

RECOMMANDATION UIT-R M.1074*

INTÉGRATION DES SYSTÈMES DE RADIOCOMMUNICATION MOBILES PUBLICS

(Question UIT-R 52/8)

(1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que différents systèmes de radiocommunication mobiles ont été et seront introduits;
- b) que ces systèmes assurent divers services de caractéristiques différentes;
- c) que l'intégration des services est importante non seulement pour les réseaux de télécommunication fixes mais aussi pour les réseaux de radiocommunication mobiles;
- d) que des progrès technologiques récents, notamment en matière de logiciels, ont permis d'intégrer les systèmes de radiocommunication mobiles pour offrir des services de haut niveau;
- e) que l'utilisation du spectre radioélectrique devrait être aussi économique que possible;
- f) que l'on peut obtenir des avantages de l'intégration des réseaux de radiocommunication mobiles et des réseaux fixes;
- g) que différents niveaux d'intégration sont possibles;
- h) que l'on peut prévoir que des degrés d'intégration inappropriés causeraient des inconvénients et qu'il convient, dans ces conditions, de tenir compte des contraintes pour l'intégration,

recommande

que les directives techniques et d'exploitation suivantes soient appliquées lors du processus d'intégration des systèmes de radiocommunication mobiles.

1. Portée

L'intégration des systèmes de télécommunication offre divers avantages, par exemple en matière d'économie et de simplicité d'exploitation. Eu égard à ces avantages, plusieurs considérations ont été retenues, dont certaines ont déjà été mises en œuvre dans des systèmes commerciaux, même dans le domaine des communications mobiles publiques (voir l'Annexe 1).

La présente Recommandation présente des considérations, des directives et des contraintes concernant l'intégration. Le § 2 décrit le modèle d'intégration générique et identifie les blocs de systèmes applicables. Il expose aussi les contraintes de temps d'intégration et énumère un certain nombre d'avantages d'intégration. Le § 3 est consacré aux caractéristiques techniques et opérationnelles à spécifier pour l'intégration des systèmes et le § 4 donne des exemples possibles de systèmes intégrés, depuis le simple terminal d'utilisateur en mode double jusqu'à l'intégration hétérogène avec un réseau téléphonique fixe.

2. Aspects généraux

2.1 Considérations relatives à l'intégration

L'intégration des systèmes de télécommunication se définit comme une possibilité d'exploitation dans laquelle différents systèmes de télécommunication utilisent en partage la totalité ou une partie du matériel de télécommunication ou des supports physiques de transmission. Les supports physiques de transmission comportent des éléments câblés et sans fil, de sorte que les radiofréquences elles-mêmes sont leurs entités. Il s'ensuit naturellement que l'utilisation simultanée d'une certaine gamme de bandes de fréquences par plusieurs systèmes de radiocommunication desservant les mêmes zones géographiques s'inscrit dans le contexte de l'intégration des systèmes.

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention du Bureau de la normalisation des télécommunications.

On ne considère pas que de multiples systèmes de télécommunication sont «intégrés» du seul fait qu'ils sont interconnectés. Par exemple, la simple interconnexion de systèmes de communication mobiles analogiques et numériques n'est pas considérée comme un système intégré. Ce type d'interaction est appelé «interconnexion»; il n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Il en va de même lorsque des systèmes de Terre et par satellite sont conçus séparément et qu'ils complètent mutuellement la zone de service comprise dans le concept d'intégration. Une situation de ce type devrait être considérée simplement comme un «complément» de la zone de service. Elle n'entre pas non plus dans le cadre de la présente Recommandation.

On ne considère pas davantage comme «intégrés» les systèmes multiples de télécommunication qui utilisent, sans les partager physiquement, les mêmes éléments de télécommunication. C'est par exemple le cas d'un progiciel identique qui fournit un protocole de signalisation et qui est employé dans des systèmes multiples couvrant des zones géographiques différentes. Il faudrait considérer qu'il s'agit là d'une situation de «communauté» qui ne fait pas l'objet de la présente Recommandation.

2.2 Niveau d'intégration

2.2.1 Modèle d'intégration générique

On a conçu diverses formes d'intégration pour les systèmes de télécommunication, parce qu'ils se composent d'un très grand nombre d'éléments de télécommunication sous la forme de logiciels et de matériels. La complexité des systèmes intégrés est variable, depuis les systèmes simples jusqu'aux systèmes plus complexes, tels que:

- les systèmes de communication mobiles publics utilisant en partage certains matériels et modules logiciels de la station de base;
- les systèmes de communication mobiles publics ci-dessus employant un protocole de liaison de données identique sur les voies radioélectriques;
- les systèmes de communication mobiles publics ci-dessus employant un protocole de liaison de données et un algorithme de codage identiques sur les voies radioélectriques;
- une station mobile fonctionnant en mode double ou multiple avec un seul combiné;
- un centre d'exploitation et de maintenance qui gère plusieurs systèmes de communication mobiles publics.

L'examen rapide de ces exemples fait apparaître la nécessité d'introduire une méthode pour étudier le type d'intégration. On admet généralement que l'intégration des systèmes se caractérise par trois considérations essentielles:

- le matériel de télécommunication et les supports de transmission physiques intégrés;
- les éléments fonctionnels de télécommunication qui sont utilisés en partage dans le matériel de télécommunication ou les supports de transmission physiques intégrés mentionnés ci-dessus;
- la période pendant laquelle les matériels de télécommunication ou les supports de transmission physiques sont généralement utilisés en partage.

Il faut en outre souligner que le modèle d'intégration générique présenté ci-après devrait englober toutes les fonctions de télécommunication, groupées selon des niveaux appropriés, que l'on peut aisément insérer dans le processus d'intégration. Pour satisfaire à cette exigence, une approche consiste à recourir au modèle OSI à sept couches. Bien que ce modèle n'ait pas été conçu pour classer en catégories les éléments fonctionnels de télécommunication, tous les éléments fonctionnels qui s'insèrent dans le contexte des télécommunications sont inclus et prévus selon sept niveaux de groupement.

La Fig. 1 décrit le modèle d'intégration général résultant du concept OSI. Selon ce modèle, différents niveaux d'intégration d'ambiguïté décroissante peuvent être envisagés:

a) Intégration au niveau du matériel

Quand un ou plusieurs composants matériels de télécommunication ou supports de transmission physiques sont simplement intégrés, on considère qu'il s'agit d'une intégration au niveau du matériel. C'est le cas, par exemple, quand une même ligne de transmission est partagée par des systèmes multiples dont les protocoles de signalisation et les modules logiciels correspondants sont différents et ne sont pas utilisés en partage. Un autre exemple est fourni par deux systèmes distincts reposant sur des protocoles de signalisation et des bandes de fréquences différents, et qui utilisent en commun un même amplificateur de transmission sur la base du partage.

b) *Intégration au n^e niveau*

Quand un ou plusieurs éléments de matériel de télécommunication/supports de transmission physiques et leurs éléments fonctionnels à un ou plusieurs niveaux sont intégrés, on considère qu'il s'agit d'une intégration du n^e niveau. *n* peut représenter une ou plusieurs valeurs arbitraires de 1 à 7. On appelle intégration du deuxième et du cinquième niveau la situation dans laquelle un nœud de réseau et les modules logiciels qui interviennent dans le nœud pour le protocole de liaison de données et les éléments fonctionnels du dialogue sont intégrés et utilisés en partage. Un concept semblable peut être étendu à l'intégration du processus d'application dans des systèmes de télécommunication multiples.

Le concept présenté ci-dessus précise la classification traditionnelle pour l'intégration des systèmes. Par exemple, il a été admis qu'un système de télécommunication mobile qui assure l'aboutissement des appels et des services supplémentaires d'identification du numéro constitue un système avec intégration des services. Ce système peut être aussi analysé comme étant en général un système intégré qui utilise en partage tous les matériels de télécommunication/supports de transmission physiques selon une intégration des premier, deuxième et troisième niveaux.

Il est en outre reconnu qu'un système terrestre et maritime intégré disposant de stations mobiles en mode double ayant chacune son propre numéro d'appel correspond à une intégration du troisième niveau, du fait que la fonction d'acheminement automatique demandée par la réception des numéros d'appel se trouve au niveau réseau de la Fig. 1.

2.2.2 *Identification du matériel de télécommunication*

Pour analyser l'intégration des systèmes, on peut identifier les nœuds de réseau ou les supports de transmission en utilisant leurs noms, comme la station de base ou la ligne de transmission câblée. Cette méthode peut s'appliquer dans une certaine mesure, car les systèmes de télécommunication mobiles publics se composent en général seulement de centres de commutation, de bases de données (enregistreurs de localisation), de stations de base, de stations mobiles, de lignes de transmission câblées ou sans fil et de centres d'exploitation et de maintenance. Néanmoins, compte tenu de la diversité possible des architectures de réseau, il peut être nécessaire d'adopter des méthodes plus générales pour identifier les matériels de télécommunication. Une solution consiste à établir les catégories suivantes:

- *Intégration totale* – A ce niveau d'intégration, tous les équipements matériels de télécommunication et les supports de transmission physiques sont intégrés et utilisés sur la base du partage. La totalité ou une partie des modules logiciels peuvent être utilisés en commun.
- *Intégration partielle* – A ce niveau, une partie seulement des équipements matériels de télécommunication et/ou des supports de transmission physiques est utilisée en commun. Certains modules logiciels peuvent également être intégrés.

2.2.3 *Durée de l'exploitation intégrée*

L'intégration des systèmes est en outre répartie en deux classes en fonction de la durée de l'intégration:

- *Intégration statique* – On définit ce niveau d'intégration comme la situation dans laquelle des systèmes multiples sont toujours intégrés pendant toute leur exploitation.
- *Intégration dynamique* – On définit cette intégration comme la situation dans laquelle des systèmes multiples sont intégrés pour une période d'exploitation de durée limitée. Par exemple, lorsqu'une bande de fréquences donnée est utilisée en commun par deux systèmes cellulaires distincts sur la base du partage pendant la journée, alors qu'elle est utilisée exclusivement par l'un de ces systèmes pendant la nuit.

2.3 *Avantages de l'intégration*

L'intégration des systèmes de télécommunication permet à l'utilisateur et à l'exploitant du réseau de bénéficier de divers avantages, notamment:

- *Réduction du coût du système* – Grâce à l'utilisation en commun du matériel et du logiciel de télécommunication, l'intégration des systèmes se traduit par la rentabilité de la mise en œuvre.
- *Augmentation du trafic écoulé* – Un exemple type est celui de la nouvelle tentative automatique effectuée par une station mobile en mode double ou multiple, quand celle-ci tente de connecter l'utilisateur à un deuxième système après que le premier système choisi s'est révélé indisponible. Ce service permet d'écouler un plus grand volume de trafic. Les circuits de transit intégrés contribuent aussi à accroître la capacité de trafic.

- *Amélioration de la qualité d'écoulement du trafic* – Il est évident qu'un système dont les services sont complètement intégrés est plus profitable pour l'utilisateur qu'un système dans lequel un seul service est intégré ou qui fait l'objet d'une moindre intégration des services.
- *Meilleures conditions d'exploitation du réseau* – La simplicité de la gestion du réseau est inversement proportionnelle au nombre d'éléments de télécommunication que comprend le réseau. Ainsi, l'intégration des systèmes aboutit aussi à une réduction du coût d'exploitation et à un raccourcissement du temps de réponse en cas de panne de réseau ou de réclamation de l'utilisateur.

Indépendamment de ces avantages communs, de plus grands avantages peuvent être escomptés d'une intégration partielle des systèmes, parce qu'elle permet de conserver les caractéristiques optimisées des différents systèmes sur les plans technique et opérationnel.

3. Conditions requises et limitations de l'intégration des systèmes

Il convient, dans le processus d'intégration des systèmes, de recenser les caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes de télécommunication projetés, afin d'évaluer le degré d'amélioration que fournit l'intégration des systèmes. Il s'agit de spécifier les caractéristiques techniques et opérationnelles suivantes:

- l'architecture du réseau, la désignation des éléments fonctionnels et la structure des équipements de télécommunication des systèmes de télécommunication projetés;
- les éléments d'équipement de télécommunication que l'on peut intégrer;
- les modules matériels et logiciels supplémentaires qu'exige l'intégration. L'intégration des systèmes nécessite en général des modules matériels et logiciels supplémentaires. Par exemple, lorsque des émetteurs-récepteurs de types différents destinés à des systèmes différents sont installés dans une même baie, il faut pouvoir faire la distinction entre les différents types. Un système intégré peut de même exiger un moyen supplémentaire pour éviter que des pannes dans un des systèmes ne causent de fortes pertes aux réseaux des autres systèmes. Des dispositions devraient également être prises pour faire en sorte que l'encombrement d'un des systèmes ne cause pas le blocage ou un retard excessif du trafic que doivent écouler les autres systèmes. Si tous ces moyens exigent des frais supplémentaires importants, les avantages de l'intégration risquent d'être fortement diminués;
- les aspects économiques de l'intégration des systèmes;
- les procédures pour informer les utilisateurs des différences en matière de fourniture du service, y compris en ce qui concerne la qualité et les taxes, dans les situations où l'utilisateur peut être au courant de l'intégration des systèmes – il peut être nécessaire de s'assurer que les clients ne reprochent pas à l'exploitant du réseau des différences dans la fourniture du service. Les exploitants de réseau devraient s'efforcer de réduire à un minimum le mécontentement causé à l'utilisateur par l'intégration des services;
- la répartition des responsabilités entre les exploitants de réseau, dans les cas où plusieurs exploitants de réseau utilisent en partage un système intégré pour fournir des services. Au nombre des responsabilités à répartir figurent la répartition des coûts liés aux installations de réseau et l'instauration de procédures pour le rétablissement entre exploitants et le renouvellement des équipements.

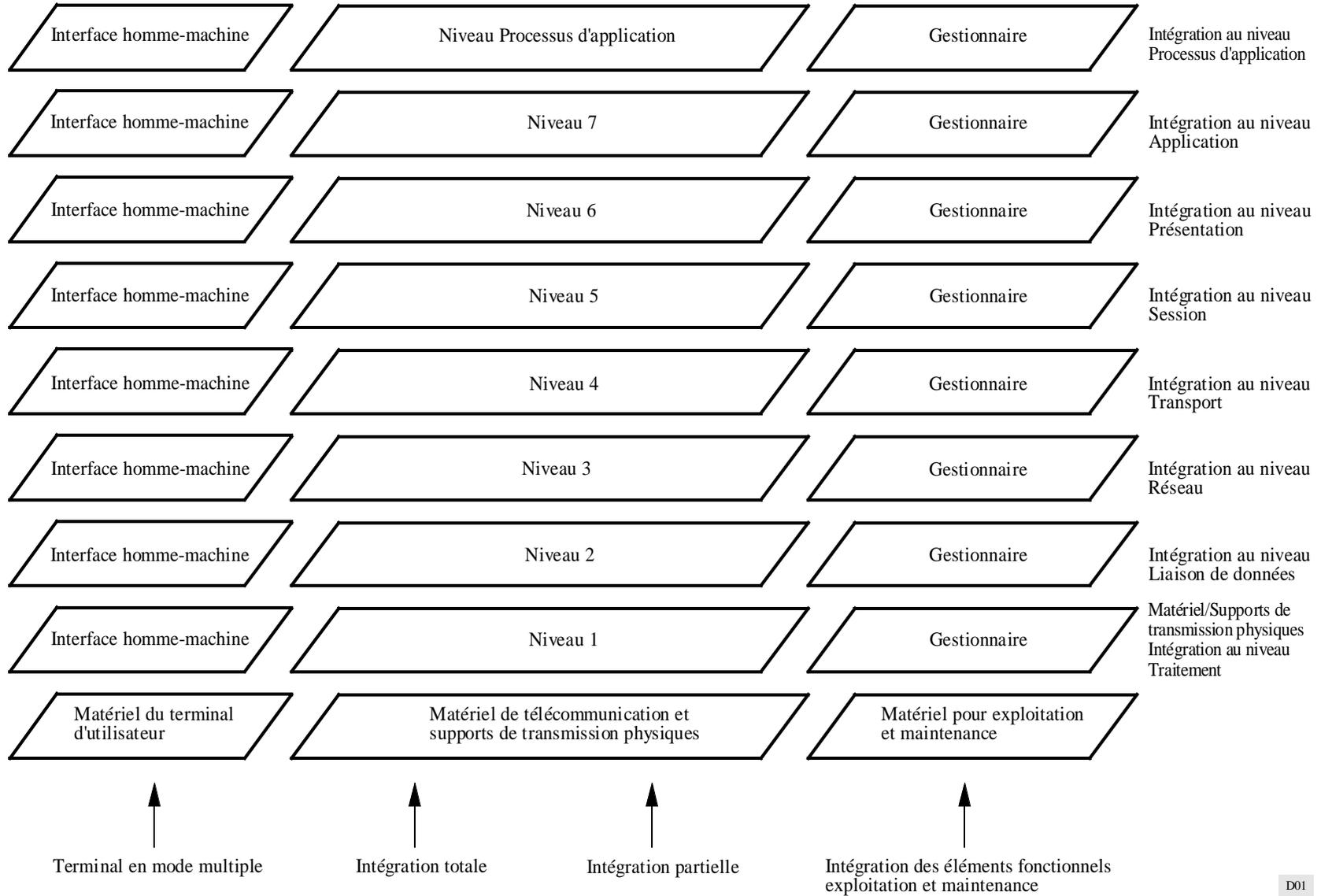
Le niveau d'intégration réalisable peut être déterminé par l'évaluation de ces caractéristiques techniques et opérationnelles, ainsi que par des limitations réglementaires dans chaque pays ou région. Une intégration partielle et statique se révélera plus viable s'il est tenu compte de ces conditions ainsi que des techniques actuelles de fabrication des matériels et des logiciels.

Il convient de noter que les différences importantes quant aux aspects radioélectriques que présentent certains systèmes peuvent imposer aussi des contraintes supplémentaires pour l'intégration des systèmes. Ces différences portent sur la puissance de sortie, les bandes de fréquences à utiliser, les schémas de modulation et les paramètres concernant le brouillage et sur d'autres particularités d'accès radioélectrique.

4. Exemples de systèmes intégrés

Ce paragraphe présente l'architecture de certains systèmes intégrés. Il s'agit ici d'exemples spécifiques qui ne sont pas exhaustifs et qui ne représentent pas nécessairement les seules configurations possibles.

FIGURE 1
Exemple de modèle d'intégration



D01

4.1 *Systèmes cellulaires et d'appel unilatéral sans transmission de parole*

La Fig. 2 donne un exemple de systèmes intégrés de type cellulaire/d'appel unilatéral sans transmission de parole qui desservent à la fois des terminaux cellulaires et des terminaux d'appel unilatéral sans transmission de parole. Six ressources physiques sont intégrées dans cet exemple:

- commutateur cellulaire (CCM) et unité de traitement du message d'appel unilatéral sans transmission de parole;
- baies d'émetteur-récepteur;
- contrôleurs de station de base (CSB);
- antennes;
- centre d'exploitation et de maintenance;
- réseaux de transmission supports;
- réseaux de communication de données.

Les unités centrales de traitement, leurs systèmes d'exploitation, les baies et les dispositifs d'alimentation en énergie sont les domaines les plus importants pour l'intégration du commutateur cellulaire et de l'unité de traitement du message d'appel unilatéral sans transmission de parole. Ces deux systèmes devront probablement utiliser des architectures différentes pour les émetteurs-récepteurs, parce que ces systèmes utilisent des bandes de fréquences et des protocoles de signalisation différents. Ainsi, les autres parties de la section émetteur-récepteur, à savoir les unités de traitement, les systèmes d'exploitation, les baies et les dispositifs d'alimentation en énergie peuvent être intégrés.

Les centres d'exploitation et de maintenance (CEM) ont beaucoup de points communs, notamment s'agissant des postes de travail, des systèmes d'exploitation et des modules logiciels d'affichage et de traitement des données.

De plus, une intégration des premier et deuxième niveaux peut être obtenue dans les canaux sémaphores entre CCM et CSB, si les messages d'appel unilatéral sans transmission de parole sont transmis par paquets et envoyés sur ces canaux à partir des CCM. Une intégration de niveau supérieur est également prévue pour la transmission de données entre CSB/CCM et CEM.

Il faut noter que l'intégration de ces types d'équipement de réseau de télécommunication implique l'intégration additionnelle de l'environnement logistique corrélatif des télécommunications, comme l'emplacement des équipements et les dispositifs de climatisation.

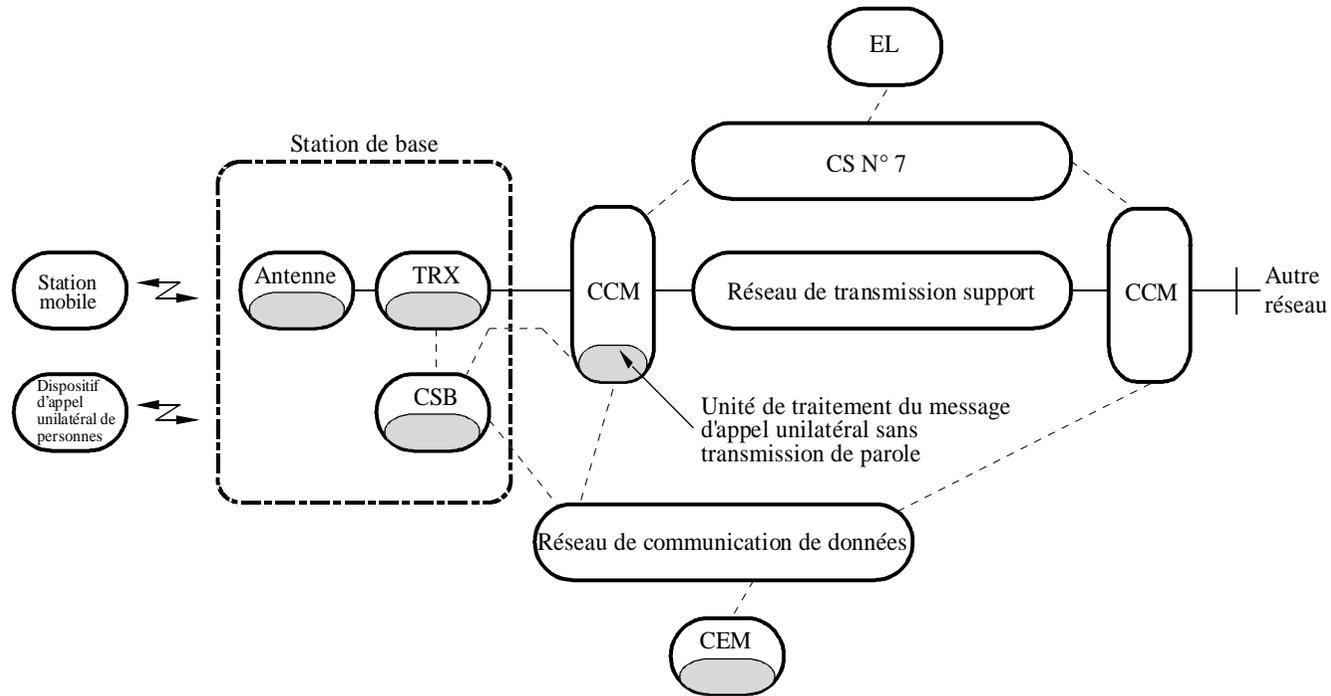
4.2 *Système cellulaire et réseau téléphonique public avec commutation*

L'infrastructure des systèmes cellulaires et celle du réseau téléphonique public avec commutation (RTPC) ont de nombreuses caractéristiques communes, représentées par les protocoles de commutation et de signalisation conçus par logiciels. On prévoit ainsi d'excellentes possibilités d'intégration effective des deux systèmes, et l'une de ces possibilités fait l'objet de la Fig. 3. Les ressources physiques à intégrer sont:

- les commutateurs cellulaires et du RTPC;
- les enregistreurs de localisation et les bases de données où sont stockées les caractéristiques de l'utilisateur;
- les centres d'exploitation et de maintenance;
- les réseaux de transmission supports;
- les réseaux de signalisation sur canal sémaphore;
- les réseaux de communication de données.

Si l'on excepte certains adaptateurs et certains modules logiciels propres aux mobiles, les commutateurs cellulaires et du RTPC peuvent être intégrés. Les protocoles de signalisation et les modules matériels/logiciels correspondants concourent aussi à la nécessité d'une intégration. Des caractéristiques communes existent également dans les enregistreurs de localisation et dans les bases de données du RTPC en temps réel dont l'installation récente vise à la mise en œuvre d'un nouvel ensemble de services.

FIGURE 2
Intégration d'un système d'appel unilatéral sans transmission de parole avec un système cellulaire



CCM: centre de commutation mobile
 EL: enregistreur de localisation
 BS: station de base
 CSB: contrôleur de station de base
 CS: signalisation par canal sémaphore

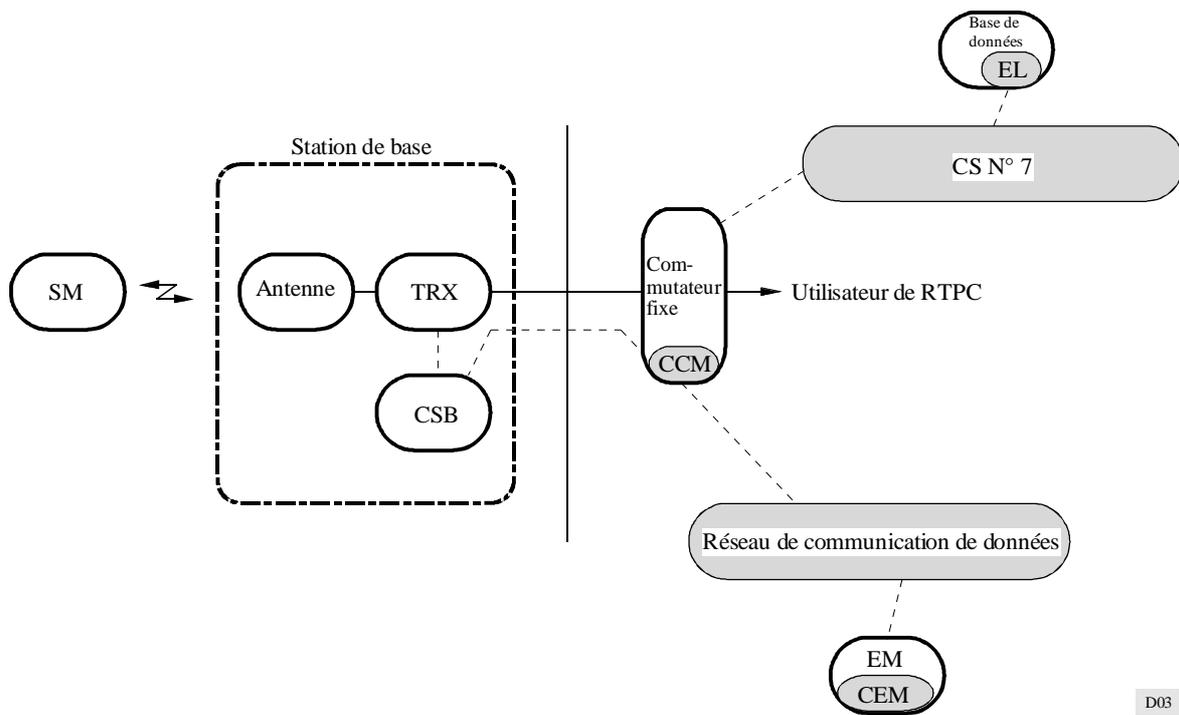
TRX: émetteur-récepteur
 SM: station mobile
 CEM: système de télécommunication mobile
 Centre d'exploitation et de maintenance

Les parties hachurées désignent les parties intégrées.

— Voie de trafic
 --- Voie de commande

D02

FIGURE 3
Intégration d'un système cellulaire avec le RTPC

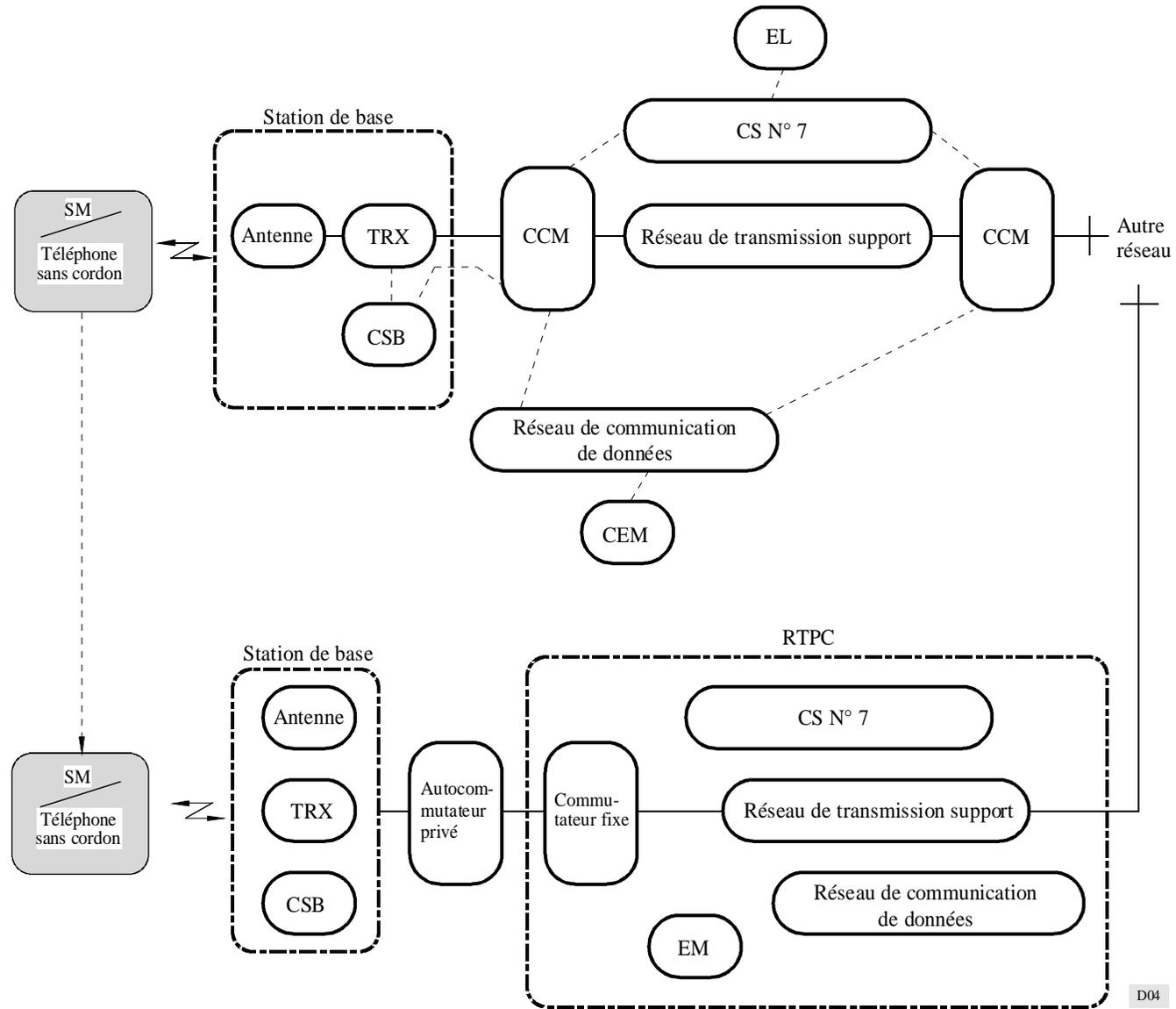


D03

4.3 Terminals cellulaires et sans cordon d'utilisateur

Etant donné la couverture incomplète qu'assurent les systèmes cellulaires, les stations mobiles en mode double accessibles à la fois aux systèmes téléphoniques de type cellulaire et aux systèmes sans cordon peuvent présenter un intérêt pour les utilisateurs. Dans l'exemple représenté sur la Fig. 4, la station mobile en mode double enregistre automatiquement son rattachement à un réseau cellulaire comme son premier choix lorsqu'elle pénètre dans une zone de service. Si la station mobile pénètre dans des zones téléphoniques sans cordon qui ne sont pas desservies par le système cellulaire, elle fonctionne comme un téléphone sans cordon une fois accomplies des procédures initiales (authentification de l'utilisateur et négociation du numérotage). Un scénario de communication personnelle, dans lequel les utilisateurs sont autorisés à enregistrer leur position et reçoivent des communications avec un seul terminal d'utilisateur par l'intermédiaire soit des réseaux sans cordon associés au RTPC soit des réseaux de télécommunication mobiles publics, facilitera encore la disponibilité de ce service. Dans cet exemple, il est possible d'intégrer les combinés (interfaces homme-machine) ainsi que certains éléments de circuits radioélectriques et logiques.

FIGURE 4
Intégration des terminaux d'utilisateur



ANNEXE 1

Intégration des systèmes de radiocommunication mobiles publics au Japon

Les systèmes mobiles maritime et aéronautique ont été intégrés au système mobile téléphonique public respectivement en mai 1986 et novembre 1988. Dans ce système intégré, les procédures de commande, les installations d'exploitation et de maintenance et les équipements connexes sont utilisés en partage afin de rendre les systèmes plus économiques et d'en simplifier l'exploitation.

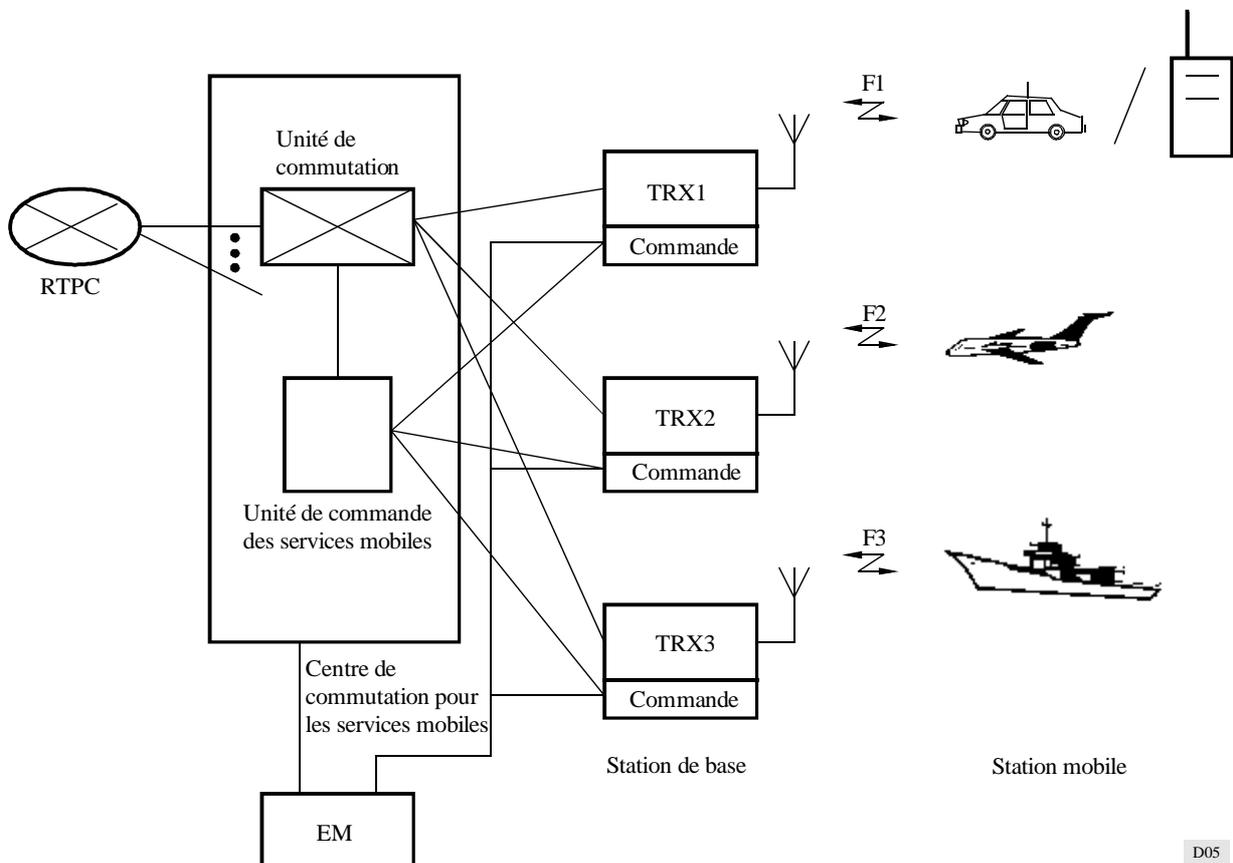
1. Configuration du système

La configuration du système est représentée à la Fig 5.

Le système est composé des équipements suivants:

- des stations mobiles/stations portatives spécialisées pour chaque service;
- des stations de base spécialisées pour chaque service;
- un centre de commutation pour les services mobiles comportant une unité de commande et une unité de commutation;
- des installations d'exploitation et de maintenance (EM).

FIGURE 5
Configuration du système intégré



2. Caractéristiques générales

Les caractéristiques d'exploitation et techniques du système intégré sont fondées sur la Recommandation UIT-R M.622.

Les caractéristiques principales de ce système intégré sont indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1
Caractéristiques du système intégré

Elément	Service terrestre	Service maritime	Service aéronautique
Fréquence (MHz)	800-900	250	800-900
Espacement des voies (kHz)	25	12,5 avec intercalage	25
p.a.r. maximale de la station de base (W)	50	40	130
Puissance d'émission nominale de la station mobile (W)	5	5	10
Rayon de la zone (km)	3-10	50-100	400
Plan de numérotage	Commun		

3. Niveau d'intégration

La plupart des éléments ont été intégrés, à l'exception des fréquences radioélectriques. Les niveaux d'intégration sont indiqués en détail ci-après.

3.1 *Équipement*

Les équipements suivants sont compatibles:

- unité de commutation et unité de commande des services mobiles;
- partie téléphonique de la station mobile;
- équipement EM.

Les équipements indiqués ci-après restent spécialisés en raison des différences de fréquences assignées, de l'emplacement de la station de base ou des zones de couverture:

- émetteurs-récepteurs des stations mobiles/portatives ou stations de base.

3.2 *Procédure de commande*

La procédure de commande du trajet radioélectrique est compatible sauf en ce qui concerne le plan des voies de commande et les paramètres de qualité de service. Dans les systèmes maritimes et aéronautiques, la voie d'appel unilatéral et la voie d'accès sont combinées en une seule voie de commande radioélectrique en raison d'un trafic peu important.

La procédure de commande entre les stations de base et l'unité de commutation est compatible.

3.3 *Caractéristiques d'exploitation*

Les éléments ci-après sont utilisés en partage:

- le principe de taxation, à l'exception du taux de taxation;
- le plan de numérotage (utilisé en commun dans le nouveau système mobile téléphonique public terrestre ainsi que dans le système mentionné ci-dessus);
- la supervision et la commande de tous les équipements, trajets radioélectriques et lignes;
- l'exploitation et la maintenance.