

RECOMMANDATION UIT-R M.1167*

**Cadre de description de l'élément satellite des
télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)**

(1995)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	2
2 Objet	2
2.1 Intention	3
3 Structure de la Recommandation	3
4 Documents connexes	3
5 Abréviations	3
6 Caractéristiques de l'élément satellite des IMT-2000	4
6.1 Caractéristiques principales de l'élément satellite des IMT-2000	4
6.2 Couverture et transfert	4
6.3 Configuration du système à satellites	6
6.4 Position du mobile	6
6.4.1 Utilisation autorisée de l'information de position	6
6.5 Aspects sécurité	6
7 Éléments satellite et de Terre intégrés	7
7.1 Intégration du réseau	7
7.2 Intégration des services	7
7.3 Intégration de l'interface radioélectrique	7
7.4 Déplacements entre éléments de Terre et satellite	8
8 Normalisation/caractéristiques communes des interfaces associées à l'élément satellite des IMT-2000	8
8.1 Interfaces radioélectriques	10
8.1.1 Considérations générales	10
8.1.2 STP/STM/RR par satellite (Interface A)	11
8.2 Interfaces de réseau	12
9 Services assurés par l'élément satellite des IMT-2000	13
9.1 Considérations générales concernant les IMT-2000	13
9.2 Considérations relatives à l'élément satellite	13

* En accord avec la Résolution UIT-R 44, la Commission d'études 8 des radiocommunications a apporté des modifications éditoriales à la présente Recommandation en 2004.

1 Introduction

Les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) sont des systèmes mobiles de la troisième génération 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.

Les éléments de Terre et satellite intégrés des IMT-2000 sont complémentaires en ce qui concerne la fourniture du service. Ils recouvrent ensemble l'ensemble des densités d'utilisateurs, de types de service et des divers services disponibles qui composent les IMT-2000. Chaque élément possède des avantages et des contraintes qui lui sont propres.

L'élément de Terre assure, économiquement, des services de télécommunication de qualité élevée, en particulier aux zones de densité d'utilisation forte à très forte. L'élément satellite fournit aux utilisateurs des services de télécommunication de qualité reposant avant tout sur une couverture quasiment mondiale; c'est aussi le plus économique, en dehors des zones desservies par l'élément de Terre. Outre qu'il assure une couverture mondiale, l'élément satellite peut, dans les zones à plus forte densité de population, précéder et favoriser une couverture ultérieure par l'élément de Terre.

2 Objet

La Recommandation UIT-R M.818 spécifie les caractéristiques générales de l'élément satellite des IMT-2000. La Recommandation UIT-R M.1035 décrit le cadre des interfaces radioélectriques des IMT-2000 en tenant plus particulièrement compte de l'élément de Terre.

La présente Recommandation décrit, conjointement avec la Recommandation UIT-R M.1035, les possibilités et les caractéristiques techniques et opérationnelles de l'élément satellite, notamment quand elles diffèrent de celles de l'élément de Terre. Elle fournit un cadre pour le développement ultérieur de l'élément satellite des systèmes globaux intégrés des IMT-2000.

En particulier, cette Recommandation étudie les différents aspects de l'intégration avec l'élément de Terre, ainsi que les problèmes d'exploitation, les interfaces de réseau et les interfaces radioélectriques.

2.1 Intention

La présente Recommandation s'inspire de la Recommandation UIT-R M.818 en particulier, pour fournir des éléments de base d'abord aux Recommandations connexes relatives aux procédures de choix de l'interface radioélectrique pour les systèmes à satellites et, par la suite, pour les choix et les spécifications cruciaux pour l'élément satellite des IMT-2000, ainsi que des directives pour la conception des systèmes à satellites.

3 Structure de la Recommandation

La présente Recommandation de base énonce plusieurs considérations sous la forme de discussions qui sont regroupées dans les paragraphes suivants: caractéristiques propres à l'élément satellite (§ 6), éléments satellite et de Terre intégrés (§ 7), normalisation/caractéristiques communes des interfaces associées à l'élément satellite des IMT-2000 (§ 8) et services assurés par l'élément satellite des FSMTPT (§ 9). Ces considérations font partie de la Recommandation globale et les recommandations spécifiques, représentées en caractères gras et en italique, font suite aux discussions dans chaque paragraphe.

4 Documents connexes

Recommandations UIT-R M.818, UIT-R M.819, UIT-R M.1035, UIT-R M.1036 et UIT-R M.1078

5 Abréviations

AMDC:	accès multiple par différence de code
AMRF:	accès multiple par répartition en fréquence
AMRT:	accès multiple par répartition dans le temps
HEO:	orbite elliptique fortement inclinée
IN:	réseau intelligent
LEO:	orbite terrestre basse
LIS:	liaison inter-satellites
MEO:	orbite terrestre moyenne
MFDT:	multifréquence à deux tonalités
OSG:	orbite des satellites géostationnaires
p.i.r.e.:	puissance isotrope rayonnée équivalente
RR:	récepteur de radiorecherche par satellite
SFS:	service fixe par satellite
SM:	station mobile (voir Note 1)
SMS:	service mobile par satellite
SP:	station personnelle (voir Note 1)
STM:	station terrienne mobile (voir Note 1)
STP:	station terrienne personnelle (voir Note 1)
STT:	station terrienne terrestre
TPU:	télécommunications personnelles universelles

NOTE 1 – On notera que dans la présente Recommandation, les expressions station (mobile) et terminal (mobile) sont équivalentes.

6 Caractéristiques de l'élément satellite des IMT-2000

6.1 Caractéristiques principales de l'élément satellite des IMT-2000

- La couverture géographique d'un satellite sera probablement beaucoup plus étendue que celle d'un groupe quelconque de stations de base de Terre.
- La couverture sera sans doute assurée par plusieurs faisceaux ponctuels d'un satellite quelconque – chaque faisceau ponctuel étant probablement plus grand que toute cellule de Terre.
- La couverture par satellite peut être régionale, multirégionale ou mondiale.
- Les constellations potentielles sur l'orbite entrent dans plusieurs catégories: OSG, LEO, MEO et HEO, ayant leurs propres caractéristiques (par exemple, en matière de temps de propagation, d'effet Doppler) et des implications pour la conception des IMT-2000.
- Des considérations techniques et/ou économiques peuvent restreindre la distribution et le nombre de STT (qui constituent des centres d'accès aux réseaux fixes) pouvant être intégrées dans un système à satellites.
- Le numéro 5.388 du Règlement des radiocommunications spécifie les fréquences affectées à l'échelle mondiale aux IMT-2000; certaines de ces fréquences sont, de plus, désignées pour l'élément satellite du système. Il convient de noter qu'il peut y avoir intérêt à affecter l'utilisation de cette bande à l'élément satellite au lieu de prévoir son utilisation en partage avec l'élément de Terre.
- Les éléments de Terre et satellite des IMT-2000 devraient être optimisés en tenant compte de l'existence de l'autre élément.
- Les STT seront reliées aux satellites au moyen de liaisons de connexion fonctionnant dans des bandes de fréquences autres que celles spécifiées pour l'exploitation mobile par satellite et celle des IMT-2000. Les fréquences des liaisons de connexion peuvent être utilisées par d'autres systèmes à satellites et de Terre, et il est nécessaire que soient respectés des critères de partage appropriés.
- Les LIS éventuellement utilisées fonctionneront avec des fréquences autres que celles de la bande attribuée aux IMT-2000.
- En cas d'utilisation de l'élément satellite à l'intérieur de bâtiments, il pourra être nécessaire d'améliorer la qualité par une orientation et un emplacement judicieux de l'antenne.
- On suppose qu'il pourra arriver que plusieurs systèmes à satellites utilisent différentes constellations sur l'orbite pour l'exploitation et qu'ils seront en concurrence. Néanmoins, même en cas de fonctionnement d'un seul système à satellites, plusieurs fournisseurs de service peuvent être en concurrence pour la fourniture de services aux utilisateurs.

6.2 Couverture et transfert

La couverture géographique de l'élément de Terre des IMT-2000 est assurée à partir des stations de base qui communiquent sur des distances relativement faibles pour fournir un service aux utilisateurs situés dans une zone ne dépassant pas ces distances; la couverture ainsi constituée s'appelle une cellule. Pour permettre une continuité de couverture, plusieurs cellules contiguës sont prévues et pour les utilisateurs en déplacement le système commute automatiquement les communications en cours d'une cellule à une autre. Cette commutation implique des fonctions pour la station mobile comme pour la station de base et son infrastructure. L'opération de commutation s'appelle transfert.

Dans l'élément satellite, la continuité de la couverture est assurée par les empreintes contiguës des faisceaux (ponctuels) émis par un ou plusieurs satellites d'une constellation. S'agissant de satellites non géostationnaires, ces empreintes seront en mouvement et la continuité des communications en cours, qu'elles soient destinées à des utilisateurs mobiles ou stationnaires sera assurée par un transfert entre faisceaux, ce qui implique également des fonctions du mobile et de l'élément satellite.

L'importance du transfert dépend du rythme des transferts prévu. Dans un réseau de Terre, le rythme des transferts dépend surtout de la vitesse à laquelle un terminal traverse les frontières d'une cellule. Cependant, un transfert dû au déplacement de l'utilisateur se produit rarement dans un réseau à satellite, du fait que les cellules (faisceaux) à satellite sont en général très grandes par rapport à l'ampleur du déplacement d'un terminal au cours d'une communication. Dans une constellation de satellites non géostationnaires, les faisceaux, ou les cellules à satellite seront en mouvement, ce qui nécessitera un mécanisme de transfert entre faisceaux et entre satellites pour garantir la continuité des communications. Par conséquent, les conditions requises pour le transfert peuvent dépendre du choix de la constellation de satellites ainsi que de la taille des cellules de satellite.

Un transfert faisant intervenir l'élément satellite des IMT-2000 peut être déclenché en prévoyant les mouvements du satellite, en évaluant la force du signal ou les paramètres de qualité de service (taux d'erreur binaire, temps de propagation, etc.), les conditions de trafic ou les demandes des utilisateurs. Il convient d'en tenir compte pour mettre au point les mécanismes de transfert et les protocoles pour les IMT-2000.

Il faut noter que de tels transferts dans l'élément satellite résultant des mouvements du satellite peuvent être exécutés localement entre le terminal et la STT à l'aide de protocoles appropriés d'interface radioélectrique et par l'utilisation de connexions spéciales entre STT (ou de connexions LIS entre satellites), si nécessaire. De la sorte, ces transferts peuvent être réalisés entièrement dans le cadre de la gestion de mobilité des réseaux à satellites des IMT-2000.

Pour les transferts faisant intervenir l'élément satellite, on a retenu six solutions:

- a) sur le même satellite, conserver la même liaison de connexion, transférer la liaison de service;
- b) sur le même satellite, transférer la liaison de connexion, conserver la même liaison de service;
- c) sur le même satellite, transférer la liaison de connexion et transférer la liaison de service (combinaison des solutions a et b);
- d) transférer d'un satellite à un autre, transférer la liaison de connexion, transférer la liaison de service (transfert de satellite – transfert de jonction);
- e) transférer de l'élément satellite à l'élément de Terre (transfert inter-éléments);
- f) transférer de l'élément de Terre à l'élément satellite (transfert inter-éléments).

Pour les utilisateurs d'équipements pouvant accéder tant à l'élément de Terre qu'à l'élément satellite, il pourra être nécessaire de conserver la continuité des communications en cours lorsque l'utilisateur traverse la frontière entre les éléments (c'est-à-dire en cas de transfert inter-éléments). De tels transferts seront relativement peu fréquents et il incombera aux exploitants du réseau d'en prévoir la mise en œuvre. Néanmoins, les possibilités techniques de ce processus devront faire l'objet d'un examen complémentaire.

Le spectre disponible ou les caractéristiques économiques de l'élément satellite peuvent limiter le nombre des systèmes IMT-2000 à satellites. Si chaque réseau IMT-2000 à satellite assure une couverture quasiment mondiale, il n'y a pas de justification technique à un transfert entre réseaux IMT-2000 à satellites.

6.3 Configuration du système à satellites

Dans les IMT-2000 il pourra exister plusieurs types de systèmes à satellites, qui auront chacun une configuration interne différente et qui feront l'objet de différents régimes de propriété. Chaque système comprendra: plusieurs satellites d'espacement et de paramètres orbitaux bien définis formant une constellation, des liaisons radioélectriques (de service) entre les satellites et les mobiles, des liaisons radioélectriques (de connexion) entre le satellite et les STT (dans d'autres bandes de fréquences que celles des IMT-2000), plusieurs STT, un système de commande, d'acheminement et de contrôle de l'exploitant du satellite et des interfaces avec d'autres réseaux (fixes et mobiles).

Les antennes des STT et les unités de contrôle associées peuvent être regroupées électriquement ou géographiquement. La STT, ou le groupe de STT, est reliée aux autres réseaux par l'intermédiaire d'un centre d'accès ou d'une entité de commutation et les fonctions de gestion de mobilité associées au système à satellites peuvent, soit se trouver dans le centre d'accès, soit être partagées entre l'infrastructure du satellite et le réseau d'interfaçage. Dans le premier cas, on peut considérer que l'élément satellite constitue un système mobile autonome pouvant assurer l'interface avec un réseau quelconque quel que soit le niveau d'intelligence de ce réseau; dans le second cas, l'élément satellite peut être couplé avec d'autres réseaux intelligents (par exemple, des réseaux d'élément de Terre mobiles ou IMT-2000).

Etant donné que l'élément satellite des IMT-2000 comportera un nombre limité de STT, l'exploitation du réseau impliquera intrinsèquement des connexions (de Terre) internationales, et l'accès à l'élément satellite pourra nécessiter aussi une connexion internationale.

6.4 Position du mobile

L'élément satellite peut fournir des renseignements sur la position du terminal mobile, équivalent au moins à la cellule ou au faisceau dans lequel le terminal fonctionne. L'information concernant la position d'un mobile peut être considérée comme confidentielle pour l'exploitant du système, même si l'information obtenue, destinée aux entités associées (par exemple, pour la facturation) sera rendue disponible si nécessaire.

6.4.1 Utilisation autorisée de l'information de position

Si une entité autorisée par l'organisme de réglementation désire utiliser cette information (par exemple, pour aider les services d'urgence), il convient alors de reconnaître que la zone de la position peut être très étendue et imparfaitement définie, qu'elle peut s'étendre sur plusieurs pays et qu'elle peut dépendre de l'heure et du trafic du système.

Il faudrait noter, en outre, dans le cas du satellite, que le lieu d'aboutissement physique (c'est-à-dire la position de la STT en cause) peut être, pour un appel quelconque, y compris pour ceux qui concernent les services d'urgence, très éloigné de la position du mobile, voire probablement se trouver dans un autre pays.

6.5 Aspects sécurité

Les aspects sécurité sont traités dans la Recommandation UIT-R M.1078. Il convient de tenir compte des facteurs supplémentaires suivants pour l'application de cette Recommandation à l'élément satellite des IMT-2000:

- le temps de propagation et le débit binaire n'affecteront sans doute pas le processus de sécurité;
- *le caractère confidentiel et l'interception légale dépendent de l'architecture de l'élément satellite;*

- il pourra être nécessaire de fixer la position géographique.

7 Éléments satellite et de Terre intégrés

7.1 Intégration du réseau

Les éléments de Terre et satellite qui sont intégrés au niveau du réseau assurent à l'utilisateur des IMT-2000 une continuité mondiale de couverture. Pour qu'il soit pleinement intégré, il est nécessaire que l'élément satellite des IMT-2000 bénéficie des mêmes services de gestion que l'élément de Terre. A noter que certaines fonctions peuvent être propres à l'élément satellite. Dans un réseau entièrement intégré, des entités fonctionnelles peuvent être partagées entre éléments satellite et de Terre. la question de savoir à quel endroit dans le réseau ces entités fonctionnelles seront mises en place dépendra des exploitants des réseaux. Dans ces conditions, l'intégration du réseau exige que les entités fonctionnelles et les protocoles de réseaux soient normalisés et qu'ils puissent accepter les éléments tant de Terre que satellite.

Un matériel et un logiciel identiques se traduiraient pour les équipements, par des caractéristiques communes des éléments satellite et de Terre; cela permettrait de plus:

- d'assurer la gestion entre éléments satellite et de Terre, et par là, le transfert;
- de réaliser des économies d'échelle plus facilement;
- de réutiliser l'infrastructure de réseau entre éléments satellite et de Terre;
- de disposer d'interfaces communes entre exploitants de réseau et fournisseurs de service.

7.2 Intégration des services

Il ne sera pas possible, dans la pratique, d'offrir tous les services dans tous les environnements, car cela dépendra du mode de fourniture et des décisions commerciales des exploitants des réseaux et des fournisseurs de service.

Afin de parvenir à une intégration des services, ceux-ci devront être offerts de la même manière dans les contextes par satellite et de Terre des IMT-2000. La capacité de réseau offerte doit être du même ordre pour les deux éléments IMT-2000 quel que soit l'environnement. Ces capacités de réseau comparables serviront alors de base à l'établissement des éléments fonctionnels du réseau pour permettre les déplacements et les transferts et faciliter la recherche d'une communauté de caractéristiques maximale en vue de la conception des interfaces radioélectriques destinées à assurer cette capacité.

7.3 Intégration de l'interface radioélectrique

Compte tenu des capacités de réseau susmentionnées, il serait souhaitable de prévoir une interface radioélectrique commune pour les éléments satellite et de Terre. Cependant, en raison des contraintes cruciales de conception comme l'efficacité en matière de spectre et de puissance, cela peut être irréalisable en pratique et des interfaces radioélectriques différentes pourront être nécessaires dans les contextes satellite et de Terre. Il pourra être nécessaire que les IMT-2000 puissent fonctionner avec plusieurs interfaces radioélectriques différentes, ce qui accroîtra la complexité de la station.

Le choix d'une ou plusieurs interfaces radioélectriques ne revêt par une importance cruciale pour parvenir à cette intégration, celle-ci dépendant des fonctions du réseau.

Il est souhaitable que l'interface radioélectrique de l'élément satellite et celle de l'élément de Terre des IMT-2000 aient un maximum de caractéristiques communes.

7.4 Déplacements entre éléments de Terre et satellite

L'élément satellite des IMT-2000 aura un rôle essentiel à jouer pour assurer des possibilités de déplacements dans le monde entier. Il est supposé que les éléments satellite et de Terre des IMT-2000 se compléteront mutuellement quant à la couverture radioélectrique et la capacité de service.

Les IMT-2000 devraient favoriser les déplacements entre éléments de Terre et satellite. ***L'utilisateur des IMT-2000 ne devrait pas être obligé de demander que le terminal ait accès à l'élément satellite ou de Terre.*** Les déplacements sont tributaires des possibilités du terminal et des accords d'abonnement. ***Les préférences de l'utilisateur en ce qui concerne l'utilisation de l'élément satellite ou de Terre devraient être incluses dans les accords d'abonnement.*** Ces préférences peuvent aussi porter sur les dispositions à prendre si le service demandé n'est pas disponible par l'intermédiaire de l'élément souhaité ou des deux éléments.

Afin de faciliter les déplacements, il est important que l'utilisateur puisse être joint en composant un seul numéro, que le terminal mobile ait à ce moment-là accès à l'élément de Terre ou à l'élément satellite.

Les moyens à mettre en œuvre pour les déplacements ne devraient pas peser beaucoup sur l'exploitation ou sur les coûts relatifs à chaque élément.

8 Normalisation/caractéristiques communes des interfaces associées à l'élément satellite des IMT-2000

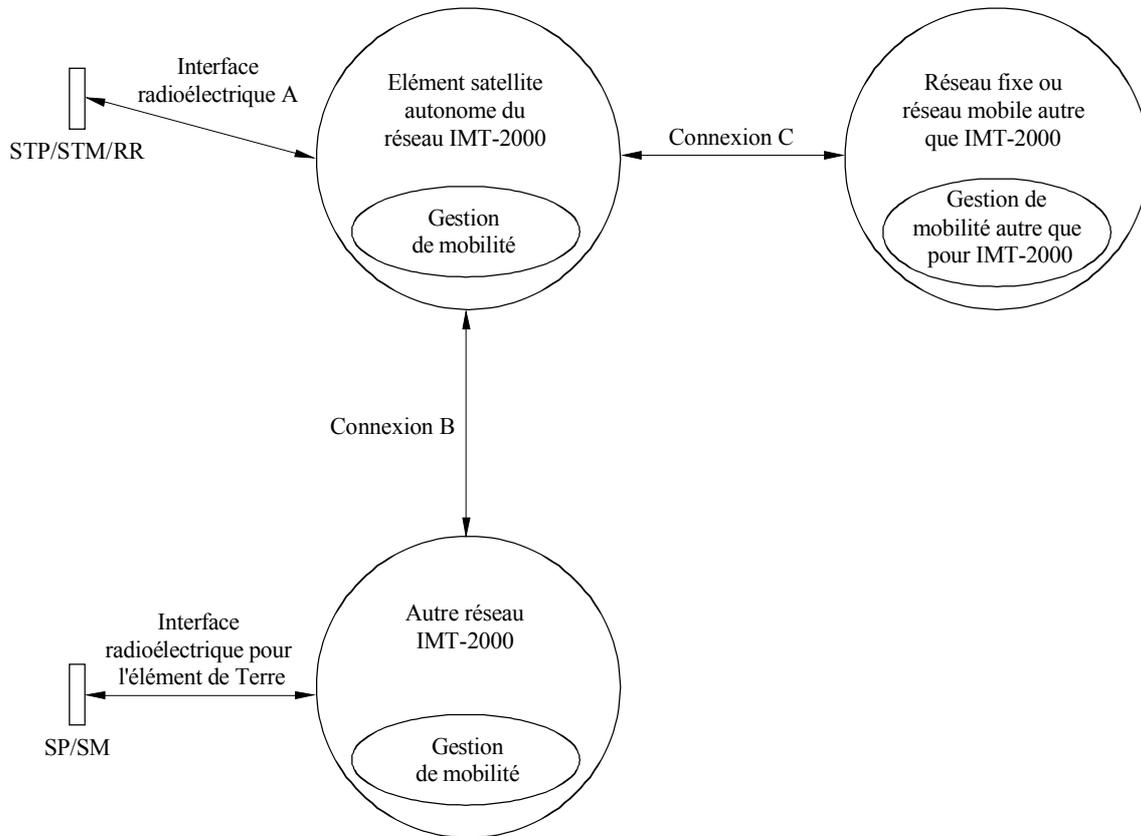
Pour concevoir des IMT-2000, il faut tenir compte du fait que les éléments de Terre et satellite, s'ils bénéficient d'une compatibilité, de caractéristiques communes et d'un interfonctionnement, peuvent néanmoins être considérés comme indépendants l'un de l'autre pour les ressources d'exploitation et de même indépendants des réseaux fixes. De plus, les systèmes IMT-2000 à satellites peuvent être conçus de manière à créer un prolongement par satellite des réseaux de Terre, ce qui étendra la zone dans laquelle un réseau assurant les fonctions des IMT-2000 peut fournir directement des services.

Trois hypothèses de mise en place sont envisagées pour l'élément satellite des IMT-2000 (voir les Fig. 1a-1c):

Première hypothèse – Élément satellite autonome (voir la Fig. 1a)

Dans cette hypothèse, le réseau IMT-2000 à satellite possède quasiment toutes les fonctions de réseau nécessaires décrites dans la Recommandation UIT-R M.817. Il interface avec les réseaux fixes et mobiles autres que les IMT-2000, par l'intermédiaire de la connexion désignée (C). Il interfacera aussi avec d'autres éléments IMT-2000 (de Terre et satellite) par la connexion désignée (B). Certaines entités fonctionnelles de l'IMT-2000 peuvent être doublées dans les réseaux IMT-2000 à satellite et de Terre et il sera nécessaire de coordonner la répartition effective des fonctions.

FIGURE 1a
Élément satellite autonome



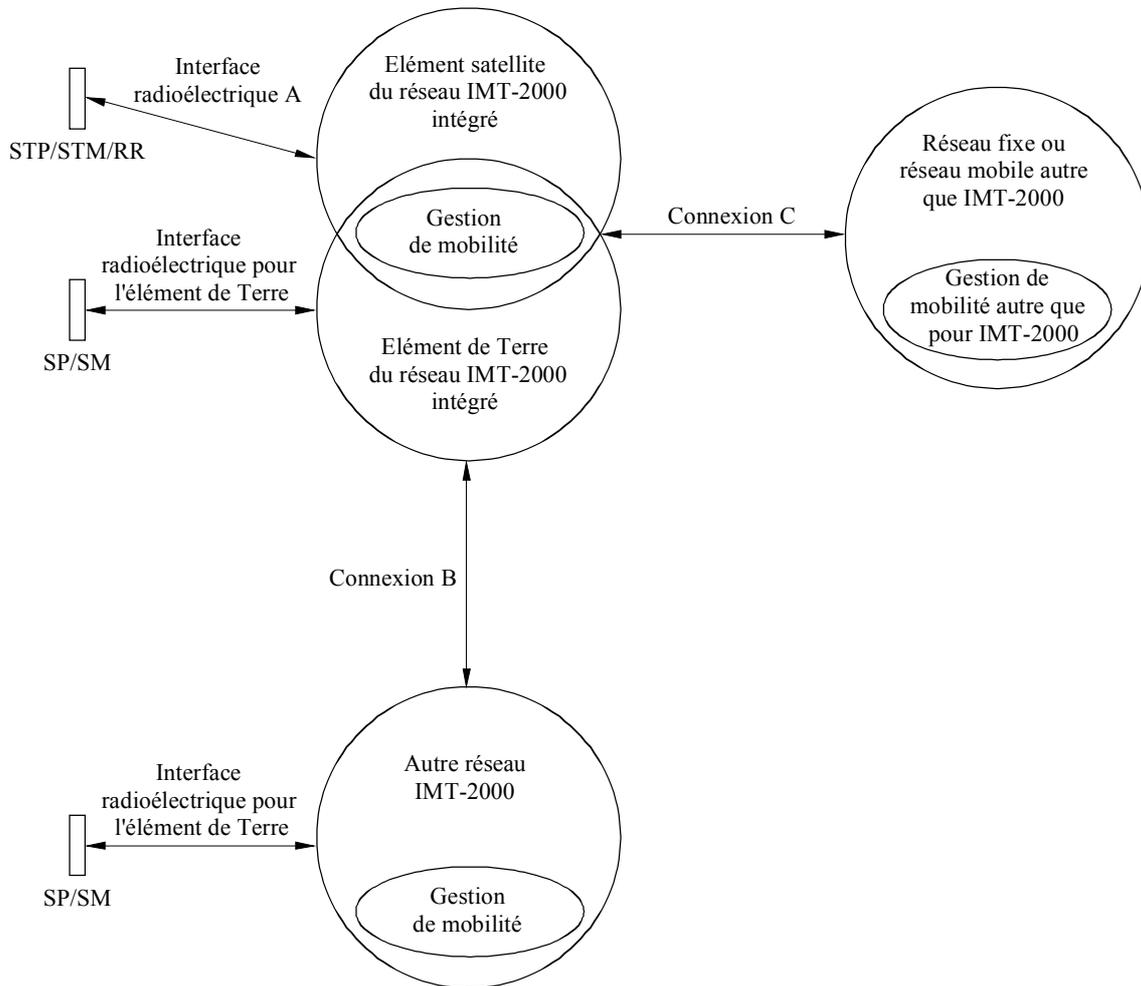
Deuxième hypothèse – Réseau IMT-2000 intégré (voir la Fig. 1b)

Le réseau IMT-2000 intégré possède des éléments de Terre et satellite. Dans ce cas, il n'y aurait pas de doublement des fonctions relatives IMT-2000. La fonction de réseau peut être utilisée en commun pour les deux éléments autant qu'il est possible. En pareil cas, l'exploitant du réseau est en mesure de développer au maximum les caractéristiques communes au sein du réseau.

Troisième hypothèse – Prolongement du réseau fixe (voir la Fig. 1c)

Dans cette hypothèse, certaines fonctions du réseau qui proviennent du réseau fixe intelligent (par exemple, la gestion de mobilité reposant sur le réseau intelligent) peuvent être utilisées par l'élément satellite IMT-2000 (et/ou de Terre) pour réduire les coûts en réutilisant les fonctions existantes. Comme il s'agit d'un seul réseau intégré, une répartition souple des entités fonctionnelles (par exemple, la gestion de mobilité reposant sur l'IN) sera possible.

FIGURE 1b
Elément satellite intégré



8.1 Interfaces radioélectriques

8.1.1 Considérations générales

Il faut reconnaître que des techniques appropriées devront être mises au point pour que les terminaux mobiles ne causent pas de brouillages en fonctionnant dans une bande de fréquences non autorisée pour cette combinaison de type de mobile et de position.

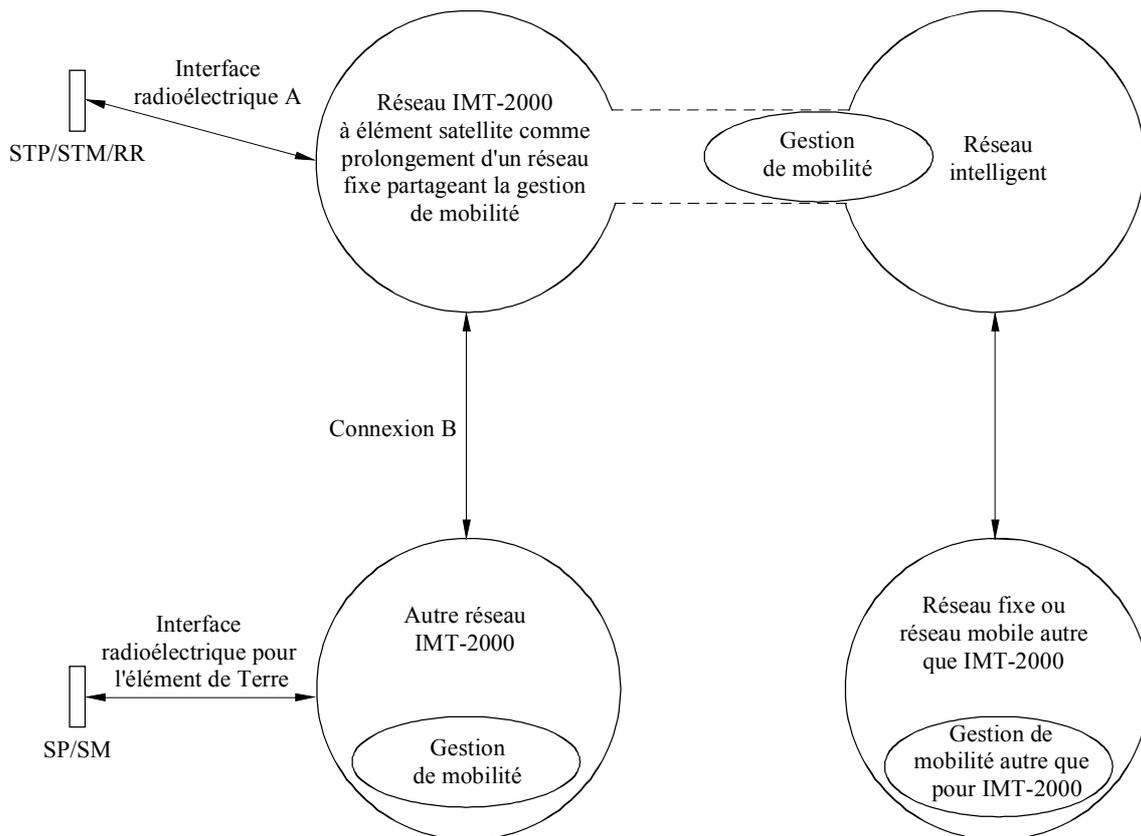
L'élément satellite fournira des services aux utilisateurs mobiles à partir d'un secteur spatial qui pourra comporter des satellites de plusieurs types, différentes constellations de satellites et différents propriétaires. L'économie des systèmes mondiaux à satellites exige que ces systèmes soient conçus et exploités quasiment à la limite de ce qui est possible pour les services à fournir. Il faut admettre que ces facteurs pourraient imposer de sévères contraintes à la conception des interfaces radioélectriques des IMT-2000 pour l'élément satellite.

Pour chacun des contextes radioélectriques des IMT-2000 (par satellite et de Terre) il peut être envisagé que chaque interface radioélectrique sera conçue et optimisée en propre. Cela pourrait aller à l'encontre de l'objectif global de communauté et de compatibilité des interfaces. S'agissant de systèmes à satellites, les caractéristiques de largeur de bande (kHz) et le débit d'information (bit/s) par voie peuvent être liés directement au coût global du système, de sorte qu'un léger écart par

rapport à la conception optimale pourrait imposer, pour cette situation, une pénalisation financière inacceptable. *L'optimisation de la conception de l'interface radioélectrique par satellite a une importance capitale pour la mise au point des caractéristiques communes des interfaces radioélectriques.*

Les interfaces radioélectriques entre les satellites et les STT (c'est-à-dire les liaisons de connexion) ne sont pas soumises à la normalisation IMT-2000.

FIGURE 1c
Prolongement d'un réseau fixe



8.1.2 STP/STM/RR par satellite (Interface A)

Comme le montrent la Fig. 1 (a-c), il s'agit de la *liaison radioélectrique entre le satellite et la STP, la STM ou le RR (la liaison de service), qui constitue aussi la seule interface radioélectrique au sein de l'élément satellite que l'on puisse envisager de normaliser pour les IMT-2000*. Le satellite peut offrir différentes techniques d'accès radioélectrique aux STP, STM ou RR fonctionnant dans différents contextes radioélectriques.

Il y a lieu de tenir compte des caractéristiques suivantes pour concevoir et choisir cette interface pour l'élément satellite:

a) Des faisceaux de satellite très ponctuels sont très importants pour la mise en œuvre de terminaux portatifs par satellite, et cela pour deux raisons: d'une part les antennes à gain élevé (offrant une p.i.r.e. et une efficacité de réception accrues) facilitent la réalisation de terminaux portatifs, d'autre part de nombreux petits faisceaux ponctuels améliorent la réutilisation des fréquences et par là, la capacité du système. L'adoption de petits faisceaux ponctuels n'est pas

nécessairement réservée aux orbites terrestres basses ou moyennes, mais des réseaux complexes de faisceaux et de très grandes antennes paraboliques déployables sur le satellite seraient nécessaires pour des engins sur l'OSG ou l'HEO.

b) Il semble pour le moment impossible dans la pratique d'assurer un important partage du spectre entre services IMT-2000 par satellite et de Terre, du moins dans une même zone géographique étendue.

c) L'optimisation bien équilibrée du système sera indispensable pour rendre viable un service portatif par satellite de coût modique. Pour cette raison, il faudra choisir des schémas de modulation assurant de bonnes caractéristiques signal/bruit et porteuse/brouillage, mais qui ne pourront peut-être pas être les mêmes que sur l'élément de Terre, lequel subit des contraintes différentes.

d) Le spectre disponible par satellite sera très restreint par rapport au spectre affecté à l'élément de Terre (où l'on peut utiliser des réseaux à microcellules, par exemple pour augmenter la capacité). Tous les éléments de surdébit de voie devront être réduits au strict minimum. Certaines fonctions qui pourraient être assurées à des couches de Terre plus élevées pourraient être, par exemple, incorporées plus efficacement au niveau de la couche physique du satellite.

e) Les voies de signalisation et de radiodiffusion par satellite fonctionneront en général à plus grande puissance et avec une protection plus solide que les voies de trafic.

f) *Les techniques d'accès radioélectrique doivent tolérer les temps d'acquisition du signal, les temps de propagation variables, l'effet Doppler et les brusques variations de temps de propagation ou d'effet Doppler.*

g) *Il faudrait prévoir des moyens pour que l'interface radioélectrique compense le déplacement de fréquence dû à l'effet Doppler par suite des mouvements du satellite affectant tant les liaisons de connexion que les liaisons de service. De même, surtout si le système utilise l'AMRT, il faudrait faire en sorte de régler la base de temps des créneaux temporels pour éviter que les créneaux AMRT provenant de différents terminaux ne se chevauchent malgré le temps de transmission variable.*

h) Le synthétiseur de parole devrait être conçu de manière à optimiser le débit binaire pour les applications par satellite. Une communauté de caractéristiques avec les synthétiseurs de parole de Terre est souhaitable.

i) Les techniques d'accès multiple radioélectrique comme l'AMDC, l'AMRF et l'AMRT font partie des solutions possibles pour l'élément satellite. Chaque technique a ses avantages et ses inconvénients selon les caractéristiques requises des services, de l'orbite et du système.

j) L'occultation due aux bâtiments, entre autres, pose des problèmes pour les éléments de Terre et satellite. Ils peuvent être résolus en appliquant plusieurs techniques comme la marge de liaison, le codage, etc. Pour l'élément satellite, une diversité de satellite peut également être envisagée.

8.2 Interfaces de réseau

L'élément satellite des IMT-2000 interface avec les autres réseaux de la même manière que les éléments de Terre des IMT-2000.

9 Services assurés par l'élément satellite des IMT-2000

Les considérations ci-dessous concernent l'élément satellite des IMT-2000.

9.1 Considérations générales concernant les IMT-2000

Des services différents pourront être offerts en fonction de l'environnement. Le débit de transmission pourra être différent selon le type de terminal mobile. Même des débits binaires élevés sont envisageables pour l'élément satellite, la majorité des terminaux et des services devraient être conçus pour des débits binaires faibles, inférieurs à 64 kbit/s.

Au point de vue économique, il faudra tenir compte pour les systèmes à satellites du fait qu'en raison des contraintes qui leur sont imposées par les limitations de puissance et de largeur de bande, la diversité et la qualité des services offerts aux utilisateurs de l'élément satellite pourront différer de celles offertes aux utilisateurs des éléments de Terre.

L'élément satellite fait l'objet des mêmes objectifs de qualité que l'élément de Terre mais ces objectifs ne pourront peut-être pas être atteints dans tous les cas.

La Recommandation UIT-R M.816: «Cadre de description pour des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)», donne une description de ces services; la Recommandation UIT-T F.115 spécifie les caractéristiques d'exploitation et de fourniture des services pour les IMT-2000. Pour fournir des services aux utilisateurs des IMT-2000 par satellite, il faudra tenir compte de plusieurs facteurs qui sont propres aux communications par satellite. Ces facteurs tiennent à la nature des voies radioélectriques nécessaires, et aux problèmes d'exploitation que pose la fourniture économique de services à des densités d'utilisateurs ou de trafic très diverses (utilisateurs/km² ou E/km²).

9.2 Considérations relatives à l'élément satellite

Du point de vue technique, les services dont l'utilisateur disposera dépendront des possibilités des trois principaux composants de l'élément satellite, à savoir le terminal mobile, le secteur spatial et l'infrastructure du satellite. Les IMT-2000 ont pour but de faire en sorte que le système soit conçu de telle sorte que la forme, la nature et le nombre des services ne soient pas invariables et qu'ils puissent être modifiés en fonction du temps ou des circonstances. La souplesse voulue sera ainsi obtenue.

Il y aura des limites à cette souplesse de service; en effet, dans le cas de l'élément satellite, les satellites eux-mêmes auront des caractéristiques générales de qualité fixées pour toute la durée de vie des satellites ou de la constellation. Les satellites sans traitement ou à «guide d'ondes coudé» seront sans doute les moins rigides à cet égard. La limitation générale prendra la forme d'une limite supérieure pour le débit binaire compatible avec un taux d'erreur donné.

Dans la pratique, cette contrainte générale sera divisée par le nombre de faisceaux ponctuels et de canaux radioélectriques utilisés par le satellite. Ainsi, chaque canal radioélectrique, qui sera défini par la spécification de l'interface radioélectrique, fera l'objet d'une limite supérieure de débit binaire, ce qui limitera par voie de conséquence la capacité de service de l'interface, c'est-à-dire le nombre, la forme et la nature des services qu'elle peut assurer.

Les modalités d'assignation de cette capacité de service aux services spécifiques dépendent des services choisis pour des situations spécifiques. Compte tenu des débits binaires associés à chaque service se produira un processus itératif pour déterminer la composition de service que chaque interface est en mesure d'assurer. Cela correspond à la capacité complète de service, laquelle tiendra compte de la superficie de l'empreinte, de la densité d'utilisateurs, des caractéristiques de la liaison radioélectrique et des possibilités techniques.

Les services effectivement disponibles dans chaque situation dépendront de la capacité de la liaison radioélectrique et des décisions commerciales de l'exploitant et des fournisseurs de service. Cependant pour chaque situation, cette liaison doit pouvoir fournir les moyens techniques permettant d'assurer au minimum des services téléphoniques et de communication de données pour les IMT-2000.
