

On a spécifié plusieurs tâches préliminaires dont les plus importantes sont (dans l'ordre):

- Mise sous tension en courant continu et initialisation
- Repos
- Activation:
 - Déclenchement
 - Réponse de recherche
 - Réponse d'ordre
 - Enregistrement autonome
- Conversation
- Libération

D'autres tâches, appelées tâches secondaires, sont exécutées en même temps que les tâches primaires et commandées par celles-ci; ces tâches sont notamment:

- la transmission et la réception de données de commande,
- l'exploration des canaux de commande,
- la commande de la puissance RF,
- la réponse aux messages de commande du système,
- la gestion de l'interface de l'utilisateur.

On peut décrire brièvement les tâches primaires:

Initialisation: lorsque la station est mise en marche, la fonction logique assure la séquence appropriée, la mémoire et les autres unités fonctionnelles mobiles pouvant être contrôlées à titre facultatif; ensuite, les canaux de commande potentiels sont explorés, à l'aide d'une mesure logarithmique de la force du signal afin de déterminer lequel pourra indiquer à la station son emplacement du moment. Selon que la station se trouve dans son «secteur d'origine» ou «en déplacement», elle peut enregistrer son existence dans le système fixe. Elle doit également déterminer un canal de commande sur lequel elle peut être recherchée en cas de réception d'un appel.

Repos: lorsqu'elle n'émet pas, la station reçoit et décode le flux continu de messages de commande («renseignements-systèmes») et de recherche à l'aide des algorithmes de détection et de correction des erreurs disponibles. Pendant ce temps, elle contrôle également la force du signal et amorce une réinitialisation si le signal est devenu inutilisable.

Activation: si la station reçoit un appel ou l'ordre de l'interface d'utilisateur de demander un appel, il faut que les canaux soient explorés à nouveau, que l'état au repos du canal de commande choisi soit déterminé et il faut tenter une saisie du système. La station s'identifie alors auprès du système et un canal téléphonique lui sera attribué par le système fixe.

Conversation: si la station mobile est appelée, une sonnerie est déclenchée; autrement, la conversation commence immédiatement. Pendant la communication, il se peut que l'on reçoive des messages «intervalle blanc et salve» (comportant un bref intervalle sans signal téléphonique et une salve de données de commande), demandant à la station mobile de modifier la puissance et/ou le canal. La supervision à l'aide de la SAT hors bande se poursuit.

Libération: lorsque la communication prend fin normalement, le fonctionnement de l'émetteur est interrompu et la station revient à nouveau à l'état repos. Si l'on observe sur les canaux une défaillance ou un signal faible, la libération doit avoir lieu également afin de préserver l'intégrité positive du système.

2.6 *Signalisation*

Divers messages sont nécessaires pour gérer le système; ces messages sont donnés dans le Tableau 2.

Le format de signalisation fondamental utilisé est un BCH abrégé (63:51) dans lequel les 28 ou 36 premiers bits constituent le message et les 12 autres bits sont des bits de vérification de parité et calculés d'après les bits de message.

Les quatre premiers bits du message assurent une fonction de commande ou de «tenue à jour» et les autres constituent les messages proprement dits. On utilise 28 bits d'information dans le sens émission à partir de la station de base et 36 dans le sens réception à partir de la station mobile de sorte que les codes qui en résultent sont des codes BCH (40:28) et BCH (48:36) respectivement.

Un second niveau de redondance - répétition des messages lors de l'émission et décision à la majorité bit par bit lors de la détection - est ajouté au codage fondamental des blocs. L'entrelacement de deux flux de messages augmente encore la décorrélation de la probabilité d'erreur binaire, le cas échéant. En général, les messages sont répétés 5 fois, sauf sur le canal téléphonique dans le sens station de base-station mobile lorsque l'on achemine des messages de transfert; dans ce cas, le message est répété 11 fois.

On facilite la synchronisation des bits par l'envoi d'une longue séquence 101010 ... avant chaque message. La synchronisation des mots utilise une séquence Barker à 11 bits (11100010010), qui possède des propriétés de distance minimale particulières.

TABLEAU 2

Canal	Types de messages
Emission de la station de base – Canaux de commande – Canaux téléphoniques	Messages de recherche Attributions de canaux Renseignements système texte de remplissage Transferts Ordres
Emission de la station mobile – Canaux de commande – Canaux téléphoniques	Réponses d'appel unilatéral – Adresse de la station mobile – Numéro de série Origines – Adresse de la station mobile – Numéro de série – Numéro appelé Ordres Confirmation de l'ordre Confirmation de l'ordre Numéros appelés

2.7 *Prise*

Les effets de collision pendant la tentative d'obtention d'un canal de commande sont atténués par deux moyens:

- un onzième bit est inséré entre chaque groupe de 10 bits sur le canal de commande station de base vers station mobile; sa position renseigne les stations mobiles sur l'état occupé/au repos du canal de commande et le changement d'état du canal au moment d'une tentative de prise indique à une station mobile si sa prise est réussie ou non;
- un précurseur de 48 bits est ajouté à la tentative de prise asynchrone de la station mobile sur la voie de commande station mobile vers station de base afin de:
 - assurer une synchronisation des bits et des mots et
 - indiquer la station de base vers laquelle la tentative est dirigée.

Ce dernier moyen permet de réduire le nombre des prises erronées provoquées par un brouillage dans le même canal.

3 **Divers**

- Catégories de puissance:

- Catégorie I: +6 dBW (maximum)
Catégorie II: +2 dBW
Catégorie III: -2 dBW
- Régulation de puissance: 7 échelons, 4 dB par échelon.
 - Autres spécifications: selon l'état de la technique.

ANNEXE 2

Description générale du système japonais

PARTIE 1

Systeme MCS-L1

1 Objectifs de conception de la liaison radioélectrique

1.1 *Qualité de service*

- Probabilité de blocage: les canaux radioélectriques sont attribués de telle façon que la probabilité de blocage du trajet électrique soit inférieure à 3%.
- Qualité de parole: l'objectif de réalisation consiste à obtenir une note d'appréciation de la netteté des sons supérieure à 80%, ce qui permet d'obtenir une intelligibilité des phrases prononcées de 100% dans la zone de service.

1.2 *Configuration de la zone radioélectrique*

La couverture avec note d'appréciation de la netteté des sons de 80% dépasse 90% de la zone de service. Pour ce faire:

- la taille maximale des cellules est déterminée de façon que 90% des sites situés à la limite de la zone de service assurent une réception fiable. Le rapport C/N moyen est de 17 dB;
- la réutilisation des canaux est déterminée de façon que 90% des sites situés à la limite de la zone de service assurent un rapport porteuse brouilleuse/porteuse utile fiable. Ce rapport est en moyenne de 15 dB.

2 Configuration des canaux de commande

2.1 *Allotissement des canaux de commande*

Les canaux de commande sont spécialisés et divisés en sous-ensembles de deux canaux, à savoir:

- le canal de recherche: les stations mobiles reçoivent en permanence ce canal et donc le signal de recherche, les données concernant l'emplacement et le canal d'accès;
- le canal d'accès: ce canal gère les appels aléatoires des stations mobiles. Pour éviter des prises simultanées, les stations de base détectent le signal d'accès provenant des stations mobiles et diffusent l'information d'occupation de ce canal qui est ainsi interdit aux autres stations mobiles (ISMA: accès multiple par signal de repos).

2.2 *Technique de commande à cellules multiples*

Un canal de commande est assigné de façon à couvrir un groupe de cellules de trafic adjacentes et il est diffusé simultanément à partir de chaque station de base située dans la zone de commande.

2.3 *Prise*

L'état occupé/au repos est utilisé, dans le canal de commande, pour atténuer les effets des collisions lors de la tentative d'obtention d'un canal de commande.

2.4 *Réduction du brouillage dans le même canal*

Afin d'éviter le brouillage dans le même canal, on distingue les zones de commande et les zones radioélectriques utilisant les mêmes canaux au moyen d'un code J et d'un code K, respectivement.

3 **Séquence de commande**

3.1 *Appel provenant de la station mobile*

Les caractéristiques nécessaires à l'appel provenant de la station mobile sont les suivantes:

- pour la numérotation à partir de la station mobile, on utilise le même format que dans le réseau téléphonique public avec commutation (RTPC);
- la position des stations mobiles est déterminée dans les stations de base par mesure du champ des signaux d'accès reçus des stations mobiles;
- les canaux de trafic sont attribués par le canal d'accès et un signal de contrôle par retour de l'information est échangé sur le canal de trafic assigné entre la station mobile et la station de base;
- les signaux de numérotation sont envoyés sur le canal de trafic une fois celui-ci mis en place.

3.2 *Appel vers la station mobile*

- La numérotation à destination de la station mobile est effectuée comme suit:
0 + A0 + (numéro d'identification de l'abonné à 7 chiffres), A étant le code de catégorie de taxation, ce code étant choisi parmi 3 ou 4 catégories.
- Un signal de recherche est vérifié par comparaison avec les données relatives à l'abonné enregistrées au centre de mémoire; il est ensuite diffusé simultanément dans la zone de commande à partir de chacune des stations de base. Si la station mobile répond, le processus qui suit est alors identique à celui de l'appel à partir de la station mobile. En cas de non-réponse, c'est-à-dire si la station mobile n'est pas alimentée ou si elle se trouve en dehors de la zone de service, l'abonné demandeur sera informé de la situation à l'aide d'une annonce envoyée par le central (CCM).

3.3 *Transfert*

Un nouveau canal de trafic est assigné aux stations mobiles qui traversent les frontières d'une zone:

- la station de base détecte la détérioration du rapport S/N provenant du canal de trafic et demande à la station directrice le transfert de la communication;
- la station directrice donne l'ordre de faire une vérification du rapport S/N dans les stations de base des zones avoisinantes et dans celle de la zone d'origine;
- la station directrice sélectionne une nouvelle zone et un nouveau canal de trafic, après avoir comparé les signaux provenant des stations de base précitées et assigne un nouveau canal à la station mobile. Afin de réduire le temps de coupure durant cette procédure (la durée est inférieure à 500 ms), la ligne terrestre est réservée. Si la station mobile ne peut recevoir un nouveau canal de trafic, elle reprend le canal utilisé précédemment.

4 Code de signalisation

Le code de signalisation comprend les caractéristiques suivantes:

- numéro téléphonique: 7 chiffres binaires codés en 24 bits;
- numéro de série (non modifiable);
- catégorie de station;
- premier canal de recherche à utiliser;
- identification de la zone d'origine: 2 chiffres binaires.

BIBLIOGRAPHIE

- HATTORI, T., YOSHIKAWA, N. et KANEKO, K. [janvier 1982] Digital signalling scheme on 800 MHz land mobile telephone communication with all digital radio link control. *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 30, 1, 150-157.
- ITO, S. et MATSUZAKA, Y. [novembre 1978] 800 MHz band land mobile telephone system - overall view. *IEEE Trans. Vehic. Tech.*, Vol. VT-27, 4, 205-211.
- KURAMOTO, M., HIRADE, K. et SAKAMOTO, M. [14-17 mai 1984] Design concept of new high-capacity land mobile communication system. IEEE International Conference on Communications (ICC '84), Amsterdam, Pays-Bas, Conf. Proc., Vol. 3, 1188-1191.
- YOSHIKAWA, N., OKASAKA, S. et KOMAGATA, H. [novembre-décembre 1977] 800 MHz band land mobile telephone control system. *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 25, 11-12, 1172-1190.

PARTIE 2

Système MCS-L2

1 Introduction

Le système téléphonique mobile de la deuxième génération (MCS-L2) fonctionnant dans la même bande que celle du MCS-L1 (900 MHz) a été mis en place au Japon, l'objectif recherché étant de tout faire pour augmenter la capacité d'écoulement du système, pour en réduire les coûts et pour diversifier les services.

La capacité d'écoulement a été portée à environ 100 000 abonnés dans les grandes villes, grâce aux techniques d'émission MF analogique avec un espacement des canaux de 12,5 kHz, de réception en diversité, de réassignation des canaux à l'intérieur d'une zone ou entre des zones, de réglage souple de la puissance d'émission et d'établissement de connexions en partie sans émission.

La liste des références donne une description détaillée des spécifications relatives aux systèmes et à leurs composants. On trouvera ci-après les caractéristiques et les spécifications supplémentaires du MCS-L2 par rapport à celles du MCS-L1.

2 Objectifs de conception de la liaison radioélectrique

Voir le § 2 de la Partie 1.

3 Interface radiofréquence

3.1 Canal de trafic

L'excursion de fréquence maximale est limitée à 2,5 kHz pour un espacement des canaux de 12,5 kHz.

3.2 Commande des canaux radioélectriques

Pour la commande des canaux radioélectriques, on utilise une signalisation à 2 400 bit/s et une signalisation à 100 bit/s dans la voie de trafic. La voie de données à 100 bit/s, qui transmet différents signaux entre une station de base (SB) et une station mobile (SM) (par exemple, des informations sur le rapport porteuse/bruit et sur le rapport porteuse/brouillage provenant de la SM, des informations de transfert provenant de la SM) est établie à des fréquences infra-acoustiques, ce qui permet de maintenir le spectre radioélectrique global dans l'espacement des canaux de 12,5 kHz.

4 Configuration des canaux de commande

4.1 Allotissement des canaux de commande

Les canaux de commande sont spécialisés et divisés en sous-ensembles de deux canaux, à savoir:

- Le canal de recherche: on utilise une nouvelle méthode d'émission consécutive/simultanée à multi-émetteurs (MSSC). Les signaux communs à toutes les zones radioélectriques d'une zone de commande donnée (par exemple, l'information d'appel vers une station mobile) sont diffusés simultanément à partir de plusieurs stations de base. Les signaux propres à chaque zone radioélectrique (par exemple, le numéro du canal d'accès de chaque zone radioélectrique) sont diffusés séquentiellement.
- Le canal d'accès: l'accès multiple par émission de signal de repos avec réservation d'intervalles de données (ICMA-DR) est employé dans les canaux radioélectriques à accès multiple. Un paquet de réservation d'intervalles de données est d'abord envoyé par un terminal par l'intermédiaire du canal radioélectrique en amont, puis la SB transmet le paquet d'informations une fois qu'elle a reçu un signal de demande d'informations de la SM. Avec cette méthode, la perte de temps d'émission due à la collision des paquets est moindre et l'efficacité des canaux à accès aléatoire est meilleure.

Le mode d'émission MSSC présente l'avantage d'assurer une recherche sur une zone étendue, grâce à l'émission simultanée, et une localisation plus précise, grâce à la diffusion séquentielle, pour attribuer en exclusivité des canaux d'accès à des zones radioélectriques données.

4.2 Configuration de la zone de commande

L'unité de base est la zone radioélectrique, qui correspond à une zone d'accès. Plusieurs zones radioélectriques forment une zone de recherche, qui correspond à une zone d'enregistrement. On regroupe plusieurs zones de recherche en une seule zone de commutation.

5 Système de commande et de commutation

5.1 Signalisation

Le système de signalisation sur voie commune N° 7 est celui adopté entre les centres de commande des services mobiles (CCM) et entre les CCM et le RTPC. Un système de signalisation sur voie commune spécialisé est utilisé entre le CCM et la SB.

5.2 Abonnés itinérants

Tout comme le MCS-L1, le système MCS-L2 garantit aux abonnés où qu'ils aillent la possibilité de connexion en provenance et à destination du RTPC. Avec ce système, les abonnés itinérants peuvent également passer au système MCS-L1.

5.3 Méthode de numérotation

Voir le § 3.2 de la Partie 1.

5.4 Supervision du canal de trafic

La qualité d'une communication en cours est surveillée en permanence par la SB et la SM à l'aide de mesures du niveau du signal RF, du TEB de signal des données de commande en service à 100 bit/s et du rapport signal brouilleur/signal utile.

5.5 *Procédure de transfert*

Un nouveau canal de trafic est réassigné aux stations mobiles rapidement et sans bruit dans les conditions suivantes:

- la SM ou la SB détecte une détérioration du rapport porteuse/brouillage et la SM demande aux stations directrices de transférer la communication à l'intérieur de la zone;
- la station de base détecte un rapport porteuse/bruit trop bas ou trop élevé et la SM demande aux stations directrices de transférer la communication dans une autre zone.

BIBLIOGRAPHIE

- IMAMURA, K. et autres [1987] Radio Link Control for High-Capacity Land Mobile Communications System. NTT, Review of the ECL, Vol. 35, 2, p. 95-100.
- KOZONO, S. et SAKAMOTO, M. [juin 1985] Co-Channel Interference Measurement in Mobile Radio Systems. IEEE 35th VTC Conf. Rec., p. 60-66.
- KURAMOTO, M. et SHINJI, M. [février 1984] Second Generation Mobile Radio Telephone System in Japan. IEEE Communications Magazine, Vol. 24, 2, p. 16-21.
- MATSUMOTO, T. et autres [1987] Voice and Data Transmission Techniques for NTT's High-Capacity Land Mobile Communications System. NTT, Review of the ECL, Vol. 35, 2, p. 101-107.
- NAKAJIMA, A. et YAMAMOTO, K. [mars 1987] Advanced Mobile Communication Network Based on Signaling System N° 7. ISS'87, p. C9.3.1-C9.3.6.
- SAKAMOTO, M., HATA, M. et FUJII, T. [1987] Efficient Utilization Techniques for a High-Capacity Land Mobile Communications System. NTT, review of the ECL, Vol. 35, 2, p. 89-94.

ANNEXE 3

Description générale du système téléphonique mobile nordique (NMT)

1 Introduction

La mise au point du système téléphonique mobile nordique international (NMT) et l'élaboration des spécifications de ce système relèvent d'un effort déployé en commun par le Danemark, la Finlande, la Norvège et la Suède. Les aspects internationaux du système ont été pris en compte dès le début, si bien que ce système a été, dès le départ, un véritable réseau mobile terrestre public international permettant aux abonnés, lors de leurs déplacements entre divers pays, d'avoir pleinement accès au réseau téléphonique public international avec commutation et à ses services.

En raison de l'augmentation rapide du nombre d'abonnés au système NMT-450 dans les pays scandinaves, il sera nécessaire d'étendre encore le système dans la bande des 900 MHz (NMT-900). En conséquence, une nouvelle spécification a été présentée, compte tenu de l'expérience acquise avec le NMT-450.

La liste des références donne une description complète et détaillée des spécifications relatives aux systèmes et à leurs composants.

2 Caractéristiques techniques

2.1 *Caractéristiques du matériel radioélectrique*

Conformément aux dispositions de la Recommandation UIT-R M.478, c'est avec un espacement des canaux de 25 kHz que le système répond aux besoins en ce qui concerne la sélectivité et la puissance pour la voie adjacente.

2.2 Structure des cellules et réutilisation des canaux

Il est possible d'utiliser de grandes cellules (20-40 km de rayon) dans les zones rurales et des petites cellules (s'abaissant jusqu'à 0,5 km de rayon) dans les zones urbaines. La sensibilité du récepteur de la station de base peut être réglée pour assurer la symétrie des distances de couverture dans les deux sens de propagation, en tenant compte des p.a.r. de la station de base (SB) et de la station mobile (SM) et de la sensibilité du récepteur de la SM.

Dans les zones à forte densité de trafic (par exemple, le centre des villes), il doit être possible d'utiliser une structure de cellule en «secteur» avec des antennes directives et une concentration de canaux au centre des zones à forte densité de trafic.

2.3 Signaux de commande

L'utilisation de la signalisation MDF rapide à 1200 bit/s permet de produire et de détecter le signal MDF rapide au centre de commutation de service mobile (CCM) et d'utiliser les circuits ordinaires du réseau téléphonique pour acheminer le signal de bande de base MDF rapide. Dans les stations de base, le signal de bande de base MDF rapide est traité par les circuits de signaux audio ordinaires (y compris préaccentuation et désaccentuation). On utilise la même signalisation pour la commande des équipements de voie de SB.

La capacité du signal de commande est suffisante pour traiter le trafic d'au moins 25 000 stations mobiles par zone de localisation (ZL) avec une charge de trafic de 0,015 erlang par station mobile.

3 Caractéristiques d'exploitation

3.1 Procédure de recherche de canal

Tous les canaux peuvent être utilisés comme canaux d'appel ou canaux de trafic. Les canaux d'appel d'une SB sont utilisés essentiellement pour la recherche des SM sur les appels provenant du RTPC, alors que les canaux de trafic sont utilisés pour traiter les appels et pour la procédure d'établissement des communications pour les appels provenant d'une SM.

La procédure de recherche de canal d'une SM sert à trouver un nouveau canal d'appel (le canal d'appel en service peut être changé si la SB en service a choisi un nouveau canal d'appel ou si le mobile entre dans une nouvelle cellule), ou à trouver un canal de trafic au repos pendant l'établissement d'une communication.

Les critères de verrouillage de canal sont fixés conformément aux critères de planification des fréquences. Le balayage de la bande est effectué à trois niveaux de sensibilité du récepteur.

3.2 Enregistrement de localisation (abonnés itinérants)

La SM déclenche la procédure d'enregistrement de localisation si nécessaire. Les abonnés itinérants peuvent passer automatiquement d'un CCM à un autre et d'un pays à un autre, conformément aux dispositions de la Recommandation UIT-R M.624.

3.3 Procédure d'établissement de la communication vers une station mobile (SM)

La SM est verrouillée à un canal d'appel d'une SB dans la ZL où elle a été actualisée pour la dernière fois dans le système. Un appel unilatéral est émis sur le canal d'appel de toutes les SB de cette ZL. A la réception de l'appel, la SM émet un accusé de réception sur la fréquence de retour du canal d'appel de la SB actuelle. A la réception de ce signal, le CCM envoie un ordre de commutation de canal à un canal de trafic au repos sur cette SB et la communication est établie sur ce canal.

3.4 Procédure d'établissement de la communication à partir d'une station mobile (SM)

La SM cherche un canal de trafic libre (NMT-450 et NMT-900) ou un canal d'accès (NMT-900). Le canal est pris à la suite de l'émission d'une demande d'établissement de communication sur ce canal.

3.5 Supervision du canal de trafic

Pendant une communication, entre une et quatre tonalités de supervision ayant une fréquence d'environ 4000 Hz et une excursion de fréquence de ± 300 Hz sont introduites par la SB, avec le signal vocal. Cette tonalité est bouclée par la SM et la qualité de la tonalité après le bouclage est évaluée par la SB.

3.6 Procédure de transfert

La qualité d'une communication en cours est contrôlée en permanence par la SB à l'aide de mesures du niveau du signal radiofréquence (NMT-900) et d'évaluations de la qualité de la tonalité de supervision (NMT-450 et NMT-900). Si la qualité s'abaisse au-dessous d'un niveau préétabli, le centre de commutation de service mobile (CCM) en est informé. Ce centre ordonnera aux SB voisines (jusqu'à 16) de mesurer la qualité du signal sur le canal de trafic utilisé de l'ancienne SB, à l'aide d'un récepteur de mesure spécial, réglable en fréquence sur tous les canaux. Les résultats des mesures de toutes les SB voisines, sont évalués par le CCM. Si la réception à une des SB voisines est meilleure que celle à la SB utilisée, le CCM attribuera un canal de trafic libre à la nouvelle SB pour l'appel, enverra un ordre de commutation de canal à la SM sur le canal de trafic utilisé pour l'appel sur l'ancienne SB et réacheminera l'appel vers le canal de trafic attribué à la nouvelle SB. Le transfert est également possible entre SB situées dans des zones de localisation adjacentes.

3.7 Procédure de libération de la communication

Les communications sont libérées immédiatement à la réception du signal de libération provenant de la SM. Si l'abonné au RTPC raccroche et que la SM ne raccroche pas, la fonction de temporisation normale du RTPC libère la communication. Une libération forcée est effectuée si la qualité du signal à la SB devient inférieure au niveau préétabli, pendant plus de 20 s, et si le transfert est impossible. A la SM, il y a une temporisation autonome arrêtant l'émetteur si le niveau du signal radiofréquence reste inférieur à un niveau fixé pendant plus de 30 s.

3.8 Plan de numérotage

Conformément aux dispositions de la Recommandation UIT-T E.213, la SM est identifiée dans le réseau mobile terrestre public (RMTP) par un numéro unique d'abonné mobile à sept chiffres. Dans le système NMT-900, le numéro d'abonné mobile est étendu au moyen d'un mot de passe secret à trois chiffres.

3.9 Signalisation entre CCM et interface avec le RTPC

On utilise le système de signalisation N° 7 de l'UIT-T, qui permet un transfert entre CCM au moyen du sous-système utilisateur de service mobile, ou le système de signalisation R2 de l'UIT-T.

L'interface avec le RTPC est conforme aux dispositions de la Recommandation UIT-T Q.70. Les différences entre les divers RTPC nationaux sont couvertes par les CCM. La connexion au RTPC se fait au niveau du centre interurbain. Il est possible de procéder à une intégration CCM-central interurbain.

BIBLIOGRAPHIE

- Système NMT-450:
1. Description du système; NMT Document 1;
 2. Spécification technique relative au central téléphonique mobile; NMT Document 2;
 3. Spécification technique relative à la station mobile; NMT Document 3;
 4. Spécification technique relative à l'équipement de la station de base; NMT Document 3.
- Système NMT-900:
1. Description du système; NMT Document 900-1;
 2. Spécification technique relative au central téléphonique mobile; NMT Document 900-2;
 3. Spécification technique relative au sous-système utilisateur de service mobile du système de signalisation N° 7; NMT Document 900-2, Annexe 3;
 4. Spécification technique relative à la station mobile; NMT Document 900-3;
 5. Spécification technique relative à l'équipement de la station de base; NMT Document 900-4;
 6. Spécification technique relative au simulateur de système; NMT Document 900-5.

Les documents cités en référence peuvent être obtenus auprès des Administrations des télécommunications du Danemark, de la Finlande, de la Norvège et de la Suède.

ANNEXE 4

Description générale du système C450

1 Résumé

Le système C450 combine une qualité de transmission optimale, une grande capacité et une utilisation très efficace du spectre des fréquences. On obtient ces caractéristiques à l'aide d'une régulation de puissance adaptative, de mesures de distance pour l'assignation des cellules et le transfert, et à l'aide de capacités de commutation spéciale comme l'établissement d'une connexion sans émission et les files d'attente. Toutes les dispositions des Recommandations UIT-R et UIT-T pertinentes sont respectées.

2 Interface radiofréquence

L'interface radiofréquence est conforme à la Recommandation UIT-R M.478. Le système est conçu pour un espacement entre canaux de 20 kHz; des canaux adjacents peuvent être exploités dans une même station de base. Des adresses pour canaux à espacement de 25 kHz sont aussi prévues dans l'équipement, ainsi que pour canaux entrelacés de 10 et 12,5 kHz.

3 Commande permanente de connexion

Les canaux de trafic comportent une sous-voie numérique permanente de gestion pour l'identification continue, la régulation de puissance et le contrôle de qualité du signal, etc. La puissance des émetteurs des stations de base et mobiles est réglée avec 8 échelons sur une gamme de 35 dB.

Le champ et le rapport signal/bruit (gigue de phase) sont contrôlés pour évaluer la qualité de transmission, à partir de la station mobile et de la station de base. Dès que les tolérances de qualité sont dépassées, il y a un transfert vers un autre canal à l'intérieur de la cellule.

Pendant une connexion, la distance entre une station mobile et sa station de base est déterminée en permanence, et cette information est transmise sur la sous-voie numérique. A l'aide d'un récepteur d'exploration spécial, chaque station de base observe les données fournies sur la distance et le champ par les stations mobiles se trouvant dans les zones voisines, à mesure qu'elle approche de la frontière de sa propre cellule. De cette façon, le transfert est préparé et sera effectué lorsque la frontière sera passée. L'utilisation d'un canal est donc limitée à la zone de station de base définie, ce qui améliore la réutilisation des canaux et l'utilisation du spectre.

Un échange permanent d'identifications entre la station mobile et la station de base empêche qu'une autre station mobile entre accidentellement en connexion.

La sous-voie numérique est assurée par compression temporelle des signaux vocaux, laissant 1,14 ms pour le paquet de données pendant une période de 12,5 ms. La compression temporelle n'a pas d'influence notable sur la qualité de la parole.

4 Canal de gestion commun AMRT

Toutes les stations de base du système C450 fonctionnent avec un canal de gestion commun à partage dans le temps, de sorte que la station mobile peut comparer les signaux des cellules environnantes. La bonne station de base est choisie soit par comparaison de distance relative (retard) - qui est le mode de sélection préféré - soit par mesure du champ. Chaque station de base utilise un intervalle de temps sur 32. Dans les zones à forte densité de trafic, jusqu'à 8 canaux de fréquences supplémentaires peuvent être ajoutés pour le suivi des abonnés itinérants. Le transfert du premier canal de gestion commun, qui est utilisé dans toute la zone de service, vers un autre canal de gestion se fait à partir de la station de base pertinente.

La trame AMRT avec une durée de 2,4 s comprend 32 intervalles de temps, contenant chacun 396 bits.

Si une station de base est à l'état «file d'attente bloquée», les stations mobiles vérifieront les cellules environnantes pour voir s'il est possible d'avoir une aide.

5 Identification de la station mobile et de la station de base

Station mobile

-	Nationalité	3 bits
-	Centre de commutation de rattachement de la station mobile	5 bits
-	Chiffres restants du numéro d'abonné	16 bits

Station de base

-	Nationalité	3 bits
-	Numéro du centre de commutation affecté à la station mobile	5 bits
-	Chiffres restants	16 bits

On peut transmettre dans un message jusqu'à 16 chiffres décimaux.

6 Registres de localisation

L'enregistrement de la localisation est conforme à la Recommandation UIT-R M.624. Il existe trois types de registres de localisation:

Le centre de commutation de rattachement de la station mobile (CCM) a un fichier de tous les abonnés rattachés à sa zone et inscrits avec les caractéristiques suivantes: classe de la station mobile, statut de priorité, emplacement de l'abonné itinérant, etc.

Le centre de commutation mobile visité tient à jour un fichier des stations mobiles actives y compris des stations provenant d'autres CCM.

La station de base contient un registre des stations mobiles actives dans les limites de ses cellules. Toutes les 4 min en moyenne, les stations mobiles sont interrogées et priées de répondre à la station de base. Cette procédure de mise à jour permet de repérer les stations mobiles inactives et évite des inscriptions «vides» dans le fichier.

7 Sécurité

Des cartes d'identification d'abonnés personnelles sont utilisées pour permettre au même abonné d'exploiter différentes stations mobiles. La taxe d'appel est imputée au détenteur de la carte. Un code de sécurité spécial empêche les utilisateurs non autorisés d'utiliser les cartes perdues.

Le secret est garanti grâce à l'inversion de la bande audiofréquence. Pour la transmission de données, on peut supprimer cette inversion de bande à la station mobile.

La station mobile possède un dispositif de contrôle intégré qui mettra l'émetteur hors service en cas de graves défauts de fonctionnement.

8 Capacités de commutation

Le système de signalisation N° 7 de l'UIT-T est utilisé entre la station de base et le centre de commutation mobile. Le plan de numérotage est conforme à la Recommandation UIT-T E.213. L'interface RTPC satisfait aux dispositions de la Recommandation UIT-T Q.70.

La capacité d'intervalle de temps du canal de gestion commun est conçue pour obtenir un pourcentage minimal de collisions d'accès. Tous les autres dialogues de messages se font sous le contrôle de la station de base.

On obtient une utilisation maximale des canaux de trafic par les files d'attente et l'établissement d'une connexion sans émission pendant les périodes de trafic intense.

BIBLIOGRAPHIE

FERNMELDETECHNISCHES ZENTRALAMT [1985] C450 System Description. Peut être obtenu auprès de Fernmeldetechnisches Zentralamt, Referat S32, Postfach 5000, 0-6100 Darmstadt, Allemagne (République fédérale d').

ANNEXE 5

Description générale du système TACS («Total Access Communication System»)

1 Caractéristiques d'exploitation et caractéristiques du système

1.1 *Objet*

Le réseau mobile terrestre public (RMTP) a été conçu pour permettre un échange automatique de trafic avec le réseau téléphonique public avec commutation (RTPC) et assurer un service qui, du point de vue de l'utilisateur, est identique à celui offert par le réseau classique, à savoir qualité téléphonique élevée, haute fiabilité, faible blocage et coût relativement modique.

1.2 *Propriétés des cellules*

- Possibilité d'utiliser des cellules de grandes dimensions au stade initial puis, une fois le système arrivé à maturité, de passer à des cellules de petite taille et d'utiliser des combinaisons de tailles différentes.
- Possibilité de transfert d'une station à une autre, jusqu'à au moins une fois par appel et par minute.
- Pour utiliser le spectre avec efficacité (réutilisation des canaux), le nombre de jeux de canaux est peu élevé. Le choix des canaux doit être approprié aux conditions d'évanouissements (de type Rayleigh) par trajets multiples caractéristiques des canaux de systèmes mobiles exploités dans les villes, aux variations topographiques, aux diagrammes d'antenne choisis et à la qualité RF souhaitée; il est suggéré d'utiliser une valeur médiane locale de 17 dB à titre d'objectif pour le rapport porteuse/brouillage (C/I) au 90^e percentile (si l'écart type est de 8 dB, cela équivaut à une valeur médiane de 27 dB pour C/I , à la limite nominale de la cellule). Naturellement, d'autres objectifs de qualité peuvent être pris en considération.
- Des techniques perfectionnées d'enregistrement des stations mobiles sont utilisées pour permettre la localisation automatique des abonnés itinérants nationaux et internationaux.

1.3 *Traitement des signaux*

- On utilise des valeurs maximales d'excursion et de largeur de bande du récepteur avant détection, qui conviennent aux systèmes cellulaires (ce qui permet de diviser le spectre en canaux aussi bien par répartition en fréquence que par séparation dans l'espace).
- Le traitement des signaux vocaux est fondé sur la compression-extension 2:1 pour améliorer la qualité de perception du signal reçu.
- Le codage relatif à la signalisation numérique est fondé sur la détection et la correction de salves d'erreurs.
- Il est possible, au stade de la conception, de prévoir un rapport valeur de crête/valeur efficace compris entre 6 et 20 dB pour le signal vocal démodulé au récepteur, ce qui devrait permettre d'obtenir une gamme de qualité comparable à celle du réseau classique.

1.4 *Protection du service*

- L'émission d'un numéro de série permet d'empêcher l'utilisation d'unités qui ont été dérobées et d'interdire l'accès à des demandeurs non autorisés.
- La conception du système n'est pas incompatible avec la mise en oeuvre de moyens permettant d'assurer le secret des communications.
- La conception du système prévoit des fonctions qui permettent de prévenir la diaphonie intelligible.
- La communication aboutit parfaitement dans au moins 99% des cas pour lesquels une connexion initiale dans les deux sens a été établie entre le demandeur et le demandé.

1.5 *Services offerts*

- Service de messages téléphoniques avec appel automatique à destination et en provenance du RTPC et autres usagers mobiles.
- Services de transmission de données.
- Installation d'équipements à bord de véhicules.

- Utilisation d'équipements portatifs.
- Equipements transportables.
- Autres améliorations compatibles avec les services mobiles: renvoi automatique d'appels, composition automatique de numéros, attente de messages, etc.
- Les informations relatives à la taxation transmises durant l'appel permettent l'affichage direct de cette taxation: l'utilisation des publiphones mobiles, des taxiphones, etc. se trouve ainsi facilitée.

2 Caractéristiques radiofréquence

Les principales caractéristiques radiofréquence du système se trouvent détaillées au Tableau 1.

Les autres caractéristiques radiofréquence particulières sont les suivantes:

2.1 Caractéristiques de modulation

L'excursion MF de crête est environ deux fois plus grande que celle qui correspond normalement à un espacement de 25 kHz entre canaux. Cela a l'avantage considérable d'améliorer la résistance au brouillage dans le même canal, le rapport moyen porteuse/brouillage (C/I) minimal utilisable se situant autour de 10 dB plutôt que 15 dB. Autrement dit, pour la même qualité téléphonique, on peut employer une distance plus courte de réutilisation des fréquences et, par conséquent, de plus petits schémas de réutilisation. Toutefois, les canaux adjacents ne peuvent pas être utilisés dans la même cellule; mais cela ne constitue pas un problème pour les systèmes radioélectriques à cellules parce que seul un petit nombre des canaux disponibles (normalement 1/7) sont utilisés dans une cellule donnée.

2.2 Nombre total de canaux: jusqu'à 1000

2.3 Canaux de gestion

Deux jeux de canaux sont réservés à la gestion, afin de permettre le déploiement de plusieurs opérateurs du système en un point donné. Il y a 21 canaux de gestion par jeu et les canaux de gestion sont contigus dans chaque bloc.

Les canaux de gestion destinés au système A vont du numéro 23 au numéro 43.

Les canaux de gestion destinés au système B vont du numéro 323 au numéro 343.

2.4 Puissance de la station mobile

Il existe quatre catégories de stations mobiles, correspondant aux puissances suivantes, indiquées dans le Tableau 3.

TABLEAU 3

Catégorie de station	Type de station mobile	Puissance apparente rayonnée nominale (W)
1	Mobile à puissance très élevée	10
2	Mobile à puissance élevée	4
3	Portative, puissance moyenne	1,6
4	Portative, faible puissance	0,6

On utilise la régulation de puissance adaptative avec 7 niveaux de 4/8 dB.

2.5 Tonalités de supervision

Les tonalités audiofréquence de supervision (SAT) sont envoyées par le système sur canal téléphonique assigné puis elles sont répétées par la station mobile sur le canal duplex téléphonique, la boucle d'identification étant ainsi fermée.

Fréquences SAT: 5970 Hz; 6000 Hz; 6030 Hz.

La tonalité de signalisation (ST) est une tonalité à 8 kHz émise sur un canal téléphonique assigné, de la station mobile vers la station de base. Elle est envoyée pour indiquer la position du combiné de la station mobile:

- Combiné raccroché - Tonalité envoyée
- Combiné décroché - Tonalité non envoyée.

3 Format et code de signalisation

La signalisation a lieu dans les deux sens, sur les canaux de gestion et les canaux téléphoniques afin de garantir que la station mobile est toujours contrôlée par le système. Toutes les données sont produites au rythme de 8 kbit/s.

Chacun des quatre trajets de signalisation achemine différents types d'information et leurs conditions d'exploitation diffèrent, d'où la nécessité de faire un grand nombre de compromis si un format commun de signalisation devait être adopté. Chaque trajet est donc traité individuellement.

Les séquences de synchronisation (Sync) sont choisies à deux fins: minimiser le risque d'une intrusion aléatoire dans les données et laisser suffisamment de temps à l'équipement de la station mobile et de la station de base pour qu'il effectue la synchronisation. A l'exception du canal de gestion vers l'avant (FOCC) utilisé par la station de base, l'émission se produit sous forme de salve de données lorsque cela est nécessaire.

Tous les canaux sont sujets à l'évanouissement et au brouillage. Pour assurer une protection adéquate contre les erreurs, chaque mot de données est émis plusieurs fois et contient des bits de correction d'erreur sans circuit de retour pour assurer l'intégrité. Les répétitions sont enregistrées de manière séquentielle à l'extrémité réceptrice et une décision majoritaire bit par bit est prise au sujet de 5 mots enregistrés (les onze répétitions envoyées sur le canal téléphonique vers l'avant garantissent que 5 mots au moins seront reçus par la station mobile).

Un générateur de code BCH est utilisé pour produire 12 bits de parité, lesquels sont ajoutés à la fin des données pour produire le mot de données total. Les canaux vers l'avant (FOCC; FVC) utilisent 28 bits d'information et 12 bits de parité par mot, les canaux de retour (RECC; RVC) comportent 36 bits d'information et 12 bits de parité par mot. Cette structure de code est capable de corriger des erreurs affectant un bit et de détecter des erreurs affectant 4 bits.

L'émission des données de commande sur les canaux téléphoniques (FVC; RVC) est accomplie en bloquant les trajets audiofréquence tout en émettant la salve de données. C'est une opération de très courte durée, qui n'est pas perçue par l'utilisateur.

Avant l'émission MDF, les données sont codées en Manchester. Cela permet des transitions de données suffisantes, de manière à assurer une synchronisation précise des bits dans le signal. Ce codage est particulièrement nécessaire pour les séquences de synchronisation comportant de grandes séries de «0» ou de «1».

Les mots de données sont des paquets complexes d'information subdivisés en groupes de bits ou en bits individuels, chacun définissant un paramètre du système: le numéro de série, le chiffre composé au cadran, etc. Le format exact dans un mot dépend du type de voie utilisé et du type de message.

4 Identité internationale de la station mobile

Un numéro d'identification binaire à 34 bits de la station mobile est déduit de l'identité internationale à 10 chiffres de la station mobile, qui comprend un indicatif de pays de la station mobile (3 chiffres), un code de réseau mobile (1 chiffre) et un numéro d'identification de la station mobile (6 chiffres). (Voir la Recommandation UIT-T E.212.)

Un numéro de code binaire de 32 bits, exclusif, est assigné à chaque station mobile. Ce numéro, qui n'est pas modifiable, a pour but d'empêcher les fraudes et les vols.

BIBLIOGRAPHIE

BABT-SITS, Specifications dealing with the type approval of mobile equipment, including features such as hands-free operation and data transmission. Peut être obtenu auprès de British Approvals Board for Telecommunications.

BTRL [octobre 1984] United Kingdom Total Access Communications System Mobile Station - Land Station Compatibility Specifications, Issue 3. Peut être obtenu auprès de British Telecom Research Laboratories.

ANNEXE 6

Description générale du système italien à 450 MHz

1 Structure du système

Le territoire italien est divisé en 10 *zones d'appel*. Une zone d'appel est caractérisée par un seul canal d'appel; les appels destinés aux stations mobiles qui se trouvent dans cette zone sont transmis en mode simultané par toutes les stations de base comprises dans cette zone. Les zones d'appel adjacentes utilisent des canaux d'appel différents. Le même canal d'appel est réutilisé dans les zones d'appel lointaines.

Les appels destinés aux stations mobiles sont acheminés par l'intermédiaire du centre principal de commande des services mobiles de la zone d'appel dans laquelle se trouve la station mobile.

Lorsqu'une station mobile traverse la frontière entre deux zones d'appel, elle informe automatiquement de sa présence le centre principal de commande des services mobiles de la nouvelle zone d'appel. Ce centre mettra à jour l'enregistrement de localisation de tous les autres centres principaux de commande des services mobiles afin qu'ils soient informés de la zone d'appel dans laquelle se trouve chaque abonné.

Une zone d'appel peut soit coïncider avec une *zone de conversation* soit être subdivisée en zones de conversation. Une zone de conversation est caractérisée par le fait que les appels provenant des stations mobiles entrent dans le réseau téléphonique directement par le centre de commande des services mobiles par satellite de la zone de conversation, sans compter la zone de conversation dans laquelle se trouve le centre principal de commande des services mobiles. La procédure de transfert n'est possible que dans une zone de conversation. Chaque zone de conversation comprendra plusieurs stations de base afin de couvrir les régions les plus peuplées et les principaux axes de communication.

Le territoire italien sera divisé en 16 zones de conversation; les dimensions moyennes d'une zone de conversation seront d'environ 20 000 km².

Les centres principaux de commande des services mobiles et les centres de commande des services mobiles par satellite seront reliés aux centres tertiaires du réseau téléphonique.

2 Caractéristiques des radiofréquences

2.1 Bande de fréquences

Il est prévu que le système fonctionne dans la bande des 450 MHz. L'on compte 200 canaux duplex, les quatre canaux aux fréquences les plus élevées étant utilisés en tant que canaux unidirectionnels d'appel.

2.2 Stations de base et groupement des canaux

Chaque station de base sera équipée d'un émetteur d'appel redondant, de deux récepteurs de contrôle utilisés pour les procédures de transfert et d'un certain nombre d'émetteurs-récepteurs en fonction du trafic prévu dans la zone de couverture de la station de base.

Chaque station disposera au maximum de 64 canaux duplex; plusieurs groupes de 64 canaux peuvent être utilisés au même endroit. Les canaux de trafic qui utilisent le même système d'antenne sont normalement groupés de manière à assurer un autofiltrage de l'intermodulation. Normalement on regroupe huit canaux ayant un espacement de 600 kHz, cet espacement permet d'utiliser de petits filtres d'aiguillage d'émission.

2.3 Caractéristiques des émetteurs-récepteurs

La plupart des caractéristiques des émetteurs-récepteurs sont conformes à celles de l'équipement utilisé dans d'autres systèmes mobiles publics de pointe. Toutefois, il convient de mentionner, du point de vue du système, les caractéristiques ci-après:

- la puissance nominale à la sortie des émetteurs de la station de base est de 25 W et celle de l'émetteur mobile est de 10 W. Il est possible d'obtenir une diminution de 10 dB de la puissance à la sortie. La diminution de la puissance de la station mobile est automatique;
- un compresseur-extenseur syllabique est utilisé dans les deux sens de la transmission pour améliorer la qualité des signaux vocaux;
- des inverseurs de bande peuvent être insérés et désactivés par l'abonné mobile pendant la conversation.

3 Numérotation et procédure d'appel

3.1 Numérotation

Le numéro national de téléphone d'une station mobile se compose de l'indicatif d'accès au service «0333» suivi du numéro de l'abonné à six chiffres. Le premier de ces six chiffres est identique pour tous les abonnés et il sert à des fins de commande, les deuxième et troisième chiffres se rapportent au centre principal de commande des services mobiles, auquel l'abonné est rattaché.

En général, le numéro de téléphone est le même que le numéro d'identification de la station mobile; toutefois, il est possible pour environ 10% des abonnés d'avoir un numéro d'identification différent du numéro de téléphone de la station mobile; cette possibilité permet à un abonné dont l'équipement mobile a été dérobé de conserver le même numéro de téléphone.

3.2 Appel destiné à un abonné mobile

On peut appeler un abonné mobile en composant son numéro de téléphone, y compris l'indicatif de service. L'indicatif de service relie l'abonné demandeur au centre principal de commande des services mobiles le plus proche. Ce centre analyse le numéro de la station mobile du point de vue de sa validité, de la catégorie de l'abonné et de l'enregistrement de la localisation. Si la station mobile se situe dans une autre zone d'appel, l'appel est acheminé vers le centre correspondant.

Le centre principal de commande des services mobiles de la zone d'appel dans laquelle se trouve la station mobile diffuse l'appel par l'intermédiaire de tous les émetteurs d'appel de cette zone.

Lorsque la station mobile reçoit son identification, elle commence à rechercher un canal de trafic inactif à l'aide de la même procédure que pour les appels émanant d'une station mobile (voir le § 3.3). Lorsqu'elle trouve un canal de trafic libre, l'identification de la station mobile et le signal d'accusé de réception sont transmis. Si le centre principal de commande des services mobiles ne reçoit pas l'accusé de réception en l'espace de 10 s, il envoie un second appel.

3.3 Appels provenant d'une station mobile

La composition au cadran pour prise préliminaire ou l'établissement de l'appel sans émission est utilisé afin de réduire le taux de l'occupation des canaux due à l'information de numérotation. La station mobile recherche un canal de trafic libre avec une recherche à deux seuils; dans la première étape, on ne recherche un canal de trafic libre que s'il permet une bonne qualité de transmission et dans la deuxième étape également, on peut rechercher un canal ayant une qualité acceptable. La recherche à deux seuils améliore la qualité du système et diminue le nombre de transferts.

Une fois que l'on a trouvé un canal de trafic, l'identification de la station mobile et le numéro composé sont transmis. Le centre de commande des services mobiles par satellite ou le centre principal de commande des services mobiles analysent la validité et la catégorie de l'abonné puis ils établissent l'appel.

4 Transfert

Si, pendant une conversation, la qualité tombe au-dessous d'une valeur donnée, la station de base concernée en informe le centre de commande des services mobiles par satellite ou le centre principal de commande des services mobiles qui entameront la procédure de transfert en demandant une mesure du champ sur le canal de trafic correspondant aux émetteurs de contrôle des stations de base adjacentes. Si l'une des stations de base offre une meilleure qualité de transmission et si un canal de trafic au moins est libre dans cette station, un ordre est émis vers la station mobile via l'ancien canal de trafic pour passer sur le nouveau canal.

Une confirmation émanant de la station mobile est transmise sur le nouveau canal puis le transfert est achevé par le centre de commande.

5 Signalisation dans le trajet radioélectrique

La principale signalisation utilisée dans le trajet radioélectrique est un code multifréquence dans la bande 2/7 adapté à l'exploitation dans un environnement de service mobile; ce code est tiré de celui déjà utilisé dans la première génération italienne de système dont on a une longue expérience pratique.

En outre, une onde pilote à basse fréquence à modulation d'amplitude est utilisée pour les informations à transmettre pendant une conversation, comme la commande d'insertion et de désactivation d'inverseur de bande, et les impulsions de taxation de l'appel vers la station mobile.

On peut utiliser jusqu'à 3 ondes pilotes audiofréquences différentes pour identifier le même canal employé dans 3 groupes adjacents.

BIBLIOGRAPHIE

FAILLI, R. [1983] Nouvelle génération italienne de systèmes de communication radioélectrique publics mobiles terrestres. *FITCE Rev.*, Volume 22.

ANNEXE 7

Description générale du Système national français

1 Bande de fréquences et classe d'émissions

Le système utilise des blocs de canaux (jusqu'à 256 par bloc) avec espacement entre canaux de 12,5 kHz, classe d'émission 11K0G3E. Les bandes de fréquences en France sont les bandes 200 MHz (écart duplex 8 MHz) et 400 MHz (écart duplex 10 MHz).

2 Signalisation

La modulation est du type MDF rapide à 1 200 bit/s. Le codage utilisé est du type Hagelbarger.

3 Caractéristiques des stations mobiles

La station peut être multiservices ou ne comporter que certains des services décrits au § 2 de la Partie C du présent Rapport.

La station mobile a accès à 256 canaux.

4 Caractéristiques des stations de base

La station de base comprend une unité de commutation qui est raccordée au RTPC comme un PABX temporel avec une capacité d'acheminement automatique direct («numérotation directe»).

La station de base peut comporter jusqu'à 24 émetteurs-récepteurs couplés par cavités sur deux à trois antennes. La gestion des voies radio comporte une file d'attente. L'appel se fait avec rappel du demandeur (off-air call set-up).

5 Architecture du système

Les centres de commutation du RTPC sont reliés par des liaisons MIC aux relais qui comprennent l'unité de gestion du relais, l'unité de commutation et la partie radio. Des déports de voies radio peuvent être raccordés aux relais, notamment pour couvrir des zones à faible densité.

L'échange d'informations et les réacheminements éventuels se font par le RTPC.

6 Capacité du système

Le plan de numérotation permet 500 000 abonnés.

7 Rendement des fréquences

Un bloc de 256 canaux dans une cellule peut servir 7 000 abonnés type téléphone public, 20 000 abonnés type dispatching ou toute combinaison de ces deux types.

8 Taxation

La taxation est faite dans le relais, puis transmise par liaisons à 1 200 bit/s à un centre d'exploitation.

9 Mise en service

La mise en service a commencé à la fin 1985, et au début de 1989, le cap des 100 000 abonnés a été atteint. Au 1er octobre 1989, le système compte 150 000 abonnés.

Il est prévu que 85% du territoire métropolitain soient couverts, et 98% de la population française fin 1990.

BIBLIOGRAPHIE

CUEUGNIET, J. et DUPLESSIS, P. [juillet 1985] Radiocom 2000. Réseau radiotéléphonique multiservices - Commutation et transmission, 2.

ANNEXE 8

Systèmes téléphoniques mobiles terrestres publics Description générale du système nord-américain à bande étroite (N-AMPS)

1 Introduction

Aux Etats-Unis d'Amérique, les techniques analogiques à bande étroite ont été traitées par le Sous-Comité TR45.1 (normes TIA) en 1992. Une norme a été élaborée et approuvée en novembre 1992, et publiée sous la cote IS-88. Cette norme définit une interface de système radioélectrique cellulaire offrant une qualité téléphonique comparable au système AMPS, mais avec des canaux téléphoniques occupant une largeur de bande trois fois moindre, ce qui permet d'améliorer considérablement la capacité du système. La norme IS-88 est fondée sur la norme EIA/TIA-553 relative aux interfaces radioélectriques analogiques. Le protocole étendu spécifié dans la norme EIA/TIA-553 permet au système serveur et au système mobile de s'indiquer mutuellement leur capacité à traiter des canaux téléphoniques à bande étroite. Deux améliorations additionnelles ont été apportées à la norme IS-88, à savoir: 1) la technique MRI (mobile reported interference) qui assure une qualité audio constante par détection et signalisation (par l'unité mobile) des perturbations dues aux brouillages et 2) l'adjonction de services spécifiques tels que le service "message bref" (messages texte limités à 14 caractères) et le service CLI (calling line indicator - indicateur de ligne appelante).

Cette norme est une norme "double mode". La signalisation d'accès et d'établissement de la communication est assurée sur des canaux de commande AMPS 30 kHz, et l'affectation de canaux téléphoniques à bande étroite n'a lieu que

si l'unité mobile et le système serveur sont capables de fonctionner en mode bande étroite. Ainsi, la compatibilité avec les systèmes AMPS et les équipements d'abonné existants est maintenue.

2 *Caractéristiques techniques*

Canaux (les caractéristiques des canaux AMPS sont indiquées à des fins de comparaison)

<i>Caractéristiques</i>	<i>Système analogique à bande étroite</i>	<i>AMPS</i>
Espacement des canaux	10 kHz	30 kHz
Stabilité en fréquence	1 pour mille	2,5 pour mille
Excursion du signal de contrôle	700 Hz	2 kHz
Excursion du signal téléphonique en crête	5 kHz	12 kHz
Excursion du signal téléphonique, moyenne	1,5 kHz	2,9 kHz
Débit de recherche et d'accès	100 kbit/s Manchester	10 kbit/s Manchester
Signalisation sur canal téléphonique	100 bit/s Manchester	10 kbit/s Manchester
Signalisation de contrôle	200 bit/s, NRZ (inaudible)	Tonalité de 6 kHz
Système SAR	7 mots de données	3 tonalités

3 **Références**

TIA/EIA IS-88 - Norme applicable à la compatibilité station mobile/station terrestre pour systèmes cellulaires analogiques à bande étroite double mode.

TIA/EIA IS-89 - Norme minimale recommandée pour stations terrestres cellulaires analogiques à bande étroite double mode, 800 MHz

TIA/EIA IS-90 - Norme minimale recommandée pour les équipements d'abonné cellulaires analogiques bande étroite double mode, 800 MHz.
