

RECOMMANDATION UIT-R M.1073-1

**SYSTÈMES MOBILES TERRESTRES CELLULAIRES NUMÉRIQUES
DE TÉLÉCOMMUNICATION**

(Question UIT-R 107/8)

(1994-1997)

Résumé

La présente Recommandation indique les caractéristiques techniques et d'exploitation des systèmes mobiles terrestres cellulaires numériques de télécommunication destinés à des utilisations internationales ou régionales. En récapitulant et comparant les caractéristiques ainsi qu'en proposant des références appropriées, elle fournit un fil directeur aux administrations évaluant divers systèmes cellulaires en vue de leur mise en service projetée.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'on utilise actuellement des signaux numériques de formats divers pour améliorer l'efficacité des communications du service mobile terrestre;
- b) que les systèmes de transmission numériques qui ne sont pas compatibles avec les systèmes mobiles terrestres existants devraient être aussi pris en considération, y compris la transmission de signaux vocaux à codage numérique;
- c) que plusieurs pays disposent de services de téléphone mobile, c'est-à-dire des services ouverts à la correspondance publique échangée par l'intermédiaire de stations de radiocommunication connectées au réseau téléphonique public avec commutation (RTPC), et que leur utilisation est de plus en plus répandue;
- d) que les divers systèmes techniques utilisés ou que l'on envisage d'utiliser pour ces services ne sont pas nécessairement compatibles;
- e) que la compatibilité des systèmes est nécessaire dans le cas de l'exploitation internationale;
- f) que, pour l'exploitation internationale, il est souhaitable de parvenir à un accord sur les caractéristiques à retenir;
- g) la Recommandation N° 310 de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979) (CAMR-79);
- h) la Question UIT-R 52/8 concernant l'intégration des services de radiocommunication mobiles publics fonctionnant dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques;
- j) qu'il est nécessaire d'améliorer l'efficacité de l'utilisation du spectre et, par conséquent, la capacité des systèmes par MHz et par unité de surface;
- k) que le système doit avoir une structure souple permettant de moduler les investissements en matière de réseau en fonction de l'augmentation des recettes, de s'adapter rapidement aux facteurs d'environnement et d'exploiter le progrès technique au lieu de le freiner;
- l) l'importance croissante des divers types de services de données et de services télématiques;
- m) la Question UIT-R 101/8 sur la transmission de la parole codée numériquement et la Question UIT-R 37/8 sur les systèmes cellulaires;
- n) la Recommandation UIT-R M.622 sur les systèmes cellulaires analogiques;
- o) les Recommandations UIT-T et les travaux menés actuellement sur la présente Question,

recommande

que les caractéristiques techniques et d'exploitation suivantes soient adoptées pour les systèmes mobiles terrestres cellulaires numériques de télécommunication (SMTCNT) destinés à des utilisations internationales ou régionales.

1 Objectifs généraux

Les SMTCNT sont conçus en fonction d'un certain nombre d'objectifs généraux:

- fournir des systèmes caractérisés par une excellente efficacité d'utilisation du spectre, permettant donc, compte tenu des ressources en spectre limitées dont on dispose, de desservir un plus grand nombre d'utilisateurs que les systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (SMTPT) cellulaires analogiques existants;
- proposer aux utilisateurs une large gamme de services et de systèmes, téléphoniques ou non, compatibles avec ceux qu'offrent les réseaux publics fixes (RTPC, RNIS, RPD, etc.), ainsi que l'accès à ces réseaux;
- offrir des services et équipements caractérisant spécifiquement les systèmes mobiles et notamment des possibilités de localisation automatique des usagers mobiles et de mise à jour de l'état de leur système;
- proposer aux usagers diverses stations mobiles correspondant à leurs besoins, des stations montées à bord de véhicules aux stations portatives, dotées d'interfaces téléphoniques et non téléphoniques;
- fournir des services de qualité et d'intégrité élevées, pour un coût raisonnable;
- permettre de réduire le coût, le poids, les dimensions et la consommation électrique des équipements mobiles et de leur infrastructure, réduction rendue possible par l'adoption du traitement numérique et des techniques d'intégration à très grande échelle.

2 Techniques numériques

Dans les SMTPT, les techniques numériques interviennent à cinq niveaux principaux:

- modulation et démodulation numériques du signal radioélectrique,
- codage numérique de la parole,
- codage des canaux et traitement numérique du signal,
- canaux numériques de commande et de données,
- secret des communications et authentification.

3 Types de service

Les services de télécommunication fondamentaux offerts par les SMTCNT peuvent être classés en deux catégories:

- les services supports, conférant à l'utilisateur la capacité nécessaire pour transmettre des signaux appropriés entre certains points d'accès;
- les téléservices, qui permettent à l'utilisateur de disposer d'une capacité de communication totale avec les autres usagers, notamment par l'intermédiaire des fonctions d'équipement terminal.

Par ailleurs, des services supplémentaires peuvent être associés aux services de base.

Dans chacune de ces deux catégories, les services assurés par les SMTCNT sont liés à ceux dont on dispose dans un RNIS, tout en étant limités à des canaux de débit binaire inférieur (typiquement moins de 16 kbit/s) du fait des contraintes caractéristiques du canal radioélectrique. Tous les SMTCNT assurent certains services de l'une et l'autre catégories, mais la gamme varie d'un système à l'autre.

3.1 Services supports

Les services supports types proposés sont les suivants:

- synchrones, asynchrones et transmission de données par paquets, le débit maximal étant de 9,6 kbit/s;
- capacité numérique sans restriction, débit binaire spécifique (généralement inférieur à 16 kbit/s).

En général, le raccordement de modems à bande vocale au trajet téléphonique des stations mobiles n'est pas possible. Un service équivalant à celui qu'offrent les modems à bande vocale du RTPC ou du RNIS peut être assuré par les services supports énumérés plus haut.

3.2 Téléservices

Tous les SMTCNT assurent les téléservices de téléphonie et de télécopie. Certains offrent le vidéotex, le télétext, etc.

3.3 Services supplémentaires

La gamme des services supplémentaires disponibles dans un SMTCNT varie selon le système et la configuration spécifique.

4 Architecture commune à tous les systèmes numériques

4.1 Configuration des stations de base

La répartition géographique des stations de base est organisée selon deux types de structures:

- structures cellulaires régulières, avec antennes équidirectives, et
- structures cellulaires sectorielles, avec antennes directives.

4.2 Définition des canaux

Deux catégories fondamentales de canaux sont définies dans les SMTCNT:

- canaux de trafic, utilisés pour la transmission téléphonique et la communication des données (par exemple, services supports et téléservices);
- canaux de gestion, affectés à la signalisation et aux commandes, notamment aux transferts.

Les canaux de gestion sont subdivisés en trois sous-groupes principaux:

- canaux de gestion communs, utilisés pour la radiomessagerie, l'accès aléatoire, etc.;
- canaux de gestion de diffusion, assurant la communication des messages radiodiffusés et/ou la synchronisation et la correction des fréquences;
- canaux de gestion associés, subdivisés de nouveau en canaux lents et canaux rapides, assurant les fonctions de commande et de signalisation pour les particuliers.

Dans certains systèmes, on peut également définir d'autres types de canaux de gestion pour des applications particulières (par exemple, canaux de commande spécialisés autonomes).

La terminologie fondamentale applicable à ces canaux de gestion est définie dans les Recommandations UIT-T de la série Q.1000.

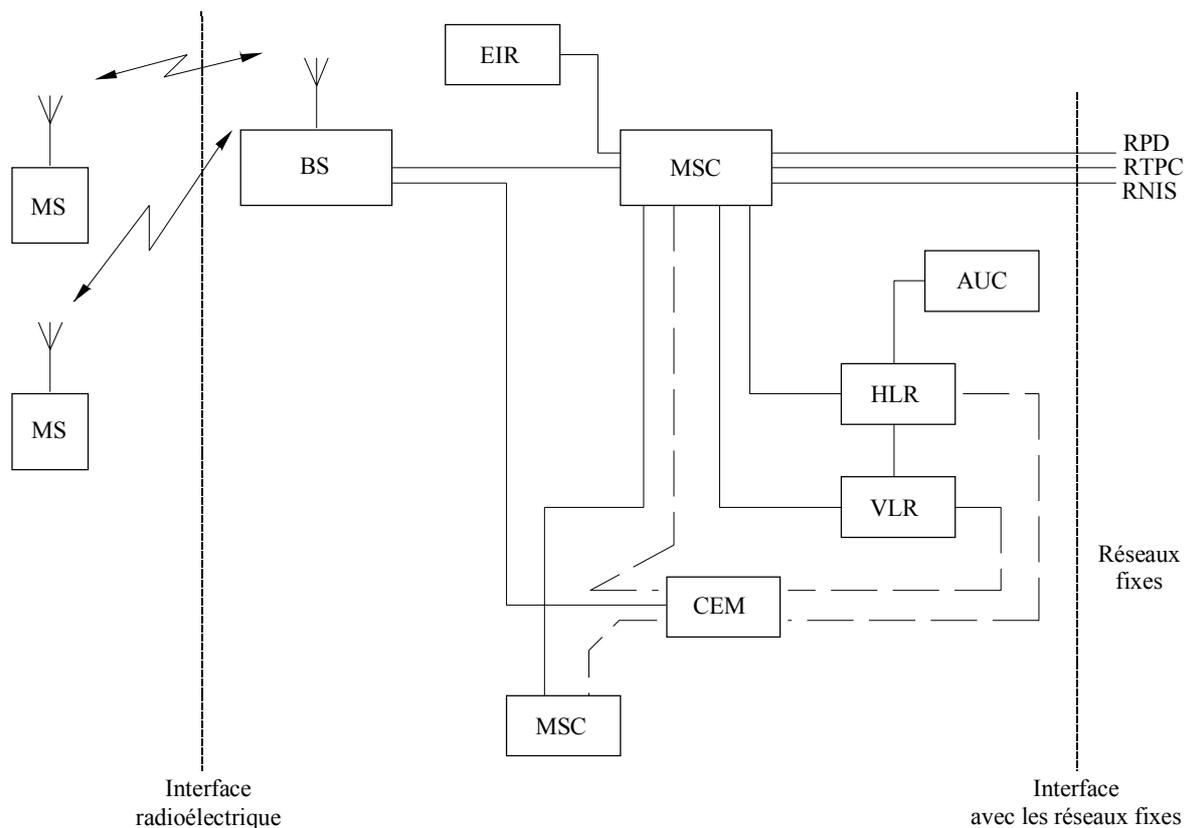
4.3 Architecture des réseaux et affectation des fonctions

La Fig. 1 représente l'architecture systémique de base d'un SMTCNT ainsi que ses principales composantes fonctionnelles. Les protocoles de communication sont spécifiés conformément au modèle OSI à 7 couches alors que les interfaces entre centres de commutation pour les services mobiles (MSC) et les interfaces du RNIS, du RTPC et du RPD sont toutes spécifiées conformément aux Recommandations UIT-T. Le plan de numérotage suit également les Recommandations UIT-T.

5 Systèmes en cours d'installation ou en projet

L'Annexe 1 présente les caractéristiques générales des systèmes et les Annexes 2 à 8, une description générale de différents systèmes.

FIGURE 1
Architecture du réseau



AUC: centre d'authentification
 BS: station de base
 CEM: centre d'exploitation ou de maintenance
 EIR: enregistreur d'identité d'équipement
 HLR: enregistreur de localisation nominal
 MS: station mobile
 MSC: centre de commutation pour les services mobiles
 VLR: enregistreur de localisation des visiteurs

— Connexion physique
 - - Relations logiques

1073-01

ANNEXE 1

Systèmes en cours d'installation ou prévus

Des systèmes numériques sans fils à forte capacité sont en cours de mise au point en Europe, en Amérique du Nord et au Japon. Tous reposent sur les objectifs et caractéristiques de base définis dans la présente Recommandation. Toutefois, chacun présente certaines caractéristiques particulières et doit tenir compte de contraintes différentes. Ces systèmes sont décrits dans les Annexes 2 à 8 et leurs paramètres essentiels sont récapitulés dans le Tableau 1.

TABLEAU 1
Paramètres essentiels

Caractéristique	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	Amérique du Nord D-STMA (800 MHz 1,8 GHz)	Amérique du Nord AMRC (800 MHz 1,8 GHz)	Japon PDC	Hybride AMRC/AMRT	PACS sous licence	AMRC large bande
Classe d'émission							
– Canaux de trafic	271KF7W	40K0G7WDT	1250K0B1W	32K0G7WDE	5000KF7W	300KF7W	5000K0B1W
– Canaux de gestion	271KF7W	40K0G1D	1250K0B1W	32K0G1D	5000KF7W	300KF7W	5000K0B1W
Bandes de fréquences d'émission (MHz)							
– Stations de base	935-960 (GSM) 1 805-1 880 (DCS) 1 930 -1 990 (PCS)	869-894 (800 MHz) 1 930-1 990 (1,8 GHz)	869-894 (800 MHz) 1 930-1 990 (1,8 GHz)	810-826 1 477-1 501	1 850-1 990	1 930-1 990	1 930-1 990
– Stations mobiles	890-915 (GSM) 1 710-1 785 (DCS) 1 850-1 910 (PCS)	824-849 (800 MHz) 1 850-1 910 (1,8 GHz)	824-849 (800 MHz) 1 850-1 910 (1,8 GHz)	940-956 1 429-1 453	1 850-1 990	1 850-1 910	1 850-1 910
Séparation duplex (MHz)	45 (GSM) 95 (DCS) 80 (PCS)	45 (800 MHz) 80 (1,8 GHz)	45 (800 MHz) 80 (1,8 GHz)	130 (0,9 GHz) 48 (1,5 GHz)	0	80	80
Espacement des porteuses RF (kHz)	200	30	1 250	25 avec entrelacement 50	5 000	300 avec entrelacement 100	5 000
Nombre total de canaux duplex RF	124 (GSM) 374 (DCS) 299 (PCS)	832 (800 MHz) 1 985(1,8 GHz)	20 (800 MHz) 47 (1,8 GHz)	640 (0,9 GHz) 960 (1,5 GHz)	28	256	12
p.a.r. maximale de la station de base (W)							
– Porteuse RF de crête	300 (GSM) 20 (DCS) 1 000 (PCS)	300 (800 MHz) 1 000 (1,8 GHz)	Non spécifié (800 MHz) 1 034 (1,8 GHz)	Non spécifié	Non spécifié	0,8	Non spécifié

TABLEAU 1 (suite)

Caractéristique	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	Amérique du Nord D-STMA (800 MHz 1,8 GHz)	Amérique du Nord AMRC (800 MHz 1,8 GHz)	Japon PDC	Hybride AMDC/AMRT	PACS sous licence	AMRC large bande
Puissance d'émission nominale de la station mobile (W)	8, 1,0 (GSM) 1, 0,125 (DCS/PCS)	9, 3 0,006, 0,0004	0,2, 0,01	3	0,6, 0,0093	0,2, 0,025	-, 0,25
Valeur de crête, valeur moyenne	5, 0,625 (GSM) 0,25, 0,031 (DCS/PCS) 2, 0,25 (GSM) 0,8, 0,1 (GSM) 2, 0,25 (PCS)	4,8, 1,6 1,0, 0,6, 0,33, 0,002 1,8, 0,6 A définir		2 0,8 0,3			
Rayon de la cellule (km)							
– Minimal	0,5	0,5	Non spécifié	0,5	0,1	< 0,1	Non spécifié
– Maximal	35	20	50	20 (jusqu'à 60)	10	1,6	20
Méthode d'accès	AMRT	AMRT	AMRC	AMRT	AMRT/AMRC	AMRT	AMRC
Canaux de trafic/porteuse RF							
– Initial	8	3	61	3	32	8	125
– Capacité nominale	16	6	122	6	64	32	253
Modulation	Modulation par déphasage minimal avec filtrage gaussien (MDMG) (BT = 0,3)	MDP-4 à codage différentiel avec déphasage de $\pi/4$ (facteur d'affaiblissement = 0,35)	MDP-4 (étalement) MDP-2 (à l'entrée) orthogonale (64 états) (à la sortie)	MDP-4 avec déphasage de $\pi/4$ (facteur d'affaiblissement = 0,5, filtre Nyquist mode racine)	MAQ à grande efficacité spectrale	MDP-4 à codage différentiel avec déphasage de $\pi/4$	MDP-4 (modulation de données) MDP-2 (étalement)
Débit de transmission (kbit/s)	270,833	48,6	9,6 ou 14,4 par canal jusqu'à 921,6 par porteuse	42	781,25	384	64

TABLEAU 1 (suite)

Caractéristique	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	Amérique du Nord D-STMA (800 MHz 1,8 GHz)	Amérique du Nord AMRC (800 MHz 1,8 GHz)	Japon PDC	Hybride AMRC/AMRT	PACS sous licence	AMRC large bande
Structure des canaux de trafic							
– Codec de signaux vocaux à plein débit							
– Débit binaire (kbit/s)	13	8	8,55 ou 13,3 maximum	6,7	8	32	32
– Protection contre les erreurs	CED à 9,8 kbit/s + traitement de la parole	CED à 5 kbit/s			CRC	CRC à 15 bits avec détection d'erreur	Aucune
– Algorithme de codage	RPE-LTP	VSELP	CELP à taux variable	VSELP		G.726 (MICDA)	MICDA (COM101+)
– Codec de signaux vocaux à plein débit amélioré							
– Débit binaire (kbit/s)	13						
– Protection contre les erreurs	CED, CRC détection et substitution de trames						
– Algorithme de codage	ACELP						
– Codec de signaux vocaux à demi-débit							
– Initial	Oui	A définir	Non	Oui	Non	A déterminer	LD-CELP
– Débit binaire (kbit/s)	5,6			3,45			
– Protection contre les erreurs							
– Algorithme de codage	VSELP			PSI-CELP			
– Futur		Oui	Oui		Oui	Oui	Oui
– Données							
– Débit initial net (kbit/s)	Jusqu'à 9,6	2,4, 4,8, 9,6 jusqu'à 28,8	Jusqu'à 13,3	2,4, 4,8	8	32	Jusqu'à 64
– Autres débits (kbit/s)	Jusqu'à 12	A définir	A définir	Jusqu'à 9,6	512	256	

TABLEAU 1 (suite)

Caractéristique	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	Amérique du Nord D-STMA (800 MHz 1,8 GHz)	Amérique du Nord AMRC (800 MHz 1,8 GHz)	Japon PDC	Hybride AMRC/AMRT	PACS sous licence	AMRC large bande
Codage des canaux	Code convolusionnel à demi-débit avec entrelacement et détection d'erreur	Code convolusionnel à demi-débit	Code convolusionnel avec entrelacement et détection d'erreur; taux sortant: $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$ taux entrant: $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$	Code convolusionnel à débit $\frac{1}{17}$ dans le cas du plein débit et code convolusionnel $\frac{1}{2}$ dans le cas du demi-débit avec entrelacement de 2 intervalles et détection d'erreur (canal de trafic téléphonique)	CRC avec étalement du spectre en séquence directe	15 CRC avec détection d'erreur	Code convolusionnel avec entrelacement de 5 ms (10/20 ms en option)
Structure des canaux de gestion							
– Canal de gestion commun	Oui (3)	En partage avec STMA Oui (3)	Oui (configurable)	Oui	Oui	Oui	Oui
– Canal de gestion associé	Rapides et lents	Rapides et lents	Réduction-salve imbriqués	Rapides et lents	Oui	Lents et rapides	Oui
– Canal de gestion de diffusion	Oui (3)	Oui	Oui (configurable)	Oui	Oui	Oui	Oui
Capacité d'égalisation par étalement temporel (μ s)	20	60 41,2	Récepteur Rake (étalement limité par réutilisation du code)	(¹)	Egaliseur pas nécessaire; étalement temporel pas spécifié	Egaliseur pas nécessaire; étalement temporel pas spécifié	Récepteur Rake
Transfert							
– Assisté par la station mobile	Oui	Oui	Oui	Oui	Dirigé et non pas assisté par la station mobile	Dirigé et non pas assisté par la station mobile	Oui
– Capacité entre systèmes avec le système analogique existant	Non	Oui, entre D-STMA et STMA	Oui, AMRC (800 MHz et 1,8 GHz) vers STMA et N-STMA	Non	Non	Non	Non
Possibilité de service international d'abonnés itinérants	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Capacité nominale d'opérateurs multiples dans la même zone	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

(¹) Un égaliseur n'est pas nécessaire, mais il est disponible en option dans certains contextes de propagation. L'étalement temporel n'est pas spécifié.

Description générale du système GSM

1 Introduction

On trouvera dans l'Annexe 1 les caractéristiques du système GSM communes à la plupart des systèmes cellulaires numériques. La présente Annexe souligne donc uniquement les aspects originaux du système GSM et ne fait qu'en donner une description partielle.

Le principal atout du système GSM a été sa configuration internationale caractérisée par le fait que les services peuvent utiliser en commun des bandes de fréquences virtuellement claires. Il s'agissait là d'une opportunité unique permettant d'utiliser au mieux les nouvelles technologies et donc d'utiliser le spectre rationnellement avec un nombre de contraintes assez limité. Il était donc possible de concevoir un système radioélectrique très évolué.

Le système GSM s'applique aux bandes des 900 MHz (GSM 900), des 1 800 MHz (DCS 1 800) et des 1 900 MHz (PCS 1 900). On trouvera dans la liste des Références bibliographiques générales des renseignements complets et détaillés de ETSI sur les spécifications du système GSM.

2 Services

Lors de l'élaboration de la norme GSM, on a spécifié les détails de la mise en place de chaque service ainsi que les mécanismes d'interfonctionnement nécessaires afin d'offrir aux abonnés itinérants un accès à tous les services et de minimiser la complexité de la station mobile.

2.1 Services supports

Les services supports assurés par le RMTP GSM sont les services de transmission de données transparents et non transparents tant en mode circuits qu'en mode paquets jusqu'à un débit de données net de 12 kbit/s.

2.2 Téléservices

Parmi les principaux téléservices assurés par le GSM, il y a lieu de citer:

- les services téléphoniques, c'est-à-dire appels téléphoniques et appels d'urgence,
- le service de transmission de messages brefs,
- l'accès au système de traitement de messages de données,
- le vidéotex,
- la télécopie.

2.3 Services supplémentaires

Les services supplémentaires proposés par les exploitants du GSM peuvent se classer en 4 groupes principaux:

- le renvoi automatique des appels,
- le service d'aboutissement des appels,
- le service d'avis de taxation,
- le service de restrictions des appels.

2.4 Aspects touchant à la sécurité

Le système GSM a été conçu pour offrir une grande diversité de services mais aussi une très grande sécurité. Les caractéristiques de sécurité du système visent donc à protéger l'accès aux services et le secret des informations relatives à l'utilisateur. Le système GSM a les caractéristiques de sécurité suivantes:

- *caractère confidentiel de l'identité de l'abonné*: le système garantit que l'identité de l'abonné mobile ne peut être dévoilée;
- *authentification de l'identité de l'abonné*: le système vérifie que l'identité de l'abonné envoyée par la station mobile est bien celle demandée (pas de double identité ou d'usurpation d'identité);

- *caractère confidentiel des données relatives à l'utilisateur*: le système garantit que les données relatives à l'utilisateur y compris les signaux vocaux, acheminés sur le trajet radioélectrique, ne peuvent être dévoilés par des entités non autorisées;
- *caractère confidentiel de l'élément d'information de signalisation*: une information de signalisation donnée (identité de l'abonné et de l'équipement, numéros d'annuaire, etc.) échangée sur le trajet radioélectrique ne peut être utilisée par des personnes ou des entités non autorisées.

L'identité de l'abonné mobile est l'information qui identifie sans équivoque possible l'abonné; elle doit être présente et correcte pour que la station mobile puisse fonctionner.

Chaque station mobile a une identité exclusive qui doit lui être conférée par le fabricant: l'identité de l'équipement mobile international.

Les fonctions de sécurité pour l'authentification des informations relatives à l'utilisateur et tous les processus faisant intervenir la touche d'authentification sont intégrés dans une pièce amovible de la station mobile, à savoir le module d'identité de l'abonné.

3 Aperçu général du système

Les administrations, les exploitants et les fabricants de plus de 16 pays européens et d'autres pays dans le monde ont normalisé le système GSM pour offrir aux abonnés itinérants internationaux un accès à tous les services. La norme du GSM est décrite en termes d'interfaces et d'entités fonctionnelles.

Deux interfaces sont obligatoires: l'interface radioélectrique (Um) et l'interface «A» entre le centre de commutation pour les services mobiles (MSC) et le système de la station de base (BSS). Une autre interface «A bis» située à l'intérieur du système SSB est spécifiée mais sa mise en place n'est pas obligatoire.

L'architecture fonctionnelle du système est donnée à la Fig. 2. Elle se présente comme suit:

- le MSC, l'enregistreur de localisation nominal (HLR), et l'enregistreur de localisation pour visiteurs (VLR) où l'on exécute les fonctions d'interconnexion et de commutation;
- le système de la station de base (BSS) qui comprend le contrôleur des stations de base (BSC) et les émetteurs-récepteurs des stations de base;
- le centre d'exploitation et de maintenance (CEM);
- enfin, la station mobile (MS).

Le MAP, sous-système des applications mobiles du Système de signalisation N° 7 de l'UIT-T, a été spécifié en vue de permettre l'acheminement des communications jusqu'à la MS qui ont été relayées vers différentes zones du MSC ou vers différents réseaux.

Le MSC, le HLR et le VLR assurent l'interfonctionnement avec des réseaux associés, la commande des communications et le chiffrement des informations de signalisation, des signaux vocaux et des données relatives à l'utilisateur. Ces fonctions comprennent aussi l'authentification de l'utilisateur mobile, la mise à jour de la localisation lorsque l'utilisateur se déplace et la recherche de la station mobile pour indiquer les appels entrants.

Le BSS exécute les fonctions de gestion des canaux radioélectriques qui comprennent la gestion des configurations des canaux radioélectriques, les attributions des canaux radioélectriques et la surveillance des liaisons, la programmation des messages sur les canaux de radiodiffusion, le choix des séquences de sauts de fréquence chaque fois que cela est nécessaire et la commande de volume.

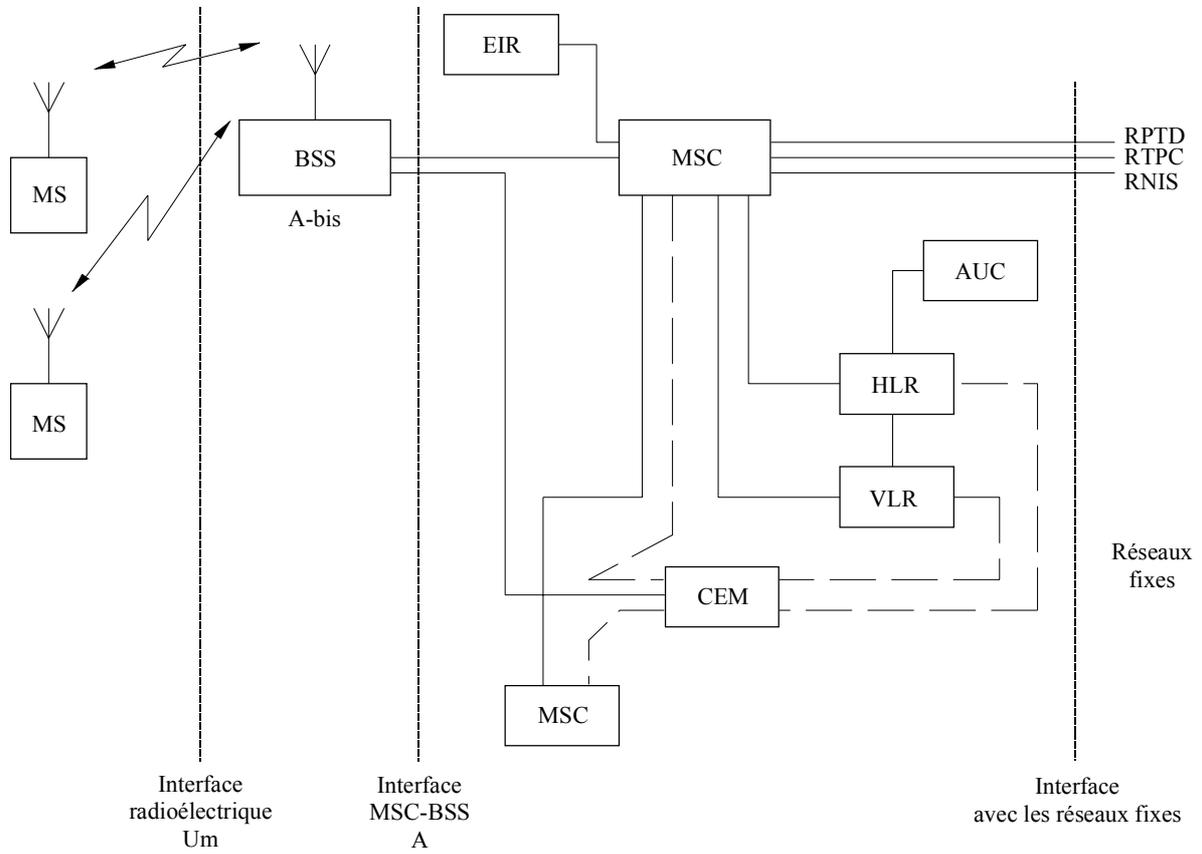
4 Caractéristiques radioélectriques techniques

Ces caractéristiques sont spécifiées dans la Recommandation GSM, séries 05 et 06, et dans la norme ANSI J-STD-007, Volumes 1 et 3, concernant le PCS 1 900.

4.1 Caractéristiques du matériel radioélectrique

Conformes à la Recommandation GSM 05.05 et dans la norme ANSI J-STD-007, Volumes 1 et 3, concernant le PCS 1 900.

FIGURE 2
Architecture du système GSM 01-02



- AUC: centre d'authentification
- BSS: système de la station de base
- CEM: centre d'exploitation et de maintenance
- EIR: enregistreur d'identité d'équipement
- HLR: enregistreur de localisation nominal
- MS: station mobile
- MSC: centre de commutation pour les services mobiles
- VLR: enregistreur de localisation des visiteurs

4.2 Espacement des porteuses

Un espacement des porteuses de 200 kHz permet d'obtenir une sélectivité des canaux RF adjacents d'au moins 18 dB à l'intérieur du système. Le deuxième canal RF adjacent à espacement de 400 kHz permet d'obtenir une sélectivité d'au moins 50 dB à l'intérieur du système. La sélectivité correspondant au troisième canal RF adjacent est d'au moins 58 dB.

Possibilité de sauts de fréquence.

4.3 Classe d'émission

Conformément au numéro 4 du Règlement des radiocommunications: 271KF7W, soit une modulation par déphasage minimal avec filtrage gaussien MDMG ($BT = 0,3$) d'une vitesse de modulation de 270,83 kbit/s par porteuse, qui utilise le schéma d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) pour 8 voies physiques de base.

4.4 Structure de la cellule et réutilisation de la porteuse

Il est possible d'utiliser de grandes cellules (jusqu'à 35 km de distance entre station de base et station mobile) dans les zones rurales et de petites cellules (dont le diamètre se réduit jusqu'à 1 km) dans les zones urbaines.

Il est aussi possible d'utiliser des cellules encore plus grandes, jusqu'à 120 km de distance entre station de base et station mobile.

Dans les zones à forte densité de trafic (par exemple, le centre des villes), il est possible d'établir une structure cellulaire en secteur qui utilise des antennes directives et une concentration de canaux dans la zone à forte densité de trafic.

Le système peut accepter un rapport de protection dans le même canal C/I ramené à 9 dB qui permet une réutilisation possible correspondant à un groupement de 9 cellules (schéma de réutilisation de 3 cellules avec 3 secteurs par cellule).

La sensibilité du récepteur, semblable à celle des systèmes analogiques existants, permet d'avoir une puissance d'émission moyenne inférieure d'environ 9 dB à celle des systèmes analogiques actuels avec les mêmes spécifications concernant la taille maximale des cellules et les mêmes choix de dispositifs RF.

4.5 Intervalles de temps et trames d'AMRT

On envoie une salve de 148 bits, correspondant à 114 bits codés, pendant un intervalle de temps d'une durée de 0,577 ms. Un ensemble de 8 intervalles de temps sert à créer une trame d'AMRT qui contient 8 canaux physiques de base. Des canaux logiques sont mis en correspondance dans chaque canal physique: canaux de trafic et canaux de gestion.

L'information utile est répartie dans les intervalles de temps de telle façon qu'il soit possible de récupérer des intervalles de temps entièrement effacés.

Deux structures multitrames sont définies: la première, de 26 trames d'AMRT (intervalle de récurrence de 120 ms) pour les canaux de trafic et les canaux de gestion qui leur sont associés et la seconde, composée de 51 trames d'AMRT (intervalle de récurrence de 236 ms), pour les autres canaux de gestion.

4.6 Canaux de trafic

4.6.1 Canaux de trafic à plein débit et à demi-débit

Le système peut accepter des canaux de trafic à plein débit et à demi-débit correspondant respectivement à des débits binaires bruts de 22,8 et 11,4 kbit/s. On obtient le canal à demi-débit en prenant uniquement la moitié des intervalles de temps utilisés par le canal à plein débit. Une porteuse assure donc jusqu'à 8 canaux de trafic à plein débit ou 16 canaux de trafic à demi-débit (ou une combinaison des deux) avec les canaux de code qui leur sont associés.

4.6.2 Canaux de trafic téléphonique

Le codec de signaux vocaux à plein débit et les mécanismes de détection et de correction d'erreur associés ont été définis dans la norme GSM. Des signaux vocaux de 20 ms comprenant chacun 260 bits assurent un débit binaire net de

13 kbit/s. On a mis au point la méthode de codage «codage à prédiction linéaire à long terme à impulsions régulières» (RPE-LTP) pour que le système ne soit pas vulnérable aux erreurs de transmission et pour offrir une qualité proche de celle du RTPC tout en utilisant un débit binaire limité.

Des méthodes de correction d'erreur (code convolutionnel à demi-débit) et d'entrelacement visant à protéger sélectivement les bits les plus importants à l'intérieur de la séquence des signaux vocaux (70% des bits) ont été spécifiées. En outre, un mécanisme de détection d'erreur a été inclus. Il vient s'ajouter aux techniques d'extrapolation qui ont été décrites et/ou recommandées pour minimiser la dégradation de la qualité des signaux vocaux résultant de la mauvaise réception des séquences correspondantes. On a également spécifié l'emploi de détecteurs d'activité de signaux vocaux dans le système GSM. On trouvera de plus amples détails dans la norme GSM.

Dans la norme PCS 1 900, il a été défini un codec à plein débit amélioré qui assure une qualité audio proche de celle d'une ligne téléphonique dans des conditions exemptes d'erreur. La messagerie PCS 1 900 admet quant à elle la possibilité de codecs multiples.

4.6.3 Canaux de trafic de données

Les services de transmission de données transparents et non transparents, jusqu'à 9,6 kbit/s, sont assurés grâce à différentes adaptations de débits, au codage des canaux et à des procédés d'entrelacement sur des canaux à plein débit et/ou à demi-débit.

Des services supports numériques sans restriction avec un débit binaire net de 12 kbit/s sont également assurés.

4.6.4 Transmission discontinue

Toutes les voies de trafic peuvent utiliser, lorsque cela est possible, une transmission discontinue (c'est-à-dire que l'émetteur reste silencieux lorsqu'il n'y a pas d'informations pertinentes à transmettre). Dans le cas de signaux vocaux, cette possibilité existe grâce à la spécification de détecteurs d'activité de signaux vocaux.

Cette caractéristique associée aux sauts de fréquence qui introduit la diversité de la source brouillage devrait permettre d'accroître la capacité du système. Elle devrait en outre prolonger la durée de vie de la batterie des stations portatives.

4.7 Canaux de gestion

Trois catégories de canaux de gestion sont définies: canaux de diffusion, canaux communs et canaux spécialisés.

4.7.1 Canaux de diffusion

Les canaux de diffusion comprennent les canaux de gestion de la correction de fréquence, de la synchronisation et de la diffusion.

4.7.2 Canaux de commande communs

Les canaux de commande communs comprennent les canaux de radiorecherche, les canaux d'accès aléatoire et les canaux d'octroi d'accès.

4.7.3 Canaux de gestion spécialisés

Les canaux de gestion spécialisés comprennent les canaux de gestion associés lents et rapides, ainsi que les canaux de gestion spécialisés autonomes et les canaux de gestion qui leur sont associés. Dans cette catégorie, on définit aussi un canal de diffusion cellulaire, destiné à assurer la diffusion cellulaire du service de minimessagerie.

Le canal de gestion spécialisé autonome ou les canaux de gestion lents associés assurent le service de minimessagerie point à point à partir ou à destination de la station mobile.

5 Caractéristiques d'exploitation

5.1 Sélection de cellule

Au repos, la station mobile est en attente devant une cellule dont elle peut décoder, de façon fiable, les données de la liaison descendante et avec laquelle elle a une forte probabilité de communiquer par la liaison montante.

La sélection de la cellule s'effectue en fonction des critères d'affaiblissement sur le trajet. Si ces critères ne sont pas remplis, ou si la station mobile ne parvient pas à décoder les blocs d'appel unilatéral ou à obtenir l'accès à la liaison montante, ladite station mobile entame la sélection d'une nouvelle cellule.

5.2 Réactualisation de la position (abonnés itinérants, ou «roaming»)

Le service d'abonnés itinérants est assuré conformément à la Recommandation UIT-R M.624.

La station mobile évalue le signal reçu et déclenche, si besoin est, la procédure de réactualisation de la position.

Le transfert de services aux abonnés itinérants est possible entre les centres de commutation pour les services mobiles (MSC) et entre pays.

5.3 Protocoles de communication

Les protocoles de communication sont structurés en couches conformément au modèle OSI et sont spécifiés dans les Recommandations GSM.

La couche réseau se divise en trois sous-couches: commande d'appel, gestion de la station mobile et gestion des ressources radioélectriques.

La couche liaison est fondée sur des protocoles LAPD et utilise des voies de commande. Les messages entre entités homologues de cette couche sont codés à la source en 23 octets, soit 184 bits.

5.4 Etablissement des communications

5.4.1 Etablissement d'une communication provenant d'une station mobile

La procédure commence sur la voie d'accès aléatoire par établir une ressource radioélectrique. On procède ensuite à l'authentification dans la sous-couche de gestion de la station mobile. Après confirmation des chiffres et de l'assignation, l'établissement de la communication est confirmé dans la sous-couche de commande d'appel.

5.4.2 Etablissement d'une communication vers une station mobile

Après un appel unilatéral provenant du réseau, on suit la même procédure qu'au § 5.4.1.

5.5 Transfert

Le transfert est nécessaire pour maintenir une communication établie, lorsque la station mobile passe de la zone de couverture d'une cellule à celle d'une autre cellule; on peut aussi l'utiliser pour faire face aux exigences de la gestion du réseau, c'est-à-dire pour remédier à un encombrement (transfert sur ordre du réseau).

Le transfert se fait, soit d'une voie d'une cellule vers une autre voie d'une autre cellule, soit entre voies d'une même cellule.

La stratégie de transfert employée par le réseau pour la commande des liaisons radioélectriques détermine la décision de transfert qui sera prise à partir des résultats de mesures communiqués par la station mobile et les stations de base, ainsi que de divers paramètres établis pour chaque cellule. L'opérateur du réseau détermine la nature exacte des stratégies de transfert.

Dans la station mobile, on met en œuvre une procédure par laquelle celle-ci contrôle le niveau et la qualité du signal de la liaison descendante provenant de la cellule qui la dessert ainsi que le niveau et le code de couleurs des signaux des liaisons descendantes des cellules environnantes.

Dans la station de base, on met en œuvre une procédure par laquelle celle-ci contrôle le niveau et la qualité du signal de la liaison montante de chaque station mobile desservie par la cellule.

Ces mesures des liaisons radioélectriques servent aussi à la commande des puissances RF.

Le transfert est possible entre zones de localisation et entre différents MSC appartenant au même RMTP.

5.6 Défaillance de la liaison radioélectrique

Les critères permettant de déterminer une défaillance de la liaison radioélectrique sont spécifiés de façon à assurer que le réseau traite comme il se doit les communications qui échouent, soit par perte de la couverture radioélectrique, soit à cause de brouillages inacceptables. Une défaillance de la liaison radioélectrique aboutit soit au rétablissement de la communication, soit à la libération de la communication en cours.

Le critère permettant de déterminer une défaillance de la liaison radioélectrique à la station mobile est fondé sur le taux de réussite du décodage des messages de la voie lente de commande associée à la liaison descendante.

5.7 Signalisation entre la station de base et le MSC

La signalisation utilise une structure en couches semblable à celle du RNIS, conformément aux Recommandations GSM et aux normes PCS 1 900.

5.8 Interfaces avec les RNIS, les RPD et les RTPC

Ces interfaces sont conformes aux Recommandations UIT-T des séries Q.700 et Q.1000.

5.9 Plan de numérotage

Ces plans de numérotage sont conformes aux Recommandations UIT-T E.164, UIT-T E.212 et UIT-T E.213.

5.10 Signalisation entre les MSC

La signalisation entre les MSC utilise le système de signalisation UIT-T N° 7 (Recommandations UIT-T E.214 et série Q.700, GSM 09.02 ou encore Recommandation UIT-T Q.1051 et pour le PCS 1 900 ANSI SS N° 7).

BIBLIOGRAPHIE

EIA/TIA IS-651. SS No. 7-based A-Interface. Etats-Unis d'Amérique. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.

EIA/TIA IS-652. PCN-PCN Intersystem Operations Based on DCS 1 900. Etats-Unis d'Amérique.

ANNEXE 3

Interface radioélectrique AMRT normalisée d'après IS-136

1 Introduction

La nouvelle norme de compatibilité des interfaces radioélectriques établie en Amérique du Nord pour les systèmes de communication personnelle de type AMRT permettra d'optimiser le fonctionnement des services multi-utilisateurs dans les conditions d'évanouissement dynamique qui caractérisent les canaux radioélectriques utilisés dans les systèmes de communication personnelle. Cette nouvelle spécification est parfaitement compatible avec les services téléphoniques mobiles cellulaires perfectionnés des générations précédentes –EIA/TIA-553, IS-54 Rév. B et IS-136– et pourra donc servir à accélérer le déploiement international des systèmes de communication personnelle. Etant rétro-adaptable aux systèmes téléphoniques mobiles avancés (Advanced Mobile Phone Service – AMPS) des générations précédentes, elle permettra par ailleurs d'affecter les systèmes cellulaires actuels aux services de communication personnelle et d'offrir sans délai aux exploitants les avantages suivants:

- taux de réutilisation des infrastructures: 100%;
- coût d'installation minimal;
- couverture «grande portée» immédiate.

Le système s'articule sur la norme «cellulaire» IS-136 (800 MHz), mais il est totalement numérique et comprend un nouveau canal de gestion numérique (Digital Control Channel – DCCH) offrant toutes les fonctions et services avancés d'accès multi-utilisateurs et notamment:

- modes «veille» multiples (sur option) permettant d'accroître l'autonomie des accumulateurs;
- service de «minimessagerie»;
- hiérarchisation des structures cellulaires pour systèmes à micro-cellules et systèmes privés.

La spécification complète des systèmes de communication personnelle AMRT nord-américains se compose des normes suivantes:

- ANSI J-STD-009: caractéristiques minimales de fonctionnement des stations mobiles PCS IS-136 (1 900 MHz).
- ANSI J-STD-010: caractéristiques minimales de fonctionnement des stations de base PCS IS-136 (1 900 MHz).
- ANSI J-STD-011: norme de compatibilité des interfaces radioélectriques PCS IS-136 (1 900 MHz).

2 Description technique

2.1 Bande de fréquences et structuration des canaux

Les fréquences utilisées par les stations de base et les stations mobiles sont déterminées en fonction de l'attribution large bande faite aux systèmes de communication personnelle. La gamme de fréquences aller à l'émission est de 1 930-1 990 MHz, la gamme de fréquences retour de 1 850-1 910 MHz.

Le plan correspondant aux systèmes de communication personnelle est structuré en canaux radioélectriques de 30 kHz de largeur de bande. Les canaux radioélectriques sont exploités en duplex par répartition en fréquence, avec un espacement duplex de 80,04 MHz. La largeur de bande totale par canal radioélectrique duplex est donc de $2 \times 30 \text{ kHz} = 60 \text{ kHz}$. On dénombre 1 985 fréquences de fonctionnement duplex.

Sur chaque canal radioélectrique, les canaux de trafic sont multiplexés par répartition dans le temps. Chaque canal radioélectrique assure six intervalles de temps, si bien que l'on dispose de six canaux de trafic à demi-débit lorsque chaque intervalle de temps est utilisé individuellement. Ces intervalles de temps sont appariés en séquence (1, 4), (2, 5) ou (3, 6), ce qui permet d'obtenir trois canaux de trafic à débit intégral.

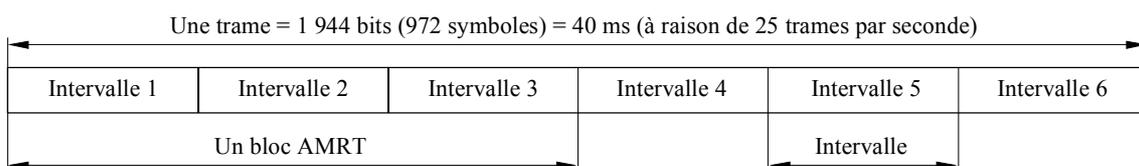
2.2 Modulation de la bande de base et débit binaire sur les canaux

La bande de base est modulée en MDP-4 à codage différentiel avec déphasage de $\pi/4$, avec un filtre de mise en forme en racine carrée de cosinus, de coefficient $\alpha = 0,35$. On dénombre deux bits par symbole. Le débit binaire par canal est de 48,6 kbit/s, ce qui donne un débit binaire utile maximal de 39 kbit/s lorsque les trois intervalles de temps correspondant aux trois canaux à plein débit sont utilisés.

2.3 Multiplexage et accès multiple

La norme d'interface radioélectrique repose sur un accès multiple par répartition en fréquence (AMRT) duplex intégral combiné avec l'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF).

FIGURE 3
Structure de trame



La trame AMRT, de 40 ms, comprend six intervalles de temps (de 6,7 ms). Chaque trame est subdivisée en deux blocs AMRT de trois intervalles. Chaque canal à plein débit affecte deux intervalles de temps à une trame AMRT (40 ms), soit un intervalle de temps par bloc AMRT (20 ms). Chaque intervalle de temps comprend 324 bits et peut acheminer un certain nombre de canaux logiques. Le canal de gestion numérique (Digital Control Channel (DCCH)) comprend un canal d'accès aléatoire (Random Access Channel (RACH)), un canal de gestion de diffusion (Broadcast Control Channel (BCCH)), un canal de réponse SMS, recherche et accès (SMS, Paging and Access Response Channel (SPACH)) et enfin un canal de rétro-action sur canal partagé (Shared Channel Feedback channel (SCF)). Le canal de trafic numérique (Digital Traffic Channel (DTC)) comprend un canal de gestion associé lent (Slow Associated Control Channel (SACCH)) et un canal de gestion associé rapide (Fast Associated Control Channel (FACCH)), ainsi qu'un canal d'information d'utilisateur. Les informations d'utilisateur peuvent être des données, des informations SMS point à point ou des signaux vocaux.

2.4 Niveaux de puissance

2.4.1 Station de base

Selon la réglementation de la FCC, la puissance de sortie maximale d'une station de base est de 1 640 W (p.i.r.e.).

2.4.2 Station mobile

Selon la classe de puissance, plusieurs niveaux de puissance de station mobile sont autorisés, la puissance d'émission maximale étant soit de 1,0 W soit de 0,6 W (puissance rayonnée). Pour les canaux à plein débit, les puissances de sortie moyennes sont respectivement de 0,33 et 0,2 W.

Entre zéro et la valeur maximale, on détermine par ailleurs un certain nombre de pas de puissance d'exploitation, si bien que les stations peuvent en fait fonctionner à partir de 6 mW (0,2 mW en moyenne) et respectivement 0,4 mW (0,13 mW en moyenne). Cette démultiplication permettra normalement d'exploiter la station mobile au niveau de puissance minimal nécessaire compte tenu des conditions instantanées de propagation et de brouillage.

Du fait qu'il est possible d'utiliser des techniques de transmission discontinue sur les voies de retour (dans le sens station mobile-station de base), la puissance d'émission effective dépend de l'activité vocale de la personne qui appelle.

2.4.3 Caractéristiques de commande de puissance

Une commande de puissance est prévue dans les deux sens sur chaque liaison. Sur une liaison aller, cette commande est assurée au niveau de la porteuse alors que sur une liaison de retour, elle intervient au niveau du canal.

2.5 Caractéristiques de fonctionnement

2.5.1 Étalement des temps de propagation

La station mobile doit être dotée d'un égaliseur résistant aux interactions inter-symboles au brouillage entre symboles, l'espacement des temps de propagation étant inférieur à 41,2 μ s (le temps de propagation est, par définition, la différence entre le premier et le dernier rayonnement significatif). L'égaliseur n'est pas sensible à la forme du profil d'étalement des temps de propagation, et peut s'adapter aux variations sur canal jusqu'à des vitesses véhicule d'au moins 110 km/h.

2.5.2 Fréquence Doppler

La fréquence Doppler tolérable maximale dépend de la conception du récepteur et des caractéristiques instantanées du canal. Toutes les stations mobiles et les stations de base peuvent accepter une fréquence Doppler d'au moins 200 Hz.

2.5.3 Temps de propagation d'extrémité à extrémité

Par conception, le temps de propagation d'extrémité à extrémité est inférieur à 100 ms dans le cas d'une liaison système de communication personnelle-ligne et inférieur à 200 ms dans le cas d'une liaison entre systèmes de communication personnelle.

2.6 Services vocaux

Le vocodeur prévu dans tous les cas est le système VSELP 7,95 kbit/s défini dans la Recommandation UIT-T G.714. La signalisation permet d'accepter plusieurs codeurs à fréquences vocales, et dans l'avenir immédiat, le système sera proposé avec un vocodeur perfectionné.

L'actuel codeur à fréquences vocales VSELP assure une qualité comparable à celle des structures fixes dans des conditions de propagation par trajets multiples. La reconnaissance de la voix de la personne qui parle et la possibilité de véhiculer des musiques reconnaissables sont prévues. L'utilisateur peut également entendre dans un environnement bruyant, puisque les artefacts issus de la numérisation des signaux vocaux ressemblent au classique bruit de fond. Le feed-back de bruit de fond et le bruit radioélectrique sont réduits au minimum.

L'interface radioélectrique permet de proposer des communications avec ou sans compression des signaux vocaux sur la voie de retour (station mobile à station de base).

2.7 Services de données

Dans l'immédiat, deux types de services de communication de données par commutation de circuits sont prévus, à savoir données asynchrones et télécopie du groupe 3:

- *Service de transmission de données en mode asynchrone avec accès par modem aux abonnés au RTPC*: les données d'utilisateur sont transportées sous forme numérique à travers l'interface radioélectrique. Les modems sont installés dans le système de communication personnelle. Tous les modems classiques sont adaptables (V.22, V.32, V.32bis, V.34). Le service de transmission de données en mode asynchrone permet d'accéder à un réseau public pour données à commutation par paquets (RPDCP) par l'intermédiaire d'un PADS X.3.
- *Télécopie du groupe 3*: le service de télécopie repose sur la norme ordinateur personnel/télécopieur EIA/TIA-592 et sur la norme IS-134. Les données de télécopie sont acheminées sous forme numérique par l'interface radioélectrique. Les modems de télécopie sont installés dans le système de télécommunication personnelle. La norme prévoit un mode avec correction d'erreur et un mode de transfert de fichiers binaires (T.434).

2.7.1 Débits de données

Tous les débits de données communément utilisés sont prévus (jusqu'à 28,8 kbit/s).

2.7.2 Fiabilité des données

La fiabilité des informations d'utilisateur est garantie par une correction d'erreur directe (sans voie de retour) (CED) et un système ARQ. Le code de correction/détection d'erreur (CED) est un code convolutionnel 5/6. Chaque intervalle de temps AMRT contient une trame de protocole de liaison radioélectrique 1 (Radio Link Protocol 1 (RLP1, IS-130), soit au maximum 6 trames RLP1 par trame AMRT. Lorsqu'une trame RLP1 reçue contient des erreurs qui n'ont pas été corrigées par le code CED, le protocole RLP1 retransmet cette trame jusqu'à ce qu'elle soit reconnue par le récepteur. Toute trame RLP1 erronée est retransmise au moins une fois. Il n'y a pas de nombre maximal de retransmissions, mais un temporisateur garantit la transmission, sur la liaison, d'un minimum d'informations sans erreur.

2.7.3 Probabilité d'erreur

La probabilité d'erreur dépend du code CRC. Deux codes sont prévus, l'un de 16 bits et l'autre de 24 bits. Le taux moyen d'erreur sur données utilisateur est meilleur que 1×10^{-6} dans le cas du premier, et meilleur que 1×10^{-8} dans le cas du second.

2.8 Traitement des communications

Le système prévoit un canal de gestion numérique (DCCH), comprenant plusieurs canaux logiques multiplexés par répartition dans le temps.

Le DCCH peut être associé à toute fréquence donnant une souplesse optimale pour la gestion des fréquences du système. Deux moyens sont prévus pour aider la station mobile à trouver un DCCH:

- un localisateur de DCCH, prévu sur tous les canaux de trafic;
- des blocs de probabilité DCCH.

Le DCCH aller (Forward DCCH (FDCCH)) et le canal DCCH retour (Reverse DCCH (RDCCH)) sont structurés selon le modèle en couche OSI, soit avec 3 couches distinctes: couche 1 (couche physique), couche 2 (couche liaison) et couche 3 (niveau messages).

TABLEAU 2

Désignation	Type de canal	Sens de transmission
RACH	Canal d'accès aléatoire	Retour
BCCH – F-BCCH – E-BCCH	Canal de diffusion	Aller
SPACH – SMSCH – PCH – ARCH	Canal de service de minimessagerie (point à point) Canal de radiorecherche Canal de réaction aux demandes d'accès	Aller

La Fig. 4 illustre la structuration d'un message de couche 3 (C3) en plusieurs trames de couche 2 et donne deux exemples, (une trame de couche 2 (C2) structurée sur un intervalle de temps et une structuration d'intervalles de temps sur un DCCH). La longueur d'un message de couche 3 est déterminée par un indicateur de longueur C3 placé dans la trame C2. La longueur de la trame C2, fixe, est déterminée par le canal logique considéré. Des bits de postfixe sont ajoutés à la trame C2 avant le codage du canal. La longueur des intervalles de temps (FDCCH) et celle des transmissions discontinues (RDCCH) sont fixes. On distingue deux types de transmissions discontinues RDCCH, de longueurs différentes. Dans la figure, on a pris pour hypothèses un intervalle FDCCH et un DCCH à plein débit au niveau de la couche physique.

A la mise sous tension, la MS recherche la fréquence qui porte les informations de canal de gestion aller. Pour aider la MS à localiser un canal de gestion, on a prévu des informations de localisation de canal de gestion numérique sur le canal de trafic aller. Par ailleurs, la bande de fréquences est subdivisée en blocs de probabilité. Ces blocs de probabilité ont un ordre relatif de probabilité de capacité DCCH propre.

Toutes les données BCCH ne sont pas nécessairement envoyées avec la même périodicité. Le BCCH est donc subdivisé en deux canaux, un BCCH rapide (F-BCCH) et un BCCH étendu (E-BCCH). Les informations de F-BCCH complètes sont envoyées une fois par supertrame, tandis qu'un ensemble complet d'informations E-BCCH peut s'étaler sur plusieurs supertrames.

Une supertrame est par définition un ensemble de 32 intervalles de temps consécutifs (plein débit) sur le DCCH, ensemble qui commence par un intervalle BCCH. Les autres intervalles de la supertrame sont affectés à la radiorecherche (PCH), aux réactions aux demandes d'accès (ARCH) et aux communications SMS point à point (SMSCH) de façon totalement dynamique, en fonction des informations d'en-tête de couche 2. Le nom combiné de ces trois canaux logiques est SPACH. Tous les intervalles de temps de la liaison montante (mobile émettant vers la station de base) sont utilisés pour l'accès au système par la station mobile sur le canal d'accès aléatoire (Random access channel (RACH)). La structure de la supertrame est illustrée à la Fig. 5.

Deux supertrames constituent une hypertrame (voir la Fig. 5). Enfin, les hypertrames sont regroupées en trames de radiorecherche.

La fonction de rétroaction sur canal partagé (Shared channel feedback (SCF)) permet de disposer d'une importante capacité de débit à accès aléatoire. Par ailleurs, le protocole RACH de couche 2 permet de disposer de deux autres modes d'accès, avec limites et sur réservation. Les accès sur réservation permettent une utilisation efficace de la capacité en liaison montante.

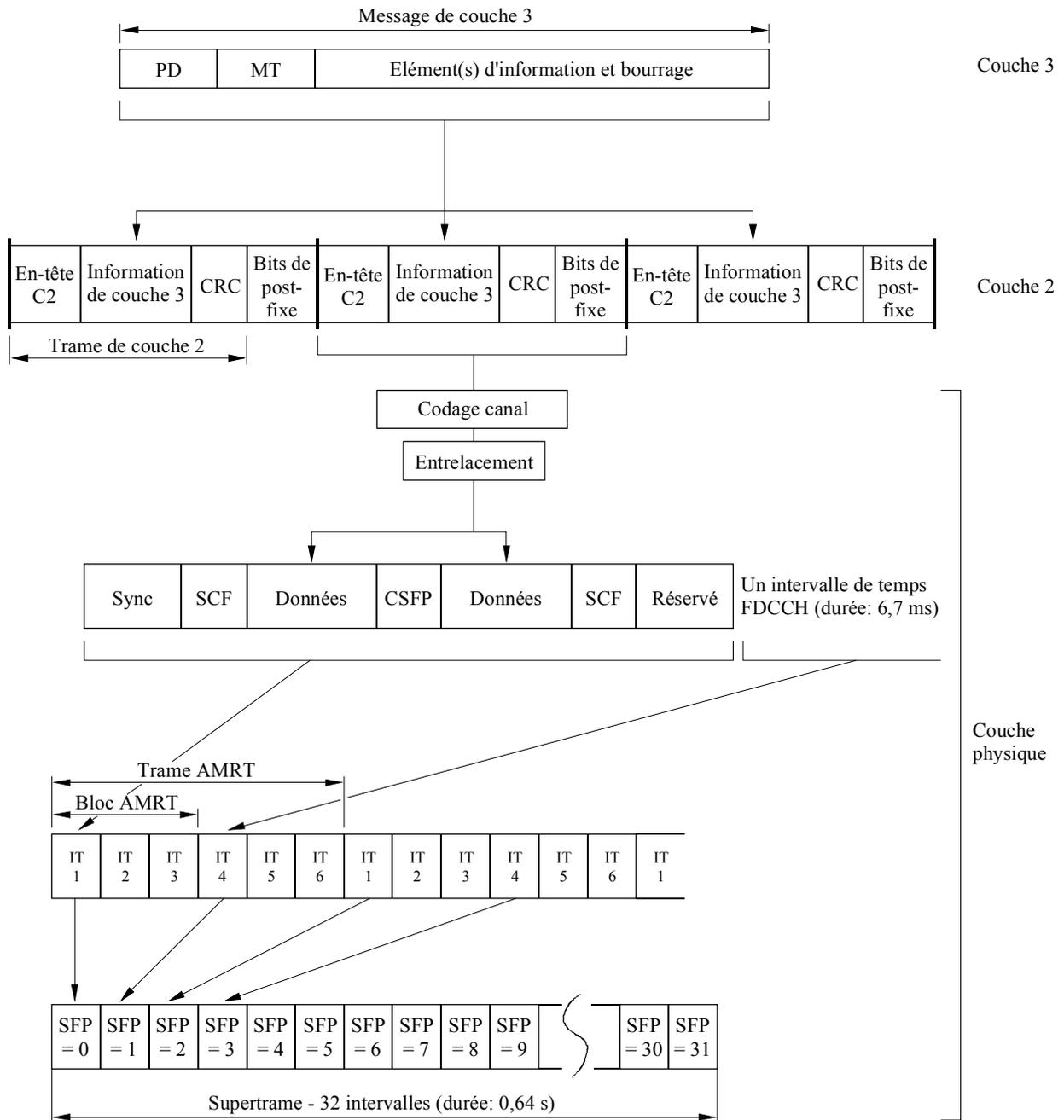
2.9 Gestion de la mobilité des terminaux

Diverses formes d'enregistrement sont prévues qui permettent une poursuite améliorée des déplacements des stations mobiles. Les enregistrements de type à la mise sous tension, à l'extinction, périodique et géographique sont assurés comme auparavant selon la procédure IS-54B.

Les nouvelles formes d'enregistrement sont:

- enregistrement forcé,
- désenregistrement,
- enregistrement de zone virtuelle de localisation de station mobile (virtual mobile location area (VMLA)).

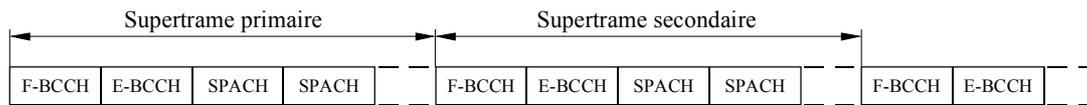
FIGURE 4
Structuration en couches d'un message



- CRC: code de redondance cyclique
- CSFP: phase de supertrame codée
- Données: (charge utile)
- IT: intervalle de temps
- MT: type de message
- PD: identification de protocole
- SCF: rétroaction sur canal partagé (utilisé pour un canal de type RACH ARQ)
- SFP: phase de supertrame
- Sync: mot de synchronisation

FIGURE 5

Structure d'une supertrame



1073-05

L'enregistrement forcé permet à un système d'imposer un enregistrement à la demande à l'ensemble des stations mobiles occupant un DCCH. Le désenregistrement est le processus par lequel une station mobile indique au système son intention de quitter le réseau actuellement utilisé et de réacquérir le service dans un réseau de type différent. Ainsi, un service sans solution de continuité est assuré même lorsqu'une station mobile quitte un réseau public pour accéder à un réseau privé.

Dans le cas d'un enregistrement VMLA, on affecte à la station mobile une liste d'identificateurs de cellule (ou de cellules) qui définissent le domaine d'enregistrement VMLA. La station mobile peut alors écouter les informations diffusées pour savoir si tel ou tel DCCH sur lequel elle peut avoir obtenu un service fait partie de la VMLA qui lui a été affectée. Lorsque le DCCH qu'elle utilise à l'instant considéré relève de cette VMLA, il n'est pas nécessaire qu'elle procède à un enregistrement de type VMLA. Ce système d'enregistrement offre les avantages suivants:

- il facilite la personnalisation du service. Des VMLA spécifiques peuvent être affectées à telle ou telle station mobile dont il est alors plus facile de déterminer les tendances de mobilité propres, ce qui permet de mieux gérer la charge des communications de radiorecherche;
- il peut permettre de supprimer le fameux effets de ping-pong en centrant chaque nouvelle zone d'enregistrement sur la station mobile: toute station mobile doit alors parcourir l'ensemble de la VMLA qui lui a été affectée avant de pouvoir procéder à un autre enregistrement de VMLA.

2.10 Interopérabilité

Etant dérivée de la norme IS-136, la norme ANSI J-STD-011 régit des systèmes pleinement compatibles et interexploitables avec les systèmes de téléphonie mobile avancés cellulaires des générations précédentes, et notamment les systèmes répondant aux normes EIA/TIA-553, IS-54 Rév. B et IS-136. D'une bande de fréquences à l'autre, les fonctions prévues sont intégralement assurées:

- sélection/resélection de cellules par liste de voisinage,
- prise en charge/remise,
- transfert entre bandes de fréquences assisté par le mobile (mobile assisted handoff (MAHO)),
- affectation de canaux entre bandes de fréquences assistée par le mobile (mobile assisted channel assignment (MACA)),
- affectation de blocs de probabilité DCCH,
- indication de capacité multifréquence.

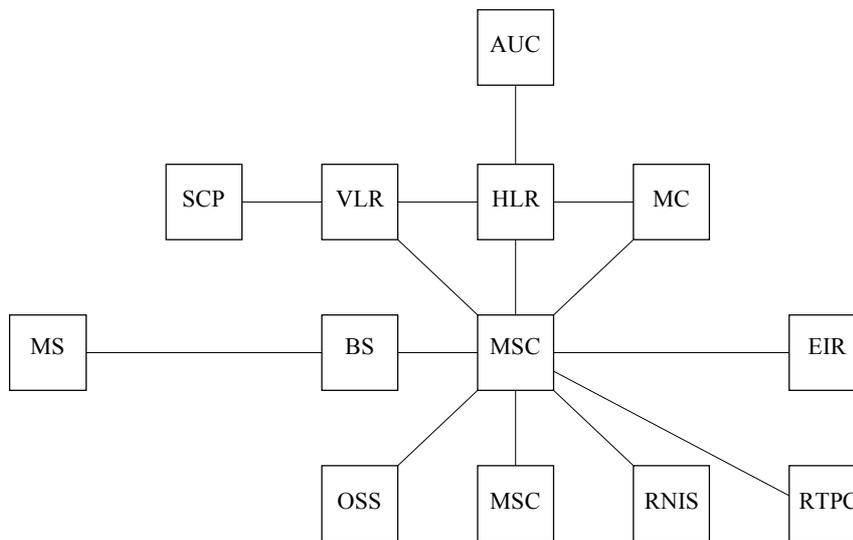
Le système MACA, analogue à la fonction MAHO, s'applique à toute station mobile en mode veille verrouillée sur un DCCH.

Comme l'espacement des porteuses RF est le même dans les quatre normes, ces dernières peuvent coexister dans la même configuration radioélectrique.

3 Modèle de référence de réseau

Le réseau de communications personnelles de type ANSI J-STD-011 peut comprendre les entités fonctionnelles et interfaces associées décrites dans la Fig. 6. L'Appendice 1 fournit des informations détaillées sur l'architecture du réseau de base tandis que l'Appendice 2 décrit le système d'échange d'informations détaillées sur les fonctions utilisées par l'abonné.

FIGURE 6
Réseau de communications personnelles de type ANSI J-STD-011



Centre de commutation pour les services mobiles (mobile services switching centre (MSC)): c'est la composante « gestion » du système, elle sert également d'interface entre le réseau de communication personnelle IS-136 et les autres réseaux, par exemple, le réseau téléphonique public avec commutation (RTPC). Le MSC comporte également des fonctions de codage des signaux vocaux et de suppression d'écho. Le MSC est connecté aux stations de base par une interface 1,5 Mbit/s ou 2Mbit/s conforme à G.703 T1/CEPT.

Station de base (base station (BS)): elle gère le trafic radio échangé avec les stations mobiles situées dans une zone géographique définie décrivant la cellule considérée. Elle surveille également la qualité de transmission des signaux vocaux et des signaux de données en contrôlant la puissance du signal, le rapport signal/bruit et les paramètres d'erreur des communications en cours.

Station mobile (mobile station (MS)): elle est utilisée par l'abonné pour ses communications dans le système. La MS est reliée à la BS par un canal radioélectrique. Elle participe aux procédures de localisation et de transfert en mesurant la puissance du signal provenant des BS voisines.

Enregistreur de localisation nominal (home location register (HLR)): il conserve en mémoire les profils détaillés des abonnés utilisés par le système automatique de suivi de la mobilité dans le réseau de communication personnelle. Il conserve également en mémoire d'autres informations: numéro de série d'équipement électrique, position classe de service, etc. Le HLR est relié au MSC et au centre de messagerie par des interfaces IS-41.

Enregistreur de localisation des visiteurs (visitor location register (VLR)): c'est un autre enregistreur utilisé par le MSC pour toute information concernant des abonnés en visite. Cet équipement peut être localisé au même endroit que le MSC.

Point de gestion du service (service control point (SCP)): il permet de personnaliser les services offerts à tel ou tel abonné ou groupe commercial. Les fonctions SCP peuvent être résidentes dans le HLR.

Centre de messagerie (message center (MC)): il assure les fonctions de commutation de diverses applications: minimessagerie (short message service (SMS)), messagerie vocale, messagerie par télécopie, messagerie électronique, etc. L'interfonctionnement entre le MC et le HLR d'une part, ainsi que le MSC d'autre part, est assuré par échanges de messages IS-41.

Enregistreur d'identité d'équipement (equipment identity register (EIR)): il conserve en mémoire les données caractéristiques des équipements. Cette unité peut être localisée au même point que le MSC.

Centre d'authentification (authentication centre (AUC)): il gère les clés de chiffrement associées aux abonnés. Il peut être situé au même point que le MSC.

Système d'appui à l'exploitation (operations support system (OSS))

BIBLIOGRAPHIE

JTC(AIR)/94.11.03 – 739, Tag-4 Response to 244 Radio System Characterization Report.

T1S1.1/95-160R2. T1S1-14 Mobility Management Application Layer Protocol (MMAAP).

ANNEXE 4

Description générale du système personnel mobile terrestre numérique cellulaire de télécommunication japonais

1 Introduction

Par conception, le système mobile terrestre public numérique cellulaire de télécommunication japonais peut assurer divers services et desservir un grand nombre d'abonnés.

Ce système, utilisable aussi bien dans la bande des 800/900 MHz que dans la bande des 1,5 GHz, permet d'assurer des services de communication de données, de télécopie et de RNIS. L'utilisation efficace des bandes de fréquences est obtenue au moyen d'un espacement judicieux, 25 kHz, des porteuses radioélectriques, conformément à la norme analogique existante [RCR, 1995].

2 Description générale du système

La Fig. 7 donne un exemple d'architecture de réseau de radiocommunication mobile numérique et de configuration de zone.

Le réseau de communications mobile numérique est relié au RTPC et à un autre réseau mobile terrestre public (RMTP) ainsi qu'au RNIS par le sous-système utilisateur du RNIS (SSUR) et au réseau public pour données à commutation par paquets (RPDCP) par l'intermédiaire du RNIS.

Centre de commutation d'accès pour les services mobiles (gateway mobile services switching centre (GMSC)): il assure la connexion entre le réseau fixe et le réseau mobile.

Centre de commutation pour visiteurs pour les services mobiles (visitor mobile services switching centre (VMSC)): il offre les capacités de connexion à la fois pour les communications en provenance ou à destination des stations mobiles et pour les services supplémentaires.

Enregistreur de localisation nominal (home location register (HLR)): il stocke les données d'abonné et les données de position des abonnés de la zone de rattachement (par exemple, numéro d'identification de la station mobile et zone à laquelle l'abonné appartient).

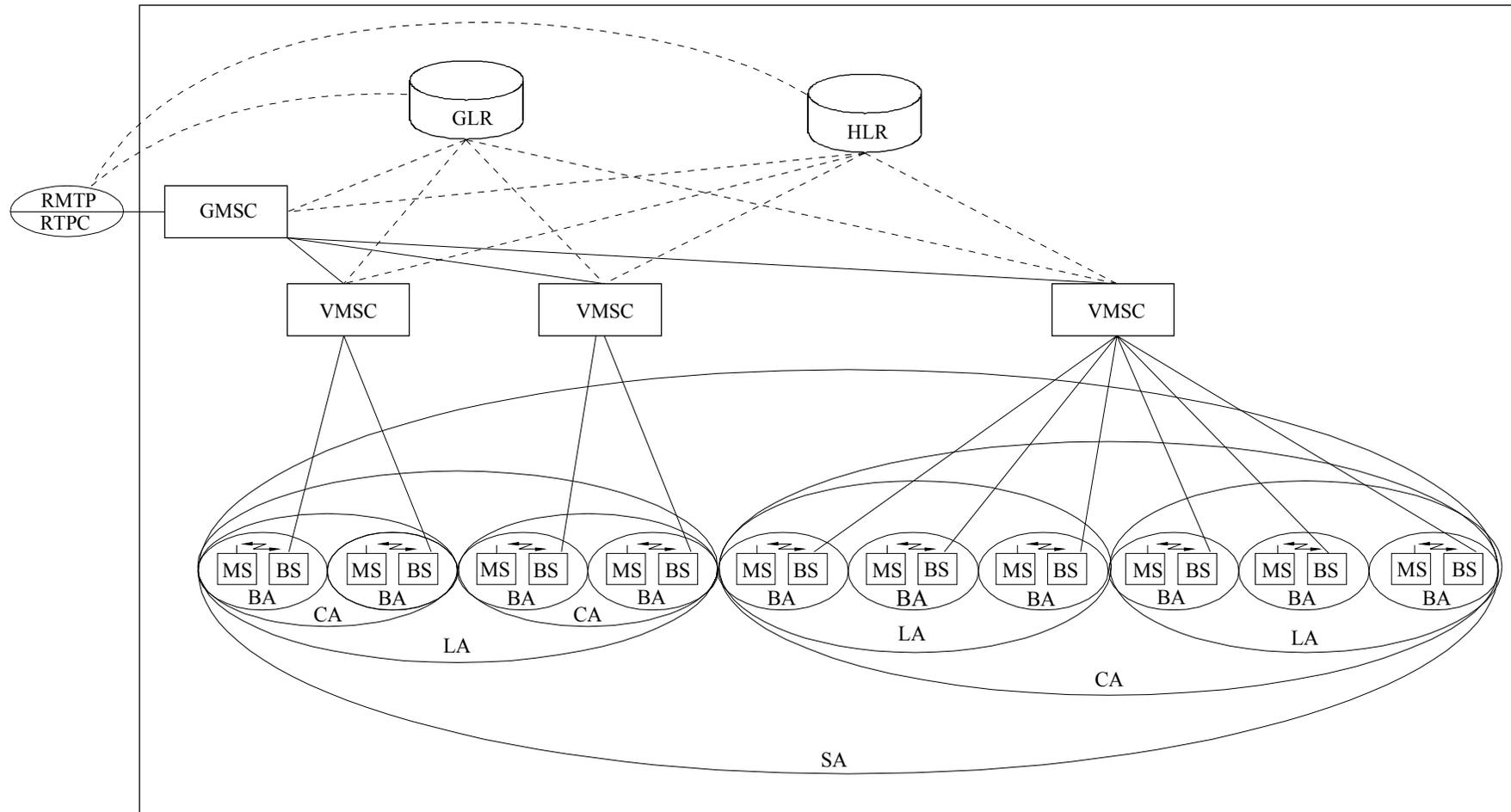
Enregistreur de positions d'accès (gateway location register (GLR)): il stocke provisoirement les données concernant un terminal en déplacement provenant d'autres réseaux. Cet équipement complète le HLR dans lequel sont stockées les données ordinaires concernant l'abonné au service de radiocommunication mobile.

Station de base (base station (BS)): elle assure les fonctions de gestion du canal radioélectrique.

Station mobile (mobile station (MS)): elle est un terminal d'interface qui assume des fonctions multiservices pour l'abonné mobile.

FIGURE 7

Architecture du réseau de communications mobile numérique et configuration de zone



BA: zone de station de base
 BS: station de base
 CA: zone de commande du MSC
 GLR: enregistreur de positions d'accès

GMSC: centre de commutation d'accès pour les services mobiles
 HLR: enregistreur de localisation nominal
 LA: zone de localisation

MS: station mobile
 RMTP: réseau mobile terrestre public
 SA: zone de service
 VMSC: centre de commutation pour les visiteurs pour les services mobiles

Réseau de communications mobile

———— Canal de communication
 - - - - - Canal de commande

3 Principales caractéristiques [RCR, 1995]

3.1 Spécifications de l'interface RF

- Espacement des canaux: espacement des canaux entrelacés 25 kHz, espacement des canaux 50 kHz.
- Modulation: MDP-4 avec déphasage de $\pi/4$ (facteur d'affaiblissement: 0,5; filtre Nyquist mode racine)
- Méthode d'accès: AMRT:
 - 3 intervalles de temps/25 kHz (plein débit)
 - 6 intervalles de temps/25 kHz (demi-débit)
- Débit de transmission: 42 kbit/s.

3.2 Structure des cellules et réutilisation des porteuses

- Rayon d'une cellule type: 0,5-20 km (jusqu'à 60 km par adaptation temporelle)
- Structure de cellule à secteurs, avec antennes directives.

3.3 Codage des canaux (canaux de trafic téléphonique)

- Code convolutionnel 9/17, plein débit,
- code convolutionnel 1/2, demi-débit,
- deux niveaux de protection contre les erreurs,
- code de redondance cyclique (CRC) pour protéger les bits les plus importants dans le cas des signaux vocaux.

3.4 Intervalles de temps

- Trois pour plein débit, six pour demi-débit.

3.5 Canaux de trafic

- Parole: admet des vocodeurs fonctionnant à plein débit ou à demi-débit.
 - Vocodeurs fonctionnant à plein débit (VSELP) de 6,7 kbit/s;
 - des débits allant jusqu'à 11,2 kbit/s sont attribués au codage des signaux vocaux à plein débit et à la correction d'erreur directe;
 - codecs à fréquences vocales à demi-débit (PSI-CELP) de 3,45 kbit/s;
 - des débits allant jusqu'à 5,6 kbit/s sont attribués au codage des signaux vocaux à demi-débit et à la correction d'erreur directe.
- Données et autres services:
 - normes de système de transmission (télécopie du Groupe 3 et modem, Annexe à la Recommandation UIT-T V.42); une norme de système de transmission de données à haute vitesse est également spécifiée;
 - sous-débit RNIS (8 kbit/s).

3.6 Canaux de gestion

- Canaux de gestion de diffusion (broadcast control channels (BCCH)): canaux de gestion des messages radiodiffusés;
- canaux de gestion communs (common control channels (CCCH)): canaux de gestion de signalisation, par exemple, radiorecherche;
- canaux de gestion associés (associated control channels (ACCH)): ACCH lent et ACCH rapide.

3.7 Choix des cellules

- En mode repos, la station mobile surveille le niveau du signal sur la liaison descendante ainsi que le code de couleur de sa cellule et des cellules qui l'entourent.

3.8 Transfert

- Les transferts entre systèmes et à l'intérieur d'un système sont prévus;
- transfert assisté par la station mobile:
 - il permet aux stations mobiles de mesurer et d'indiquer la puissance du signal reçu et la qualité du canal pour la connexion considérée ainsi que la puissance du signal reçu sur les autres canaux, sur demande de la station de base.

3.9 Mobilité

- Conformément à la Recommandation UIT-R M.624;
- la station mobile évalue le signal reçu et le codage et déclenche la procédure de mise à jour de la position, si nécessaire;
- la mobilité est possible entre MSC et entre systèmes.

3.10 Architecture du système

- protocole de communication: le modèle de référence du protocole de communication est conçu selon le modèle OSI;
- interfaces: les interfaces entre modules fonctionnels du système sont conçues selon les Recommandations UIT-T.

3.11 Interconnexion

- Interfaces RNIS et RTPC: selon les Recommandations UIT-T de la série Q.700;
- plan de numérotage: selon les Recommandations UIT-T E.164, UIT-T E.212 et UIT-T E.213.

ANNEXE 5

Description générale du système AMRC numérique hertzien à large bande et étalement du spectre

1 Introduction

1.1 Objectifs

Le système AMRC numérique hertzien d'Amérique du Nord destiné au système mobile terrestre public de télécommunication (SMTPT) est conçu de manière à assurer des services numériques de téléphonie, de transmission de données et de minimessagerie et à faire face à une demande de capacité en forte croissance. Cette norme adaptée aux nouveaux systèmes est également compatible avec le système existant pour le service téléphonique mobile avancé (STMA). L'espacement des canaux RF pour chaque canal AMRC est de 1,25 MHz. Pour les systèmes à 800 MHz, les deux techniques STMA et AMRC peuvent coexister à condition de libérer un nombre approprié de canaux STMA. La capacité peut être de dix fois supérieure à celle que l'on peut obtenir avec la technique STMA pour une largeur de bande équivalente. Le mode de fonctionnement AMRC est fondé sur la norme TIA/EIA IS-95-A pour les systèmes (cellulaires) à 800 MHz et sur la norme ANSI J-STD-008 pour les systèmes à 1,8 GHz (systèmes PCS). La technique AMRC accepte plusieurs débits de données.

1.2 Considérations concernant la compatibilité

Du fait de la compatibilité des signaux RF, le système permet aux exploitants d'introduire progressivement des services AMRC numériques tout en accroissant la capacité de trafic des SMTPT existants. La norme numérique AMRC peut être appliquée aux réseaux existants et assurer ainsi tant le trafic numérique que le service analogique. Les utilisateurs de terminaux fonctionnant dans les deux modes peuvent être desservis par des exploitants ayant acquis une capacité numérique et par ceux qui ne disposent que de systèmes analogiques. Les exploitants n'ont à installer des équipements numériques pour ajouter des canaux AMRC que lorsque la croissance de leur trafic le justifie ou lorsqu'ils désirent ajouter des services spécialisés. Le § 2 de la présente Annexe décrit les caractéristiques techniques du système. Les spécifications du système sont résumées au Tableau 1. Cette nouvelle norme étant compatible avec les systèmes STMA existants, seules les caractéristiques numériques sont présentées ici. Pour une description plus complète du STMA, on se reportera au Rapport UIT-R M.742.

La principale différence entre la technologie AMRC et les technologies à bande étroite tient au fait que dans l'AMRC de nombreux signaux utilisent en partage la même largeur de bande. On obtient une très grande capacité en utilisant diverses techniques, par exemple la commande de puissance, le codage des canaux, le codage des signaux vocaux à débit variable ou les récepteurs à ratissage pouvant combiner les composantes de propagation par trajets multiples.

La technique AMRC est à la base du fonctionnement des stations mobiles à double bande de sorte qu'une station mobile peut être exploitée aussi bien dans les bandes attribuées aux systèmes PCS que dans celles attribuées aux systèmes cellulaires. Des transferts sont assurés entre systèmes AMRC et systèmes analogiques à bande étroite (TIA/EIA IS-91) ou systèmes STMA ainsi qu'entre systèmes cellulaires et systèmes PCS AMRC. De plus, la station mobile peut se voir imposer d'utiliser les canaux de commande des systèmes cellulaires analogiques, cellulaires AMRC ou PCS AMRC.

La technique AMRC est régie par les normes de réseau TIA/EIA IS-4-C. Ces normes offrent diverses fonctions telles que le suivi automatique des déplacements, la remise d'appel, le transfert entre centres de commutation pour mobiles, la facturation automatique, l'authentification et la confidentialité des communications. L'architecture de réseau sous-jacente et le système d'échange de données d'utilisateur dynamiques sont décrits en détail respectivement dans les Appendices 1 et 2. L'interface entre un centre de commutation pour les services mobiles (MSC) et un contrôleur de station de base (BSC) peut être réalisée de diverses manières. Un exemple d'interface MSC-BSC utilisée aux Etats-Unis d'Amérique est décrit dans l'Appendice 3.

1.3 Description fonctionnelle

Pour une description détaillée de l'interface radioélectrique AMRC cellulaire, voir ANSI J-STD-008 et TIA/EIA IS-95-A. La technique AMRC est également régie par la norme relative aux interfaces TIA/EIA IS-634-A.

Les signaux transmis peuvent être des signaux vocaux, des signaux de données d'utilisateur ou des signaux de signalisation. Les signaux transmis sur les canaux de trafic AMRC aller et retour sont structurés en trames de 20 ms. Toutes les données transmises sur le canal retour AMRC subissent un codage convolutionnel, un entrelacement de blocs, une modulation orthogonale à 64 états, un étalement par séquence directe, par paires de séquences de pseudo-bruit avec décalage à un débit d'éléments fixe et une conversion à la fréquence de transmission.

Le canal AMRC aller comprend 64 canaux de codage. Chacun de ces canaux de codage est couvert orthogonalement par l'une des 64 fonctions de Walsh, subit un entrelacement puis est étalé par 2 des séquences de quadrature à un débit d'éléments fixe avant d'être filtré et converti à la fréquence de transmission. Ces canaux de codage comprennent le canal pilote, les canaux de synchronisation zéro ou un, sept canaux de radiorecherche au maximum et 61 canaux de trafic aller. Les signaux reçus par la station mobile sont filtrés, amplifiés, démodulés et décodés.

2 Description technique

2.1 Aspects RF

2.1.1 Numérotage des canaux et fréquences

L'espacement entre les canaux, la désignation des canaux AMRC et les fréquences centrales d'émission sont indiqués dans le Tableau 3. La fréquence centrale (MHz) correspond au numéro du canal (N).

TABLEAU 3

Correspondance entre le numéro du canal AMRC et l'assignation de fréquence AMRC

Emetteur	Numéro du canal AMRC	Fréquence centrale du canal AMRC (MHz)
Station mobile (800 MHz)	$1 \leq N \leq 777$	$0,030 N + 825,000$
	$1\ 013 \leq N \leq 1\ 023$	$0,030 (N - 1\ 023) + 825,000$
Station de base (800 MHz)	$1 \leq N \leq 777$	$0,030 N + 870,000$
	$1\ 013 \leq N \leq 1\ 023$	$0,030 (N - 1\ 023) + 825,000$
Station mobile (1 900 MHz)	$0 \leq N \leq 1\ 199$	$1\ 850,000 + 0,050 N$
Station de base (1 900 MHz)	$0 \leq N \leq 1\ 199$	$1\ 930,000 + 0,050 N$

2.1.2 Classes de puissance

Les Tableaux 4 et 5 indiquent les p.i.r.e. des différentes classes de station mobile qui peuvent fonctionner en mode AMRC. La plupart des stations mobiles sont des stations de classe II pour les systèmes PCS et des stations de classe III pour les systèmes cellulaires. La p.i.r.e. maximale d'une station mobile ne peut pas être supérieure à 2 W.

TABLEAU 4

Puissance isotrope rayonnée apparente correspondant à une puissance en sortie maximale pour des systèmes à 1,8 GHz (systèmes PCS)

Classe de station mobile	La p.i.r.e. correspondant à une puissance maximale en sortie doit être supérieure à
I	-2 dBW (0,63 W)
II	-7 dBW (0,20 W)
III	-12 dBW (63 mW)
IV	-17 dBW (20 mW)
V	-22 dBW (6,3 mW)

TABLEAU 5

Puissance isotrope rayonnée apparente correspondant à une puissance en sortie maximale pour des systèmes à 800 MHz (systèmes cellulaires)

Classe de station mobile	La p.i.r.e. correspondant à une puissance maximale en sortie doit être supérieure à
I	1 dBW (1,25 W)
II	-3 dBW (0,5 W)
III	-7 dBW (0,2 W)

2.2 Liaison aller

2.2.1 Interface RF

2.2.1.1 Modulation des données

Sur la liaison aller, la modulation des données est du type MDP-2 cohérente au débit de symboles de 19,2 kbit/s.

2.2.1.2 Modulation d'étalement

Le train de symboles de la liaison aller est ajouté, modulo 2, à une séquence de couverture orthogonale utilisée pour la structuration des canaux, puis étalé par MDP-4 par une séquence de pseudo-bruit à 1,2288 MHz d'une durée de 32 768 éléments. La largeur de bande du signal rayonné est strictement limitée (1,25 MHz). Les stations de base éloignées se distinguent les unes des autres par la phase respective de leur séquence de pseudo-bruit sur le canal pilote.

2.2.2 Structure des canaux

Pour structurer les canaux sur la liaison aller, on ajoute une séquence de couverture à chaque canal. Ces séquences ont une durée égale à celle du symbole et sont mutuellement orthogonales; leur caractère orthogonal permet la séparation de 64 canaux logiques au niveau du récepteur de la station mobile. Il existe trois types de canaux annexes: canal pilote, canal de synchronisation et canal de radiorecherche. Les canaux restants sont affectés au trafic.

2.2.2.1 Canal pilote

Le canal pilote est étalé mais non modulé. Il sert de référence de phase pour la démodulation cohérente des 63 autres canaux. Il sert également de cible de recherche pour l'acquisition de nouvelles stations de base à mesure que les stations mobiles se déplacent d'une zone de couverture à une autre.

2.2.2.2 Canal de synchronisation

Le canal de synchronisation transporte l'information qui permet aux stations mobiles de déterminer le temps système et le décalage de la fréquence pilote de la station de base en vue de l'accès au système. Le débit binaire sur ce canal est de 1 200 bit/s.

2.2.2.3 Canaux de radiorecherche

Chaque station de base dispose d'un ou de plusieurs canaux de radiorecherche. Ces canaux acheminent des informations destinées à des stations mobiles qui ne sont pas en communication. Ces informations comprennent des paramètres système, des minimessages de diffusion, des minimessages pour mobiles, des messages de radiorecherche, et des accusés de réception pour les messages envoyés sur le canal d'accès.

Le débit de données sur les canaux de radiorecherche est de 4 800 ou 9 600 bit/s, à la discrétion de l'exploitant. Ces canaux acceptent des stations mobiles qui peuvent fonctionner en mode intermittent ou en mode non intermittent. Les stations mobiles fonctionnant en mode intermittent se mettent en marche à intervalles réguliers pour recevoir les messages de radiorecherche, les minimessages ou les autres informations qui leur sont destinés. La station mobile peut choisir l'intervalle pendant lequel elle se met sous tension. Cet intervalle peut être compris entre 1,28 et 163,84 s.

2.2.2.4 Canaux de trafic

Le canal de trafic est destiné aux signaux vocaux codés ou à d'autres types de trafic. Le trafic à débit variable sur la liaison aller réduit les brouillages mutuels entre canaux. Deux ensembles – 1 et 2 – de débits de données sont acceptés. Dans l'ensemble 1, les débits disponibles trame par trame sur le canal de trafic sont de 9 600, 4 800, 2 400 et 1 200 bit/s. Dans l'ensemble 2, les débits disponibles sont de 14 400, 7 200, 3 600 et 1 800 bit/s. Avec ces débits, on peut assurer des services téléphoniques et de transmission de données à 8,5 kbit/s et 13,3 kbit/s.

2.2.3 Codage et entrelacement

La liaison aller fait l'objet d'un codage convolutionnel et d'un entrelacement de blocs. Le code convolutionnel a une longueur de contrainte de 9. Le taux du code convolutionnel pour le canal de synchronisation, les canaux de radiorecherche et le canal de trafic aller est, dans l'ensemble 1, de 1/2. Le taux du code convolutionnel pour le canal de trafic aller, dans l'ensemble 2, est de 3/4. A des débits autres que 9 600 ou 14 400 bit/s, les symboles de code sont répétés pour assurer une certaine diversité.

Le canal de synchronisation utilise un entrelaceur de blocs actif pendant 26 666... ms, ce qui correspond à la durée de 128 symboles de modulation (4 800 symbole/s). Le canal de trafic et les canaux de radiorecherche utilisent un entrelaceur de blocs identique actif pendant 20 ms, ce qui correspond à la durée de 384 symboles de modulation (19 200 symbole/s).

Chaque trame de l'ensemble 2 et les trames à 9 600 et 4 800 kbit/s de l'ensemble 1 comportent un indicateur de qualité de trame. Cet indicateur est un contrôle CRC.

2.2.4 Commande de puissance sur la liaison retour

Un signal du sous-canal de commande de puissance est transmis en permanence sur le canal de trafic aller. Il envoie 1 bit (0 ou 1) toutes les 1,25 ms, ce qui permet d'adapter la puissance d'émission sur la liaison retour par pas de ± 1 dB.

2.2.5 Commande de puissance sur la liaison aller

Dans l'ensemble 2 est prévu un mécanisme de commande de puissance d'un bit par trame selon lequel chaque station mobile indique si la trame a été bien reçue ou non. La station de base peut utiliser ce mécanisme pour adapter la puissance émise sur le canal de trafic aller (en direction de la station mobile). Dans l'ensemble 1, comme dans l'ensemble 2 est prévue une messagerie de signalisation afin d'acheminer les statistiques d'erreur sur la liaison aller qui peuvent servir à régler la puissance émise sur la liaison aller.

2.3 Liaison retour

2.3.1 Interface RF

2.3.1.1 Modulation de données

La modulation des données sur la liaison retour est de type orthogonale à 64 états et utilise des codes de Walsh. Le débit de symboles est de 4 800 symbole/s.

2.3.1.2 Modulation d'étalement

Le train de symboles de la liaison retour est ajouté, modulo 2, à une séquence de couverture de 1,2288 MHz utilisée pour la structuration des canaux, puis étalé par MDP-4 orthogonale en utilisant une paire de séquences de pseudo-bruit de 1,2288 MHz d'une durée de 32 768 éléments. Cette séquence est identique à la séquence de pseudo-bruit sur canal pilote utilisée sur la liaison aller. La séquence de couverture sur la liaison retour (code long) est une phase unique d'une séquence d'enregistreur à décalage et rétroaction linéaire d'une longueur maximale de 42 bits. La largeur de bande du signal rayonné est strictement limitée (1,25 MHz).

2.3.2 Structure des canaux

Pour structurer les canaux de la liaison retour, chaque station mobile se voit affecter une phase déterminée du code long qu'elle utilisera pour assurer l'émission de son trafic. Des phases prédéterminées sont également prévues pour les canaux d'accès communs. Contrairement à la liaison aller, les séquences de couverture sur la liaison retour ne sont pas orthogonales.

2.3.2.1 Canaux d'accès

Les canaux d'accès ont des phases de code long prédéfinies. Les stations mobiles les utilisent pour communiquer avec la station de base, lorsqu'un canal de trafic n'est pas attribué à la station mobile en général pour répondre à un message de radiorecherche, pour émettre un appel ou pour effectuer un enregistrement. Le débit binaire des canaux d'accès est de 4 800 bit/s.

2.3.2.2 Canaux de trafic

Les canaux de trafic acheminent des signaux vocaux codés ou d'autres types de trafic. Le trafic à débit variable sur la liaison retour réduit le brouillage mutuel entre canaux. Deux ensembles – 1 et 2 – de débits de données sont acceptés. Dans l'ensemble 1, les débits disponibles trame par trame sur les canaux de trafic sont de 9 600, 4 800, 2 400 et 1 200 bit/s. Dans l'ensemble 2, les débits disponibles sont de 14 400, 7 200, 3 600 et 1 800 bit/s. Le débit peut changer toutes les 20 ms. Avec ces débits, on peut assurer des services téléphoniques et de transmission de données à 8,5 et 13,3 kbit/s.

2.3.3 Codage et entrelacement

Le canal retour fait l'objet d'un codage convolusionnel et d'un entrelacement de blocs. Le code convolusionnel a une longueur de contrainte de 9. Le taux du code convolusionnel est de 1/3 dans l'ensemble 1 et de 1/2 dans l'ensemble 2.

Le canal de trafic retour utilise un entrelaceur de blocs actif pendant 20 ms, ce qui correspond à la durée de 576 symboles de code. Chaque trame de l'ensemble 2 et les trames à 9 600 et 4 800 bit/s de l'ensemble 1 comportent un indicateur de qualité de trame. Cet indicateur est un contrôle CRC. Aucun indicateur de qualité de trame n'est utilisé pour les débits de transmission de 2 400 et de 1 200 bit/s de l'ensemble 1.

2.3.4 Commande de puissance sur la liaison de retour

La puissance émise par la station mobile est commandée de manière qu'elle soit proche du minimum nécessaire pour assurer des caractéristiques appropriées de taux d'erreur. La puissance rayonnée est estimée à partir de la puissance reçue de la station de base puis est corrigée par les bits envoyés par le signal du sous-canal de commande de puissance en boucle fermée reçu.

2.4 Canal de signalisation associé

Après la transition au canal de trafic, la signalisation entre les stations mobiles et les stations de base s'effectue sous la forme «neutralisation-salve» ou «réduction-salve» dans la voie de trafic. Le message neutralisation-salve a priorité sur une ou plusieurs trames de trafic et remplace le message de signalisation. Il en va de même pour le mode réduction-salve, si ce n'est que le codeur de la parole est informé qu'il ne peut pas utiliser le plein débit. Une trame à plein débit se compose donc des données vocales à demi-débit ou à débit réduit et d'une demi-trame de données de signalisation. La méthode réduction-salve a moins d'influence sur la qualité de la parole. Dans les deux cas, le codec vocal dans le récepteur est informé du fait que la trame a été bloquée et peut prendre des mesures correctrices, éventuellement différentes de celles qu'il prendrait en cas d'erreur dans la trame.

2.5 Transfert

2.5.1 Transfert progressif

Le système permet un transfert progressif transparent. Pour cela, deux ou plus de deux stations de base diffusent le trafic sortant destiné à la station mobile. La station mobile combine les signaux provenant de ces stations de base. Une certaine diversité d'espace est ainsi assurée, ce qui améliore la qualité et la couverture; de plus l'utilisateur ne s'aperçoit pas du transfert.

2.5.2 Transfert non progressif

Le transfert non progressif est possible lorsqu'il y a transfert de la prise en charge de la station mobile entre stations de base actives avec changement de fréquence AMRC et décalages de trame différents. Il y a également transfert non progressif en cas de transfert de la prise en charge de la station mobile d'un système PCS AMRC à un système cellulaire AMRC ou cellulaire analogique.

2.6 Gestion des enregistrements et de la mobilité

La gestion de la mobilité est assurée par les neuf mécanismes d'enregistrement suivants que l'exploitant peut choisir:

- *sous tension*: la station mobile s'enregistre lors de la mise sous tension;
- *hors tension*: la station mobile s'enregistre lors de la mise hors tension;
- *temps*: la station mobile s'enregistre à l'expiration d'un temporisateur;
- *distance*: la station mobile s'enregistre quand la distance entre la station de base à laquelle elle est rattachée et la dernière station de base dans laquelle elle s'est enregistrée dépasse un certain seuil;
- *zone*: la station mobile s'enregistre quand elle pénètre dans une nouvelle zone;
- *changement de paramètres*: la station mobile s'enregistre en cas de changement de certains de ses paramètres mis en mémoire;
- *sur ordre*: la station mobile s'enregistre lorsqu'elle en reçoit l'ordre de la station de base;
- *canal de trafic*: la station de base peut interroger une station mobile à laquelle a été attribué un canal de trafic, accomplissant ainsi un enregistrement;
- *implicite*: toute émission ou réponse à un message de radiorecherche constitue un enregistrement implicite.

2.7 Caractéristiques de sécurité

Des procédures d'authentification globales ou individuelles du type interrogation-réponse sont prévues pour prévenir différents types de fraude pour le service en ondes hertziennes. Toutes les transmissions sur les canaux de trafic peuvent être protégées par le code long privé. La protection est meilleure si l'on chiffre certains champs de message sensibles. C'est ainsi que sont protégés des numéros de cartes de crédit entrés par l'abonné, les numéros d'identification personnels (PIN), etc.

2.8 Identification de la station mobile

Le numéro de série électronique (ESN) sert à identifier sans équivoque une station mobile auprès d'un système PCS. Ce numéro a 32, 40, 48 ou 56 bits.

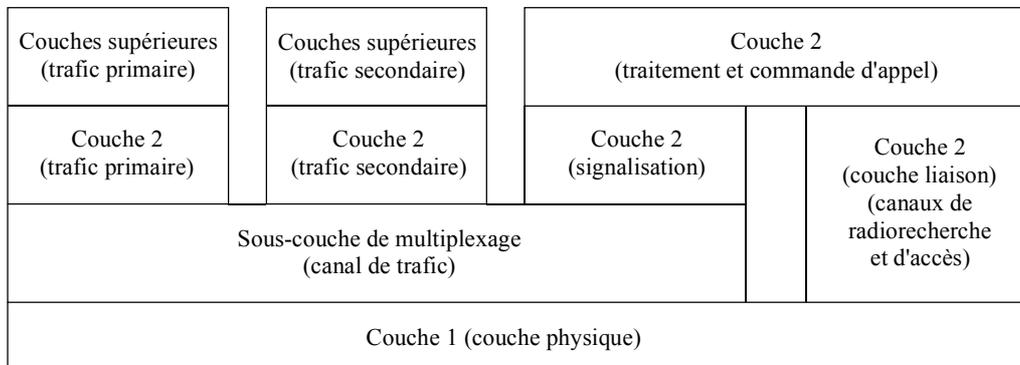
L'abonnement de l'utilisateur est identifié par l'identité internationale de la station mobile (IMSI) de la Recommandation UIT-T E.212. Cette IMSI se compose de 15 caractères numériques (0-9) au maximum. Les trois premiers chiffres de l'IMSI correspondent à l'indicatif de pays pour mobiles (MCC) et les autres chiffres correspondent à l'identité nationale de la station mobile (NMSI).

La station mobile peut également se voir attribuer une identité temporaire de station mobile (TMSI) qui sert à dissimuler l'identité de l'utilisateur. TMSI se compose d'un code TMSI et d'une zone TMSI. Elle est attribuée au niveau local. La zone TMSI fournit l'identité de l'élément de réseau qui a attribué le code TMSI.

2.9 Services

La norme PCS AMRC couvre des options de service qui assure l'interconnexion avec la sous-couche de multiplexage (voir la Fig. 8). Cette sous-couche multiplexe le trafic primaire, le trafic secondaire et le trafic de signalisation. Le système PCS AMRC peut assurer simultanément deux ou plus de deux services, par exemple voix et données.

FIGURE 8
Couches pour stations mobiles



1073-08

Indépendamment des services téléphoniques à 8,5 et 13,3 kbit/s, le système PCS AMRC assure également une gamme de services de transmission de données, en particulier le transfert de données en mode asynchrone et la télécopie (norme TIA/EIA IS-99), le transfert de données par paquets (norme TIA/EIA IS-657). La norme TIA/EIA IS-637 couvre les services de messagerie point à point et de minimessagerie de radiodiffusion.

BIBLIOGRAPHIE

- ANSI J-STD-018. Recommended Minimum Performance Requirements for 1.8 to 2.0 GHz Code Division Multiple Access (CDMA) Personal Stations. American National Standards Institute.
- EIA/TIA-553. Mobile Station - Land Station Compatibility Specification. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.
- TIA/EIA IS-96-A. Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.

Description générale du système composite AMRC/AMRT

1 Introduction

La Norme J-STD-017 d'utilisation expérimentale/Norme intérimaire IS-661 (la norme ou le document) a été élaborée par le Groupe ad hoc technique composite AMRC/AMRT/AMRF du Joint Technical Committee on Wireless Access (JTC). Elle décrit le système qui a été lancé par la Omnipoint Corporation et qui sera exploité aux Etats-Unis d'Amérique dans les bandes de fréquences attribuées aux systèmes de communications personnelles (PCS). Elle régit les modalités de mise en œuvre et d'exploitation du système dans les bandes de fréquences 1 850-1 990 MHz assujetties à licence, dans le cadre du réseau de télécommunications public avec commutation (RTPC).

2 Aperçu technique

Le système composite AMRC/AMRT (CCT) offre une architecture qui est optimisée pour les systèmes PCS en utilisant les avantages propres aux techniques AMRF, AMRT et AMRC pour fournir simultanément à plusieurs utilisateurs un accès au réseau PCS.

Le système utilise l'étalement de spectre par séquence directe (DSSS) ainsi que les techniques AMRT, AMRF et AMRC pour les liaisons RF de communication numériques PCS. L'utilisation conjointe de ces différentes techniques permettra:

- d'atténuer la dégradation de la qualité de fonctionnement des liaisons PCS imputable aux phénomènes de propagation par trajets multiples que l'on observe très souvent dans les environnements où sont exploités des systèmes mobiles PCS;
- d'atténuer les problèmes liés aux brouillages que causent les utilisateurs d'autres systèmes situés à proximité de la zone de fonctionnement des systèmes PCS.

Cette technologie permet:

- de faire face à toutes les situations de transfert pour mobiles, y compris les transferts effectués sur autoroute;
- d'utiliser un facteur de réutilisation des fréquences à grande efficacité de largeur de bande de $N = 3$. Trente-deux utilisateurs au maximum peuvent être pris en charge sur chaque canal RF, chacun disposant d'un débit de données variable pouvant aller jusqu'à 256 kbit/s (duplex intégral).

2.1 Description de l'interface radioélectrique

2.2 Puissance en sortie de l'émetteur

2.2.1 Station mobile (MS)

La puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) de crête de la station mobile est une puissance nominale de 1 W. La puissance moyenne fournie à l'antenne est inférieure à 10 mW pour chaque intervalle de temps correspondant à 8 kbit/s, ce qui donne à la station mobile une assez longue autonomie énergétique. La caractéristique d'enveloppe constante de la technique de modulation permet d'utiliser un amplificateur de sortie non linéaire efficace qui réduit encore la décharge des accumulateurs.

2.2.2 Station de base (BS)

Les règles de la FCC autorisent une p.i.r.e. de crête maximale de 1 640 W par canal RF pour des stations de base PCS. La puissance de sortie maximale de la station de base, au niveau de l'antenne, est de 2 W.

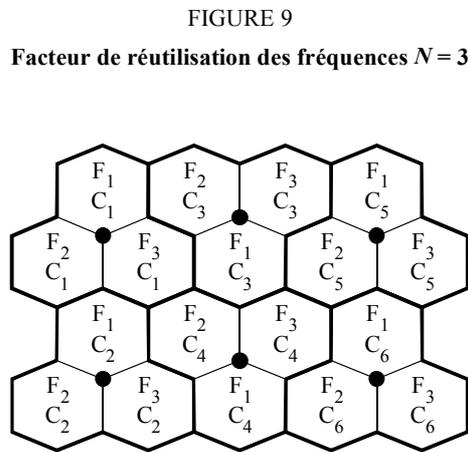
2.3 Commande de puissance de sortie de l'émetteur

Le système utilise une impulsion de commande de puissance (PCP), qui est transmise par la station mobile dans l'intervalle de temps AMRT qui lui a été affecté juste avant que la station de base n'émette en direction de cette station mobile dans l'intervalle de temps DRT qui lui est associé. L'impulsion PCP donne à la station de base une mesure de l'affaiblissement de transmission sur le trajet entre la station mobile et la station de base et une évaluation des phénomènes de propagation par trajets multiples. Elle sert de base pour régler le niveau de la puissance d'émission de la station de base sur celle de la station mobile à l'aide d'un signal de commande de puissance (PCC) que la station de base envoie à la station mobile. A la réception de ce signal, la station mobile modifie sa puissance de sortie par pas de 3 dB (avec un maximum de 33 dB) pour la ramener à une valeur juste suffisamment élevée pour obtenir le rapport signal/bruit + brouillage requis au niveau de la station de base, rapport qui est fonction de la qualité de la PCP qu'a reçue cette station de base. Cette méthode de commande de puissance fonctionne particulièrement bien pour les systèmes avec duplex par répartition dans le temps (DRT) étant donné que l'affaiblissement sur le trajet est identique pour les canaux aller et retour qui utilisent tous les deux la même fréquence porteuse RF. La puissance de la station de base est commandée canal par canal (intervalle de temps par intervalle de temps) pour chaque canal (intervalle de temps), indépendamment des autres canaux (intervalles de temps).

Dans la trame DRT/AMRT, le créneau temporel correspondant à un canal (intervalle de temps) DRT entier est inférieur à 625 μ s. Le temps de réponse de l'algorithme de commande de puissance est plus rapide que celui correspondant aux modifications du canal RF dues aux phénomènes de propagation par trajets multiples et aux évanouissements par occultation, ce qui permet de lutter contre les dégradations de la qualité de fonctionnement imputables à ces phénomènes.

2.4 Découpage en cellules avec un facteur de réutilisation des fréquences de $N = 3$ et réutilisation de codes

La Fig. 9 illustre un découpage en cellules avec un facteur de réutilisation des fréquences de $N = 3$. Ce schéma ne se veut pas exhaustif et il existe d'autres configurations possibles. Les points en gras au centre des trois cercles correspondent au point central de la cellule et les trois zones adjacentes correspondent à des secteurs de 120°.



1073-09

2.5 Caractéristiques de modulation

Pour produire la caractéristique d'étalement du spectre par séquence directe (DSSS) du signal RF du système, on utilise une forme de modulation continue par déplacement de phase à quatre états appelée modulation d'amplitude en quadrature à grande efficacité spectrale (SEQAM). L'amplitude de l'enveloppe de la porteuse modulée est ainsi constante. La modulation d'enveloppe constante permet une amplification de puissance RF non linéaire efficace (souhaitable tout particulièrement pour avoir une longue autonomie des portables) sans accentuation des composantes

spectrales des lobes latéraux de modulation. Pour acheminer en mode DSSS les informations, on utilise plusieurs séquences d'éléments de pseudo-bruit DSSS pour coder les données en bande de base. La séquence de pseudo-bruit module la porteuse sur une largeur de bande maximale de 5 MHz. En appliquant une mise en forme aux signaux contenus dans les éléments de pseudo-bruit avant la modulation, tous les lobes latéraux de modulation, à des fréquences éloignées de la fréquence centrale du signal RF DSSS d'une fréquence correspondant à plus d'un demi du débit des éléments, sont grandement atténués.

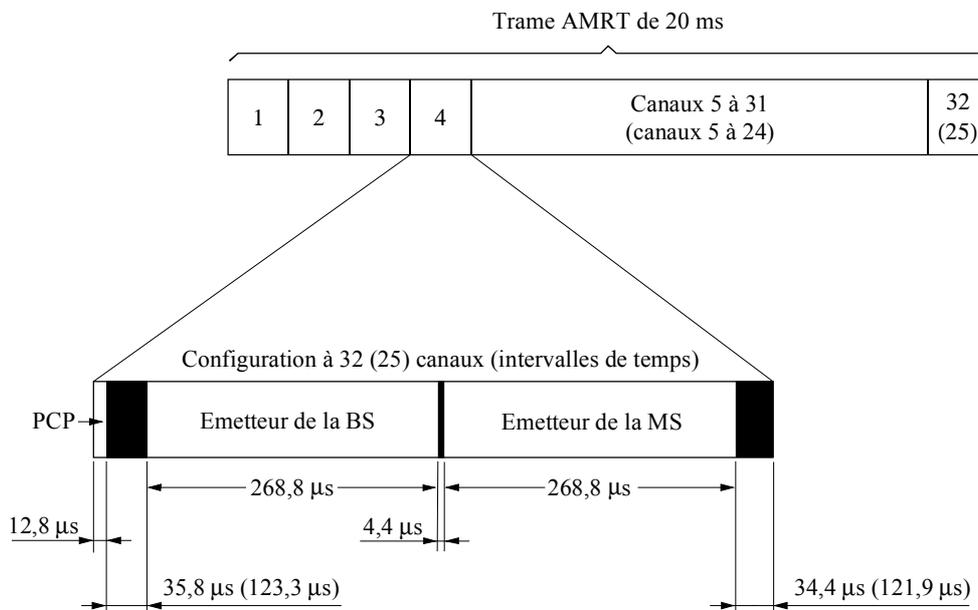
2.6 Description de la méthode d'accès multiple

A l'intérieur d'une cellule, on utilise l'AMRT-DRT ce qui permet d'offrir aux utilisateurs mobiles jusqu'à 32 canaux simultanés à 8 kbit/s en duplex intégral. Les cellules adjacentes se voient attribuer des canaux de fréquences différents (AMRF), avec un facteur de réutilisation des fréquences minimal de $N = 3$. Les cellules situées au-delà des cellules adjacentes utilisent diverses techniques d'espacement – différents codes de pseudo-bruit (AMRC), commande de puissance, antennes directives et échange des intervalles de temps (TSI) – pour obtenir une meilleure isolation entre cellules. En utilisant la technique de l'AMRT à l'intérieur d'une cellule et en ne comptant pas uniquement sur la technique AMRC pour séparer les nombreux signaux de station mobile (MS) que reçoit la station de base (BS), on réduit sensiblement l'autobrouillage au niveau du récepteur de la BS, ce qui permet d'assurer une plus large couverture pour un niveau de puissance de sortie de l'émetteur de la MS donné. Dans le système composite considéré, les cellules peuvent avoir jusqu'à 20 miles de diamètre dans des configurations maximales.

2.7 Structure des trames AMRT

La structure des trames et des intervalles de temps (canaux) AMRT repose sur une boucle d'interrogation de 20 ms permettant à l'utilisateur d'accéder à la liaison RF (voir la Fig. 10). En mode DRT, la trame de 20 ms est divisée de façon égale en 32 ou 25 canaux duplex intégral, chaque intervalle de temps (canal) résultant pouvant assurer une liaison d'utilisateur en duplex intégral à 8 kbit/s.

FIGURE 10
Structure des trames et des canaux (intervalles de temps) AMRT



La BS émet pendant la première moitié de l'intervalle de temps AMRT/DRT et reçoit pendant la seconde moitié les messages de la MS à laquelle cet intervalle de temps particulier a été affecté. La MS quant à elle reçoit pendant la première moitié de l'intervalle de temps et émet pendant la seconde et dernière moitié. Après chaque émission de la BS ou de la MS, une petite partie de chaque intervalle de temps (appelée intervalle de garde) est réservée pendant laquelle le signal émis peut atteindre le récepteur mobile le plus éloigné de la BS (rayon maximal de la cellule) et revenir, cela pour éviter une collision dans le temps entre les signaux reçus et les signaux émis au niveau de la BS et de la MS.

La PCP en provenance de la MS sert de signal de sondage du canal pour déterminer l'affaiblissement de propagation sur la liaison et constitue une mesure de la qualité de la liaison pour le sous-système de commande de puissance. Le signal PCP est également utilisé pour déterminer, parmi les nombreuses antennes disponibles, celle qui sera utilisée pour assurer la diversité d'espace; il permet, par ailleurs, de mettre à jour la commande de diversité d'espace pendant la durée de chaque intervalle de temps AMRT.

Chaque canal (intervalle de temps), qui se compose de six éléments, assure la transaction complète entre une BS et une MS. Les intervalles de garde intègrent un délai d'exécution DRT maximal de 4,4 μ s. Le Tableau 6 indique le temps correspondant à chaque élément pour les deux trames AMRT à 32 et 25 canaux. Entre parenthèses sont indiqués les temps pour une configuration à 25 canaux.

TABLEAU 6

Élément d'information	Durée en temps (μ s)
PCP	12,8
Intervalle de garde 1	35,8 (123,3)
Emetteur de la station de base	268,8
Intervalle de garde 2	4,4
Emetteur de la station mobile	268,8
Intervalle de garde 3	34,4 (121,9)

2.8 Multiplicité des canaux (intervalles de temps) AMRT par utilisateur

Un utilisateur dans une cellule auquel on attribue des canaux (intervalles de temps) supplémentaires par trame AMRT peut communiquer à un débit de données plus élevé. Par exemple, en utilisant deux canaux (intervalles de temps), le terminal de l'utilisateur fonctionne à un débit de données de 16 kbit/s alors que ce débit est de 8 kbit/s pour un seul canal (intervalle de temps). Le débit de données maximal pouvant être offert par utilisateur est de 256 kbit/s en duplex intégral ou de 512 kbit/s en semi-duplex.

2.9 Synchronisation

L'horloge de synchronisation de référence des données primaires dans un système de prolongement terrestre d'un réseau numérique, T1 ou RNIS, interface à débit binaire ou interface à débit primaire, est l'horloge de synchronisation de référence du RTPC. Pour éviter une précession des données, le contrôleur de station de base et les stations de base qui lui sont associées sont synchronisés sur l'horloge du RTPC. Le système utilise l'horloge de synchronisation de transfert des données proprement dite, générée par le RTPC et rapportée à un marqueur de synchronisation de 8 kHz pour obtenir le débit de données.

La MS peut se synchroniser sur une nouvelle BS à l'intérieur d'un seul canal (intervalle de temps) et elle peut également se synchroniser sur plusieurs BS lorsque ces BS sont synchronisées sur un réseau numérique commun. Le système permet une détection non cohérente dont se serviront les récepteurs des BS et des MS dont la phase ne doit pas être verrouillée. Toutefois, les fréquences des oscillateurs locaux d'émission et de réception de la BS et de la MS sont automatiquement commandées pour éviter une précession des données entre la BS et la MS.

2.10 Transfert

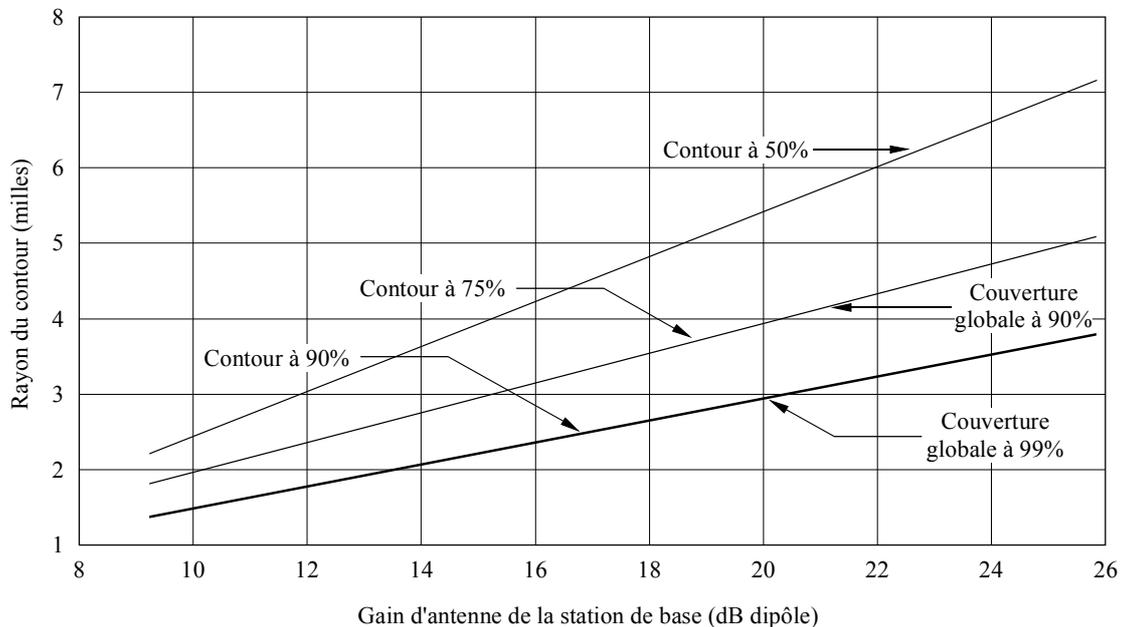
Un transfert intercellulaire est nécessaire chaque fois que le niveau du signal reçu par la MS tombe en dessous d'un niveau acceptable. Le transfert est piloté par la MS.

Pour la plupart des transferts, la durée totale du transfert, rétablissement du trafic sur le canal support compris, est le plus souvent inférieure à 10 ms. La durée maximale est d'environ 40 ms. Etant donné que, dans des circonstances normales, le délai est inférieur au créneau temporel de la boucle d'interrogation, les paquets supports parviendront à la station mobile sans interruption. La durée du transfert entre groupes ou l'échange des intervalles de temps (TSI) dépend en partie des délais propres au PCSC central et ne relève pas de la description générale du système. La durée des transferts par des moyens hertziens pour les transferts entre grappes est la même que celle indiquée précédemment, c'est-à-dire de l'ordre de 10 à 40 ms. Les interruptions avant de procéder au transfert prennent le plus souvent moins de 250 ms.

FIGURE 11

Un transfert rapide améliore les statistiques de couverture globale

Modèle de propagation COST 231; antenne de la station de base à 50 m;
antenne de la station mobile à 1,5 m; hauteur de toit: 9 m; 8 dB log normal (écart type)



Le combiné émet à 300 mW crête sur une antenne 0 dB dipôle
Sensibilité de la station de base = -100 dBm.

1073-11

2.11 Mise en place du réseau

Le système composite AMRC/AMRT (CCT) s'articule autour d'une architecture de logiciel orientée objet offrant la souplesse nécessaire pour assurer l'interconnexion avec les infrastructures des réseaux RTPC, AIN et GSM et le réseau IS-41. L'opérateur de systèmes PCS a ainsi toute latitude pour mettre en place l'infrastructure de réseau répondant aux objectifs commerciaux et aux descriptions de service souhaités.

2.12 Fonctions

Les fonctions et services assurés le plus souvent par des systèmes câblés – boîte vocale, mise en garde, indication d'appel en instance, identification de l'appelant, appel triangulaire, etc. – ainsi que des services hertziens – service de minimesagerie, cartes à puce et programmation par moyens hertziens – sont assurés par le système composite AMRC/AMRT (CCT).

2.13 Evolution vers les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)

Le système composite AMRC/AMRT (CCT) a été élaboré pour pouvoir évoluer et offrir des services améliorés. Les débits de données au niveau de l'interface radioélectrique seront améliorés pour atteindre l'objectif des 2 Mbit/s des IMT-2000. Par ailleurs, les systèmes AMRC/AMRT pourront être exploités dans différentes bandes de fréquences en utilisant plusieurs interfaces radioélectriques tout en maintenant le même codage de canal et le même codage de voix ainsi que la signalisation par des moyens hertziens. Il sera ainsi possible d'assurer toutes les fonctions dans des environnements et des bandes de fréquences très divers.

BIBLIOGRAPHIE

- EIA/TIA-553. Mobile Station-Land Station Compatibility Specification. Electronic Industries Association/Telecommunications Industries Association.
- TIA/EIA IS-96-A. Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.
- TIA/EIA IS-99. Data Services Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System.
- TIA/EIA IS-634. MSC-BS Interface for Public 800 MHz.
- TIA/EIA IS-637. Short Message Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.
- TIA/EIA IS-651. SS7-based A-Interface.
- TIA/EIA IS-657. Packet Data Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.

ANNEXE 7

Description générale du système AMRC (accès multiple par répartition en code) large bande d'Amérique du Nord

1 Introduction

1.1 Description fonctionnelle

Le système de communications personnelles AMRC large bande (W-CDMA) d'Amérique du Nord assure différents services – téléphonie, transmission de données en bande vocale, transmission transparente ou non de données – grâce aux fonctions de gestion des appels, de gestion des ressources radioélectriques et de gestion de la mobilité. L'utilisation de procédures d'authentification et de confidentialité permet d'assurer en toute sûreté la transmission des signaux vocaux et des données. Pour un complément d'information, on se reportera à la Norme TIA/EIA IS-665 et ANSI J-STD-015 (norme d'utilisation expérimentale).

Le système AMRC large bande utilise comme technique d'accès à l'interface radioélectrique l'AMRC. Côté émetteur, le signal d'information est étalé par séquence directe à l'aide d'un seul et même code produit par des codes pseudo-aléatoires et des codes de Hadamard. Côté réception, le signal d'information est désétalé à l'aide des mêmes codes. On utilise un duplex par répartition en fréquence (DRT) avec un espacement de 80 MHz. Les fréquences d'émission de la station individuelle sont comprises entre 1 850 et 1 910 MHz et celles de la station de base entre 1 930 et 1 990 MHz. La norme AMRC large bande est applicable à des largeurs de bande de 5 MHz, 10 MHz et 15 MHz. Pour chacune d'entre elles, on peut envisager des débits de données de 16, 32 ou 64 kbit/s.

On utilise un vocodeur MICDA perfectionné (COM101+) à 32 kbit/s pour offrir une qualité de la parole équivalente à celle des communications longue distance même dans un environnement radioélectrique très défavorable. Les performances de ce vocodeur sont meilleures que celles des codeurs vocaux normalisés de l'UIT: MIC (G.711), MICDA (G.721) et LD-CELP – réduction linéaire à faible délai avec excitation par code – (G.728).

Le système AMRC large bande a une interface souple lui permettant d'accepter divers systèmes de commutation. Il peut s'interconnecter avec des systèmes de commutation utilisant le Système de signalisation N° 7. C'est le réseau de gestion des télécommunications (RGT) qui gère l'assignation des canaux, la commande de transfert, la commande d'appel, l'enregistrement, l'authentification et les fonctions de gestion, d'exploitation, de maintenance et de fourniture (OAM&P).

Le système AMRC large bande, qui utilise la technique de l'étalement large bande, assure une transmission de très bonne qualité des signaux vocaux, offre un débit de données élevé et résiste bien aux évanouissements imputables à la propagation par trajets multiples. Le gain de traitement inhérent à l'étalement large bande permet de neutraliser les brouillages entre utilisateurs d'une même largeur de bande. Indépendamment de l'étalement large bande, le système AMRC large bande utilise également une commande de puissance en boucle ouverte ou en boucle fermée, la correction d'erreur sans voie de retour, l'entrelacement, la combinaison des trajets multiples et l'annulation des brouillages pour obtenir de meilleures performances que d'autres systèmes de communications personnelles (PCS) normalisés. L'architecture de réseau sous-jacente et le système d'échange des données d'appel relatives au trafic d'abonné sont décrits en détail respectivement dans les Appendices 1 et 2.

1.2 Configuration du système

La Fig. 12 illustre un modèle générique de PCS reposant sur la technique AMRC large bande. Dans cette figure, le contrôleur de station de base peut être intégré dans chaque station de base, dans le centre de commutation personnel ou peut être autonome.

2 Caractéristiques techniques

2.1 Liaison aller

2.1.1 Interface radioélectrique

2.1.1.1 Modulation des données

La modulation des données sur la liaison aller est une modulation MDP-4 cohérente avec un débit de symboles de 64 kbit/s.

2.1.1.2 Modulation par étalement

On utilise pour les canaux en phase (I) et en quadrature de phase (Q) une modulation MDP-2 avec étalement, réalisée à l'aide de séquences pseudo-aléatoires et de séquences de Hadamard, pour un débit d'éléments de 4 096 ou 8 192 ou 12 288 M élément/s d'une durée de 20 ms.

La largeur de bande du signal rayonné est strictement limitée à 4,1, 8,2 ou 12,3 MHz. Les stations de base se distinguent les unes des autres par la phase de leur séquence d'étalement.

2.1.2 Structure des canaux

La liaison aller se compose des canaux pilote, de synchronisation, de radiorecherche et de trafic. La disposition des canaux sur la liaison aller est réalisée par adjonction à chaque canal de séquences de Hadamard ou de séquences pseudo-aléatoires. Le débit d'éléments est le même pour ces deux types de séquences.

On utilise des codes de Hadamard pour assurer l'orthogonalité de chaque canal, ce qui permet de séparer 64, 128 ou 192 canaux au niveau du récepteur de la station personnelle.

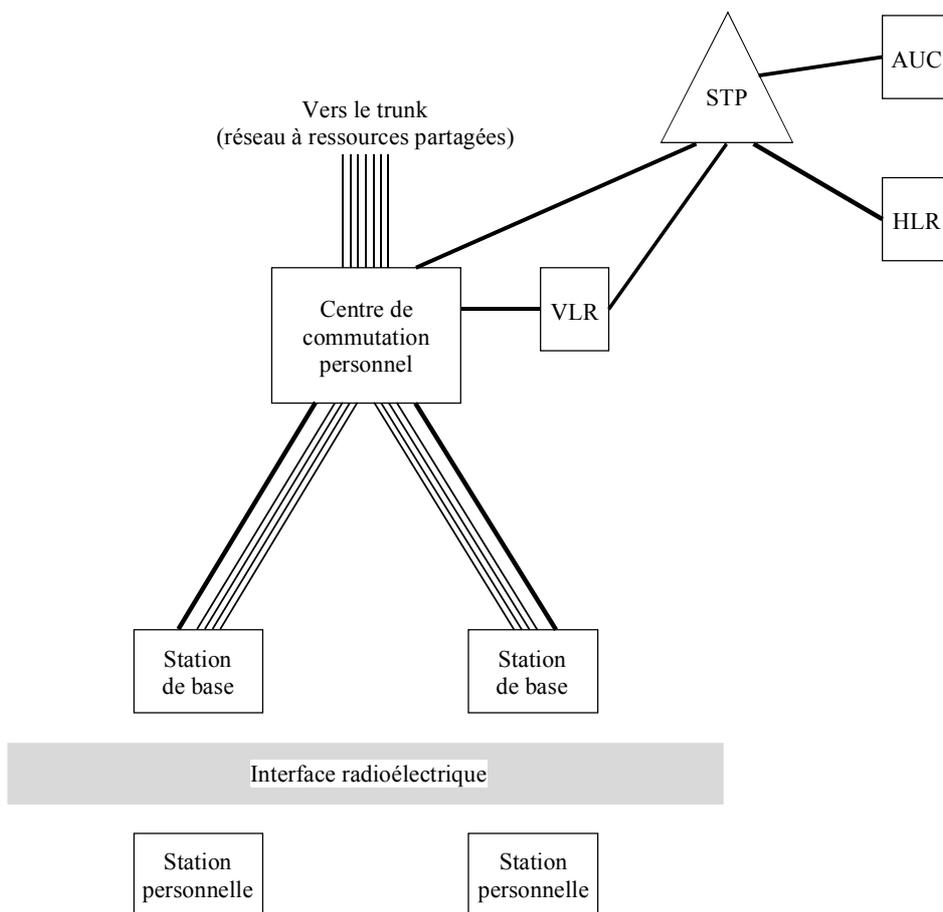
2.1.2.1 Canal pilote

Le canal pilote est un canal unique associé à chaque station de base. Etalé mais non modulé, il sert de référence de phase pour la démodulation cohérente des autres canaux. Il sert également de cible de recherche pour l'acquisition d'une nouvelle station de base lorsque la station individuelle passe d'une zone de couverture à une autre.

2.1.2.2 Canal de synchronisation

Le canal de synchronisation achemine les informations qui permettent à la station individuelle de déterminer le temps système et le décalage de la fréquence pilote de la station de base en vue de l'accès au système. Le débit de données du canal de synchronisation est de 16 kbit/s.

FIGURE 12
Exemple de configuration du système



AUC: centre d'authentification
 HLR: enregistreur de localisation nominal
 STP: point de transfert de signalisation
 VLR: enregistreur de localisation des visiteurs

— Trajet de signalisation
 — Trajet de conversation

2.1.2.3 Canaux de radiorecherche

Un ou plusieurs canaux de radiorecherche sont associés à chaque station de base. Ces canaux diffusent l'identification des stations personnelles qui reçoivent des appels entrants. Les stations personnelles qui reçoivent leur identification par l'intermédiaire du canal de radiorecherche répondent à la station de base par l'intermédiaire d'un canal d'accès. Le débit de données sur les canaux de radiorecherche est de 16 kbit/s.

2.1.2.4 Canaux de trafic

Les canaux de trafic acheminent des signaux vocaux codés ou d'autres informations. Les débits de données disponibles trame par trame sur un canal de trafic sont de 64, 32 et 16 kbit/s. La variation du débit est obtenue par répétition des symboles, l'énergie par bit restant constante.

2.1.3 Codage et entrelacement

La liaison aller fait l'objet d'un codage convolusionnel et d'un entrelacement de blocs. Le taux de codage est de 1/2, pour une longueur de contrainte de 9. L'espacement d'entrelacement est de 5 ms sur le canal de synchronisation et les canaux de radiorecherche. Il est de 5 ms (10 ou 20 ms en option) sur le canal de trafic.

Les messages acheminés sur le canal de synchronisation et les canaux de radiorecherche sont protégés par un code de redondance cyclique (CRC) à 32 bits que le récepteur peut utiliser pour détecter les erreurs de décodage.

2.1.4 Train binaire pour la commande de puissance sur la liaison retour

Les canaux de trafic aller sont découpés à 2 kbit/s pour assurer une commande de puissance en boucle fermée indépendante pour chaque station individuelle. On utilise respectivement 2, 4 ou 8 symboles par bit de commande de puissance pour des débits de données sur le canal de trafic de 64, 32 ou 16 kbit/s. Le train binaire de commande de puissance n'est pas codé.

2.2 Liaison retour

2.2.1 Interface radioélectrique

2.2.1.1 Modulation des données

La modulation des données sur la liaison retour est une modulation MDP-4 cohérente pour un débit de symboles de 64 ksymbole/s.

2.2.1.2 Modulation avec étalement

On utilise pour les canaux en phase (I) et en quadrature de phase (Q) une modulation MDP-2 avec étalement réalisée à l'aide de séquences pseudo-aléatoires et de séquences de Hadamard, pour un débit d'éléments de 4 096, 8 192 ou 12 288 Méléments par seconde d'une durée de 20 ms.

La largeur de bande du signal rayonné est strictement limitée à 4,1, 8,2 ou 12,3 MHz. Les stations de base se distinguent les unes des autres par la phase de leur séquence d'étalement.

2.2.2 Structure des canaux

La liaison retour se compose des canaux pilote, d'accès, de trafic et de signalisation. La disposition des canaux sur la liaison retour est réalisée par adjonction de séquences pseudo-aléatoires et de séquences de Hadamard. Le débit d'éléments est le même pour ces deux types de séquences.

On utilise des codes de Hadamard pour assurer l'orthogonalité entre les canaux pilotes, de trafic et de signalisation de chaque station individuelle.

2.2.2.1 Canal pilote

Le canal pilote est associé au canal de trafic de la station individuelle. Etalé mais non modulé, il sert de référence de phase pour la démodulation cohérente des autres canaux. Il sert également de cible de recherche pour l'acquisition d'une nouvelle station de base lorsque la station individuelle passe d'une zone de couverture à une autre.

2.2.2.2 Canal d'accès

Le canal d'accès est utilisé pour répondre aux canaux de radiorecherche de la station de base ou pour lancer un appel ou bien encore pour effectuer un enregistrement. Le débit de données sur ce canal est de 16 kbit/s.

2.2.2.3 Canal de trafic

Le canal de trafic achemine des signaux vocaux codés ou d'autres informations. Les débits de données disponibles trame par trame sur le canal de trafic sont de 64, 32 ou 16 kbit/s. La variation du débit est obtenue par répétition des symboles.

2.2.2.4 Canal de signalisation

Le canal de signalisation est associé au canal de trafic de la station individuelle. Le débit de ce canal est respectivement de 4, 4, ou 2 kbit/s pour des débits de données de 64, 32 ou 16 kbit/s.

2.2.3 Codage et entrelacement

Le taux de codage convolutionnel sur la liaison retour est de 1/2 pour une longueur de contrainte de 9. Le canal de trafic fait l'objet d'un entrelacement de blocs d'espacement d'entrelacement de 5 ms (10 ou 20 ms en option). Le canal de signalisation fait l'objet d'un entrelacement de blocs. Dans ce cas, l'espacement d'entrelacement est de 5 ms.

2.2.4 Commande de puissance sur la liaison aller

La puissance émise par la station personnelle est réglée de façon à être proche du minimum requis pour obtenir des caractéristiques de taux d'erreur satisfaisantes. La puissance rayonnée est déterminée par les informations de puissance que reçoit la station de base sur le canal de signalisation.

2.3 Transfert

La station de base assure les deux types de transfert suivants qui peuvent être choisis par le fournisseur de services.

Transfert de type A: on suppose que la station individuelle est dans l'état actif, c'est-à-dire qu'elle reçoit simultanément le signal d'un canal pilote et le signal d'un canal de trafic que lui envoie une station de base de desserte désignée. Dans le transfert de type A, on établit tout d'abord un canal pilote entre la station individuelle et une station de base cible désignée. La station individuelle reçoit alors simultanément les signaux des canaux pilotes de la station de base de desserte et de la station de base cible. Sur commande, le signal du canal de trafic de la station de base de desserte est commuté sur la station de base cible. La station individuelle reçoit alors le signal du canal de trafic de la station de base cible. Elle libère alors le canal pilote de la station de base serveuse et le transfert est ainsi achevé.

Transfert de type B: une station de base cible commence à communiquer avec la station individuelle sans interrompre la communication avec les deux stations de base de desserte. La station individuelle assure la diversité en combinant les canaux de trafic aller de la station de base de desserte et de la station de base cible. Sur commande, le canal de trafic de la station de base de desserte est libéré et le transfert est achevé.

2.4 Codage de la parole et transmission des données en bande vocale

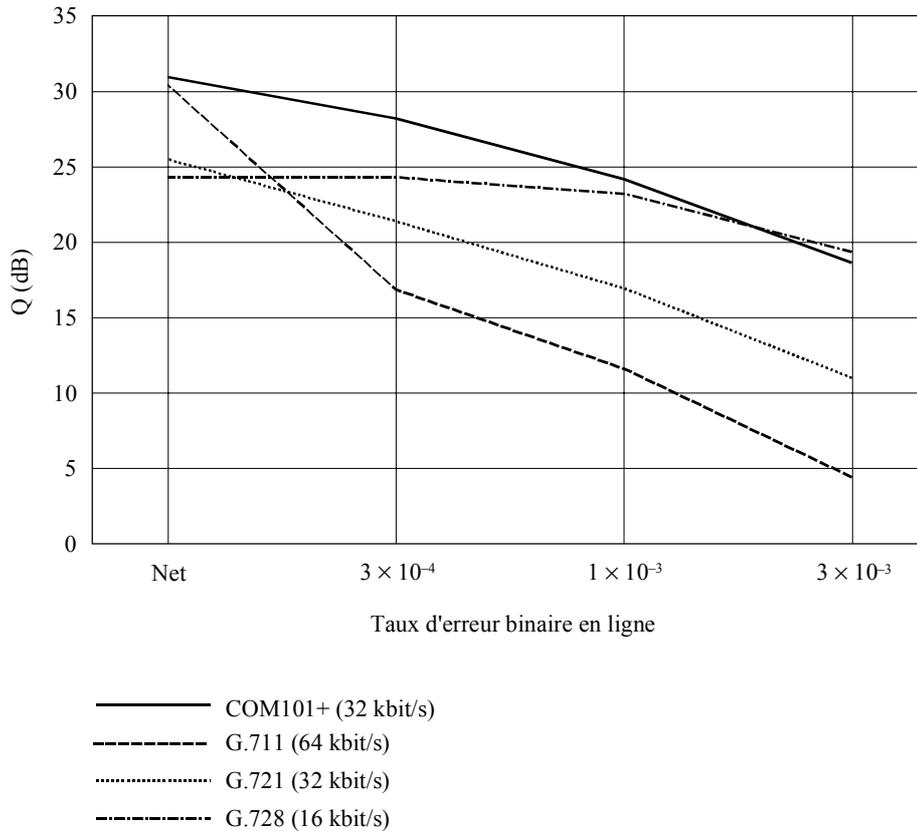
On utilise pour le système AMRC large bande un vocodeur MICDA à 32 kbit/s robuste (COM101+). Les services suivants sont assurés:

- qualité équivalente à celle des communications longue distance pour les services téléphoniques,
- transmission de données en bande vocale pour des débits allant jusqu'à 14,4 kbit/s,
- télécopie de Groupe 3 à 9,6 kbit/s.

La Fig. 13 illustre les résultats de la comparaison de ces trois méthodes de codage de la parole: COM101+, MIC (G.711), MICDA (G.721), LD-CELP (G.728).

FIGURE 13

Résultats de la comparaison de différents vocodeurs



Note 1 - La modulation MICDA (COM101+) n'utilise pas de trame pour le codage et le décodage.

Note 2 - On utilise un vocodeur MICDA amélioré à 32 kbit/s (UIT-T COM101) pour les systèmes à satellites internationaux et les systèmes optiques en câble sous-marins. Le vocodeur (COM101+) a été amélioré pour pouvoir être utilisé dans des environnements radioélectriques très défavorables.

1073-13

BIBLIOGRAPHIE

TIA/EIA IS-41-C. Cellular Radio-Telecommunications Intersystem Operations. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.

Description générale du système de communication avec accès personnel (PACS)

1 Introduction

Le système de communication avec accès personnel (PACS) est une interface radioélectrique commune permettant d'accéder à des systèmes de communications personnelles (PCS) de niveau bas à intermédiaire. Les caractéristiques du PACS diffèrent à bien des égards de celles d'autres interfaces radioélectriques pour PCS. Conçu pour fonctionner à l'extérieur (niveau inférieur) ou à l'intérieur de bâtiments, le PCS est exploité en mode duplex par répartition en fréquence (DRF) ou en mode duplex par répartition dans le temps (DRT). Il offre un accès en mode circuit et un accès en mode paquet intégré dans le protocole. Les applications prévues de ce système sont, entre autres, les suivantes:

- vitesse de déplacement modérée (jusqu'à 65 km/h) en extérieur (mode DRF recommandé), par exemple trafic urbain,
- accès fixe hertzien,
- faible vitesse de déplacement en intérieur (jusqu'à 30 km/h), par exemple autocommutateurs privés hertiens, Centrex hertiens, équipements hertiens à claviers ou téléphones sans cordon (modes DRT ou DRF acceptables).

Le PACS offre une interface radioélectrique commune qui peut être utilisée dans des lieux et des environnements très divers et qui peut assurer l'interopérabilité entre accès public et accès privé. Conçu pour être facilement intégré dans un RTPC existant, il utilise au mieux les éléments de réseau existants.

L'accès fixe hertzien (FWA) concerne les cas où une dérivation hertzienne peut être préférable (pour des raisons économiques ou d'autres raisons) à une connexion câblée. Des unités d'abonné FWA offrent à l'utilisateur une interface normalisée (par exemple, prise RJ-11) lui permettant de téléphoner depuis des postes téléphoniques normalisés.

L'interface radioélectrique PACS est spécifiée dans les normes suivantes:

- Norme ANSI J-STD-014 relative à l'interface radioélectrique pour systèmes de communication avec accès personnel;
- Norme ANSI J-STD-014A relative à l'interface radioélectrique (version A) pour systèmes de communication avec accès personnel non assujettis à licence;
- Norme ANSI J-STD-014B relative à l'interface radioélectrique (version B) pour systèmes de communication avec accès personnel non assujettis à licence.

2 Services

L'interface radioélectrique PACS est conçue pour offrir des services téléphoniques, des services de transmission de données en bande vocale et des services de transmission de données numériques parallèlement aux services connexes offerts par un réseau intelligent. Le système accepte également les communications d'urgence sans enregistrement de l'abonné.

2.1 Téléservices

Parmi les services visés par la norme relative à l'interface radioélectrique PACS pour PCS, on peut citer un service de messagerie individuel, un service de transmission non transparente de données en mode circuit, un service de transmission de données en mode protégé, un service de transmission de données en mode paquet ainsi qu'un service de téléphonie/données.

2.2 Compléments de service

Au nombre des compléments de service disponibles figurent le renvoi d'appel, le service triangulaire, l'indication d'appel en instance, le rappel automatique, l'avis de taxation et la restriction d'appel. Etant donné que le RTPC peut fournir l'infrastructure, de nombreux autres compléments de service assurés sur un réseau intelligent évolué peuvent être facilement offerts aux abonnés.

2.3 Aspects liés à la sécurité

Le PACS a été conçu pour garantir un niveau de sécurité conforme à celui spécifié dans la Norme TIA PN 3554, Vol. 1, 2 et 3, intitulée «Confidentialité et authentification pour les services de communications personnelles». Des fonctions de sécurité sont assurées pour protéger l'accès aux services et la confidentialité des informations d'utilisateur. Les fonctions de sécurité suivantes sont assurées dans le PACS:

- confidentialité de l'identité de l'abonné;
- authentification de l'identité de l'abonné: le système vérifie que l'identité d'abonné envoyée par l'unité d'abonné est la bonne (pas de duplication ou d'usurpation d'identité);
- confidentialité des données d'utilisateur: le système veille à ce que les données d'utilisateur, y compris les signaux vocaux, acheminées sur le trajet radioélectrique ne puissent pas être divulguées par des entités non autorisées;
- confidentialité de l'élément d'information de signalisation: toutes les informations de signalisation – identité de l'abonné, identité de l'équipement, numéros d'annuaire, etc., – acheminées sur le trajet radioélectrique ne peuvent pas être utilisées par des particuliers ou des entités non autorisées.

L'information SubID est l'information qui identifie sans équivoque un abonné; elle doit être présente et valable pour que les unités d'abonné puissent fonctionner.

Chaque unité d'abonné a une identité exclusive d'une mise en œuvre par le fabricant et appelée numéro de série électronique.

Le PACS contient des mécanismes d'authentification et de confidentialité à clé publique et à clé privée.

3 Aperçu du système

La représentation fonctionnelle de l'architecture du système est illustrée à la Fig. 14. Cette architecture se compose d'unités d'abonné (SU) fixes ou portables communiquant entre elles par des points d'accès radioélectrique (RP) qui, le plus souvent, ont un accès câblé via une unité de commande d'accès radioélectrique (RPCU) et un gestionnaire d'accès (AM) au réseau téléphonique public avec commutation (RTPC). La RPCU, le gestionnaire d'accès et d'autres fonctions de commande de réseau peuvent être regroupés dans une unité autonome ou intégrée dans le RTPC.

Le gestionnaire d'accès, en liaison avec la RPCU, facilite certains éléments de l'accès radioélectrique, par exemple le transfert de liaison automatique (ALT) pour une communication en cours passant d'une unité RPCU à la suivante. Le gestionnaire d'accès peut être mis en œuvre dans un complément de commutation; ses fonctions peuvent être mises en œuvre dans une fonction de commande d'un service de réseau intelligent évolué.

Le réseau de commutation assure toute une gamme de fonctions, en particulier la fourniture, la gestion de la qualité de fonctionnement, la gestion de capacité, etc.

L'interface radioélectrique est conçue de façon à être compatible avec un certain nombre d'architectures de réseau différentes.

3.1 PACS et interfaces associées

Les interfaces suivantes sont définies pour le système:

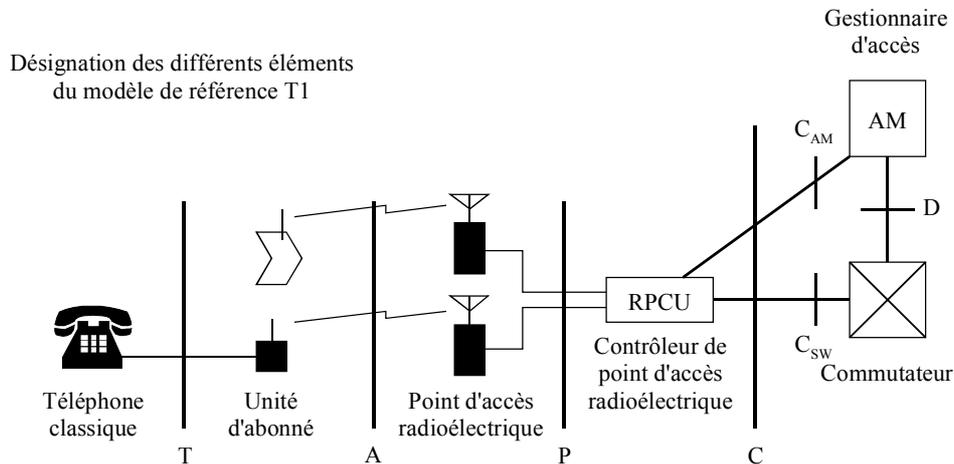
- L'interface A (interface radioélectrique) connecte l'unité d'abonné et le point d'accès radioélectrique.
- L'interface P assure la connectivité entre la RPCU et ses points d'accès radioélectriques. Les protocoles fournis par les couches 2 et 3 assurent l'interaction entre la SU et la RPCU qui, par conséquent, traversent l'interface P. Cette interface P achemine également un canal d'exploitation intégré (EOC) qui se charge des fonctions de commande entre la RPCU et ses points d'accès. L'interconnexion physique (couche 1) entre la RPCU et ses points d'accès peut être mise en œuvre de différentes façons.
- L'interface C connecte la RPCU au gestionnaire d'accès et au commutateur. L'interface Q.931 est une interface normalisée de ce type.

4 Caractéristiques techniques et radioélectriques

Le PACS est un système radioélectrique de faible puissance qui utilise une modulation MDP-4 différentielle avec déphasage de $\pi/4$. La liaison descendante (RP vers SU) utilise un multiplexage par répartition dans le temps (MRT) pour une puissance d'émission RF maximale de 800 mW. La liaison montante (SU vers RP) utilise un accès multiple par

répartition dans le temps (ARMT) pour une puissance d'émission RF maximale de 200 mW par salve. Le PACS fonctionne en modes DRT et DRF ce qui facilite l'interopérabilité entre systèmes d'accès publics et systèmes d'accès privés. Le débit binaire au niveau de l'interface radioélectrique est de 384 kbit/s pour un débit de symboles de 192 ksymbole/s.

FIGURE 14
Architecture fonctionnelle de référence



1073-14

4.1 Assignation des fréquences aux points d'accès

Les fréquences des points d'accès sont assignées manuellement ou par un processus autonome quasi statique (mécanisme autorégulateur permettant de choisir des paires de canaux RF particulières et fonctionnant sans coordination des fréquences centralisée entre les différents points d'accès).

4.2 Commande de puissance automatique

La puissance d'émission dans l'unité d'abonné est commandée et varie en fonction des conditions de propagation.

4.3 Intervalles de temps et trames AMRT

La trame MRT/AMRT se compose de 8 salves de 120 bits chacune dans une trame de 2,5 ms avec un recouvrement de supertrame.

4.4 Canaux de trafic

4.4.1 Canaux de trafic à plein débit et à sous-débit

Le système peut offrir des canaux de trafic à plein débit (32 kbit/s) ou à sous-débit (16, 8 et 4 kbit/s). On obtient un canal à mi-débit en utilisant une salve toutes les deux trames, un canal au quart de débit en utilisant une salve toutes les quatre trames, un canal au huitième de débit en utilisant une salve toutes les huit trames. Une porteuse peut donc fournir jusqu'à 8 canaux à plein débit, 16 canaux à mi-débit, 32 canaux au quart de débit et 64 canaux au huitième de débit ou n'importe quelle combinaison de ces canaux.

4.4.2 Canaux de trafic pour signaux vocaux

Un codage de la parole à 32 kbit/s est spécifié comme valeur par défaut pour l'interopérabilité (des dispositions sont prévues pour des systèmes vocaux à 16 et 8 kbit/s lorsque de tels systèmes de codage sont réalisables).

4.4.3 Canaux de trafic pour données

Le service de transmission de données en mode circuit est un service de transmission non transparente de données à faible latence dans lequel les données sont chiffrées dans un souci de confidentialité et l'intégrité des données est protégée par un protocole de commande d'erreur et de flux, le *protocole d'accès à la liaison pour systèmes radioélectriques* (LAPR). Le temps de transmission aller-retour au niveau de l'interface radioélectrique PACS, temps de transport au niveau de l'interface du contrôleur point d'accès et temps de traitement de la RPCU compris, est de l'ordre de quelques dizaines de millisecondes. Le débit sur le canal à 32 kbit/s est d'environ 28 kbit/s dans des conditions d'exploitation très défavorables. Par ailleurs, l'utilisation de canaux peut être intégrée pour obtenir des débits de données plus élevés.

4.4.4 Canaux de transmission de données par paquets

Le service de transmission de données en mode paquet est un protocole partagé en mode paquet qui utilise un mécanisme de contention par détection de données (DSMA). La liaison descendante utilise une programmation quasi parfaite. La structure de base du canal de transmission de données par paquets permet d'exploiter à la fois des unités d'abonné pouvant fonctionner sur un seul intervalle de temps par trame AMRT et des unités d'abonné qui obtiennent un meilleur débit et réduisent les retards dans la transmission des paquets en utilisant plusieurs intervalles de temps par trame. Ce protocole permet aux deux types d'unité d'abonné de partager de façon équitable la largeur de bande disponible.

4.4.5 Téléphonie/transmission de données

Le service téléphonie/transmission de données entrelacé permet de transmettre à la fois des signaux vocaux et des données en utilisant un seul intervalle de temps à 32 kbit/s. Les données sont transmises pendant les périodes calmes entre les salves de signaux vocaux. Ce mode de fonctionnement présente un avantage, à savoir que les transferts sont plus fiables étant donné qu'il ne faut établir qu'un seul canal à 32 kbit/s jusqu'aux nouveaux points d'accès. Les salves de données sont remises dans de bonnes conditions de fiabilité par le protocole LAPR et, comme avec tous les services de transmission de données PACS, chiffrées à des fins de confidentialité.

4.4.6 Service de messagerie individuel

Le service de messagerie individuel peut remettre des messages d'une longueur maximale de 16 Moctets. La remise de ces messages est sûre et protégée par un protocole de commande de flux et d'erreur; le contenu des messages est chiffré pour garantir la confidentialité. Au nombre des applications figurent les messages de texte, le courrier SMPT et MIME, l'imagerie télécopie Groupe 3, ainsi que la messagerie GIF, TIFF, JPEG et PICT, le codage du son MIC et MICDA, la vidéo MPEG, etc.

4.5 Canal de diffusion système

Un intervalle de temps à 16 ou 8 kbit/s est réservé pour les données de commande du système; cet intervalle est appelé canal de diffusion système (SBC). Ce SBC se compose de trois canaux logiques, à savoir le canal d'information du système, le canal d'alerte et le canal de demande prioritaire.

4.5.1 Canal d'information système

Le canal d'information système (SIC) achemine les informations concernant tous les utilisateurs, par exemple l'identification du fournisseur de services, les paramètres de chiffrement, les paramètres du protocole (valeurs du compteur et des temporisateurs), etc. Les signaux du SIC sont diffusés sur la liaison descendante du SBC.

4.5.2 Canal d'alerte

Le canal d'alerte (AC) achemine des codes brefs qui, lorsqu'ils sont pris avec la valeur de la phase d'alerte, identifient sans équivoque les unités d'abonné enregistrées dans la zone d'enregistrement. La présence du code d'une unité d'abonné particulière signifie qu'un appel arrive pour cette unité d'abonné. L'AC est multiplexé avec le SIC sur la liaison descendante du SBC. La capacité d'alerte du PACS (en mode DRF) est de 200 000 abonnés par zone d'alerte/d'enregistrement (ARA) avec une probabilité quasi nulle de blocage d'alerte pendant les heures de pointe. La capacité d'alerte correspondante du PACS (en mode DRT) est de 8 000 abonnés par zone d'alerte/d'enregistrement.

Le canal d'alerte est configuré de manière à autoriser un mode inactif de l'unité d'abonné avec un cycle marche/arrêt de 0,7%.

4.5.3 Canal d'accès prioritaire

Le canal de demande prioritaire (PRC) achemine les demandes d'accès prioritaire à la liaison en cas d'urgence lorsqu'aucun canal de trafic n'est disponible pour un accès normal. La demande prioritaire est envoyée par l'unité d'abonné sur la liaison montante et l'accusé de réception est envoyé par la RPCU sur la liaison descendante. L'utilisation du RPC aux fins d'accès est limitée à un très petit nombre de types d'appel (par exemple appels d'urgence).

5 Caractéristiques opérationnelles

5.1 Sélection des canaux

L'unité d'abonné est dans l'état OFF lorsqu'elle n'est pas sous tension et passe à l'état OFF lorsqu'elle n'est plus sous tension. Une fois mise sous tension, l'unité d'abonné entre dans l'état ACQUIRING dans lequel elle balaie les fréquences pour choisir un signal RP approprié.

Après avoir réalisé le verrouillage de phase avec un signal RP, l'unité d'abonné entre dans l'état STANDBY. Elle doit se synchroniser sur le train binaire, lire l'information système et déterminer si l'enregistrement est nécessaire. Si l'enregistrement n'est pas nécessaire, elle se synchronise sur sa phase d'alerte et écoute pour voir si un appel entrant est signalé. Dans l'état STANDBY, l'unité d'abonné écoute le SBC pour obtenir les toutes dernières informations sur le système.

Si l'unité d'abonné décide que l'enregistrement est nécessaire ou si l'utilisateur essaie de lancer un appel ou bien encore si l'unité d'abonné souhaite répondre à un message d'alerte de diffusion (c'est-à-dire la diffusion d'une notification d'appel entrant), l'unité d'abonné capte un canal de trafic et entre dans l'état ACTIVE.

L'unité d'abonné passe à l'état STANDBY après libération du canal de trafic à la fin de la communication. Elle passe à l'état ACQUIRING lorsqu'elle perd son verrouillage de phase. Si elle passe de l'état ACTIVE à l'état ACQUIRING, toute communication en cours est retenue au niveau de la RPCU pendant le temps nécessaire pour retrouver le verrouillage de phase, après quoi l'unité d'abonné revient à l'état ACTIVE.

5.2 Enregistrement (suivi des déplacements)

L'unité d'abonné évalue le signal reçu et lance la procédure d'enregistrement, si nécessaire. Le suivi des déplacements (mobilité) est possible entre zones d'alerte/d'enregistrement et fournisseurs. Il est également possible entre systèmes publics et systèmes privés.

5.3 Protocoles de communication

Les protocoles de communication pour les systèmes PACS sont divisés en trois couches. La couche 1 correspond à la couche physique; la couche 2 est la couche liaison et la couche d'accès au support. La couche 3 est la couche réseau. Tous les messages de couche 3 utilisent l'accusé de réception positif au niveau de la couche 2 pour la commande d'erreur et la commande de flux.

5.4 Etablissement d'un appel

5.4.1 Etablissement d'un appel piloté par l'unité d'abonné

L'établissement de l'appel est lancé par l'unité d'abonné qui demande l'accès à un canal de trafic disponible pour établir la ressource radioélectrique. Puis il y a authentification. Une fois fait le chiffrement de la liaison, les messages d'établissement de la communication sont échangés.

5.4.2 Fin de l'établissement d'un appel piloté par l'unité d'abonné

Après avoir reçu un message de radiorecherche du réseau sur le canal d'alerte, l'unité d'abonné suit la même procédure qu'au § 5.4.1.

5.5 Transfert de liaison automatique

Dans les PACS, le transfert intercellulaire est appelé transfert de liaison automatique (ALT). ALT maintient la communication en cours lorsque l'unité d'abonné passe de la zone de couverture d'un RP à une autre. Dans les PACS, les ALT sont gérés et pilotés par l'unité d'abonné et lancés sur une nouvelle liaison ou sur la liaison préférée. Dans les ALT pilotés par l'unité d'abonné, le nombre d'appels abandonnés est plus faible et la procédure est beaucoup plus

rapide que dans les transferts classiques gérés par le réseau. Une autre propriété importante du protocole ALT tient au fait qu'il permet le rétablissement de la communication en utilisant les mêmes procédures que pour un transfert de liaison normal, même si le signal à la source ou le RP d'origine est perdu.

Le réseau peut refuser des demandes ALT envoyées par l'unité d'abonné. Par ailleurs, un transfert ALT piloté par le réseau peut être utilisé pour respecter les objectifs de gestion du réseau, par exemple, le partage de la charge pour atténuer les encombrements.

BIBLIOGRAPHIE

TIA/EIA IS-41-C. Cellular Radio-Telecommunications Intersystem Operations. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.

APPENDICE 1

Interfonctionnement de plusieurs systèmes cellulaires

La Norme IS-41 (Intersystem Operations Standard – norme d'interfonctionnement de systèmes multiples) de la TIA/EIA (Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association) a été publiée pour la première fois en février 1988. La quatrième révision de cette norme (IS-41-C) est actuellement en préparation. Cette norme a pour objet de définir les fonctions à prévoir pour assurer un accès radioélectrique aux services offerts par les systèmes cellulaires et les réseaux publics commutés, ainsi que pour assurer une mobilité totale entre différents fournisseurs de services utilisant différents systèmes cellulaires propriétaires. Cette norme accepte aussi bien des interfaces radioélectriques analogiques que des interfaces numériques (par exemple, AMPS, AMRT, AMRC, AMPS bande étroite).

La Norme IS-41-C définit ces fonctions par l'intermédiaire d'un ensemble d'opérations et de procédures qui permettent:

- de détecter en toute indépendance la présence d'un abonné mobile dans un système visité,
- d'authentifier l'abonné qui demande le service,
- d'autoriser un abonné à obtenir des services spécifiques,
- d'autoriser l'accès aux services souscrits par abonnement pendant les déplacements,
- d'assurer la continuité des communications en cours grâce au processus de transfert.

1 Description fonctionnelle générale

Le présent paragraphe décrit les services pour lesquels il est nécessaire de prévoir un fonctionnement continu entre systèmes et présente un modèle de référence de réseau faisant apparaître les divers modules fonctionnels d'un système radioélectrique.

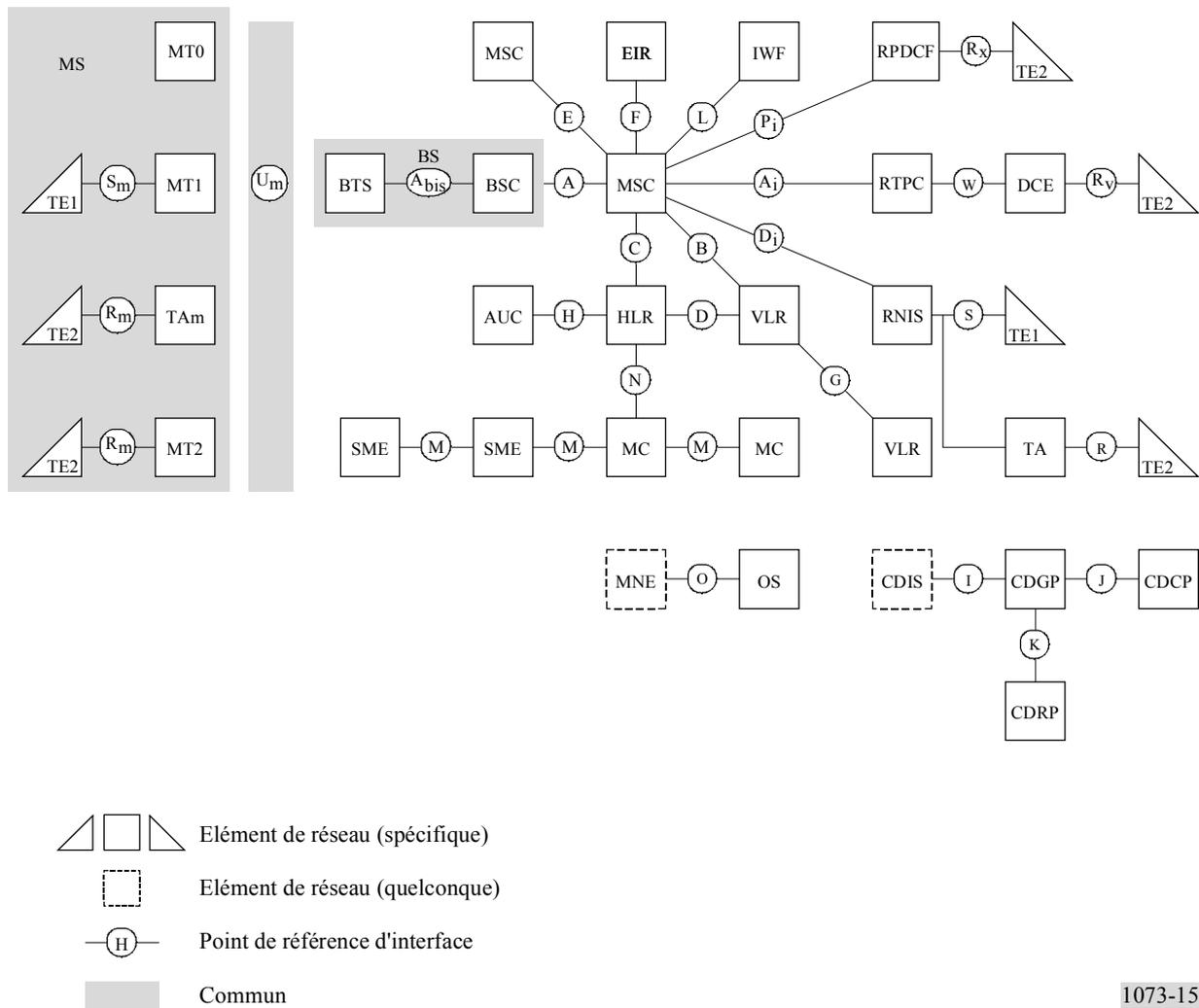
Un réseau radioélectrique se compose d'un certain nombre de modules fonctionnels et de points de référence d'interface associés. Les communications entre modules ou entités, dans le cadre des fonctions prévues dans le réseau considéré, sont assurées par un ensemble spécifié de messages et de protocoles. La Norme IS-41 définit les messages, les protocoles et les procédures qui sous-tendent les communications entre entités fonctionnelles logiques d'un système radioélectrique offrant les fonctions de mobilité et de transfert automatiques.

La Fig. 15 fait clairement apparaître les différentes entités composant un réseau cellulaire.

1.1 Centre d'authentification (Authentication Centre (AUC))

Module de gestion des opérations d'authentification et des clés de chiffrement associées aux abonnés considérés individuellement. L'AC peut être regroupé avec le HLR, les deux modules ne pouvant alors pas être distingués, mais ce n'est pas nécessaire.

FIGURE 15
Réseau cellulaire



1.2 Station de base (Base Station (BS))

Désignation générique de tous les équipements radioélectriques situés en un même point, et desservant une ou plusieurs cellules.

1.3 Enregistreur de localisation nominal (Home Location Register (HLR))

Cet équipement conserve en mémoire les données d'identification de l'utilisateur et les informations d'abonné associées (par exemple, type de réseau électronique, numéro d'annuaire, information de profil, position actuelle, période de validation). Il peut être regroupé avec un MSC, auquel cas il n'est pas possible de distinguer ces deux entités, mais ce n'est pas nécessaire. Il peut desservir plusieurs MSC. Il peut également être réparti sur plusieurs entités physiques.

1.4 Centre de messagerie (Message Centre (MC))

Le MC assure la gestion des services de minimessagerie et notamment les opérations de stockage, de retransmission et de remise de ces messages aux entités SME associées aux stations mobiles.

1.5 Station mobile (Mobile Station (MS))

La MS est l'équipement d'interface situé, côté utilisateur, à une extrémité du trajet radioélectrique. Elle offre à l'utilisateur les possibilités d'accéder aux services de réseau.

1.6 Centre de commutation pour les services mobiles (Mobile Switching Centre (MSC))

Le MSC est un système automatique qui assure l'interface de trafic utilisateur entre le réseau cellulaire et les autres réseaux publics commutés, ou encore entre centres MSC d'un même réseau, ou d'autres réseaux cellulaires. Dans la présente Appendice, le terme «trafic» s'entend des informations communiquées à l'utilisateur ou reçues de lui, et non pas des informations de gestion du réseau.

On distingue plusieurs types de MSC, qui ont des fonctions bien spécifiques:

Centre de rattachement (Anchor MSC): premier MSC recevant un contact radioélectrique dans le cadre d'une communication.

Centre MSC de périphérie (Border MSC): un MSC assurant la gestion des cellules adjacentes au lieu de la station mobile.

Centre MSC disponible (Candidate MSC): un MSC pouvant accepter une communication dans le cadre d'un transfert.

Centre MSC d'origine (Originating MSC): le MSC qui détecte une communication entrante, destinée à une station mobile.

Centre MSC d'extrémité (Remote MSC): le MSC «distant», situé à l'autre extrémité d'un circuit de transfert entre systèmes.

Centre MSC en service (Serving MSC): le MSC qui assure actuellement le service associé à une communication.

Centre MSC associé (Tandem MSC): un MSC assurant seulement des connexions partielles dans le cadre d'un transfert de communication.

Centre MSC cible (Target MSC): le MSC choisi pour un transfert.

Centre MSC visité (Visited MSC): le MSC qui dessert la station mobile en communication.

1.7 Unité de minimessagerie (Short Message Entity (SME))

Entité chargée de composer et de diffuser des minimessages, distribués par le centre de messagerie.

1.8 Enregistreur de localisation des visiteurs (Visitor Location Register (VLR))

Cette unité est l'autre enregistreur utilisé par le MSC (le premier étant le HLR) dans la recherche des informations nécessaires au traitement des communications provenant d'un abonné en visite ou destinées à un tel abonné. Le VLR peut être regroupé avec un MSC, auquel cas il n'est pas possible d'établir une distinction entre ces deux unités, mais ce n'est pas nécessaire. Un VLR peut desservir plusieurs MSC.

2 Services nécessaires entre systèmes

Divers services doivent être prévus dans le cas de l'interfonctionnement de plusieurs systèmes:

- transfert entre systèmes,
- gestion automatique de la mobilité,
- authentification et confidentialité,
- téléphonie vocale,
- interconnexions intelligentes,
- minimessagerie,
- résolution des problèmes «à la limite»,
- exploitation et maintenance.

2.1 Transfert entre systèmes

Le transfert entre systèmes permet le maintien d'une communication en cours sans interruption, la communication, d'abord assurée sur un canal radioélectrique relevant d'un MSC, étant transférée sur un canal radioélectrique différent, relevant d'un autre MSC. La Norme IS-41 prévoit des transferts entre systèmes via des interfaces radioélectriques multiples relevant de technologies différentes (analogiques ou numériques: AMPS, AMRT, AMRC, AMPS bande étroite, etc.).

La procédure de transfert est déclenchée lorsque le système desservant la station mobile considérée détermine, par mesure du signal (mesure effectuée entre systèmes ou transfert assisté par la station mobile) que la station mobile doit se décharger de la communication en faveur d'une cellule cible. Le transfert a lieu lorsque la MS reçoit instruction de se resynchroniser sur un canal spécifié de la cellule cible.

La fonction de transfert spécifiée dans la Norme IS-41 est assurée par une série d'opérations de base:

- **Instruction-système (FacilitiesDirective)** – Sert à demander au MSC cible (destinataire) d'amorcer un transfert.
- **Libération de ressources (FacilitiesRelease)** – Sert à demander la libération de toutes les ressources affectées à une partie de la communication.
- **Demande flash (FlashRequest)** – Utilisée pour informer le MSC nominal (de rattachement) qu'un flash a été reçu de la MS spécifiée.
- **Rétroaction de transfert (HandoffBack)** – Sert à demander au MSC cible (destinataire) d'amorcer une réaction consécutive à une demande de transfert.
- **Demande de mesure de transfert (HandoffMeasurementRequest)** – Utilisée par le MSC qui assure le service pour demander à un MSC voisin de procéder à une mesure de qualité du signal sur un canal de trafic spécifié.
- **Transfert sur tierce partie (HandoffToThird)** – Utilisé par le MSC qui assure le service pour annoncer un transfert avec économie de trajet.
- **Retransmission d'informations (InformationForward)** – Utilisée après le transfert pour retransmettre des informations concernant la MS desservie vers le MSC qui assure le service.
- **Réponse intersystèmes (InterSystemAnswer)** – Utilisée après le transfert pour informer un MSC limitrophe que le demandé a répondu.
- **Prise en charge du mobile (MobileOnChannel)** – Utilisée par le MSC cible pour confirmer l'arrivée de la MS sur le nouveau canal de trafic.

2.2 Gestion automatique de la mobilité

La gestion automatique de la mobilité assure un service téléphonique cellulaire automatique aux MS exploitées en dehors de leur zone de service nominale mais dans la zone de service d'un autre MSC. Cette fonction couvre les services suivants:

- identification rapide du MSC assurant le service. L'identification est assurée par un processus d'enregistrement déclenché lorsque la MS accède au système (enregistrement autonome, tentative de lancement d'appel, réponse à une tentative de lancement d'appel).
- autorisation de service automatique accordée à une MS en déplacement (par exemple, validation de crédit). Cette opération peut être effectuée pendant le processus d'enregistrement ou à la demande d'un système visité. Lorsque le statut de validation est modifié, le système nominal de la MS peut supprimer ou modifier une autorisation précédemment accordée.
- remise du profil de service correspondant à la MS en déplacement. Cette procédure peut être effectuée pendant le processus d'enregistrement (transfert du profil de service de l'abonné du système nominal de la MS au système visité), sur demande du système visité, ou encore sur instruction du système nominal de la MS lorsqu'un élément de la situation change.
- Gestion des caractéristiques et des services par la MS en déplacement. Cette fonction permet à l'abonné de modifier le statut des caractéristiques et services souscrits à l'abonnement.

La fonction de gestion automatique de la mobilité est assurée par une série d'opérations de base:

- **Désenregistrement général (BulkDeregistration)** – Permet à un VLR d'informer un HLR que toutes les données de MS associées au HLR ont été retirées.
- **Demande de traitement spécifique (FeatureRequest)** – Sert à demander un traitement spécifique (en fonction de la caractéristique considérée), en ce qui concerne les nombres binaires reçus de la MS spécifiée.
- **MSInactive (MSInactive)** – Sert à indiquer que la MS spécifiée est inactive.
- **Instruction de qualification (QualificationDirective)** – Utilisée pour mettre à jour une autorisation, des informations de profil, ou encore ces deux éléments, pour une MS spécifiée.
- **Demande de qualification (QualificationRequest)** – Utilisée pour demander la validation d'une MS, d'une information de profil ou encore de ces deux éléments.

- **Annulation d'enregistrement (RegistrationCancellation)** – Utilisée pour signaler à un élément de réseau que la MS spécifiée n'est plus dans la zone desservie.
- **Notification d'enregistrement (RegistrationNotification)** – Utilisée pour indiquer le lieu où se trouve la MS spécifiée, pour valider cette station mobile et pour obtenir le profil correspondant.
- **Instruction de profil de service (ServiceProfileDirective)** – Utilisée pour informer le système qui assure le service d'une modification dans le profil de service de la MS considérée.
- **Demande de profil de service (ServiceProfileRequest)** – Utilisée pour consulter le profil de service de la MS spécifiée.
- **Instruction de non-fiabilité de données de mobilité (UnreliableRoamerDataDirective)** – Utilisée par le HLR pour demander au VLR de supprimer les enregistrements correspondant aux MS associées au HLR.

2.3 Authentification et confidentialité

La Norme IS-41 comporte des fonctions de sécurité qui permettent de vérifier l'identité d'une station mobile et d'assurer la confidentialité des communications de l'utilisateur.

La vérification de l'identité d'une station mobile est assurée par les procédures d'authentification. L'authentification a lieu à chaque demande de service (enregistrement, tentative d'établissement d'une communication, réponse à une tentative de terminaison de communication) faite par la MS.

La méthode fondamentale d'authentification est articulée sur le principe d'interrogation. La MS est *interrogée* au sujet d'une variable aléatoire. Cette variable aléatoire et les autres paramètres associés à la MS sont des données d'entrée de l'algorithme CAVE (*Cellular Authentication and Voice Encryption* – Authentification cellulaire et cryptage vocal) qui génèrent une réponse d'authentification. La réponse d'authentification reçue de la MS est comparée à la réponse attendue par le AUC.

La MS peut également authentifier les connexions établies entre le réseau et le AUC au moyen d'une interrogation de BS. Cette procédure est analogue à celle que nous venons de décrire dans le cas de la MS, à ceci près que c'est la MS qui génère la variable aléatoire et qui compare les réponses d'authentification.

La principale composante de la procédure d'authentification est la clé d'authentification – A-key. La clé d'authentification, secrète, est connue seulement de la MS et du AUC. Elle sert à obtenir des *données confidentielles* partagées qui peuvent être partagées entre systèmes et entre opérateurs de système sans aucun problème au niveau de la clé elle-même. Lorsque des données secrètes partagées sont utilisées avec un système visité, on peut économiser de la largeur de bande de réseau en laissant le VLR assumer certaines des responsabilités d'authentification du AUC.

Des clés de cryptage utilisées dans les mécanismes de confidentialité des signaux vocaux et de cryptage des messages de signalisation sont générées pendant les procédures d'authentification. Ces clés de cryptage assurent la confidentialité sur les canaux de trafic et les canaux de signalisation numérique.

L'authentification et la confidentialité sont assurées par les opérations suivantes:

- **Instruction d'authentification (AuthenticationDirective)** – Utilisée pour demander une modification des paramètres d'authentification spécifiés pour la MS.
- **Instruction d'interrogation d'authentification (AuthenticationDirectiveForward)** – Utilisée à partir du MSC nominal pour demander au MSC qui assure le service d'adresser une interrogation unique à la MS spécifiée.
- **Rapport de non-authentification (AuthenticationFailureReport)** – Utilisé pour signaler qu'une opération d'authentification indépendante concernant la MS spécifiée n'a pas réussi.
- **Demande d'authentification (AuthenticationRequest)** – Utilisée pour demander l'authentification de la MS spécifiée.
- **Rapport de situation d'authentification (AuthenticationStatusReport)** – Utilisé pour rendre compte des résultats des opérations d'authentification demandées en ce qui concerne la MS spécifiée.
- **Interrogation de station de base (BaseStationChallenge)** – Utilisée pour rendre compte des résultats d'une opération d'authentification par interrogation de la BS correspondant à la MS spécifiée.
- **Demande de total (CountRequest)** – Utilisée pour obtenir la valeur du paramètre «total des communications» associé à la MS spécifiée.

2.4 Services de téléphonie vocale

La Norme IS-41 comprend le protocole et les procédures nécessaires pour permettre à une station mobile d'accéder aux divers services de téléphonie vocale alors qu'elle est en déplacement. Cette norme régit également le transport des informations dont le système qui assure le service a besoin pour desservir la station mobile.

La «remise» automatique des communications est assurée par une série d'opérations qui notifie le système visité des communications entrantes et qui associe les communications à des numéros d'annuaires locaux temporaires affectés par le système visité. Un numéro d'annuaire local temporaire est en effet nécessaire pour acheminer la communication entrante jusqu'à la station mobile appelée.

Les services supplémentaires suivants sont prévus dans la Norme IS-41 et décrits dans la Norme TIA/EIA IS-53-A.

- Services de retransmission d'appels:
 - Sans condition
 - Sur abonné occupé
 - En cas de non-réponse
 - Par défaut
- Services de terminaison de communication
 - Remise d'appel
 - Appel en instance
 - Présentation de l'identification du numéro appelant
 - Limitation d'identification du numéro appelant
 - Ne pas déranger
 - Avertissement modulé
 - Notification de message en instance
 - Recherche d'accès mobile
- Services d'établissement de communication
 - Langue préférée
 - Accès prioritaire et affectation du canal
 - Gestion de caractéristique distante
 - Consultation du courrier vocal
 - Services multilocuteurs
 - Transfert d'appel
 - Appel de conférence
 - Appel triangulaire
- Services de limitation d'appel
 - Acceptation de communication sur présentation de mot de passe
 - Acceptation sélective des communications
 - Accès par numéro d'identification personnel (PIN) d'abonné
 - Interception sur PIN d'abonné
- Services de confidentialité
 - Confidentialité des conversations
 - Cryptage des messages de signalisation

La Norme IS-41 prévoit les opérations suivantes dans le cadre des services vocaux:

- **Demande de données de communication (CallDataRequest)** – Utilisée pour demander à un HLR de renvoyer les données de MS associée au numéro d'annuaire spécifié.
- **Instruction d'information (InformationDirective)** – Utilisée par le HLR pour fournir une notification à la MS spécifiée.

- **Demande de localisation (LocationRequest)** – Utilisée par un MSC d'origine pour obtenir du HLR des instructions de routage concernant une communication adressée à un numéro d'annuaire.
- **Demande d'établissement (OriginationRequest)** – Utilisée pour demander un traitement de demande d'établissement de communication en ce qui concerne les éléments binaires reçus de la MS spécifiée.
- **Instruction de réorientation (RedirectionDirective)** – Utilisée pendant le traitement des fonctions spécialisées pour demande au MSC de retransmettre la communication spécifiée.
- **Demande de réorientation (RedirectionRequest)** – Utilisée par le MSC qui assure le service pour demander au MSC d'origine de réorienter l'appel spécifié.
- **Instruction d'interaction distante (RemoteUserinteractionDirective)** – Utilisée par le HLR pour orienter le fonctionnement d'un élément de réseau assurant des interactions d'utilisateur.
- **Demande de routage (RoutingRequest)** – Utilisée par le HLR pour demander l'affectation et l'association d'un numéro temporaire de répertoire local (TLDN) avec terminaison à une MS ou à un port «dialogue» ou «courrier vocal» du SMC qui assure le service.
- **Demande de transfert sur numéro (TransferToNumberRequest)** – Utilisée pendant le traitement des fonctions spécialisées pour obtenir du HLR le numéro de retransmission de la MS spécifiée.

2.5 Services de minimessagerie

La norme prévoit un service support point à point qui peut être utilisé pour assurer un nombre indifférent de téléservices de minimessagerie. Le service de minimessagerie est assuré par les opérations IS-41 suivantes:

- **Rétroremise SMS (SMSDeliveryBackward)** – Utilisée après le transfert pour remettre au MSC nominal un minimessage provenant de la MS.
- **Retransmission sur SMS (SMSDeliveryForward)** – Utilisée après un transfert pour remettre un minimessage destiné à la MS au MSC qui assure le service.
- **Remise SMS point à point (SMSDeliveryPointToPoint)** – Utilisée pour acheminer un minimessage.
- **Notification SMS (SMSNotification)** – Utilisée pour signaler une modification de la capacité de la MS spécifiée à recevoir un minimessage.
- **Demande SMS (SMSRequest)** – Utilisée pour demander l'adresse actuelle d'acheminement de minimessages de la MS spécifiée et demander notification de la disponibilité de la MS pour réception de minimessages (lorsque cette station n'est pas actuellement disponible pour la remise de tels messages).

2.6 Résolution des problèmes «à la limite»

La Norme IS-41 offre un certain nombre de solutions au problème de «*cellule limitrophe*» dû aux phénomènes radioélectriques anormaux que l'on peut observer aux frontières entre systèmes. De telles anomalies peuvent en effet se produire dans des zones urbaines fortement peuplées et dans d'autres circonstances.

Pendant la remise de la communication, une radiorecherche entre systèmes (du MSC qui assure le service au MSC «*limitrophe*») est effectuée en vue de localiser une MS dans une zone limitrophe. La communication sera acheminée jusque dans le système dans lequel se trouve l'abonné. Pendant la remise de la communication, une radiorecherche entre systèmes est également effectuée pour demander à un MSC «*limitrophe*» d'«*écouter*» toute signalisation de localisation infructueuse non attendue.

Des données relatives à la force du signal reçu et certaines considérations de temps permettent alors de détecter un certain nombre de systèmes en mesure d'accepter un seul enregistrement provenant d'une MS et de sélectionner le «*meilleur*» système pour la MS.

Des opérations entre systèmes sont également prévues pour demander des informations d'interrogation sur variable aléatoire à un système limitrophe lorsqu'une MS a reçu cette interrogation de ce système limitrophe.

La résolution des problèmes «à la limite» est assurée par une série d'opérations de base:

- **Radiorecherche entre systèmes (InterSystemPage)** – Utilisée par le MSC qui assure le service pour demander à un MSC limitrophe de rechercher une MS spécifiée ou pour écouter les réponses de radiorecherche émanant d'une MS spécifiée.
- **Etablissement entre systèmes (InterSystemSetup)** – Utilisé par le MSC qui assure le service pour demander à un MSC limitrophe de procéder à certaines opérations de connexion de canal de trafic pour la remise de la communication.

- **Demande de variable aléatoire (RandomVariableRequest)** – Utilisée par le MSC qui assure le service pour demander la valeur d'une variable aléatoire d'authentification à un MSC limitrophe.
- **Réponse non demandée (UnsolicitedResponse)** – Utilisée par un MSC pour informer un MSC limitrophe de ce qu'une réponse de radiorecherche a été reçue de la MS spécifiée, pour laquelle le MSC en question n'a pas effectué de radiorecherche.

2.7 Exploitation et maintenance

Les protocoles et procédures de la Norme IS-41 prévoient également des opérations de maintenance des liaisons et de diagnostic sur circuits de transfert spécialisés entre deux systèmes.

Les fonctions d'exploitation et de maintenance sont assurées par une série d'opérations:

- **Blocage (Blocking)** – Utilisé par un MSC pour informer un MSC distant que le circuit spécifié a été retiré du service.
- **Réinitialisation de circuit (ResetCircuit)** – Utilisée par un MSC pour rétablir des informations relatives à la condition d'un circuit spécifié ou pour mettre un circuit en service.
- **Essai de liaison partagée (TrunkTest)** – Utilisé par un MSC pour demander que le circuit partagé spécifié soit mis en mode essai par le MSC distant.
- **Déconnexion de circuit partagé (TrunkTestDisconnect)** – Utilisée par un MSC pour demander que le circuit partagé spécifié soit déconnecté par le MSC distant.
- **Déblocage (Unblocking)** – Utilisé par un MSC pour indiquer au MSC distant que le circuit partagé spécifié a été mis en service.

BIBLIOGRAPHIE

- ANSI/EIA/TIA Standard 553. Mobile Station – Land Station Compatibility Specification. American National Standards Institute/Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association. Septembre 1989.
- EIA/TIA IS-52-A. Uniform Dialling Procedures and Call Processing Treatment for Use in Cellular Radio Telecommunications. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association, 1995.
- EIA/TIA IS-54-B. Cellular System Dual-Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard. Avril 1992.
- EIA/TIA IS-88. Mobile Station – Land Station Compatibility Standard for Dual-Mode Narrow-Band Analog Cellular Technology. Février 1993.
- TIA/EIA IS-91. Mobile Station – Land Station Compatibility Standard. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association. 1994.
- TIA/EIA IS-95. Mobile Station – Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System. Juillet 1993.
- TIA/EIA IS-124. Cellular Radio – Telecommunications Intersystem Non-Signalling Data Communications (DMH). 1993.
- TIA/EIA IS-136. Cellular System Mobile Station – Land Station Compatibility Standard. 1994.

APPENDICE 2

Enregistrement des données d'appel

1 Aperçu général

La Norme provisoire IS-124 de *Cellular Intersystem Non-Signalling Data Communication* Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association (TIA/EIA) décrit un moyen permettant d'échanger pratiquement en temps réel des données d'utilisateur dynamiques -données d'abonnés au cellulaire qui envoient ou reçoivent des appels alors qu'ils se déplacent et autres événements ou activités des abonnés se trouvant dans un système visité. Elle définit les services à mettre en place pour assurer le transfert des données d'appel entre entités fonctionnelles et prévoit des mécanismes automatiques pour l'enregistrement et la remise des informations aux fins de taxation et de facturation, etc.

2 Objectifs

Cette norme provisoire a pour objet de définir les services nécessaires pour assurer le transfert pratiquement en temps réel des données d'appel entre différentes entités. Des mécanismes automatiques sont prévus pour l'enregistrement et la remise des informations suivantes:

- toutes les tentatives d'appel, tous les accès interurbains, toutes les tentatives d'activation de fonctions, tout système visité;
- toutes les tentatives de remise d'appel, en particulier celles effectuées avec des systèmes en tandem;
- toutes les utilisations des canaux radioélectriques;
- toutes les utilisations intersystèmes en ressources partagées et en tandem;
- toutes les utilisations et activations de fonctions.

D'autres mécanismes sont prévus pour les fonctions suivantes:

- demande d'information sur la tarification des communications;
- demande d'information concernant les données d'appel;
- comptabilité intersystèmes pour les utilisations cumulées;
- demande d'une comptabilité intersystème.

Le temps de remise, qui s'écoule entre la fin d'une activité faisant l'objet d'un rapport et la transmission du dernier bit de l'information relative aux données d'appel à l'utilisateur de cette information, devrait être inférieur à 60 s pendant 95% du temps. Le temps de remise le plus défavorable en valeur absolue devrait être inférieur à 15 min.

Des transferts certifiés ne devraient pas dupliquer plus de 1 enregistrement sur 10 millions. Une remise certifiée ne devrait pas perdre plus de 1 enregistrement sur 10 millions.

3 Enregistrements des données d'appel

Il y a cinq grands types d'enregistrements de données d'appel:

- un enregistrement de contrôle qui résume l'appel;
- un enregistrement par tronçon qui détaille l'utilisation des ressources partagées et des fonctions pour un appel donné;
- un enregistrement par segment qui détaille l'utilisation de chaque installation;
- un enregistrement d'activité qui détaille les activités de l'abonné nécessitant un contact radioélectrique;
- un enregistrement d'événement qui détaille les événements qui peuvent concerner les abonnés.

Un enregistrement de contrôle est généré pour chaque tentative de lancement et de terminaison d'un appel.

Un enregistrement par tronçon est généré pour chaque tentative de lancement ou de terminaison d'un appel ou d'activation d'une fonction par un abonné mobile. Un enregistrement de ce type est généré pour chaque prolongement ou renvoi d'appel vers sa destination. Plusieurs enregistrements par tronçon peuvent être associés à un seul et même appel.

Un enregistrement par segment contient des informations relatives à l'utilisation par l'abonné des différents équipements. Ce type d'enregistrement est utilisé pour établir une comptabilité détaillée de l'utilisation des ressources radioélectriques, pour le règlement des comptes entre opérateurs ainsi qu'à d'autres fins d'analyse.

Le rapport d'activité est utilisé pour décrire les activités des abonnés qui n'ont pas de durée associée mais qui nécessitent un contact radioélectrique, par exemple l'enregistrement, le transfert, le désenregistrement ou une modification du mode d'appel.

Le rapport d'événement sert à décrire les événements qui n'ont pas de contact radioélectrique, par exemple, l'activation de fonctions, les autorisations, les authentifications, l'annulation d'enregistrements, l'inactivité déclarée de l'abonné ou la détection de problèmes concernant l'abonné.

4 Identificateurs associés aux enregistrements d'appel

Ces identificateurs servent à:

- établir un lien entre les différents enregistrements concernant un seul et même appel,
- établir un lien entre les systèmes distincts impliqués dans un seul et même appel.

Chaque enregistrement par tronçon contient le numéro d'identification pour facturation (BIN) qui sert à lier les uns aux autres les différents enregistrements par tronçon d'un appel.

Tous les enregistrements par segment partagent un même enregistrement de vérification et un numéro d'identification pour facturation commun, quel que soit le nombre de systèmes impliqués dans un transfert. Les messages IS-41 acheminent le numéro BIN entre les différents systèmes.

Des numéros de séquence et des numéros de série sont utilisés pour détecter les messages manquants ou les messages redondants et pour identifier sans équivoque chaque composante.

Dans la Norme IS-124, les numéros de série sont utilisés comme suit:

- Appels Numéro d'identification pour facturation (BIN)
- Rapports Numéro d'identification de rapport (RNI)
- Segment Concaténation du numéro BIN et du numéro de séquence de segment
- Tronçon Concaténation du numéro BIN et du numéro de séquence de tronçon.

Un numéro de séquence est un identificateur séquentiel qui sert à garantir que toutes les composantes concernées sont correctement regroupées. Chaque composante se voit assigner un numéro de séquence.

Les appels se voient assigner un numéro d'identification pour facturation (BIN). Ce numéro est attribué de façon exclusive au système pendant une période de temps suffisamment longue pour l'application considérée.

APPENDICE 3

Description générale d'une interface ouverte entre un centre de commutation pour les services mobiles et un contrôleur de station de base (Interface MSC-BSC)

1 Introduction

Dans le présent Appendice est décrite la Norme IS-634 publiée par la Telecommunications Industry Association (TIA). Cette norme, qui sera utilisée pour de nombreux réseaux hertziens (mobiles) d'Amérique du Nord, donne toutes les caractéristiques techniques d'une interface ouverte entre le contrôleur de station de base (BSC) et le centre de commutation pour les services mobiles (MSC) d'un réseau mobile. L'interface MSC-BSC est définie comme étant l'interface assurant l'accès aux services de télécommunication entre un BSC et un MSC. Elle est également connue sous le nom d'Interface A.

La Norme IS-634 a été élaborée pour répondre à la nécessité de régir l'exploitation de bon nombre des interfaces radioélectriques utilisées en Amérique du Nord. De conception modulaire, la Norme IS-634 a été toutefois fortement influencée par les normes relatives à l'Interface A en vigueur dans d'autres pays (système GSM en Europe et système PDC au Japon).

Elle couvre les aspects suivants:

- description des fonctionnalités permettant d'assurer des services de télécommunication hertziens à travers l'interface MSC-BSC;
- description de la répartition des responsabilités entre le BSC et le MSC pour les fonctions assurées, sans imposer de mises en œuvre particulières;

- description des normes relatives à l'interface MSC-BSC qui régissent l'exploitation de diverses interfaces radioélectriques utilisées en Amérique du Nord, en particulier les normes suivantes:
 - analogique (TIA/EIA-553);
 - analogique bande étroite (EIA/TIA IS-91);
 - bimode numérique AMRC (EIA/TIA IS-95).

2 Structure

La Norme IS-634 décrit les procédures à mettre en place pour pouvoir offrir aux abonnés au radiotéléphone cellulaire certains services nécessitant une interaction entre le MSC et le BSC. Elle donne les caractéristiques techniques suivantes:

- description fonctionnelle de l'Interface A,
- traitement des appels et compléments de service,
- gestion des ressources radioélectriques,
- gestion de la mobilité, mécanismes d'authentification et de confidentialité,
- gestion des installations de couche 1 et 2 de Terre,
- définition des messages, des paramètres et des temporisateurs,
- annexes.

La Norme IS-634 répond aux préoccupations actuelles et futures du secteur nord-américain des télécommunications radiocellulaires (abonnés, fournisseurs de services et fabricants) soucieux d'offrir des services utiles et efficaces, ce qui nécessite la mise en place de procédures normalisées.

3 Structure de l'interface

L'interface MSC-BSC définie dans la Norme IS-634 se compose de deux éléments:

- le sous-système Application du contrôleur de station de base (BSAP) qui englobe l'ensemble des procédures et les messages de signalisation nécessaires entre le MSC et le BSC pour mettre en œuvre diverses applications hertziennes – lancement ou terminaison d'un appel, enregistrement, transfert et un ensemble limité de procédures de gestion des ressources partagées;
- le dispositif de transport qui se compose d'une installation de transmission physique qui assure la connexion entre le MSC et le BSC et du protocole de signalisation SS7/C7 qui garantit la remise des messages BSAP d'une extrémité à l'autre de la liaison.

Les divers éléments de cette interface sont illustrés à la Fig. 16. On trouvera dans les § 3.1-3.2.4 une définition plus détaillée des fonctions et des protocoles.

3.1 Dispositif de transport

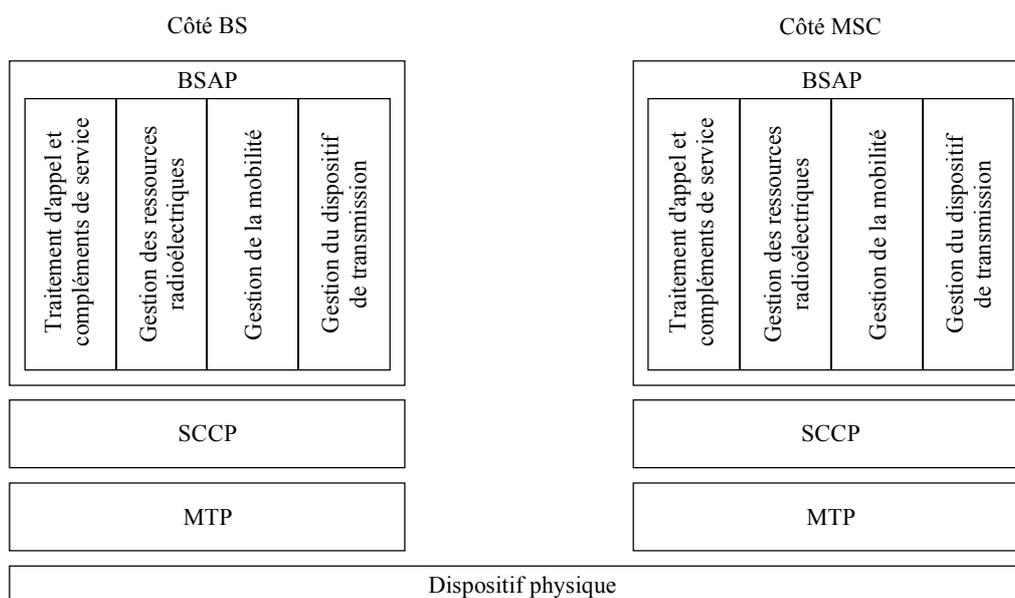
L'interface MSC-BSC visée dans le présent Appendice est conçue de façon à pouvoir accepter diverses architectures possibles des deux côtés de l'interface. Certaines caractéristiques telles que l'emplacement physique du transcodeur à l'intérieur du BSC (intégré dans les émetteurs-récepteurs ou à proximité immédiate du MSC) ou la concentration du trafic ou de la signalisation à l'une ou l'autre extrémité, sont laissées au choix de l'exploitant.

L'interface physique est fondée sur l'utilisation d'une ou de plusieurs interfaces de système de transmission numérique T1 (1,544 Mbit/s). Chaque interface à 1,544 Mbit/s fournit 24 canaux à 56 kbit/s (ou 24 canaux à 64 kbit/s) qui peuvent être utilisés pour le trafic ou la signalisation, selon la décision de l'exploitant. Des normes communes relatives aux interfaces physiques sont définies dans le document ANSI T1.101 et dans d'autres documents de référence.

Le mécanisme de transport sous-jacent défini pour acheminer l'information de signalisation entre le BSC et le MSC est le sous-système Transfert de messages (MTP) et le sous-système Commande de connexion de signalisation (SCCP) du Système de signalisation N° 7. Les sous-systèmes MTP et SCCP sont utilisés pour l'acheminement des messages du sous-système BSAP de la couche application.

FIGURE 16

Pile de protocoles de signalisation pour l'interface MSC-BSC



1073-16

3.2 Sous-système Application du contrôleur de station de base (BSAP)

Le sous-système Application du contrôleur de station de base (BSAP) est le protocole de signalisation de la couche application qui assure la transmission des messages nécessaires pour exécuter les fonctions de l'interface MSC-BSC.

Le sous-système BSAP est subdivisé en deux sous-systèmes Application: le sous-système Application de gestion du BSC (BSMAP) et le sous-système Application de transfert direct (DTAP). Ces deux sous-systèmes Application sont décrits en détail dans les Normes IS-634.

Toutefois, le sous-système BSAP de la couche application est divisé en quatre grands blocs fonctionnels. Cette division tient aux moyens hertziens à mettre en œuvre au niveau de l'interface A et, à terme, entre la station mobile et le réseau. Les caractéristiques techniques détaillées de chacun de ces quatre blocs fonctionnels sont telles que toutes les interfaces radioélectriques énumérées dans le présent Appendice sont acceptées. Les fonctions du sous-système BSAP définies dans la Norme IS-634 sont les suivantes:

- commande d'appel et compléments de service,
- gestion des ressources radioélectriques,
- gestion de la mobilité,
- gestion du dispositif de transmission.

3.2.1 Traitement d'appel et compléments de service

Cette fonction définit un ensemble de procédures, de messages et de diagrammes de fluence séquentiels à utiliser pour le lancement, la terminaison ou la libération d'appel et pour les compléments de service. Elle vaut pour toutes les interfaces radioélectriques visées dans le présent Appendice. A l'instar des systèmes GSM et PDC, cette fonction a été modélisée sur la commande d'appel RNIS définie dans la Recommandation UIT-T Q.931.

3.2.2 Gestion des ressources radioélectriques

Cette fonction définit divers aspects du transfert. Elle définit en détail les procédures, l'ensemble des messages et les scénarios de flux d'appel. Toutes les interfaces radioélectriques visées dans le présent Appendice sont acceptées. L'ensemble de messages utilisés dans les systèmes GSM et PDC est réutilisé. Certaines améliorations sont apportées pour couvrir le transfert non progressif AMRC et respecter d'autres contraintes propres aux normes nord-américaines.

3.2.3 Gestion de la mobilité

Cette fonction définit les procédures, les messages et les diagrammes de fluence d'appel nécessaires pour l'enregistrement, l'authentification et la confidentialité. Même si les caractéristiques des systèmes GSM et PDC sont, dans une certaine mesure, réutilisées, des améliorations importantes sont apportées pour respecter les contraintes de l'interface radioélectrique nord-américaine, en particulier dans le domaine de l'authentification et de confidentialité.

3.2.4 Gestion du dispositif de transmission

Comme dans les systèmes GSM et PDC, cette fonction offre un ensemble limité de procédures de gestion des ressources partagées pour l'interface de Terre A. Comme dans les systèmes GSM et PDC, les procédures, les définitions de messages et les diagrammes de fluence de message spécifiés dans la Norme IS-634 couvrent diverses applications: blocage des ressources partagées, réinitialisation des ressources partagées et des systèmes, transcodeur et gestion générique des surcharges.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES GÉNÉRALES

- ANSI J-STD-007. Air Interface Specification for 1.8 to 2.0 GHz Frequency Hopping Time Division Multiple Access (TDMA) for Personal Communications Services, Etats-Unis d'Amérique. American National Standards Institute.
- ANSI J-STD-008. Personal Station-Base Station Compatibility Requirements for 1.8 to 2.0 GHz Code Division Multiple Access (CDMA) Personal Communications Systems.
- ANSI J-STD-009. PCS IS-136 Based Mobile Station Minimum Performance 1 900 MHz Standard.
- ANSI J-STD-010. PCS IS-136 Based Base Station Minimum Performance 1 900 MHz Standard.
- ANSI J-STD-011. PCS IS-136 Based Air Interface Compatibility 1 900 MHz Standard.
- ANSI J-STD-014. Personal Access Communication System Air Interface Standard.
- ANSI J-STD-015. (Trial Use) et EIA/TIA IS-665. W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) Air Interface Compatibility Standard for 1.85 to 1.99 GHz PCS Applications. American National Standards Institute and Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.
- ANSI J-STD-017 (Trial Use) et EIA/TIA IS-661. A Composite CDMA/TDMA Air Interface Compatibility Standard for Personal Communications in 1.85-1.99 GHz for Licensed Applications.
- ANSI J-STD-019. Recommended Minimum Performance Requirements for Base Stations Supporting 1.8 to 2.0 GHz Code Division Multiple Access (CDMA) Personal Stations.
- EIA/TIA IS-41-C. Cellular Radiotelecommunications Intersystem Operations. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association. 1995.
- EIA/TIA IS-53-A. Cellular Features Description. 1995.
- EIA/TIA IS-54 Rév. B. Cellular System Dual Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard.
- EIA/TIA-553. Cellular System: Mobile Station – Land Station Compatibility Specification. Septembre, 1989.
- ETSI.GSM specifications. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, France.
- RCR [1995] Norme RCR du système personnel numérique cellulaire de télécommunication. Research and Development Centre for Radio Systems, Japon. STD-27D/1995.6.27.
- TIA/EIA IS-41-C. Cellular Radiotelecommunications Intersystem Operations. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.
- TIA/EIA IS-91. Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for 800 MHz Analogue Cellular.
- TIA/EIA IS-95-A. Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System.
- TIA/EIA IS-99. Data Services Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System.

TIA/EIA IS-136.1. 800 MHz TDMA Cellular – Radio Interface – Mobile Station – Base Station Compatibility – Digital Control Channel.

TIA/EIA IS-136.2. 800 MHz TDMA Cellular – Radio Interface – Mobile Station – Base Station Compatibility – Traffic Channels and FSK Control Channel.

TIA/EIA IS-634. MSC-to-BSC Interface for Public 800 MHz.

TIA/EIA IS-637. Short Message Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.

TIA/EIA IS-657. Packet Data Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.
