

RECOMMANDATION UIT-R M.1182

**INTÉGRATION DES SYSTÈMES DE COMMUNICATION MOBILES
DE TERRE ET PAR SATELLITE**

(Question UIT-R 89/8)

(1995)

Résumé

La présente Recommandation spécifie cinq niveaux d'architectures différentes en vue de l'intégration des systèmes du service mobile par satellite (SMS) à un réseau RNIS ou un réseau cellulaire. L'Annexe 1 expose les concepts sur lesquels reposent ces architectures.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il existe de nombreux systèmes mobiles par satellite dont la mise en œuvre est prévue;
- b) qu'il existe une interconnexion entre certains systèmes mobiles par satellite et des systèmes de Terre;
- c) que c'est une fonction clé pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) d'assurer mondialement une possibilité de localisation et que la part réservée aux télécommunications par satellite définie dans la Recommandation UIT-R M.687, joue un rôle important, ce qui incite à exploiter les possibilités des systèmes IMT-2000;
- d) que l'utilisation de systèmes par satellite constitue une méthode efficace pour assurer le trafic dans les zones chargées et non chargées;
- e) que l'interfonctionnement entre le système mobile par satellite et le système de Terre peut inciter l'utilisateur à trouver son avantage à utiliser non seulement les systèmes IMT-2000 mais aussi le SMS en général;
- f) que la capacité en canaux du système par satellite est relativement limitée si on la compare à celle du système de Terre;
- g) la Question UIT-R 206/8;

recommande

1 que, si l'on envisage d'intégrer un système par satellite à un système de Terre, il convient de se reporter aux niveaux indiqués ci-dessous et exposés dans l'Annexe 1.

Niveaux d'intégration:

- Niveau 1: intégration géographique
- Niveau 2: intégration des services
- Niveau 3: intégration des réseaux
- Niveau 4: intégration des équipements
- Niveau 5: intégration des systèmes;

2 que les terminaux mobiles d'un système intégré soient en mesure de choisir le système approprié, système de Terre ou système par satellite, d'après le niveau du signal reçu et la disponibilité du réseau à maintenir un certain niveau de qualité sur une zone de service étendue;

3 qu'il est préférable que le système intégré dispose de possibilité de localisation en utilisant un identificateur unique d'utilisateur/abonné aussi bien du côté du système de Terre que du côté du système par satellite si ce système est intégré au système mobile de Terre à un niveau d'intégration élevé ou au moins égal au niveau 3 défini ci-dessus;

4 que le transfert entre un système mobile par satellite et un système mobile de Terre soit effectué dans la mesure où cette exécution ne provoque pas de diminution importante de la capacité du système ou d'augmentation importante de la complexité du système.

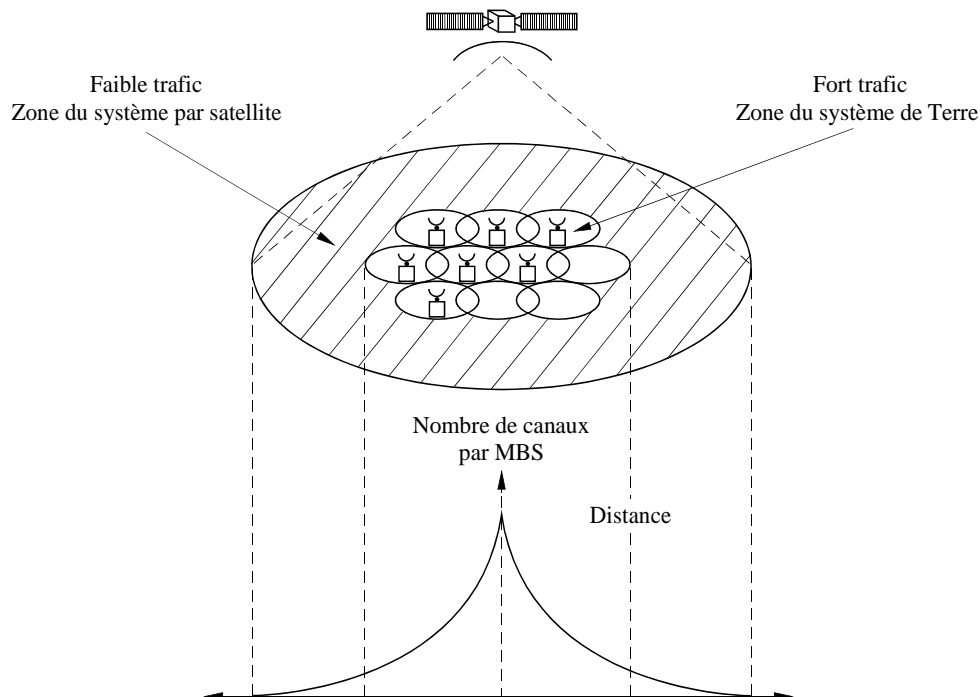
ANNEXE 1

Niveaux d'intégration d'un système mobile par satellite à un système mobile de Terre

1 Concepts

De multiples relations et solutions sont appropriées pour l'élaboration de concepts en vue de l'intégration de systèmes mobiles terrestres par satellite et de systèmes mobiles de Terre. On en trouvera les définitions et les attributs dans l'Annexe 1. La Fig. 1 donne une représentation générale des concepts globaux.

FIGURE 1
Concept d'un système intégré



D01

2 Solutions

Il est possible d'envisager de multiples niveaux d'intégration entre une coexistence indépendante et l'intégration totale. La solution ci-après étudie cinq niveaux d'intégration en partant de l'intégration la plus faible, chaque niveau englobant les caractéristiques de base du niveau qui le précède.

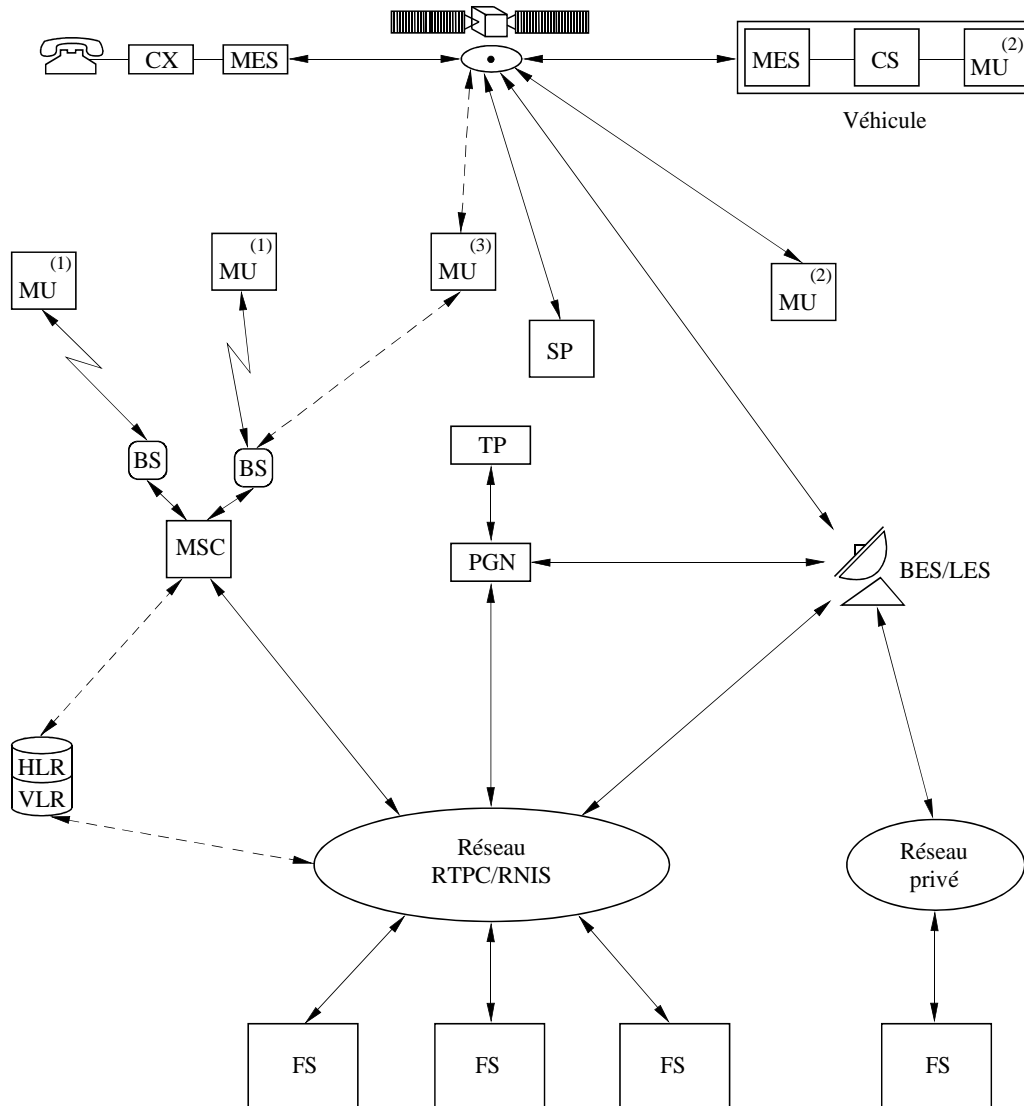
- Niveau 1: intégration géographique
- Niveau 2: intégration des services
- Niveau 3: intégration des réseaux
- Niveau 4: intégration des équipements
- Niveau 5: intégration des systèmes.

2.1 Intégration géographique

Cette intégration concerne le cas dans lequel les systèmes de Terre et par satellite ont été conçus séparément, en sorte qu'ils se fondent sur des techniques différentes et qu'ils n'assurent pas nécessairement les mêmes services ou des services compatibles.

Plutôt que de parler d'«intégration» entre les deux systèmes, il serait probablement plus juste de dire que le système par satellite «complète» le système de Terre en offrant des services de communication à des usagers qui se déplacent dans des secteurs géographiques non desservis par le système de Terre. La Fig. 2 en est une bonne illustration.

FIGURE 2
 Concept d'intégration géographique et d'intégration des services
 (le demandeur choisit l'acheminement)



- (1) Terminal de Terre (station mobile (MS) ou station personnelle (PS))
- (2) Terminal du type par satellite
- (3) Terminal bimode
- Acheminement choisi par FS

BES: station terrienne de base
 BS: station de base
 CS: station de base personnelle (lieu d'appel de PS)
 CX: central rural de faible capacité, etc.
 FS: abonné fixe
 HLR: enregistreur de localisation local
 LES: station terrienne terrestre

MES: station terrienne mobile
 MSC: centre de commutation des services mobiles
 MU: usager mobile
 PGN: réseau de Terre avec appel sans transmission de parole
 RNIS: réseau numérique à intégration de services
 RTPC: réseau téléphonique public avec commutation
 SP: appel par satellite sans transmission de parole
 TP: appel de Terre sans transmission de parole
 VLR: enregistreur de localisation de visites

D02

L'utilisateur mobile (MU) de la station mobile (MS) ou de la station personnelle (PS) a le choix d'acquiescer un terminal du système de Terre, un terminal à satellite ou un terminal à bimode en fonction de leurs besoins et, dans le dernier cas, ils peuvent utiliser pour les appels qu'ils composent le mode qu'ils estimeront le plus approprié.

Un abonné fixe (FS) désirant appeler un MU devra sélectionner le système de Terre ou le système par satellite en composant soit le numéro du système de Terre soit celui qui donne accès à la station terrienne de base (BES) appropriée la plus proche ou à la station terrienne à terre (LES). C'est-à-dire que le FS doit pouvoir connaître le type de terminal (et d'autorisation de service) à la disposition du MU.

Si le MU a une double autorisation de service et une station terminale bimode, le FS peut être obligé de répéter son appel sur le système par satellite si la première tentative par le système de Terre a échoué. Dans ce cas, il se peut, par exemple, qu'un FS désirant demander une communication téléphonique doive accepter un service de messagerie si le système par satellite est seulement conçu pour fournir ce dernier.

L'un des avantages de l'intégration géographique est la possibilité d'optimiser séparément les caractéristiques des deux systèmes, les solutions les plus appropriées étant mises en œuvre dans chaque cas compte tenu des contraintes diverses et significatives qui les affectent.

Avec cette solution, il est possible de conclure que le système par satellite remplit son rôle en élargissant la zone de couverture.

2.2 Intégration des services

La configuration du réseau est fondamentalement identique à celle du premier cas (voir la Fig. 2). Dans ce cas, au cours de la phase de conception du système par satellite, les paramètres du système sont choisis de telle manière que les liaisons par satellite puissent accepter des services compatibles avec ceux qui sont offerts par le système de Terre, en ce sens que les terminaux locaux (terminaux UIT-T ou tout autre terminal futur) qu'utilise l'utilisateur pour disposer du service qu'il désire puissent être employés, qu'il choisisse une liaison de Terre ou une liaison par satellite, ce qui ne veut pas dire que les solutions techniques (par exemple, le plan d'accès) adoptées pour les deux systèmes soient les mêmes.

Il est possible de prévoir que le système par satellite ne pourra offrir qu'une partie des services disponibles sur le service de Terre en raison des limitations propres au trajet radioélectrique. D'autre part, la qualité du service ne sera pas nécessairement la même dans les deux cas.

L'harmonisation des services est également importante si l'on veut assurer la possibilité d'interfonctionnement entre MU du système par satellite et du système de Terre pour les communications de MU à MU.

2.3 Intégration des réseaux

Il s'agit d'un concept fondamental car il représente le premier niveau d'intégration qui permette de partager les éléments entre système spatial et système de Terre.

2.3.1 Architecture de réseau

Le but est d'utiliser autant que possible les mêmes équipements et les mêmes protocoles, c'est-à-dire les matériels, les logiciels et les fonctions aussi bien dans les réseaux à satellites que dans les réseaux cellulaires de Terre, en vue de minimiser les coûts. Cependant, en raison des temps de propagation, des fréquences, etc., qui diffèrent dans le cas d'un réseau à satellite et dans le cas d'un réseau cellulaire de Terre, certains éléments sont différents. La Fig. 3 représente l'architecture globale du système.

On a présenté ci-dessous ainsi que dans la Fig. 4 un exemple de l'architecture de réseau caractérisant l'intégration des réseaux.

L'architecture globale est composée de:

- une constellation de satellites,
- une station mobile (MS),
- une station d'accès pour les services mobiles tête de ligne (GS),
- des fonctions des réseaux mobiles: commutation, enregistreurs de localisation et centres d'authentification.

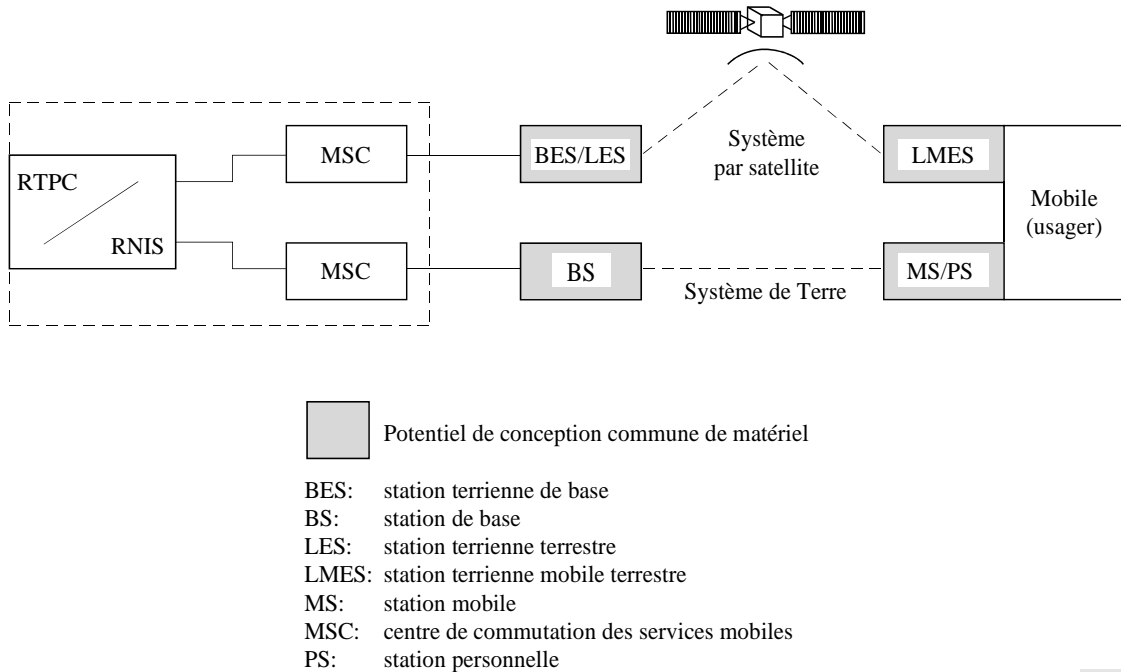
Les différentes interfaces sont:

- l'interface radioélectrique qui définit les écoulements de trafic entre les stations MS et GS;
- l'interface X qui définit les écoulements de trafic entre la station GS et le centre de commutation des services mobiles (MSC);
- l'interface MM (gestion de mobilité) qui définit le protocole entre le centre MSC et les enregistreurs de localisation locale (HLR) et de localisation de visites (VLR).

Toutes ces interfaces sont proposées pour diminuer les coûts de mises au point du secteur terrien du système par satellite.

FIGURE 3

**Concept de conception commune pour les installations
des stations mobiles et des stations de base**



D03

Les informations de signalisation échangées entre les différentes entités fonctionnelles (exception faite de la station mobile (MS)) du réseau de Terre doivent utiliser le système de signalisation N° 7 de l'UIT-T (SS N° 7).

Les messages de données circulant entre la station d'accès pour les services mobiles tête de ligne (GS) et les autres entités (plus particulièrement les échanges de messages entre le centre MSC, les enregistreurs HLR et VLR) utiliseront le protocole X.25.

La liaison MS-GS doit utiliser son propre système de signalisation.

Le choix de X comme interface A de GSM et de «MAP» comme interface MM devrait entraîner les conséquences suivantes dans le type de réseau mobile GSM: la modification du réseau auquel il doit être connecté, le transfert à la station GS des fonctions liées aux systèmes de communication par satellite (transfert) et la réutilisation autant que possible des protocoles et des entités MM (centre MSC, enregistreurs HLR, VLR et centre AUC) des réseaux cellulaires de Terre.

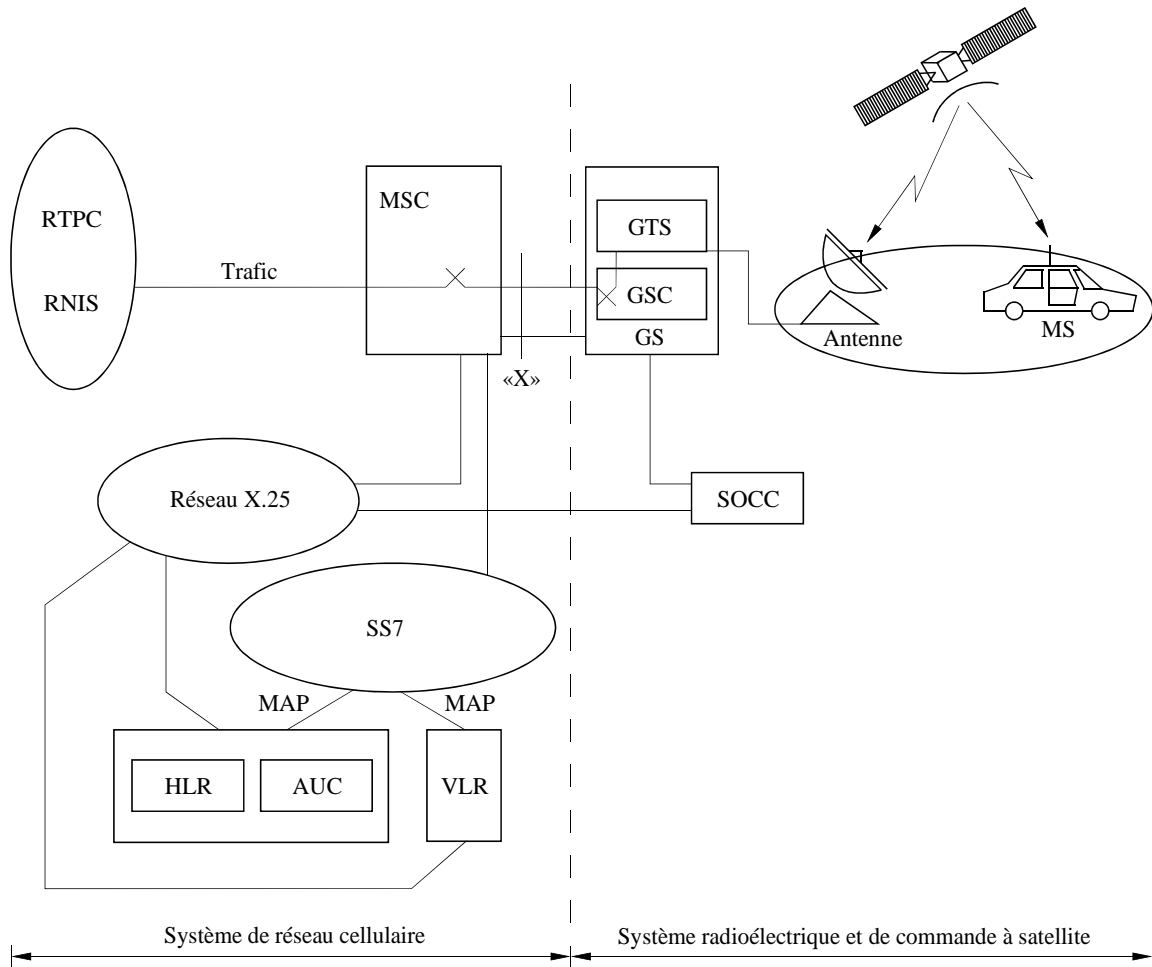
2.3.2 Sujets se rapportant au protocole

Il a été admis ci-dessus que, dans la mesure du possible, les mêmes protocoles doivent être utilisés pour le système de communication mobiles par satellite et pour le système cellulaire de Terre. A titre d'exemple, on adoptera les mêmes types de canaux (même fonctionnalités) pour les liaisons de Terre et les liaisons par satellite.

Dans le cas du système par satellite, il convient d'envisager un canal de synchronisation spécifique afin d'estimer et de compenser le temps de propagation et les effets Doppler pour la liaison du mobile au satellite. La réduction des erreurs sur les fréquences et des erreurs sur la position du mobile permettra de réduire les préambules et augmentera le rendement de trame.

La procédure de localisation est particulière aux systèmes par satellite, mais les autres procédures telles que l'établissement, la libération et la gestion de la mobilité peuvent être considérées comme étant les mêmes que celles du système GSM.

FIGURE 4



AUC: centre d'authentification
 GS: station terrienne
 GSC: commande de station GTS
 GTS: (station émettrice/réceptrice au sol) station terrienne
 SOCC: centre de commande d'exploitation du système à satellites
 SS7: système de signalisation N°7 sur canal commun

D04

On trouvera ci-dessous une brève description des trois couches intervenant dans la définition des protocoles relatifs au système par satellite.

Couche 1

Couche physique (structure de trame) uniquement sur le trajet radioélectrique entre la station MS, le satellite ou la constellation de satellites et la station GS.

Couche 2

Elle spécifie les procédures d'accès de liaison aux canaux de commande à utiliser pour acheminer les informations entre les entités de la couche 3 à travers l'interface radioélectrique du GSM. Le protocole de couche 2 est un protocole du type LAPDm (procédure d'accès à la liaison sur canal Dm).

Couche 3

Cette couche doit effectuer l'acheminement dynamique des informations se rapportant à la localisation de la station mobile en état de veille ou de l'acheminement dynamique des appels en cours lorsque la station mobile quitte la cellule ou la zone couverte par un enregistreur de localisation des visites. Cette couche se subdivise en trois parties: commande des appels à commutation de circuits (établissement, libération, etc.), gestion de mobilité et gestion de transmission aux fréquences radioélectriques.

La première couche de réseau (couche 1) nécessite des modifications importantes (canal spécifique de synchronisation, modulation, recouplement, codeur, structure des canaux). Il n'y a pas lieu de modifier la couche 2, il est seulement nécessaire d'adapter quelques paramètres (temporisation résultant des temps de propagation, etc.). La couche 3 (la partie de gestion des transmissions aux fréquences radioélectriques) doit subir des modifications pour effectuer la localisation initiale et les transferts. Il n'y a pas lieu de beaucoup modifier les autres sous-couches (gestion de la mobilité et traitement d'appel).

2.4 Intégration des équipements

Cette solution est, du point de vue de l'architecture, l'équivalent de l'intégration des réseaux avec cependant comme différence essentielle que les techniques (paramètres d'accès, débits binaires, protocoles, etc.) adoptées pour le système par satellite sont analogues à une conception commune du matériel ou identiques à celles du système de Terre (voir la Fig. 3).

Les avantages de cette solution concernent essentiellement la simplification de la mise en œuvre de terminaux mobiles bimode, un élément central commun (logique, bande de base et éventuellement équipement de modulation) pouvant être utilisé aussi bien dans le mode de Terre que dans le mode par satellite.

Il convient toutefois d'observer que, en raison de l'optimisation de bandes de fréquences différentes pour les communications de Terre et pour les communications par satellite, l'amélioration d'un terminal de Terre pour qu'il puisse aussi fonctionner avec le système par satellite nécessitera vraisemblablement un équipement supplémentaire.

Bien que cette solution puisse paraître très proche de l'intégration complète des deux systèmes, il convient d'observer que le système de Terre continue à considérer le système par satellite comme un acheminement détourné s'il n'est pas en mesure de répondre à une demande de communication en raison de limitations de la zone de couverture et non comme faisant partie intégrante de son propre système.

2.5 Intégration des systèmes

Cette dernière solution envisage le niveau d'intégration maximal concevable du réseau à satellite avec le système de Terre en ce sens que les zones de couverture du système par satellite sont considérées comme constituant une (ou plusieurs) «grandes cellules» du système cellulaire.

Toutes les caractéristiques évoluées du système, telles que le transfert de communications en cours d'une cellule à une autre, s'appliquent également dans le cas des «grandes cellules». (Le transfert entre faisceaux ponctuels du satellite peut ne pas être obligatoire en raison de la dimension de ces faisceaux.) La procédure de transfert entre système de Terre et système par satellite ne sera manifestement mise en œuvre que si le MU dispose d'un terminal bimode (information dont dispose le HLR).

3 Conclusion

Plusieurs projets sont actuellement en cours de mise au point pour fournir un service national, régional ou mondial intéressant les terminaux mobiles en utilisant des constellations de satellites différentes. Ces systèmes peuvent se présenter comme un complément aux systèmes cellulaires de Terre: ceci souligne l'intérêt de terminaux bimode.

Il serait souhaitable de disposer d'un certain degré d'intégration entre les systèmes spatiaux et les systèmes terrestres, en vue de réutiliser des fonctions existantes dans la mesure du possible. Pour ce qui est de l'exemple d'intégration du GSM décrit dans le § 2.3, une grande partie des protocoles des couches 2 et 3 de l'Interconnexion des systèmes ouverts (OSI) pourrait être réutilisée.
