

RECOMMANDATION UIT-R M.1035

**CADRE DE DESCRIPTION DE LA OU DES INTERFACES RADIOÉLECTRIQUES ET
FONCTIONNALITÉ DES SOUS-SYSTÈMES RADIOÉLECTRIQUES POUR LES
TÉLÉCOMMUNICATIONS MOBILES INTERNATIONALES-2000 (IMT-2000)**

(Question UIT-R 39/8)

(1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

recommande

que les sujets traités dans la présente Recommandation soient considérés comme un cadre de description initial des concepts et principes concernant la ou les interfaces radioélectriques et les fonctionnalités des sous-systèmes radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000).

La Recommandation aborde notamment trois questions essentielles:

- le concept de la ou des interfaces radioélectriques fondé sur un noyau d'éléments communs à toutes les interfaces et extensions de ces éléments;
- la définition, pour la ou les interfaces, d'aspects indépendants de la transmission et d'aspects dépendant de la transmission;
- l'adoption d'une structure cellulaire souple à plusieurs couches.

La Recommandation précise le concept des IMT-2000 et servira de directive pour les futures Recommandations qui spécifieront plus en détail les IMT-2000.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1. Introduction	3
2. Objet.....	3
3. Structure de la Recommandation	3
4. Documents associés.....	4
5. Définitions.....	4
6. Considérations générales.....	4
7. Définition et caractéristiques de la ou des interfaces radioélectriques	5
7.1 Equipements communs aux interfaces radioélectriques	5
7.2 Application de la méthode d'organisation en couches pour l'obtention d'éléments communs.....	6
7.3 Application de la méthode des blocs fonctionnels pour l'obtention d'éléments communs	6
7.4 Méthodes à appliquer pour obtenir des éléments communs	7
8. Description du protocole	9
8.1 Couche physique.....	9
8.2 Couche contrôle d'accès au support	10
8.3 Couche contrôle d'accès à la liaison	10
8.4 Groupes fonctionnels	10

9.	Structure du canal.....	10
9.1	Canal radiofréquence (canal RF).....	10
9.2	Canaux physiques.....	10
9.3	Canaux logiques.....	11
9.3.1	Canaux de contrôle.....	11
9.3.1.1	Canaux de contrôle communs.....	12
9.3.1.2	Canaux de contrôle spécialisés.....	13
9.3.2	Canaux de trafic.....	13
9.4	Structure de trame.....	13
9.5	Multiplexage.....	13
10.	Aspects cellulaires.....	14
10.1	Description des cellules.....	14
10.1.1	Mégacellules (satellite).....	15
10.1.2	Macrocellules.....	15
10.1.3	Microcellules.....	15
10.1.4	Picocellules.....	16
10.2	Extension de la couverture des cellules.....	16
10.3	Caractéristiques des cellules multicouches.....	16
10.3.1	Cas d'exploitants multiples.....	16
10.3.2	Transferts.....	16
10.3.3	Choix de la couche de cellules.....	16
11.	Fonctions de commande de la liaison et de gestion du système.....	16
11.1	Mesure de la qualité de la liaison radioélectrique.....	17
11.2	Choix de la cellule.....	17
11.2.1	Sélection initiale de la cellule.....	17
11.2.2	Resélection de cellule.....	17
11.3	Choix et assignation du canal.....	18
11.4	Accès à un canal et libération.....	18
11.5	Transfert.....	18
11.5.1	Types de transferts.....	18
11.5.2	Stratégies de transfert.....	18
11.5.3	Processus de transfert.....	18
11.5.3.1	Evaluation du transfert.....	19
11.5.3.2	Exécution du transfert.....	19
11.6	Fonctions assurant la mobilité.....	19
11.6.1	Ouverture et fermeture de session.....	19
11.6.2	Mise à jour de la localisation.....	19
12.	Qualité du système.....	20
12.1	Contrôle des brouillages.....	20
12.1.1	Synchronisation.....	20
12.1.2	Contrôle de la puissance.....	20
12.1.3	Stratégies de gestion des ressources radioélectriques.....	20
12.2	Stratégies de diversité.....	20
12.3	Contrôle du débit variable de données.....	21
12.4	Techniques d'amélioration de la capacité.....	21
12.5	Techniques permettant d'économiser les batteries.....	21

1. Introduction

Les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) sont des systèmes mobiles de la troisième génération (SMTG) dont l'entrée en service est prévue autour de l'an 2000 suivant les conditions du marché. Ils permettront d'accéder, au moyen d'une ou de plusieurs liaisons radioélectriques, à un vaste éventail de téléservices assurés par les réseaux fixes de télécommunication (par exemple, RTPC/RNIS), ainsi qu'à divers services particuliers aux usagers mobiles.

Ces systèmes utilisent différents types de terminaux mobiles, reliés à des réseaux terrestres ou des réseaux à satellites, conçus en fonction d'une utilisation dans le service fixe ou dans le service mobile.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes:

- niveau élevé de communauté de conception à l'échelle mondiale,
- compatibilité des services au sein des IMT-2000 et avec les réseaux fixes,
- qualité élevée,
- utilisation partout dans le monde d'un petit terminal de poche, avec possibilité de déplacements des abonnés itinérants.

Les IMT-2000 sont définies par une série de Recommandations interdépendantes de l'UIT, dont celle-ci fait partie.

Cette Recommandation s'inscrit dans le processus de spécification de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000. Ces systèmes seront exploités dans les bandes spécifiées à l'échelle mondiale par la Conférence administrative mondiale des radiocommunications, chargée d'étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre (Malaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92) (1 885-2 025 et 2 110-2 200 MHz, les composantes spatiales étant limitées aux bandes 1 980-2 010 et 2 170-2 200 MHz).

La question des IMT-2000 est complexe et leur description doit faire l'objet de Recommandations. Pour ne pas ralentir les progrès réalisés dans ce domaine, il faut élaborer une série de Recommandations portant sur les divers aspects de ces systèmes en évitant les contradictions. Toutefois, le cas échéant, les contradictions seraient résolues par de nouvelles Recommandations ou par des révisions des textes existants.

2. Objet

La présente Recommandation a pour but d'examiner le sous-système radioélectrique des IMT-2000 et de donner des directives pour la mise au point de la structure du sous-système. Le sous-système radioélectrique comprend les fonctionnalités nécessaires pour assurer aux terminaux mobiles, via une ou des interfaces radioélectriques, les services IMT-2000, dans tous les environnements d'exploitation des IMT-2000, comme l'indique la Recommandation UIT-R M.1034 relative aux exigences imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des IMT-2000.

La Recommandation donne une définition approfondie des éléments logiques et des fonctionnalités du sous-système radioélectrique, y compris l'interface, la structure des canaux, la commande de la liaison et les fonctions de gestion du système.

En outre, cette Recommandation signale les domaines qui devront être décrits en détail dans des Recommandations ultérieures.

3. Structure de la Recommandation

Le § 4 contient la liste des Recommandations associées. Le § 5 concerne les définitions. Le § 6 expose les éléments pris en considération pour rédiger cette Recommandation. La ou les interfaces radioélectriques sont définies au § 7. Le § 8 décrit la structure du protocole. Le § 9 décrit la structure des canaux et le multiplexage. Le § 10 décrit la structure cellulaire et les questions qui s'y rapportent. Le § 11 décrit les fonctions de commande de la liaison et de gestion du système, et notamment la mesure de la qualité de la liaison, le choix et l'assignation des canaux, le transfert et les fonctions assurant la mobilité. Enfin, le § 12 rassemble les questions spécifiques à inclure dans la spécification du sous-système radioélectrique afin de répondre aux exigences de qualité du système.

4. Documents associés

- Recommandation UIT-R M.687: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.816: Cadre de description pour des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.817: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000). *Architectures de réseau*
- Recommandation UIT-R M.818: Utilisation des satellites dans les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.819: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement
- Recommandation UIT-R M.1034: Exigences imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.1036: Considérations relatives au spectre pour la mise en œuvre des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) dans les bandes 1 885-2 025 MHz et 2 110-2 200 MHz
- Recommandation UIT-R M.1079: Exigences imposées à la qualité de la parole et des données dans la bande vocale pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.1225: Directives d'évaluation des technologies de transmission radioélectrique pour les IMT-2000

5. Définitions

Les termes de cette Recommandation correspondent aux définitions qu'utilisent d'autres Recommandations de l'UIT-R relatives aux IMT-2000.

6. Considérations générales

Pour établir la présente Recommandation, on a tenu compte d'un certain nombre de considérations:

- a) les Recommandations UIT-R et UIT-T pertinentes et les études en cours;
- b) le fait que la compatibilité des systèmes est nécessaire pour un fonctionnement international et que des équipements communs sont souhaitables dans tous les cas pour garantir que le coût global du système par usager mobile soit nettement inférieur au coût des systèmes actuels;
- c) la nécessité de concevoir un système à structure souple permettant d'adapter les investissements consacrés au réseau à l'accroissement des ressources, d'adapter les systèmes aux conditions d'environnement et de tenir compte des nouveaux développements sans freiner les innovations;
- d) la nécessité pour les terminaux mobiles (y compris ceux qui peuvent travailler avec des satellites) de pouvoir se déplacer d'un réseau de télécommunication d'un pays à un autre;
- e) le fait qu'en disposant d'une ou d'interfaces radioélectriques normalisées, on faciliterait le déplacement des stations mobiles entre les réseaux;
- f) le fait que l'exploitation des satellites dans les IMT-2000 offre la possibilité d'améliorer notablement la couverture globale de ces services et l'intérêt qu'ils présentent;
- g) l'importance accrue de l'efficacité du spectre et la nécessité de faciliter sa gestion, aussi bien dans les pays ou régions qu'entre ceux-ci;
- h) la conception de la ou des interfaces radioélectriques ne doit pas empêcher les innovations, avec par exemple l'inclusion ultérieure de services et de caractéristiques non encore envisagés.

7. Définition et caractéristiques de la ou des interfaces radioélectriques

L'interface radioélectrique des IMT-2000 est le dispositif qui sert à réaliser l'interconnexion électromagnétique sans fil entre une station mobile des IMT-2000 (ou une station terrienne mobile) et une station de base des IMT-2000 (ou station spatiale).

La spécification de l'interface radioélectrique des IMT-2000 donne des indications sur la forme et la teneur des signaux émis par les stations. Elle comprend les caractéristiques fonctionnelles, les caractéristiques communes de l'interconnexion radioélectrique (physique), celles du signal et d'autres, le cas échéant.

On notera que les caractéristiques d'exploitation du satellite diffèrent à bien des égards de celles de l'exploitation de Terre. Voir les caractéristiques détaillées de l'exploitation des satellites au § 10.1.

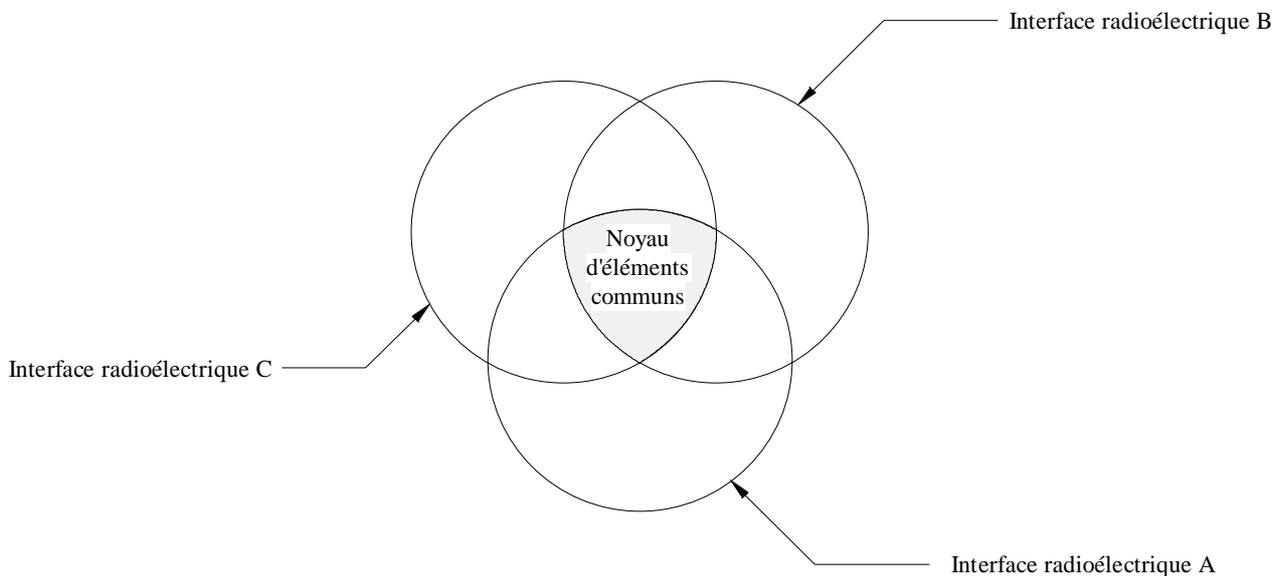
7.1 Equipements communs aux interfaces radioélectriques

Les IMT-2000 peuvent être tenues d'utiliser plusieurs interfaces radioélectriques pour répondre aux diverses exigences de l'environnement d'exploitation ou d'une application. Cependant, les usagers des IMT-2000 voudront peut-être se servir d'un seul terminal pour avoir accès à un certain nombre de services dans plusieurs environnements d'exploitation.

Il vaut mieux réduire au minimum le nombre des interfaces radioélectriques. S'il en faut plusieurs, il conviendrait qu'elles aient le plus d'éléments communs possible. En réduisant au minimum le nombre des interfaces radioélectriques et en leur donnant un maximum d'éléments communs, on facilitera l'interfonctionnement tout en diminuant les coûts. Si elles ont beaucoup d'éléments communs il sera plus facile d'incorporer dans un terminal portatif unique différentes interfaces radioélectriques, pour un prix raisonnable.

On peut représenter les éléments communs sous la forme d'un noyau d'éléments qui peut ou non comprendre une interface radioélectrique complète (voir la Fig. 1).

FIGURE 1
Notion de noyau d'éléments communs



D01

La notion de noyau d'éléments communs devrait aider à définir une plate-forme universelle facile à adapter aux diverses exigences de l'environnement et de l'utilisation du service. Cette conception serait avantageuse pour les constructeurs si, grâce à la souplesse algorithmique propre aux systèmes numériques de conception modulaire, les possibilités d'adaptation se réalisent sous forme de reconfigurations du «logiciel» des différents modules de la chaîne de transmission.

Il est essentiel que les IMT-2000 permettent d'avoir des terminaux mobiles avec un même terminal utilisable dans tous les environnements si on le désire. Cela signifie qu'il faut pouvoir passer d'un environnement à un autre avec le même terminal. Il n'est pas réaliste de vouloir avoir des terminaux mobiles pour tous les services possibles dans tous les environnements; il faut donc définir un ensemble de fonctions de base pour lesquelles on a besoin d'une mobilité totale du terminal dans tous les environnements d'exploitation radioélectriques.

Un objectif de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 est de permettre l'utilisation d'un terminal portatif bon marché dans un grand nombre d'environnements d'exploitation avec accès à un nombre minimal de services.

En raison des restrictions dues à la largeur de bande, à la distance et à la complexité, il ne sera pas forcément possible qu'une interface radioélectrique unique permette l'utilisation d'un terminal IMT-2000 dans tous les environnements d'exploitation avec accès à la totalité des services. Dans ce cas, il faudra qu'il y ait le moins d'interfaces radioélectriques différentes possible sans toutefois qu'il en résulte une trop grande complexité.

Il conviendrait d'appliquer la méthode d'organisation en couches ou des blocs fonctionnels pour mettre au point la ou les interfaces radioélectriques, cela afin d'avoir un maximum d'éléments communs et la plus grande souplesse. Les spécifications de l'interface radioélectrique doivent permettre le recours à des extensions normalisées de l'ensemble des éléments du noyau de l'interface, de façon que l'on puisse modifier facilement le service en fonction des besoins des usagers, de l'environnement radioélectrique et d'autres facteurs. Grâce à ces extensions il serait aussi plus facile de mettre au point de nouveaux services et de nouvelles possibilités.

7.2 Application de la méthode d'organisation en couches pour l'obtention d'éléments communs

Une méthode d'organisation en couches sert à définir clairement la structure d'interface et les protocoles nécessaires pour assurer les services de télécommunication. Elle présente d'autres avantages; par exemple, la disponibilité entre les systèmes de jeux de logiciels conçus pour les couches de signalisation/communication de systèmes spécifiques. Un autre avantage qui apparaît pour les communications mobiles radioélectriques est la faculté de distinguer, parmi les fonctions de l'interface radioélectrique, les fonctions indépendantes de la transmission de celles qui en dépendent. Cette distinction peut exiger une structure en sous-couches. Il faut qu'il y ait autant de fonctions indépendantes de la transmission que possible pour faciliter l'interfonctionnement des diverses interfaces radioélectriques. Par exemple:

a) *Fonctions indépendantes de la transmission:*

- protocole d'application,
- commande d'appel,
- identité, validation et confidentialité,
- contrôle de l'enregistrement et de la localisation,
- contrôle de l'accusé de réception et procédure de correction des erreurs dans le contrôle de flux,
- maintenance et configuration,
- structure logique du canal et multiplexage.

b) *Fonctions dépendantes de la transmission:*

- fonctionnalités RF,
- gestion de la ressource radioélectrique,
- détection et correction des erreurs.

Pour toutes les interfaces radioélectriques on peut appliquer un protocole commun à la partie indépendante de la transmission. Afin d'avoir un maximum d'éléments communs, on aura recours à la méthode des blocs fonctionnels et on choisira un ensemble approprié d'éléments du noyau de l'interface. Le § 8 examine aussi la disposition en couches du protocole.

7.3 Application de la méthode des blocs fonctionnels pour l'obtention d'éléments communs

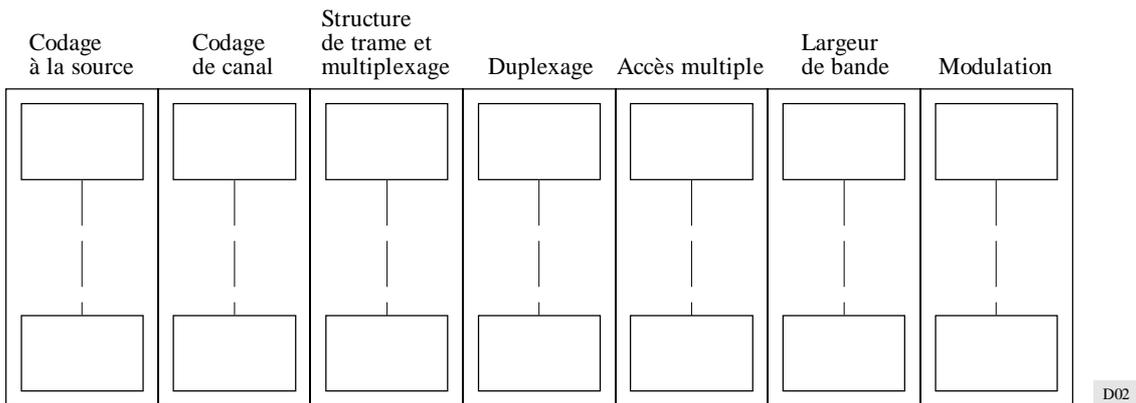
Le jeu des blocs fonctionnels de base qui peut constituer la portion dépendante de la transmission d'une interface radioélectrique à couches basses comprend les blocs suivants:

- multiplexage de la transmission,
- structure de la transmission en trames,
- méthode de duplexage,
- choix de la largeur de bande RF du canal,

- choix du débit binaire du codeur source et de l'algorithme,
- codage du canal et entrelacement,
- méthode d'accès multiple,
- schéma de modulation.

Un système constitué par ces blocs fonctionnels peut avoir une conception optimisée en fonction de chaque environnement d'exploitation ou application de l'utilisateur (voir la Fig. 2).

FIGURE 2
Application de la méthode des blocs fonctionnels pour accroître au maximum le nombre d'éléments communs des interfaces radioélectriques multiples



D02

Dans une interface radioélectrique on peut préciser la portion dépendant de la transmission en combinant les choix effectués dans chaque bloc fonctionnel.

On peut définir un jeu d'un noyau d'éléments communs à toutes les interfaces radioélectriques. Ce jeu peut ou non définir une interface radioélectrique complète par rapport à un certain ensemble d'applications.

Pour préciser la notion d'éléments communs et les procédures visant à accroître au maximum leur nombre, il est utile de recourir au modèle suivant:

- spécifier un jeu d'applications en identifiant toutes les combinaisons possibles de services et d'environnements d'exploitation. Une fois spécifié, ce jeu formera une liste complète de toutes les caractéristiques offertes à l'utilisateur des IMT-2000;
- définir un ensemble générique de blocs fonctionnels qui constituent l'interface radioélectrique;
- utiliser ces deux jeux sur les axes d'une matrice illustrant les deux méthodes. Voir les matrices au § 7.4.

7.4 Méthodes à appliquer pour obtenir des éléments communs

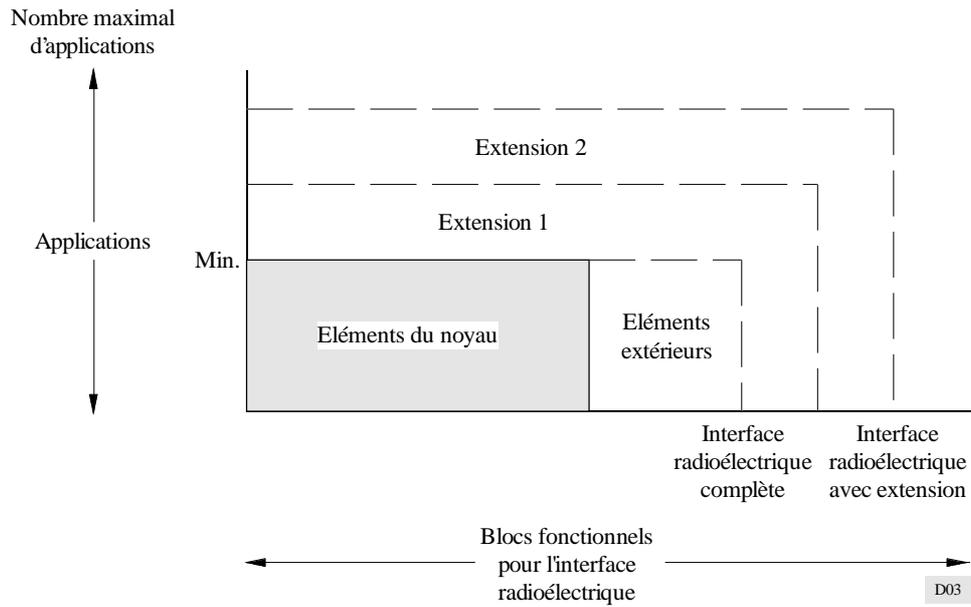
Les Fig. 3 et 4 illustrent la façon d'utiliser les éléments du noyau de l'interface radioélectrique afin d'obtenir un maximum d'éléments communs. La définition de la ou des interfaces des IMT-2000 comprend deux étapes:

- définir les éléments du noyau. Ces éléments peuvent ou non définir une interface radioélectrique complète par rapport à un certain ensemble d'applications;
- trouver les extensions à apporter aux éléments du noyau pour assurer toutes les applications.

Méthodes permettant d'atteindre cet objectif:

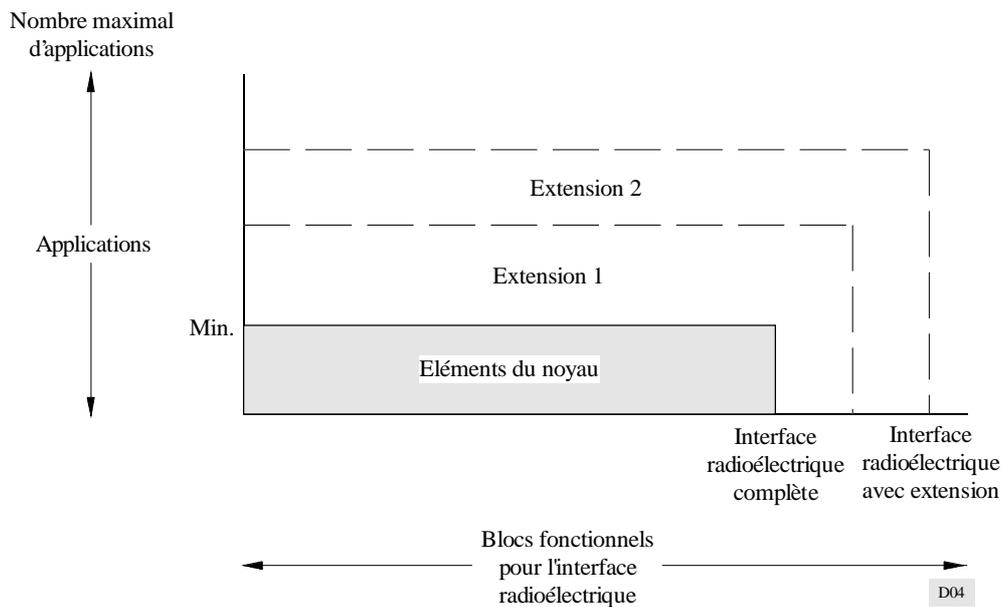
Méthode 1 – Rechercher avant tout le jeu le mieux adapté d'éléments du noyau qui ne définit pas forcément une interface radioélectrique complète mais qui, avec un certain nombre d'extensions appropriées, donne pour tout l'ensemble des applications la meilleure solution quant au coût et à la complexité. Si l'on veut spécifier une interface radioélectrique complète pour un ensemble minimal d'applications, il faut peut-être ajouter un certain nombre d'éléments extérieurs aux éléments du noyau.

FIGURE 3
Méthode I pour l'interface radioélectrique



Méthode II – Il s'agit d'un cas particulier de la première méthode; les éléments du noyau y définissent une interface radioélectrique complète. On s'efforce de trouver une interface radioélectrique complète comprenant des éléments du noyau et présentant une souplesse et une qualité suffisantes pour assurer autant d'applications que possible. Dans ce cas, on définit un ensemble des applications les plus courantes et on identifie les éléments du noyau nécessaires pour les assurer dans une interface radioélectrique complète. On ajoute des extensions à l'interface radioélectrique complète pour permettre des applications supplémentaires.

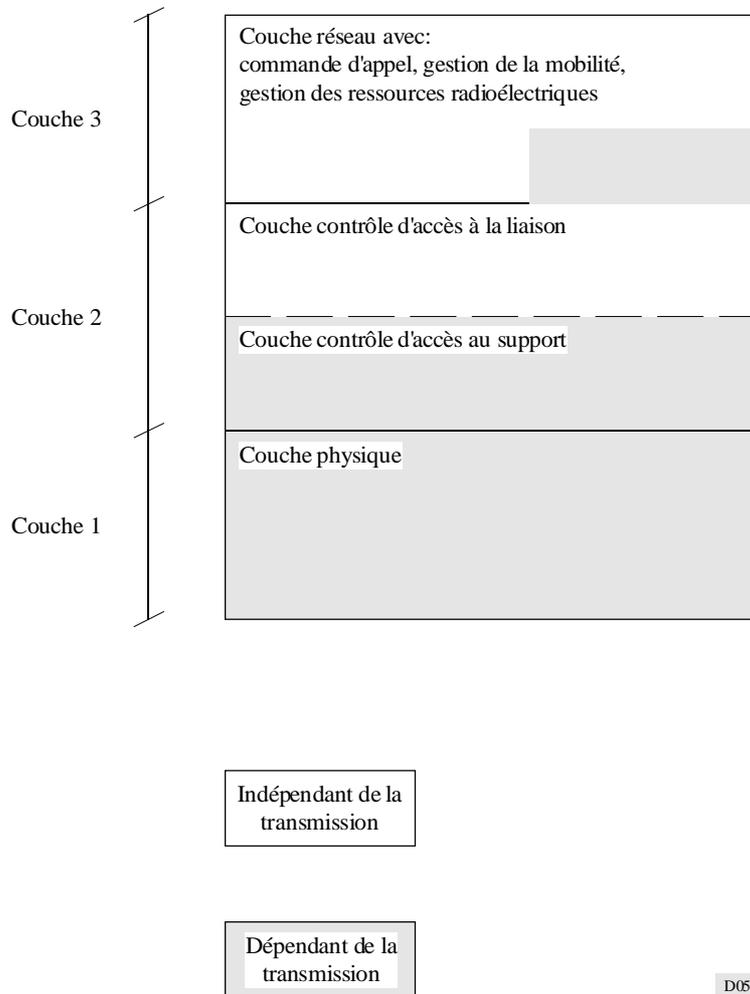
FIGURE 4
Méthode II pour l'interface radioélectrique



8. Description du protocole

On adopte un protocole en couches pour la structure des fonctions de l'interface radioélectrique. Le modèle du protocole radioélectrique de base actuellement envisagé est décrit sur la Fig. 5. Il comprend à la fois un protocole formel en couches et une disposition des couches qui tient compte du fait que la fonction dépend ou non de la transmission radioélectrique.

FIGURE 5
Modèle de protocole envisagé actuellement



Dans le modèle formel, la couche 1 est la couche physique. La couche 2 classique, couche liaison de données, comprend deux sous-couches: contrôle d'accès au support et contrôle d'accès à la liaison. La couche 3 contient certaines fonctions comme la commande d'appel, la gestion de la mobilité et la gestion des ressources radioélectriques; certaines d'entre elles dépendent de la transmission. En outre, pour plusieurs types de services à l'utilisateur, la couche 3 sera transparente pour les données d'utilisateur.

De plus, il peut être nécessaire d'avoir une instance de gestion du système s'acquittant de diverses missions de maintenance du système et du réseau, qui ne s'insère pas bien dans le protocole classique.

La couche physique et la couche contrôle d'accès au support peuvent être physiquement très dépendantes l'une de l'autre et il peut en être de même pour la couche contrôle d'accès à la liaison. Il est préférable de faire en sorte que la couche 3 soit aussi indépendante que possible de la transmission.

8.1 Couche physique

La couche physique assure une liaison radioélectrique sur la ou les interfaces radioélectriques, caractérisée par son débit et la qualité des données.

Il est souhaitable que les exigences de qualité de transmission qui sont imposées à partir des couches supérieures jusqu'à la couche physique soient les mêmes pour tous les services.

8.2 Couche contrôle d'accès au support

La couche contrôle d'accès au support contrôle la liaison radioélectrique de la couche physique, effectue le contrôle de la qualité de la liaison et adapte le format du train de données à cette liaison radioélectrique.

On espère identifier et exploiter, quand cela est possible, l'existence d'éléments communs dans la couche contrôle d'accès au support des diverses interfaces radioélectriques.

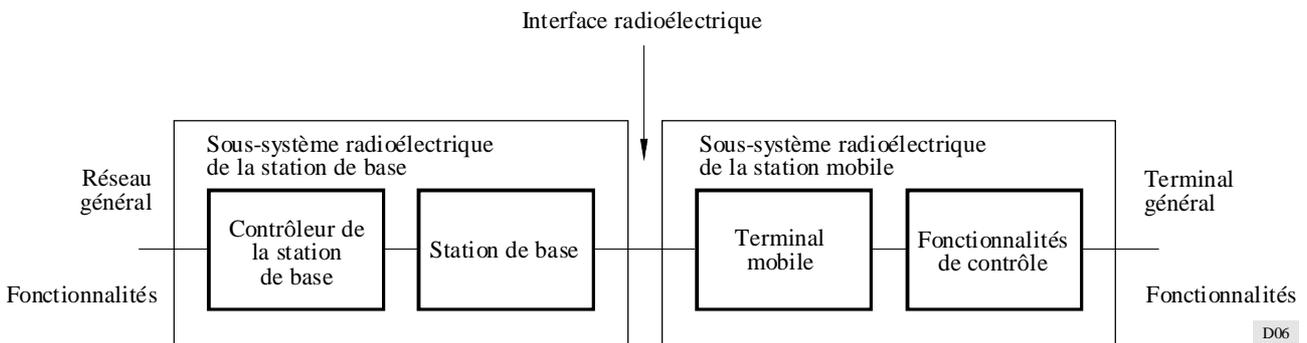
8.3 Couche contrôle d'accès à la liaison

La couche contrôle d'accès à la liaison assure les fonctions d'établissement, de maintien et de libération d'une connexion logique de liaison. Un système commun de protocole pour contrôle d'accès à la liaison qui assure une gamme de modes de contrôle peut s'appliquer à toutes les interfaces radioélectriques. La couche contrôle d'accès à la liaison peut être commune à toutes les interfaces radioélectriques. Il convient que, dans la mesure du possible, elle ne comprenne pas de fonctions dépendant de la transmission radioélectrique.

8.4 Groupes fonctionnels

La Recommandation UIT-R M.817 définit l'architecture du réseau des IMT-2000. La Fig. 6 présente un modèle fonctionnel approfondi du sous-système radioélectrique des IMT-2000. On notera qu'il y a de nombreuses façons d'adapter les fonctionnalités détaillées de la Recommandation UIT-R M.817 à ce modèle. Dans cette Recommandation le modèle fonctionnel approfondi n'est pas censé impliquer une quelconque mise en œuvre matérielle.

FIGURE 6
Modèle fonctionnel approfondi pour sous-système radioélectrique
et groupes fonctionnels



Dans ce modèle, les fonctionnalités de contrôle sont séparées des fonctionnalités des faisceaux hertziens tant dans le sous-système radioélectrique de la station de base que dans celui de la station mobile. Les fonctionnalités des faisceaux hertziens ne montent que jusqu'à la couche 3. Les fonctionnalités de contrôle ne descendent que jusqu'à la couche contrôle d'accès à la liaison. C'est ce qu'illustre la Fig. 7.

9. Structure du canal

9.1 Canal radiofréquence (canal RF)

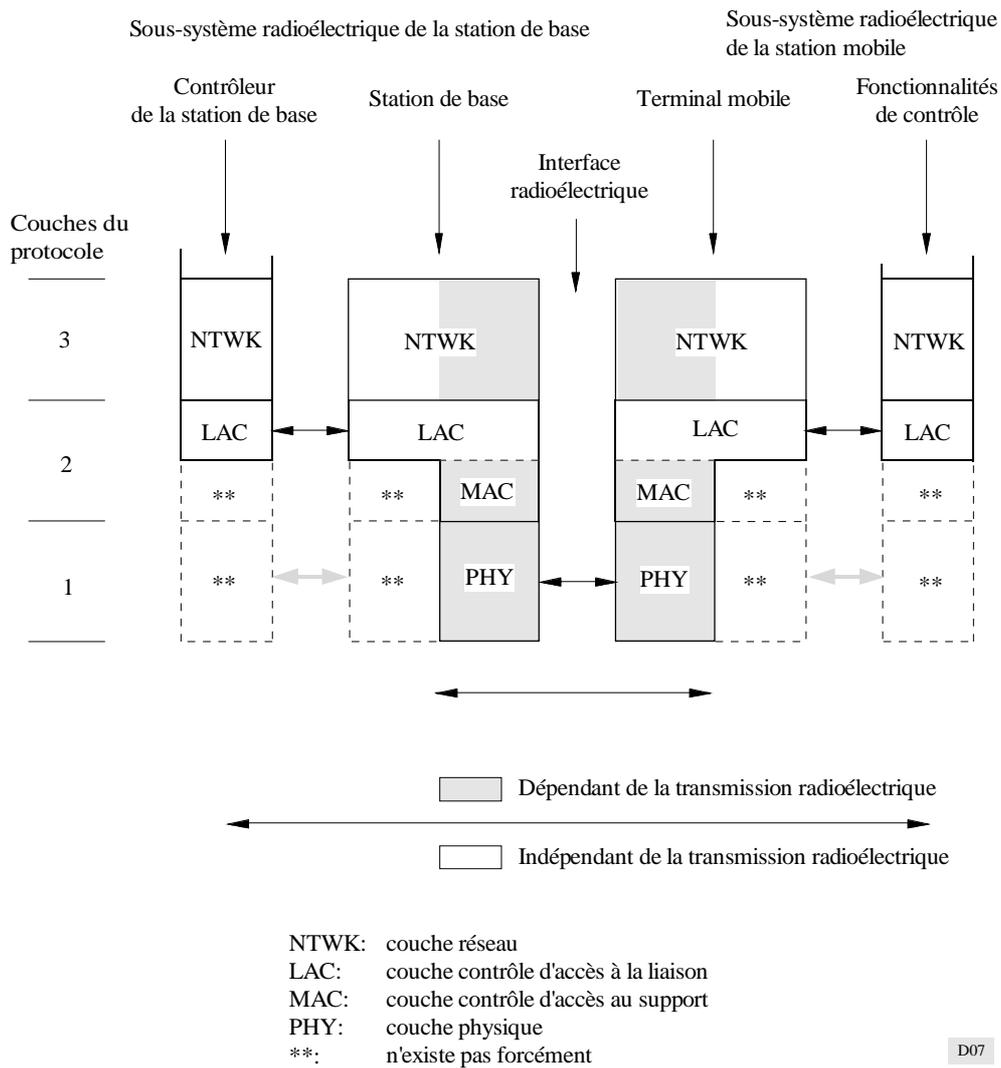
Un canal radiofréquence (RF) représente une certaine portion du spectre RF avec une largeur de bande et une fréquence porteuse données et peut acheminer de l'information sur la ou les interfaces radioélectriques.

9.2 Canaux physiques

Un canal physique est une portion donnée d'un canal ou de plusieurs canaux radiofréquences définie dans le domaine des fréquences, du temps et du codage. Selon le spectre disponible, les exigences du service, etc., la structure du canal physique peut évoluer dans le temps. Il y aura des canaux à commutation de circuits et à commutation par paquets.

FIGURE 7

Modèle de protocole du sous-système radioélectrique



D07

9.3 Canaux logiques

La Fig. 8 présente la structure du canal logique pour les IMT-2000. Certains services et fonctionnalités peuvent utiliser un sous-ensemble de cette structure. Ce sous-ensemble peut évoluer avec le temps.

Les canaux logiques sont adaptés à un ou plusieurs canaux physiques. Il y a deux grandes catégories de canaux logiques:

- les canaux de contrôle qui acheminent essentiellement les messages de gestion du système,
- les canaux de trafic qui acheminent la parole ou les données de l'utilisateur.

9.3.1 Canaux de contrôle

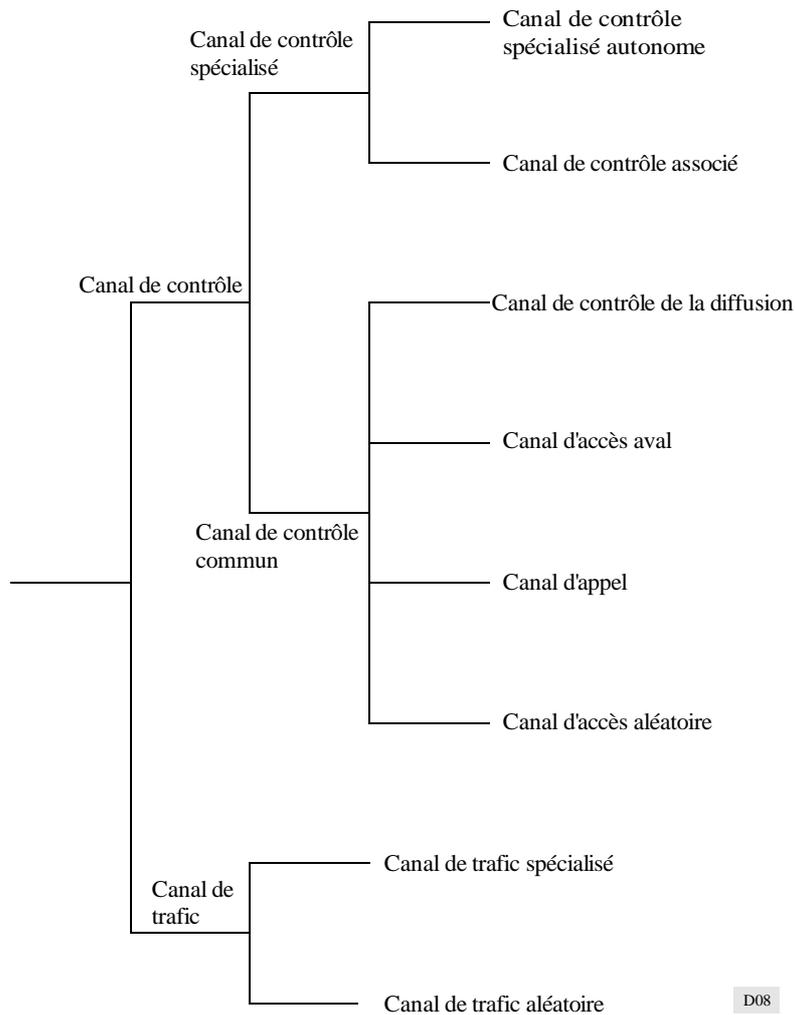
Les canaux de contrôle sont destinés essentiellement à acheminer l'information de signalisation pour la gestion des appels, de la mobilité et des ressources radioélectriques.

La configuration des canaux d'une station mobile comprend un ou plusieurs canaux de contrôle qui peuvent évoluer dans le temps, selon la configuration des canaux.

Les canaux de contrôle se divisent à leur tour en divers types de canaux de contrôle qui ont des caractéristiques communes:

- canal de contrôle commun,
- canal de contrôle spécialisé.

FIGURE 8
Structure du canal logique



D08

9.3.1.1 Canaux de contrôle communs

Un canal de contrôle commun (CCCH) est un canal de contrôle point à multipoint qui achemine des messages sans connexion; il est destiné essentiellement à acheminer l'information de signalisation nécessaire aux fonctions de gestion de l'accès. Sur les canaux de contrôle communs, on peut rencontrer les types de messages suivants:

- information de diffusion,
- demande d'accès,
- autorisation d'accès,
- messages d'appel,
- données de paquet d'utilisateur.

Il y a quatre types distincts de canaux de contrôle communs: canaux de contrôle de la diffusion, d'accès aléatoire, d'accès aval et d'appel.

- *Canal de contrôle de la diffusion*

Un canal de contrôle de la diffusion (BCCH) est un canal de contrôle unidirectionnel point à multipoint, émis par l'infrastructure des IMT-2000 vers les stations mobiles. Un BCCH est censé diffuser diverses informations vers les stations mobiles. Toutes les stations mobiles doivent se porter à l'écoute du BCCH avant une tentative d'accès.

– *Canal d'accès aléatoire*

Le canal d'accès aléatoire (RACH) est un canal de contrôle unidirectionnel sur la liaison de retour. Un RACH achemine un certain nombre de messages, comme les demandes d'établissement d'appel et les réponses aux interrogations émanant du réseau.

– *Canal d'accès aval*

Le canal d'accès aval (FACH) est un canal de contrôle unidirectionnel émis côté réseau vers les stations mobiles. Un FACH achemine un certain nombre de messages de gestion du système comme les interrogations adressées aux stations mobiles et les assignations des ressources radioélectriques et de mobilité associées. Un FACH peut aussi acheminer des données d'utilisateur du type paquet.

– *Canal d'appel*

Le canal d'appel (PCH) sert à appeler les stations mobiles pour chercher celle à laquelle un appel arrivant est destiné.

9.3.1.2 Canaux de contrôle spécialisés

Un canal de contrôle spécialisé (DCCH) est un canal de contrôle bidirectionnel point à point. Tous les canaux n'ont pas le même débit binaire. On les classe aussi en fonction de caractéristiques techniques:

– *Canal de contrôle spécialisé autonome*

Un canal de contrôle spécialisé autonome (SDCCH) est un DCCH dont l'attribution ne dépend pas de l'attribution d'un canal de trafic (TCH).

– *Canal de contrôle associé*

Un canal de contrôle associé est toujours attribué avec un TCH ou un SDCCH.

9.3.2 Canaux de trafic

Les canaux de trafic sont destinés à acheminer une large diversité de flux d'informations d'utilisateur. Ils peuvent servir à donner accès à toutes sortes de modes de communication au sein des IMT-2000 et des réseaux auxquels les IMT-2000 donnent accès. Il y a deux catégories de canaux de trafic classés d'après leurs caractéristiques techniques:

– *Canal de trafic spécialisé*

Un canal de trafic spécialisé (DTCH) est un canal bidirectionnel ou unidirectionnel dans la liaison aval qui achemine l'information de l'utilisateur.

– *Canal de trafic aléatoire*

Le canal de trafic aléatoire (RTCH) est un canal de trafic unidirectionnel dans la liaison de retour. Un RTCH achemine des données d'utilisateur du type paquet.

Pour faciliter l'interconnexion avec le RNIS, les canaux de trafic doivent avoir des possibilités fonctionnelles équivalentes à celles des canaux B du RNIS. Les débits précis de données ou la gamme des débits de données seront propres aux transmissions radioélectriques. En raison des contraintes imposées par la transmission radioélectrique, le spectre disponible et les considérations économiques, il peut être difficile d'assurer toutes les possibilités des canaux B du RNIS.

9.4 Structure de trame

Une structure de trame peut servir à scinder un canal physique où chaque trame peut être assignée à différents objectifs de la gestion des communications (par exemple, une trame pour les BCCH et une autre pour les PCH). On peut envisager des structures de trame fixes ou variables.

9.5 Multiplexage

Le multiplexage est le processus qui combine les canaux logiques. On peut le réaliser au moyen d'une structure en trame.

Afin qu'il y ait le plus d'éléments communs possible dans les interfaces radioélectriques des IMT-2000, il peut être intéressant de séparer la fonction de multiplexage en composantes dépendant de la transmission et en composantes indépendantes de la transmission. Il faut qu'il y ait un nombre maximal de ces dernières.

Le schéma de multiplexage doit tenir compte des exigences de qualité des divers services et utiliser cette information pour une optimisation dynamique du flux d'information qui emprunte la ressource radioélectrique assignée.

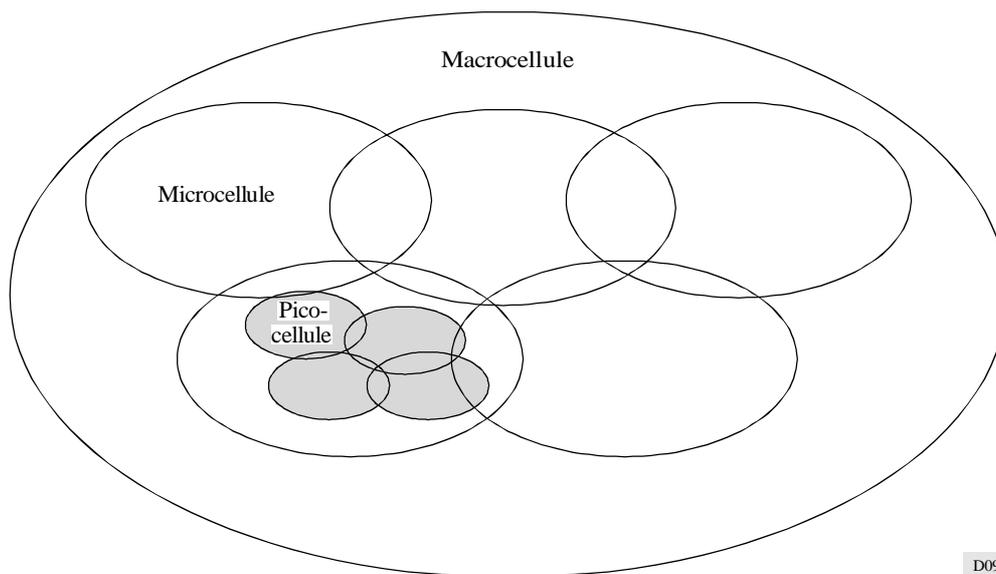
10. Aspects cellulaires

Ce paragraphe décrit l'environnement cellulaire où fonctionnent les IMT-2000, y compris la structure en couches des cellules et le recours aux extensions de couverture des cellules.

10.1 Description des cellules

Afin de donner aux systèmes des IMT-2000 une grande capacité de trafic avec aussi peu de transferts que possible pour des stations mobiles de vitesses diverses et pour accroître au maximum l'efficacité du spectre, il peut être intéressant d'avoir des cellules IMT-2000 de divers types en fonction des paramètres de la station mobile, comme ses caractéristiques de mobilité, sa puissance de sortie et les types de services mis en jeu. Une couche de cellules comprendrait des cellules de même type dans une zone de service des IMT-2000. En principe, comme le montre la Fig. 9, il est possible d'exploiter simultanément plusieurs types de cellules dans une même zone géographique. Toutes les cellules d'une couche partagent totalement ou en partie la même portion du spectre (sous-bandes, par exemple).

FIGURE 9
Cellules multicouches



D09

Cette disposition en couches des cellules n'implique pas que toutes les stations mobiles peuvent se connecter à toutes les stations de base qui couvrent l'emplacement où se trouve la station mobile (en raison de la puissance de sortie ou de restrictions du service, par exemple).

On distingue quatre catégories de couches de cellules: mégacellules (satellite), macrocellules, microcellules et picocellules. Cela ne veut pas dire, cependant, qu'il n'y ait que ces quatre couches de cellules.

Il appartient à chaque exploitant de décider quels types de cellules seront utilisés pour les divers services des IMT-2000. Toutefois, la dimension des cellules est liée à la distance radioélectrique, ce qui impose des contraintes à la conception de la ou des interfaces radioélectriques. Le Tableau 1 présente quelques paramètres de cellule typiques de ces sortes de cellules.

TABLEAU 1

Exemples de paramètres typiques de certaines sortes de cellules

Type de cellule	Mégacellule	Macrocellule	Microcellule	Picocellule
Rayon de la cellule	100-500 km	≤ 35 km	≤ 1 km	≤ 50 m
Installation	Orbite basse/ très elliptique/ géostationnaire	Sommet d'immeuble/ pylône, etc.	Lampadaire/ paroi d'immeuble	A l'intérieur d'un immeuble
Vitesse du terminal		≤ 500 km/h	≤ 100 km/h	≤ 10 km/h

10.1.1 Mégacellules (satellite)

Les mégacellules desservent de vastes zones et sont particulièrement utiles pour des régions isolées où la densité de trafic est faible. En raison de leur dimension, les mégacellules recouvrent des types d'environnement aussi divers qu'une ville ou une zone rurale isolée, même là où on n'a accès à aucun réseau de télécommunication de Terre; dans les pays en développement, il peut s'agir du seul type de cellule disponible, même en zone urbaine.

A l'heure actuelle, on ne peut pratiquement créer des mégacellules qu'au moyen de satellites et c'est pourquoi on utilise parfois le terme *cellule à satellite* à la place de *mégacellule*. Toutefois, comme il est possible qu'à l'avenir les satellites desservent aussi des macrocellules, on préfère le terme de *mégacellule*.

La cellule sera en général de grande dimension, en fonction de l'altitude du satellite, de la puissance et de l'ouverture de l'antenne; il y aura donc une grande distance entre la station mobile et la station de base. En outre, la mégacellule est caractérisée par une faible densité de trafic par rapport à celui des cellules de Terre et elle peut admettre des stations mobiles à déplacement très rapide. Contrairement aux types de cellules de Terre des IMT-2000 qu'on peut en général optimiser en fonction de l'environnement (obstacles dus aux feuillages et aux bâtiments) et de la vitesse de la station mobile, la mégacellule doit être à la fois souple et résistante pour accepter une plus large gamme de scénarios de ses utilisateurs.

On notera que pour les satellites non géostationnaires, les cellules que définissent les satellites se déplaceront sur la Terre car le satellite tourne autour du globe. Cela peut parfois exiger des transferts, même si la station mobile est stationnaire.

10.1.2 Macrocellules

Les macrocellules sont des cellules extérieures de grand rayon, normalement jusqu'à 35 km. Toutefois on peut les rendre plus grandes, par exemple, au moyen d'antennes directives.

Les macrocellules se caractérisent par une densité de trafic faible à moyenne, des stations mobiles de vitesse modérée et des services à bande étroite. On peut trouver des macrocellules typiques dans un environnement rural ou suburbain avec une gêne modérée due aux bâtiments et, selon le terrain, une gêne sensible due aux feuillages.

10.1.3 Microcellules

Les microcellules sont des cellules extérieures avec des antennes peu élevées, situées surtout en zone urbaine, avec un rayon qui ne dépasse normalement pas 1 km.

Les microcellules se caractérisent par une densité de trafic moyenne à forte, des stations mobiles à faible vitesse et des services à bande étroite. Dans leur environnement, on peut être nettement gêné par des obstacles artificiels.

10.1.4 Picocellules

Les picocellules sont de très petites cellules de rayon normalement inférieur à 50 m. Elles sont surtout situées dans les bâtiments et sont censées offrir une très grande capacité de trafic.

Elles se caractérisent par une densité de trafic moyenne à forte, des stations mobiles à déplacement lent et des services à large bande.

10.2 Extension de la couverture des cellules

En zone rurale, on peut avoir besoin de répéteurs pour agrandir la couverture d'une station de base et garantir un accès à des usagers qui sont soit trop éloignés soit masqués par le relief. Pour franchir de grandes distances, à partir de la station de base, et contourner les obstacles dus au relief, il peut parfois être nécessaire de former une chaîne de répéteurs qui atteindra, dans certains cas, dix unités. (On aura alors des formes de cellules qui ne cadrent pas avec les scénarios décrits ci-dessus.)

Les circuits électroniques du répéteur ainsi que la propagation due à la distance entre la station de base et la dernière station d'utilisateur ajouteront un retard dans le trajet de transmission. Sans imposer de contraintes excessives à la conception des IMT-2000, il faudra que la structure de la trame temporelle et le logiciel associé tiennent compte de la nécessité d'inclure ces retards dès le début pour qu'on puisse employer des répéteurs si nécessaire.

10.3 Caractéristiques des cellules multicouches

10.3.1 Cas d'exploitants multiples

Dans une même zone géographique, il peut y avoir plusieurs exploitants non coordonnés.

Il faut aussi considérer que les IMT-2000 devront peut-être fonctionner dans cet environnement non réglementé; il s'agit en général d'extensions privées du réseau de télécommunications fixe dans des résidences ou des bureaux privés, où un grand nombre d'exploitants non coordonnés doivent partager la même bande de fréquences.

10.3.2 Transferts

Pour les stations mobiles qui doivent utiliser des types de cellules distincts, il faut que le transfert d'une couche de cellules à une autre soit possible. Le § 11 examine aussi la question du transfert.

10.3.3 Choix de la couche de cellules

Lorsqu'une station mobile est sur le point de lancer ou de recevoir un appel (ou d'émettre ou de recevoir des données), il faut décider à quel type de cellule on aura accès; la vitesse par rapport à la station de base concernée, la disponibilité de la cellule et la puissance d'émission nécessaire vers ou depuis la station mobile sont des critères de choix de la cellule. Quand plusieurs types de cellules sont disponibles, on choisira celle qui est la plus avantageuse du point de vue du coût et de la capacité; c'est en général celle qui a besoin de la puissance la plus faible pour communiquer avec la station mobile, dans les deux sens.

11. Fonctions de commande de la liaison et de gestion du système

Les fonctions de gestion du système comprennent toutes les fonctions nécessaires pour établir, maintenir et supprimer une connexion entre une station mobile et une station de base. On peut leur donner une structure hiérarchique:

- mesure de la qualité de la liaison,
- choix de la cellule,
- stratégies de gestion des canaux,
- choix et assignation des canaux,
- transfert,
- fonctions assurant la mobilité (comme l'ouverture et la fermeture de session et la mise à jour de la localisation).

11.1 Mesure de la qualité de la liaison radioélectrique

Il faut mesurer en permanence la qualité des liaisons radioélectriques aller et retour. A cette fin, il faudra au moins contrôler la qualité du signal reçu. On peut aussi mettre en œuvre d'autres méthodes pour déterminer la qualité de la liaison, comme le contrôle des taux d'erreur binaire.

11.2 Choix de la cellule

Le choix d'une cellule peut se faire selon divers critères qui dépendront du service fourni à l'utilisateur terminal. Certains services exigent la participation de différentes couches de cellules. Pour aider le réseau à assurer ces services, on pourrait lui communiquer certaines informations (comme la vitesse relative du mobile).

On peut envisager deux processus de choix de cellule distincts: la sélection initiale de cellule (verrouillage) et la resélection de cellule.

11.2.1 Sélection initiale de la cellule

Quand une station mobile vient d'être mise en marche, elle ne sait rien des exploitants potentiels ni des cellules qu'ils exploitent. La station mobile commence par chercher les bandes de fréquences disponibles pour les exploitants appropriés. Le choix de l'exploitant se fait selon les critères suivants:

- préférence de l'utilisateur,
- réseaux disponibles,
- possibilités de la station mobile,
- possibilités du réseau,
- mobilité de la station mobile,
- exigences du service.

Une fois qu'un système est choisi, la station mobile cherche les stations de base appropriées et se verrouille sur elles. Les critères de verrouillage sur une station de base et par conséquent d'écoute de son canal de contrôle de la diffusion sont les suivants:

- la station de base appartient à l'exploitant choisi,
- elle est jugée la meilleure quant à la qualité du signal,
- la station mobile est autorisée à y avoir accès.

Quand la station mobile s'est verrouillée sur la station de base, elle se trouve dans le mode verrouillé au repos. Si au bout d'un certain temps, elle ne trouve aucune station de base convenable, la station mobile retourne au mode non verrouillé au repos.

11.2.2 Resélection de cellule

En mode actif, la station mobile mesure périodiquement (ou en permanence) la qualité du signal, contrôle les informations des cellules sur le canal de diffusion et met à jour sa liste des profils des cellules environnantes, qu'elle soit stationnaire ou en mouvement. Ce contrôle est à la base du processus de resélection de cellule (toutefois, on ne sait pas pour autant où se déroule le processus).

La resélection de cellule peut se déclencher dans une des circonstances suivantes:

- la cellule en usage ne convient plus soit à cause des brouillages soit à cause de la puissance de sortie nécessaire,
- défaillance de la liaison radioélectrique,
- demande formulée par le réseau,
- problèmes de charge de trafic,
- demande de l'utilisateur.

11.3 Choix et assignation du canal

Le choix/l'assignation d'un canal est le processus par lequel le système prend connaissance des canaux disponibles et en assigne un ou plusieurs à un appel au moyen d'un algorithme d'assignation de canal. Cet algorithme peut considérer:

- la charge du système,
- les structures de trafic,
- les types de services,
- les priorités des services,
- les brouillages.

11.4 Accès à un canal et libération

L'accès à un canal est le processus par lequel une connexion est établie sur le ou les canaux physiques. La probabilité de succès dépend des brouillages et de la forme géométrique des cellules.

La libération d'un canal est le processus par lequel une connexion est interrompue par la libération du ou des canaux physiques intéressés.

11.5 Transfert

Le transfert est le changement du ou des canaux physiques utilisés par un appel effectué sans interrompre l'appel. Le transfert peut porter sur des acheminements par réseaux filaires ou sur des canaux radioélectriques. Le transfert permet la mobilité des terminaux; de plus, il est nécessaire pour éviter qu'un appel soit interrompu lorsqu'on franchit la frontière d'une cellule ou lorsque les conditions radioélectriques se dégradent.

11.5.1 Types de transferts

Les types de transferts applicables aux IMT-2000 comprennent:

- le transfert intracellulaire (dans une cellule),
- le transfert intercellulaire (entre cellules de la même couche de cellules),
- le transfert intercouches,
- le transfert interréseaux.

11.5.2 Stratégies de transfert

Voici quelques exemples de stratégies de transfert applicables aux IMT-2000:

- transfert commandé par le mobile; la station mobile y commande la phase d'évaluation avant de déclencher le transfert ainsi que l'exécution du transfert;
- transfert assisté par le mobile, où la station de base commande le processus de transfert avec la participation (pour les mesures, par exemple) de la station mobile;
- transfert commandé par la base où la station de base commande la phase d'évaluation avant l'exécution, ainsi que l'exécution du transfert.

11.5.3 Processus de transfert

Du point de vue de la transmission, le processus de transfert peut se décomposer en deux phases principales:

- la phase d'évaluation du transfert,
- la phase d'exécution du transfert.

11.5.3.1 Evaluation du transfert

Au cours de la phase d'évaluation, la station mobile et/ou la station de base examinent en permanence s'il y a quelque raison d'effectuer un transfert. Ce processus comprend le balayage de la bande de fréquences des IMT-2000 pour trouver les exploitants appropriés, les environnements d'exploitation, etc., et la recherche des données nécessaires, afin de pouvoir évaluer la nécessité d'un transfert. Il y a plusieurs raisons pour déclencher un transfert.

Transferts déclenchés par le réseau:

- exploitation et maintenance,
- optimisation de la capacité des canaux radioélectriques.

Transferts déclenchés par la transmission:

- transmission radioélectrique défectueuse (dispersion des retards, etc.),
- variation du niveau du signal,
- brouillages significatifs.

Pour les IMT-2000, les critères de transfert déclenché par la transmission comprennent:

- l'intensité du signal (mesures),
- le rapport signal sur brouillage (exprimé sous forme de taux d'erreur binaire, par exemple; ou d'après toute autre qualité appropriée des paramètres du service),
- la distance entre station de base et station mobile,
- la vitesse de la station mobile,
- le type de mobilité de la station mobile.

Ces critères peuvent reposer sur des données qui concernent le canal en question, d'autres canaux disponibles, d'autres cellules ou stations de base dans le même environnement d'exploitation radioélectrique et des cellules ou stations de base qui assurent d'autres environnements d'exploitation radioélectriques appropriés, etc. Il faut établir comme il se doit la moyenne de ces critères de transfert déclenché par la transmission et les apprécier de façon à garantir la stabilité des mécanismes de transfert (par exemple, avec des marges d'hystérésis appropriées). De plus, on peut rassembler indépendamment les données des liaisons aller et retour, selon les stratégies de transfert mises en jeu.

11.5.3.2 Exécution du transfert

Si l'évaluation du transfert conclut à sa nécessité, la décision d'exécution est prise et le processus de transfert commence alors. La décision est prise par la station mobile ou la station de base, selon la stratégie de transfert employée.

L'algorithme précis qui conduit à la décision d'effectuer un transfert ne se prête pas forcément à la normalisation. Toutefois, il peut dépendre des stratégies globales de transfert utilisées qui, à leur tour, dépendent de l'environnement d'exploitation.

11.6 Fonctions assurant la mobilité

Pour rendre possible la mobilité entre groupes de cellules ou entre systèmes, il faut que la station mobile et le réseau fixe permettent l'exécution de certaines fonctions.

11.6.1 Ouverture et fermeture de session

Les messages d'ouverture et de fermeture de session sont transmis de la station mobile au réseau pour indiquer à ce dernier l'état des terminaux. Cela n'exclut pas la possibilité que le réseau lance ce processus.

11.6.2 Mise à jour de la localisation

La mise à jour de la localisation a pour but de faire savoir dans quelle zone se trouve une station mobile. La zone de localisation est la zone géographique dans laquelle le réseau recherchera la station mobile. On procède à une mise à jour de la localisation quand une station mobile pénètre dans une nouvelle zone de localisation. Il faut trouver un compromis entre la fréquence des mises à jour de la localisation et la dimension de la zone de localisation.

12. Qualité du système

12.1 Contrôle des brouillages

En ce qui concerne les brouillages il faut considérer la synchronisation, le contrôle de la puissance et la gestion des ressources radioélectriques. Dans un scénario où plusieurs systèmes peuvent coexister, il est essentiel de s'assurer que les brouillages intrasystème et intersystèmes restent à un niveau acceptable.

12.1.1 Synchronisation

Les types de synchronisation à considérer quand on évalue les diverses technologies de transmission sont les suivants:

- synchronisation temporelle entre stations de base d'un même système,
- synchronisation temporelle entre stations de base de systèmes distincts mais situés dans la même zone géographique,
- synchronisation temporelle entre terminaux d'abonnés et stations de base,
- influence de la signalisation,
- exigences de synchronisation,
- précision de la synchronisation.

12.1.2 Contrôle de la puissance

Le contrôle de la puissance sert à réduire au minimum les brouillages tant intrasystème qu'intersystèmes. La puissance de sortie des stations mobiles et de base peut être contrôlée selon un schéma de contrôle de puissance à boucle ouverte ou fermée.

12.1.3 Stratégies de gestion des ressources radioélectriques

Quel que soit le type de gestion des ressources radioélectriques, les ressources totales disponibles sont réparties selon les exigences du trafic entre différentes couches de cellules et divers exploitants. Toutefois, afin de réduire globalement les brouillages dans la bande de fréquences tout en acheminant un trafic maximal, il peut être nécessaire de fonder les stratégies d'attribution des ressources sur une méthode dynamique.

A long terme, il se peut qu'il faille que les réseaux IMT-2000 soient capables de reconfigurer leur utilisation des blocs de fréquences en fonction des variations de trafic, des exigences du service et des attributions du spectre. Ces possibilités seront aussi nécessaires dans les environnements résidentiels ou de bureau.

12.2 Stratégies de diversité

Les techniques de diversité pouvant accroître la capacité du système et améliorer la qualité du service, il faut donc y penser lors de la mise en œuvre des IMT-2000. Il y a plusieurs types de diversité, à l'émission et à la réception, à savoir, entre autres:

- la diversité d'espace des antennes,
- la diversité d'espace de la station de base (macrodiversité),
- la diversité de trajet,
- la diversité de fréquence,
- la diversité temporelle.

La diversité peut imposer des exigences aux spécifications de la ou des interfaces radioélectriques et du sous-système radioélectrique. Il faut donc y penser lors de la spécification de la commande de la liaison et de la gestion du système. Il faut aussi prendre en compte son influence sur l'infrastructure du réseau fixe.

12.3 Contrôle du débit variable de données

Diverses méthodes permettent d'assurer qu'on a répondu aux demandes portant sur la fourniture de débits variables de données:

- fourniture directe de débits variables de données sur la ou les interfaces de transmission radioélectriques,
- modification du nombre de canaux supports afin de combiner plusieurs canaux supports pour obtenir le débit souhaité par l'utilisateur,
- accès par paquets.

12.4 Techniques d'amélioration de la capacité

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent favoriser la mise en œuvre et l'usage de techniques appropriées d'amélioration de la capacité. Il dépend toutefois du schéma d'accès multiple retenu qu'elles soient applicables ou non. On trouvera ci-après des exemples de techniques d'amélioration de la capacité applicables aux IMT-2000:

- sauts de fréquence lents,
- contrôle dynamique de la puissance,
- attribution dynamique des canaux,
- transmissions discontinues pour la voix, avec détection de l'activité vocale et services non vocaux,
- codecs de source à débits binaires moyens inférieurs et variables.

12.5 Techniques permettant d'économiser les batteries

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent favoriser la mise en œuvre et l'usage des techniques de nature à économiser les batteries. On citera par exemple:

- le contrôle de la puissance de sortie,
 - une réception discontinue,
 - une émission discontinue.
-