

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1645
(06/2003)

**Cadre et objectifs d'ensemble du
développement futur des IMT-2000
et des systèmes postérieurs aux IMT-2000**

Série M

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur
y compris les services par satellite associés**



Union
internationale des
télécommunications

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2010

© UIT 2010

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R M.1645

**Cadre et objectifs d'ensemble du développement futur des IMT-2000
et des systèmes postérieurs aux IMT-2000**

(Question UIT-R 229/8)

(2003)

Page

1	Introduction.....	2
2	Domaine d'application	3
3	Recommandations associées	3
4	Considérations.....	4
4.1	Tendances des usagers	4
4.1.1	Augmentation de la demande de services mobiles	4
4.1.2	Evolution des services et des applications	5
4.2	Cadre	6
4.2.1	Objectifs	7
4.2.2	Perspectives.....	8
4.2.3	Objectifs en matière de couverture	10
4.2.4	Développement futur des IMT-2000.....	10
4.2.5	Nouvelles fonctionnalités des systèmes postérieurs aux IMT-2000.....	11
4.2.6	Relations entre les IMT-2000, les systèmes postérieurs aux IMT-2000 et les autres systèmes d'accès.....	12
4.2.7	Délais	16
4.3	Orientations technologiques.....	18
4.3.1	Technologies relatives aux systèmes	18
4.3.2	Réseau d'accès et interface radioélectrique.....	18
4.3.3	Utilisation du spectre	19
4.3.4	Terminaux mobiles	19
4.3.5	Applications	19

	<i>Page</i>
4.4 Incidences au niveau du spectre.....	20
4.4.1 Bandes de fréquences préférées	21
4.4.2 Eléments relatifs à la largeur de bande	21
5 Recommandations.....	22
5.1 Objectifs.....	22
5.2 Cadre des travaux futurs	23
5.3 Principaux domaines nécessitant un complément d'étude	24

1 Introduction

Les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) sont des systèmes mobiles de la troisième génération qui permettent d'accéder à un large éventail de services de télécommunication assurés par des réseaux fixes de télécommunication (par exemple les réseaux RTPC/RNIS/IP), ainsi qu'à d'autres services réservés aux usagers mobiles spécifiques.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes:

- grande similitude de conception au niveau mondial;
- compatibilité des services dans les IMT-2000 et avec les réseaux fixes;
- qualité élevée;
- utilisation de terminaux de poche exploitables dans le monde entier;
- capacité d'itinérance à l'échelle mondiale;
- capacité de prise en charge d'applications multimédias et d'un large éventail de services et de terminaux.

Les fonctionnalités des systèmes IMT-2000 sont enrichies en permanence en fonction des tendances des demandes et besoins des usagers et des orientations technologiques.

Les spécifications des premières versions des systèmes IMT-2000, qui sont définies dans la Recommandation UIT-R M.1457, ont été parachevées et les IMT-2000 commencent à être exploitées commercialement. Diverses organisations extérieures ont déjà entrepris des travaux en vue de développer les fonctionnalités des premières versions, compte tenu des besoins de l'utilisateur et des orientations technologiques.

Pour répondre à la demande croissante de communications hertziennes et fournir les débits de données plus élevés qui seront sans doute nécessaires pour satisfaire aux besoins des utilisateurs, l'Assemblée des radiocommunications de l'UIT a approuvé la Question UIT-R 229/8, relative à l'évolution future des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. Cette Question traite des objectifs généraux et des aspects, sur le triple plan technique, de l'exploitation et du spectre, du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. Les études préliminaires au titre de cette Question ont abouti à la présente Recommandation, qui traite du cadre du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. D'autres recommandations et rapports seront élaborés pour analyser plus en détail certaines questions.

2 Domaine d'application

La présente Recommandation définit le cadre et les objectifs d'ensemble associés au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 pour le réseau d'accès radioélectrique. Ce cadre s'appuie sur les tendances de l'utilisateur et les orientations technologiques à l'échelle mondiale, compte tenu des besoins des pays en développement. Elle recommande le cadre et les objectifs des caractéristiques de haut niveau du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 et porte plus particulièrement sur:

- le développement évolutif des IMT-2000, c'est-à-dire les améliorations qui seront apportées à leurs fonctionnalités techniques, à la gamme de services offerts et aux diverses applications qui seront progressivement mises en place pendant leur durée de vie opérationnelle;
- des systèmes postérieurs aux IMT-2000, pour lesquels il faudra peut-être élaborer une nouvelle technologie de l'accès hertzien autour de 2010, capable d'assurer des débits binaires élevés avec une grande mobilité; ces systèmes pourraient être déployés à grande échelle autour de 2015 dans certains pays.

Le cadre complet de l'UIT sur le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 comprend à la fois le «réseau d'accès radioélectrique» et le «réseau central», mais il est admis qu'à terme, cette distinction n'aura peut-être plus lieu d'être en raison de l'évolution technique et de la redistribution des fonctions traditionnelles entre les réseaux d'accès radioélectriques et les réseaux centraux dans les systèmes réels. La présente Recommandation de l'UIT-R s'applique au réseau d'accès radioélectrique, tandis que le réseau central est traité dans la Recommandation UIT-T Q.1702. Le cadre associé au développement futur des réseaux d'accès radioélectriques des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 englobe les nouvelles relations qui apparaissent avec d'autres réseaux d'accès radioélectriques (actuels et futurs) et les fonctionnalités à prévoir pour fournir des services aux utilisateurs des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

3 Recommandations associées

UIT-R F.1399	Terminologie relative aux accès hertziens
UIT-R M.687	Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.816	Cadre de description des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.818	Utilisation des satellites dans les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.819	Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement

UIT-R M.1034	Exigences imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.1035	Cadre de description de la ou des interfaces radioélectriques et fonctionnalités des sous-systèmes radioélectriques pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.1182	Intégration des systèmes de communication mobiles de Terre et par satellite
UIT-R M.1224	Terminologie des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-R M.1311	Cadre de description de la modularité et de la communauté de conception radioélectrique au sein des IMT-2000
UIT-R M.1450	Caractéristiques des réseaux locaux hertziens à large bande
UIT-R M.1457	Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
UIT-T Q.1702	Aspects réseau au-delà des systèmes IMT-2000 – Vision à long terme

4 Considérations

L'assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

4.1 Tendances des usagers

Pour définir le cadre associé au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000, il est important de comprendre les tendances de l'utilisateur qui exerceront une influence sur le développement de ces systèmes. Ce cadre devrait notamment tenir compte des attentes de plus en plus nombreuses des utilisateurs et de la demande croissante de services mobiles ainsi que de la nature évolutive des services et des applications qui pourraient être fournis. Les tendances examinées dans les lignes qui suivent sont donc une composante essentielle de ce cadre.

4.1.1 Augmentation de la demande de services mobiles

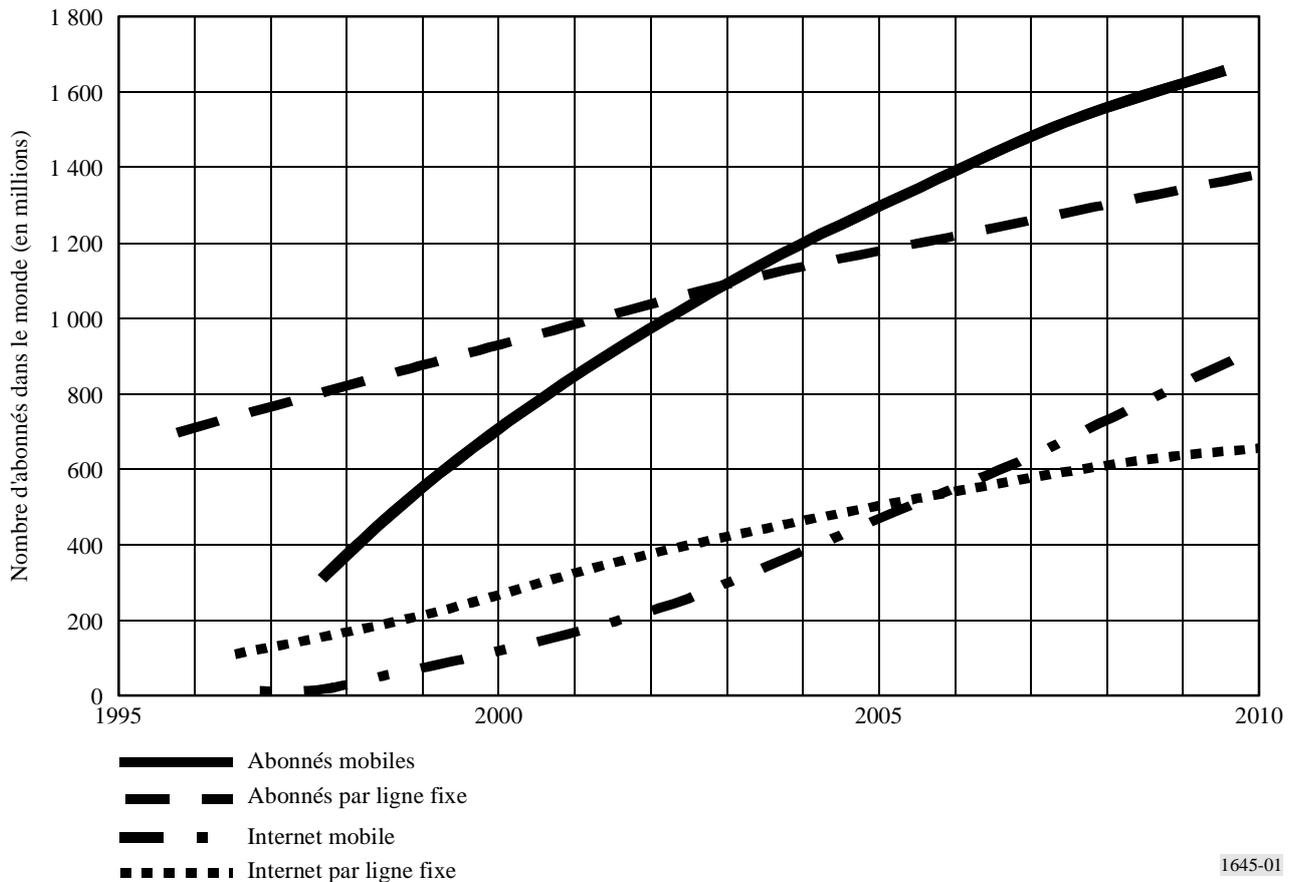
Le nombre d'abonnés mobiles dans le monde est passé de 215 millions en 1997 à 946 millions (soit 15,5% de la population mondiale) en 2001 (voir la Fig. 1¹). D'après les prévisions, on recensera 1,7 milliard d'abonnés aux services mobiles de Terre à l'horizon 2010. Une grande partie de ces nouveaux abonnés devrait provenir des pays qui comptaient une forte proportion d'utilisateurs de services mobiles en 2001.

On pense qu'à l'horizon 2020, l'ensemble de la population mondiale pourrait avoir accès à des systèmes de communication mobiles évolués, sous réserve de la mise en place de structures de coût avantageuses. On recense déjà davantage de terminaux portables que de téléphones ou d'équipements fixes (par exemple des ordinateurs personnels) permettant d'accéder à Internet et le nombre de terminaux mobiles devrait continuer à augmenter plus rapidement que celui des terminaux fixes. Les terminaux mobiles deviendront les dispositifs les plus répandus pour l'accès à l'information et l'échange d'informations.

¹ www.itu.int/ITU-D/ict/statistics.

FIGURE 1

Accroissement du nombre d'abonnés mobiles et d'abonnés à la téléphonie fixe dans le monde



1645-01

4.1.2 Evolution des services et des applications

Les utilisateurs ont des attentes toujours plus nombreuses en ce qui concerne la gamme des services et des applications offerts. Ils voudront en particulier disposer d'un flux continu et dynamique d'applications, de fonctionnalités et de services nouveaux et ubiquitaires, qui seront fournis par toutes sortes de dispositifs au moyen d'un abonnement et d'une identité uniques (numéro ou adresse). Les systèmes de communication polyvalents offrant des services personnalisés et ubiquitaires adaptés aux différents besoins des utilisateurs imposeront l'emploi de technologies suffisamment souples pour pouvoir satisfaire simultanément de multiples exigences.

Le trafic multimédia se développe beaucoup plus rapidement que le trafic téléphonique et dominera de plus en plus les flux de trafic. En conséquence, la fourniture de services, qui était assurée jusqu'ici essentiellement en mode circuit, sera assurée en mode paquet. Les utilisateurs pourront ainsi recevoir plus efficacement des services multimédias comme le courrier électronique, le transfert de fichiers, la messagerie et les services de distribution. Ces services peuvent être symétriques ou asymétriques et en temps réel ou en temps non réel. Ils peuvent nécessiter une très grande largeur de bande, de sorte que les débits de données nécessaires à terme seront plus élevés.

D'après des études de marché extérieures, plus de 90 millions d'abonnés mobiles utiliseront des services multimédias mobiles en Europe en 2010, ce qui générera environ 60% du trafic en termes de bits transmis.

Au Japon, la navigation sur le web mobile, qui constitue un type de service multimédia mobile, a commencé à prendre de l'essor aux environs de 2000. Le nombre d'utilisateurs de ce service, qui s'établissait à 48,5 millions (72% des abonnés mobiles) fin 2001, est en constante augmentation.

Les travaux sur la convergence de services de télécommunication comme la radiodiffusion numérique et les services hertziens à caractère commercial, ont déjà commencé. La tendance à l'intégration et à la convergence se caractérise par:

- la connectivité (mise à disposition d'un canal de communication faisant appel à des agents intelligents dans le réseau et le terminal);
- le contenu (information, y compris les services fondés sur les technologies de distribution et d'extraction sélectives);
- le commerce (transactions).

Ces tendances peuvent être considérées comme l'intégration et la convergence des technologies de l'information, des télécommunications et du contenu. Elles créeront une nouvelle dynamique dans la fourniture de services et une nouvelle donne des télécommunications, dans laquelle des services à valeur ajoutée, par exemple ceux qui dépendent de l'emplacement, offriront des avantages considérables aux utilisateurs finals comme aux fournisseurs de services.

En outre, ces tendances sont favorisées par le processus de «numérisation», qui est déjà bien avancé. La plupart des systèmes électroniques et de communication ainsi que des mécanismes de distribution (systèmes cellulaires, radiodiffusion, accès hertzien fixe (AHF), réseaux locaux hertziens (RLAN), technologie de ligne d'abonné numérique en mode filaire, satellite, etc.) sont déjà numériques ou sont en cours de numérisation.

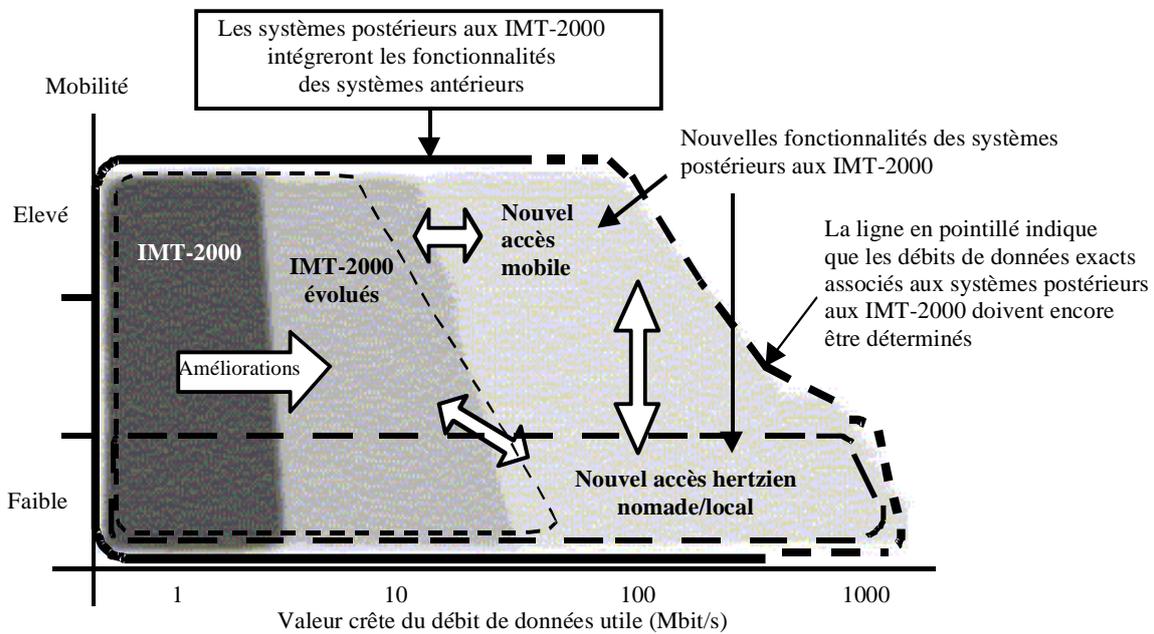
4.2 Cadre

Les systèmes de communication mobiles actuels ont évolué et se sont enrichis de fonctionnalités et d'améliorations de systèmes de plus en plus nombreuses, de sorte que l'utilisateur disposera de capacités nettement accrues avec le développement futur des IMT-2000. Les systèmes postérieurs aux IMT-2000 seront le résultat de la fusion fonctionnelle d'éléments existants, améliorés ou nouveaux des IMT-2000, des systèmes d'accès hertzien nomades et d'autres systèmes hertziens présentant de nombreux points communs et assurant un interfonctionnement transparent.

Le cadre associé au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 est décrit sur la Fig. 2, qui illustre les différentes composantes présentées au § 4.2.1 ainsi que leurs relations entre elles. Les systèmes postérieurs aux IMT-2000 intégreront les fonctionnalités des systèmes antérieurs. D'autres relations de communication verront également le jour: aux communications entre personnes s'ajouteront les communications machine à machine, machine à personne et personne à machine.

FIGURE 2

Illustration des fonctionnalités offertes par les IMT-2000 et les systèmes postérieurs aux IMT-2000



↔ Indique qu'il y a interconnexion entre systèmes via des réseaux, ce qui permet une souplesse d'utilisation dans n'importe quel environnement, sans que les utilisateurs ne connaissent les composantes mises en oeuvre

○ Systèmes d'accès nomade/local

○ Systèmes de diffusion numérique

1645-02

La trame foncée indique les capacités existantes, la trame moyennement foncée indique les améliorations apportées aux IMT-2000 et la trame claire indique les nouvelles capacités des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

Le degré de mobilité utilisé dans cette Figure est le suivant: faible mobilité: vitesse des piétons; mobilité élevée: grande vitesse sur autoroutes ou trains rapides (60 km/h à ~250 km/h ou plus).

4.2.1 Objectifs

On considère que les objectifs de haut niveau associés au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 sont les suivants:

– *Développement futur des IMT-2000:*

Les IMT-2000 évolueront constamment et régulièrement de façon à pouvoir offrir de nouvelles applications et de nouveaux produits et services. Ainsi, les capacités de certaines interfaces radioélectriques de la composante de Terre des IMT-2000 ont déjà été augmentées à 10 Mbit/s et devraient pouvoir utiliser un débit d'environ 30 Mbit/s autour de 2005, dans des conditions optimales de transmission des signaux et du trafic. Ces questions sont examinées de manière plus approfondie au § 4.2.4.

– *Nouvelles fonctionnalités des systèmes postérieurs aux IMT-2000:*

Pour les systèmes postérieurs aux IMT-2000, il faudra peut-être concevoir de nouvelles techniques d'accès hertzien pour la composante de Terre aux environs de 2010, afin de compléter les systèmes IMT-2000 évolués ainsi que les autres systèmes radioélectriques. On prévoit que la ou les nouvelles interfaces radioélectriques potentielles devront pouvoir prendre en charge, vers 2010, des débits de données allant jusqu'à 100 Mbit/s environ pour la composante accès mobile (forte mobilité) et jusqu'à 1 Gbit/s environ pour l'accès hertzien nomade/local (faible mobilité). Ce point est examiné plus en détail au § 4.2.5.

Ces débits de données et leur relation avec le degré de mobilité (Fig. 2) devraient être considérés comme des objectifs à atteindre dans le cadre des travaux de recherche et des études sur les technologies de base nécessaires à la mise en oeuvre du cadre. Les spécifications et les paramètres futurs des systèmes dépendront des résultats de ces travaux de recherche et études. Compte tenu des besoins prévus en matière de débits de données, il faudra trouver des bandes de fréquences additionnelles pour offrir les nouvelles fonctionnalités des systèmes postérieurs aux IMT-2000. Les valeurs des débits de données préfigurent les avancées technologiques et devraient être techniquement réalisables dans les délais indiqués plus haut. Il se peut que les vitesses de transmission maximales en amont et en aval soient différentes.

– *Relations entre les IMT-2000, les systèmes postérieurs aux IMT-2000 et les autres systèmes d'accès:*

Parallèlement au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000, des relations continueront de se développer entre différents systèmes d'accès radioélectrique et de communication, par exemple entre les réseaux personnels et les RLAN, les systèmes de diffusion numérique et les systèmes AHF. Ces points sont traités plus en détail au § 4.2.6.

4.2.2 Perspectives

Le cadre associé au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 peut être envisagé selon différents points de vue: utilisateurs, constructeurs, concepteurs d'applications, opérateurs de réseaux et fournisseurs de services et de contenu. Du point de vue des utilisateurs, il y aura une demande pour une large gamme de services, de contenus et d'applications offrant des fonctionnalités accrues avec le temps. De même, les utilisateurs voudront que les services soient accessibles partout et soient fournis au moyen de différents mécanismes par différents fournisseurs de services, avec toutes sortes de dispositifs conçus pour répondre à ces besoins divers. Il pourra s'agir de dispositifs actuels comme les ordinateurs de bureaux et les ordinateurs portables, les téléphones mobiles, les téléviseurs numériques et d'autres systèmes de calcul et de communication. Les exigences des utilisateurs seront satisfaites par une grande diversité de fournisseurs de contenus, de prestataires de services, d'opérateurs de réseaux, de constructeurs et de concepteurs d'applications et de matériels.

Les objectifs des différentes parties concernées peuvent être résumés dans le Tableau 1:

TABLEAU 1
Objectifs des différentes parties concernées

Parties concernées	Objectifs
UTILISATEUR FINAL	<p>Accès mobile ubiquitaire</p> <p>Facilité d'accès aux applications et aux services</p> <p>Qualité appropriée à un coût raisonnable</p> <p>Interface d'utilisateur facile à comprendre</p> <p>Longue durée de fonctionnement des équipements et longue autonomie des batteries</p> <p>Grand choix de terminaux</p> <p>Fonctionnalités de service améliorées</p> <p>Possibilités de facturation conviviales</p>
FOURNISSEUR DE CONTENU	<p>Possibilités de facturation souples</p> <p>Possibilité d'adapter le contenu aux besoins des utilisateurs en fonction du terminal, de l'emplacement et des préférences des utilisateurs</p> <p>Accès à un vaste marché grâce à une grande similitude des interfaces de programmation d'application</p>
FOURNISSEUR DE SERVICES	<p>Création, validation et fourniture rapides de services ouverts</p> <p>Gestion de la qualité de service et de la sécurité</p> <p>Adaptation automatique du service en fonction du débit de données disponible et du type de terminal</p> <p>Possibilités de facturation souples</p>
OPÉRATEUR DE RÉSEAU	<p>Optimisation des ressources (spectre et équipement)</p> <p>Gestion de la qualité de service et de la sécurité</p> <p>Possibilité de fourniture de services différenciés</p> <p>Configuration de réseau souple</p> <p>Réduction des coûts des terminaux et des équipements de réseau grâce à la réalisation d'économies d'échelle au niveau mondial</p> <p>Passage harmonieux des IMT-2000 aux systèmes postérieurs aux IMT-2000</p> <p>Possibilité de tirer parti au maximum des possibilités de partage entre les IMT-2000 et les systèmes postérieurs aux IMT-2000 (partage entre systèmes mobiles, module d'identité d'abonné UMTS (USIM), éléments de réseau, sites radioélectriques)</p> <p>Authentification unique (indépendante du réseau d'accès)</p> <p>Possibilités de facturation souples</p> <p>Choix du type d'accès permettant d'optimiser la fourniture de services</p>
CONSTRUCTEUR/ CONCEPTEUR D'APPLICATION	<p>Réduction des coûts des terminaux et des équipements de réseau grâce à la réalisation d'économies d'échelle au niveau mondial</p> <p>Accès à un marché mondial</p> <p>Interfaces physiques et logiques ouvertes entre sous-systèmes modulaires et intégrés</p> <p>Plates-formes programmables permettant un développement rapide et à moindre coût</p>

4.2.3 Objectifs en matière de couverture

L'un des objectifs des IMT-2000, tels qu'ils sont définis dans la Recommandation UIT-R M.687, est de mettre à la disposition des utilisateurs mobiles une large gamme de services de télécommunication et d'assurer ces services pour une large gamme de densités d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km²) et de zones de couverture géographique. Cet objectif reste prioritaire pour le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. La couverture géographique est d'autant plus importante pour les pays en développement que bon nombre d'habitants de ces pays, actuellement privés d'un accès aux communications mobiles, vivent dans des régions du monde où la densité démographique, la télédensité et les niveaux de revenus sont faibles.

Les réseaux à satellite permettent de desservir des zones étendues dans les régions peu peuplées, comme les zones rurales et les zones désertiques, ainsi que dans les environnements maritimes et aéronautiques et constituent ainsi un complément aux réseaux de Terre.

Les économies d'échelle qui seront réalisées au niveau mondial feront baisser les coûts d'accès et permettront à ceux qui ne disposent pas actuellement de téléphones mobiles ou de téléphones fixes d'avoir accès aux télécommunications. Pour atteindre cet objectif, il serait préférable que les systèmes ne soient pas trop complexes.

Pour accroître la couverture géographique dans le cas de la composante de Terre, on pourrait utiliser des gammes de fréquences inférieures à celles qui ont été désignées pour les IMT-2000, ou faire appel à la composante satellite des IMT-2000, sous réserve de considérations commerciales et de certaines limitations comme la taille du combiné, la consommation en énergie et la couverture intérieure. Le meilleur moyen de fournir des services IMT-2000 à moindre coût dans les zones rurales et aux populations à faible revenu consiste à utiliser des fréquences harmonisées à l'échelle mondiale, de façon à réduire au maximum la complexité des terminaux et à réaliser le plus d'économies d'échelle possibles, afin d'abaisser au maximum les coûts des systèmes.

Afin de répondre aux attentes des utilisateurs, il est important de maintenir, au besoin, la zone de service des réseaux IMT-2000 pour les systèmes postérieurs aux IMT-2000, compte tenu de l'incidence de l'utilisation de débits binaires plus élevés, de la fréquence de fonctionnement et des progrès techniques.

4.2.4 Développement futur des IMT-2000

Au cours des dix prochaines années au moins, les fonctionnalités des IMT-2000 ne cesseront d'évoluer à mesure que les technologies de ces systèmes seront perfectionnées et déployées. En ce qui concerne l'accès radioélectrique, le développement futur des IMT-2000 s'appuiera sans doute sur les systèmes et les technologies d'accès radioélectrique déjà mis au point et déployés, qui seront encore améliorés. L'exploitation des réseaux se poursuivra pendant encore dix ans au moins. Cette évolution renforcera la stabilité et encouragera la mise au point d'un nombre croissant de services et d'applications.

La similitude des services et des applications alors que les technologies IMT-2000 et les bandes de fréquences désignées pour ces systèmes sont différentes est avantageuse pour les utilisateurs et le fait que ceux-ci aient pratiquement les mêmes attentes conduit à l'adoption à grande échelle de produits et services et d'applications et de contenus communs, d'où une plus grande facilité et efficacité d'utilisation.

Des améliorations sont d'ores et déjà apportées aux systèmes IMT-2000 de Terre (par exemple accès aux réseaux IP, débits binaires pouvant aller jusqu'à 10 Mbit/s dans des conditions favorables). Ces premières améliorations, pour lesquelles des normes sont déjà en cours d'élaboration, seront suivies d'autres perfectionnements qui pourraient porter à 30 Mbit/s environ le

débit utile maximal dans des conditions favorables vers 2005. Certains opérateurs auront cependant besoin de bandes de fréquences additionnelles pour pouvoir apporter ces améliorations.

La composante satellite des IMT-2000 pourrait encore évoluer pour fournir des services complémentaires (radiodiffusion et multidiffusion par exemple).

A l'heure actuelle, les services mobiles par satellite sont essentiellement utilisés dans les zones dépourvues de réseaux mobiles de Terre. Il est prévu qu'à terme, le développement de la composante satellite des IMT-2000 complète les futurs réseaux IMT-2000, l'objectif étant d'offrir des débits plus élevés et de nouveaux services (en plus de ceux fournis par les systèmes à satellites actuels), en particulier aux personnes ou aux dispositifs qui ne sont pas desservis par le réseau de Terre.

4.2.5 Nouvelles fonctionnalités des systèmes postérieurs aux IMT-2000

Les réseaux d'accès seront de plus en plus mis à contribution en raison des services dont les utilisateurs voudront disposer et du nombre croissant d'utilisateurs. Il se peut que la version améliorée des systèmes d'accès radioélectrique IMT-2000 ne permette pas, à terme, de satisfaire à ces exigences (en ce qui concerne le débit binaire maximal offert à l'utilisateur, le débit total et la souplesse accrue nécessaires pour prendre en charge de nombreux types de services simultanément). En conséquence, on pense qu'il faudra concevoir une ou plusieurs nouvelles technologies d'accès radioélectrique, à un moment ou à un autre, afin de satisfaire aux exigences prévues en matière de services à plus grande largeur de bande.

La présente Recommandation donne une idée très précise du cadre associé aux nouvelles fonctionnalités prévues pour les systèmes postérieurs aux IMT-2000 et de la ou des nouvelles interfaces radioélectriques qui pourraient être nécessaires pour les fournir. Ces questions seront traitées de manière plus approfondie dans d'autres Recommandations UIT-R. De nouvelles Recommandations aborderont également les besoins en fréquences des systèmes postérieurs aux IMT-2000, les bandes de fréquences qui pourraient convenir et les délais dans lesquels ces bandes devront être mises à disposition, l'objectif étant de tenir compte des nouveaux services et des nouvelles applications à large bande. Les nouveaux besoins en fréquences présentés dans ces Recommandations devraient être traités par une future Conférence mondiale des radiocommunications. Cette question est inscrite à l'ordre du jour de la CMR-07 (§ 1.4 de la Résolution 802 (CMR-03)).

Les systèmes postérieurs aux IMT-2000 fourniront une large gamme de services symétriques, asymétriques et unidirectionnels. Ils permettront aussi de gérer différents niveaux de qualité de service pour atteindre l'objectif fondamental qui est d'assurer le transport efficace de services en mode paquet. Parallèlement, le taux de pénétration des services multimédias d'accès hertzien nomade ou mobile augmentera.

Les technologies, les applications et les services associés aux systèmes postérieurs aux IMT-2000 pourraient fort bien différer du tout au tout de ceux qui existent actuellement, remettant ainsi en question ce que nous considérons comme viable par rapport aux normes actuelles, par leurs performances encore supérieures aux futurs systèmes IMT-2000 améliorés fonctionnant avec d'autres systèmes radioélectriques.

La ou les nouvelles interfaces d'accès radioélectrique devront pouvoir prendre en charge une large gamme de débits, en fonction des exigences économiques et de service, dans des environnements multiutilisateurs, avec des débits maximaux allant jusqu'à 100 Mbit/s environ pour des systèmes d'accès mobile (forte mobilité) et jusqu'à 1 Gbit/s environ pour des systèmes d'accès hertzien nomade/local (faible mobilité) (voir la Fig. 2). Ces débits de données constituent des objectifs à atteindre dans le cadre des travaux de recherche et des études et ne devraient pas être considérés comme des valeurs définitives imposées aux systèmes postérieurs aux IMT-2000.

Ces débits de données seront utilisés en partage par tous les utilisateurs actifs. Pour un utilisateur donné, le débit (maximal ou constant) qui peut être obtenu dépend de nombreux paramètres: nombre d'utilisateurs actifs, caractéristiques du trafic, paramètres du service, scénarios de déploiement, spectre disponible et conditions de propagation et de brouillage. Ces débits de données correspondent à la valeur maximale de la somme des débits de données pour tous les utilisateurs actifs d'une ressource radioélectrique. Il se peut que la valeur maximale du débit de données nécessaire en amont soit différente de celle qui sera nécessaire en aval. Il faudra peut-être prévoir des débits de données de transport plus élevés en raison des préfixes utilisés pour la signalisation et le codage. Selon les services pour lesquels la ou les technologies seront utilisées, il ne sera peut-être pas nécessaire d'assurer une couverture radioélectrique continue pour répondre aux exigences du service.

4.2.6 Relations entre les IMT-2000, les systèmes postérieurs aux IMT-2000 et les autres systèmes d'accès

Les communications hertziennes comprennent une grande diversité de technologies, de services et d'applications qui ont été mis au point pour répondre aux besoins particuliers de déploiements et d'environnements d'utilisateurs différents. Les systèmes se caractérisent par:

- le contenu et les services offerts;
- les bandes de fréquences de fonctionnement;
- les normes définissant les systèmes;
- les débits de données pris en charge;
- les mécanismes de distribution bidirectionnels et unidirectionnels;
- le degré de mobilité;
- les prescriptions réglementaires;
- les coûts.

Les systèmes de la deuxième génération ont été conçus essentiellement pour des applications comme la téléphonie. En revanche, les IMT-2000, les systèmes IMT-2000 améliorés et les systèmes postérieurs aux IMT-2000 seront de plus en plus conçus sous la forme d'un ensemble de technologies d'accès différentes, qui se compléteront d'une manière optimale pour satisfaire à des exigences de service différentes, dans des environnements radioélectriques eux-mêmes différents, en vue d'offrir une plate-forme de services commune et souple adaptée à la diversité des services et des applications.

La mise en oeuvre de services et d'applications présentant un certain nombre de points communs dans les différents systèmes est avantageuse pour l'utilisateur et a favorisé la tendance actuelle à la convergence. Par ailleurs, une expérience pour une large part similaire des utilisateurs, dans les différents systèmes, conduit à l'adoption à grande échelle de produits et de services et d'applications et de contenus communs, d'où une plus grande facilité et efficacité d'utilisation. Cela étant, cette convergence ne doit pas exclure les possibilités d'innovation dans des conditions de concurrence. L'accès à un service ou à une application peut se faire avec un système ou avec plusieurs systèmes simultanément (par exemple un canal de diffusion numérique et un canal retour utilisant les IMT-2000).

La prééminence croissante des applications IP constitue un facteur clé de cette convergence et facilite l'établissement de relations entre des plates-formes hertziennes qui n'étaient pas reliées auparavant. La forme que prendront ces relations dépendra des impératifs des usagers, mais pourra comprendre par exemple l'intégration d'équipements au sein d'un dispositif, l'interfonctionnement de réseaux, l'accès commun, l'authentification, la comptabilité, la mise en place d'interfaces

homme-machine communes, la création de portails, l'itinérance et le transfert de communications entre systèmes.

Un individu donné ou une machine pourra parfois être amené à utiliser un ou plusieurs de ces systèmes, séquentiellement ou simultanément, en fonction de la tâche à réaliser.

L'établissement de ces relations diffère du développement de chaque système d'accès hertzien, y compris les IMT-2000, et devra tenir compte des caractéristiques et du développement futur des systèmes, des questions connexes (voire interdépendantes) liées au spectre et des différents environnements réglementaires.

D'une manière générale, on peut décrire les relations entre les systèmes et les dispositifs de la manière suivante:

- *domaine de la zone personnelle*: communications entre des terminaux et des périphériques qui se déplacent avec l'utilisateur et communiquent directement entre eux (il s'agit par exemple de la communication entre un combiné et un terminal mobile);
- *domaine de la zone immédiate*: communications directes entre un dispositif utilisateur et d'autres dispositifs (il s'agit par exemple de la communication d'un réfrigérateur, d'une télévision numérique, d'une passerelle de rattachement, etc.) se trouvant dans l'environnement immédiat de l'utilisateur, sur une distance maximale de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres;
- *domaine de la zone étendue*: communication entre dispositifs par l'intermédiaire de l'infrastructure d'opérateurs de réseaux. On peut citer à titre d'exemple la communication entre terminaux mobiles et serveurs d'un réseau.

Ces trois domaines sont illustrés sur la Fig. 3.



1645-03

Il est important de noter que des technologies différentes (RLAN, systèmes de connectivité à courte distance et IMT-2000) peuvent être présentes dans un même dispositif fonctionnant à un moment donné sur différents réseaux. Un assistant numérique personnel peut contenir plusieurs interfaces radioélectriques qui lui permettent de communiquer avec un terminal mobile (domaine de la zone personnelle), un RLA privé ou public (domaine de la zone immédiate) ou un fournisseur de services dans une zone étendue, par exemple un réseau (cellulaire) mobile (domaine de la zone étendue).

S'agissant de la fourniture de services, les domaines possèdent certaines caractéristiques communes. La fourniture de services hertziens se caractérisera par un accès mobile à l'échelle mondiale (mobilité des terminaux et mobilité personnelle), une sécurité et une qualité de service élevées et un

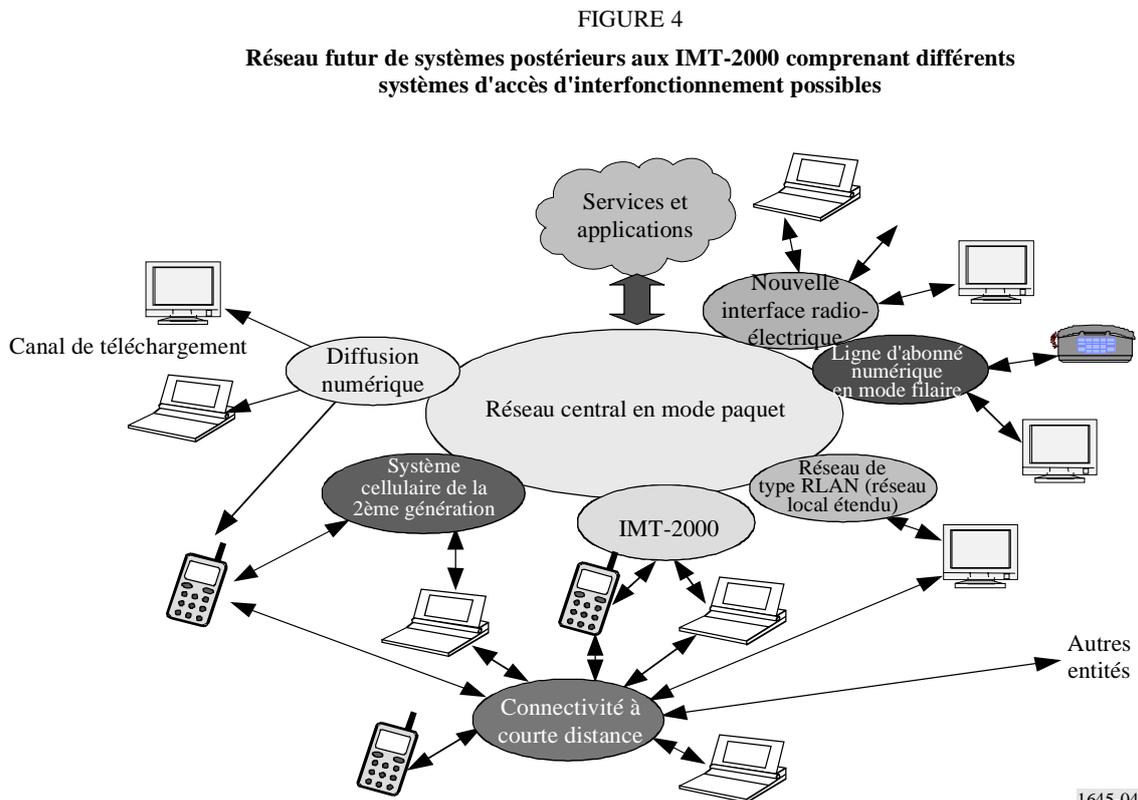
accès ergonomique à des services multimédias personnalisés – voix, données, messages, vidéo, world wide web et services basés sur la localisation, par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs terminaux d'utilisateur.

Pour que ce cadre des services intégrés se concrétise, il est important, étant donné que les applications et les réseaux en mode paquet commencent à jouer un rôle prépondérant, de concevoir des solutions se prêtant au transfert adaptatif des données en mode paquet. Il devrait être possible de prendre en charge le trafic asymétrique avec l'efficacité voulue.

A terme, les opérateurs mettront peut-être en oeuvre un ensemble de technologies qui pourraient intégrer progressivement, et sous réserve de considérations commerciales et réglementaires, des systèmes cellulaires, des RLAN, des systèmes de diffusion numériques, des systèmes à satellites et d'autres systèmes d'accès. Ces systèmes devront pouvoir interagir d'une manière transparente, afin que l'utilisateur puisse recevoir des contenus très divers par l'intermédiaire de toutes sortes de mécanismes de distribution, selon les fonctionnalités propres aux terminaux, l'emplacement et le profil de l'utilisateur.

Différents systèmes d'accès radioélectrique seront connectés via des réseaux centraux souples, de sorte qu'un utilisateur pourra être raccordé, par l'intermédiaire de systèmes d'accès très divers, aux réseaux et services qui l'intéressent. L'interfonctionnement entre ces différents systèmes d'accès, en termes de transfert horizontal ou vertical et de fourniture de services transparente avec négociation du service, y compris la mobilité, la sécurité et la gestion de la qualité de service, constituera un élément essentiel, qui pourra être pris en compte dans le réseau central ou par des serveurs appropriés auxquels on pourra accéder via le réseau central.

Ces possibilités de connexion optimales «partout et à tout moment» pourraient être offertes par un réseau comprenant divers systèmes d'accès d'interfonctionnement raccordés à un réseau central commun en mode paquet, comme indiqué sur la Fig. 4.



Du fait que les zones d'application, le diamètre des cellules et les environnements radioélectriques sont différents, on peut organiser les différents systèmes d'accès selon une structure en couches (conformément à la Fig. 5), comme pour les structures hiérarchiques des cellules des systèmes radioélectriques mobiles cellulaires, ce qui permet de déployer la capacité et les fonctionnalités de système là où cela est nécessaire. On trouvera sur la Fig. 5 des exemples d'interfonctionnement transparent entre différents systèmes d'accès complémentaires dans une zone de déploiement. L'interfonctionnement entre différents systèmes d'accès sera assuré en termes de transfert vertical ou de continuité des sessions avec négociation de service, afin d'adapter l'application aux fonctionnalités de service des systèmes d'accès proposés (doubles flèches). Les flèches simples correspondent aux canaux retour pour les canaux de diffusion. Les différentes couches sont les suivantes:

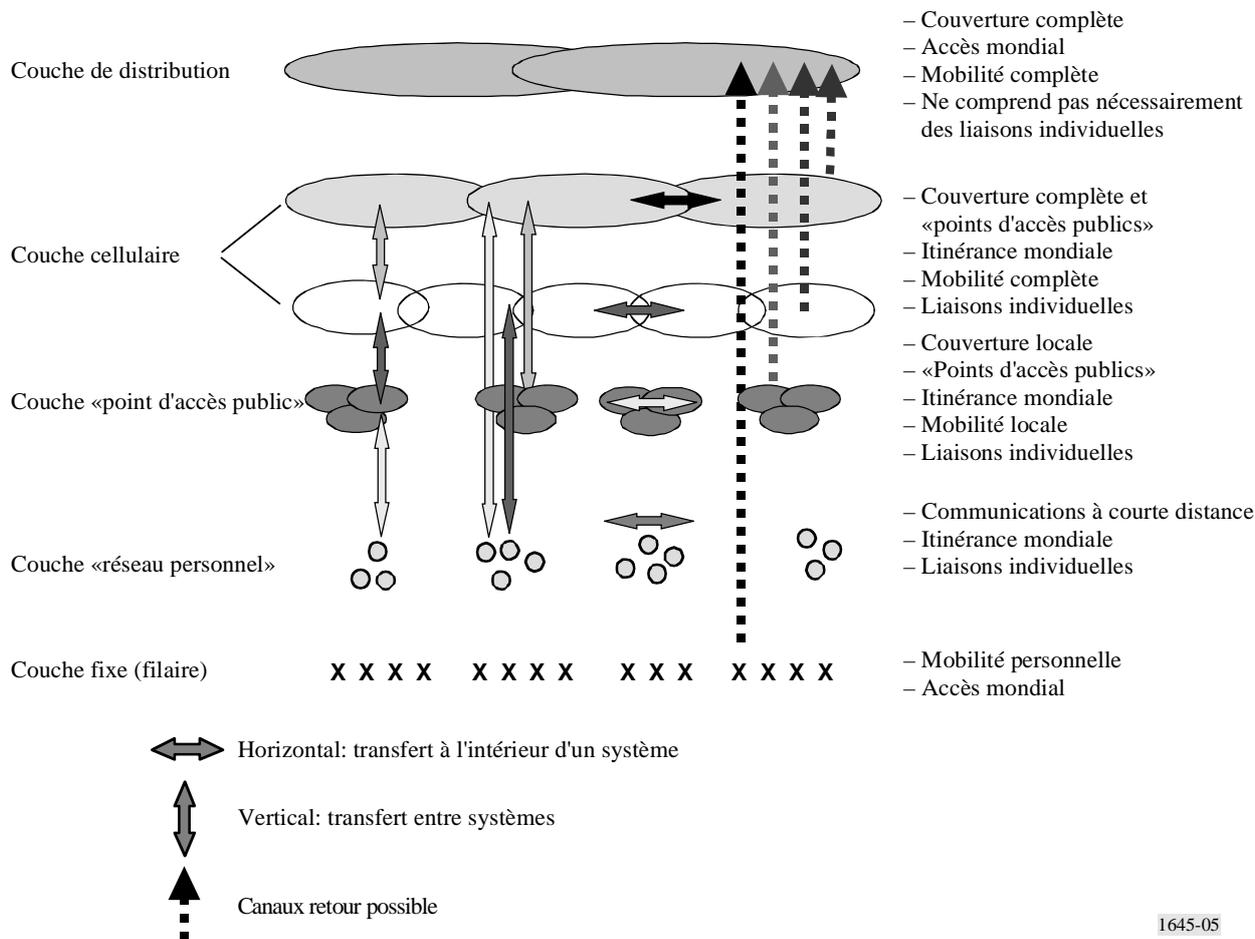
- *couche de distribution*: cette couche comprend les systèmes de diffusion numérique utilisés pour diffuser simultanément les mêmes informations à de nombreux utilisateurs par l'intermédiaire de liaisons unidirectionnelles. D'autres systèmes d'accès peuvent servir de canal retour;
- *couche cellulaire*: cette couche peut comprendre plusieurs couches de cellules de différentes dimensions ou utilisant différentes technologies d'accès;
- *couche «point d'accès public»*: cette couche peut être utilisée pour des applications utilisant des débits de données très élevés, de très fortes densités de trafic et des liaisons individuelles, par exemple dans des zones urbaines très denses, sur des campus, dans des centres de conférences et dans des aéroports;
- *couche «réseau personnel»*: les réseaux personnels prendront en charge les communications directes à courte distance entre dispositifs;
- *couche fixe (filaire)*: cette couche comprend les systèmes d'accès filaire fixes.

Les systèmes IMT-2000 et le nouvel accès mobile des systèmes postérieurs aux IMT-2000 feront partie de la couche cellulaire et de la couche «point d'accès public». L'accès hertzien nomade/local des systèmes postérieurs aux IMT-2000 feront partie de la couche «point d'accès public».

La Fig. 5 illustre un environnement souple et modulable pouvant être utilisé pour la répartition de la capacité du système dans une zone de déploiement, dans laquelle un ou plusieurs systèmes peuvent être déployés en fonction des besoins.

FIGURE 5

Systèmes d'accès complémentaires: illustration



1645-05

4.2.7 Délais

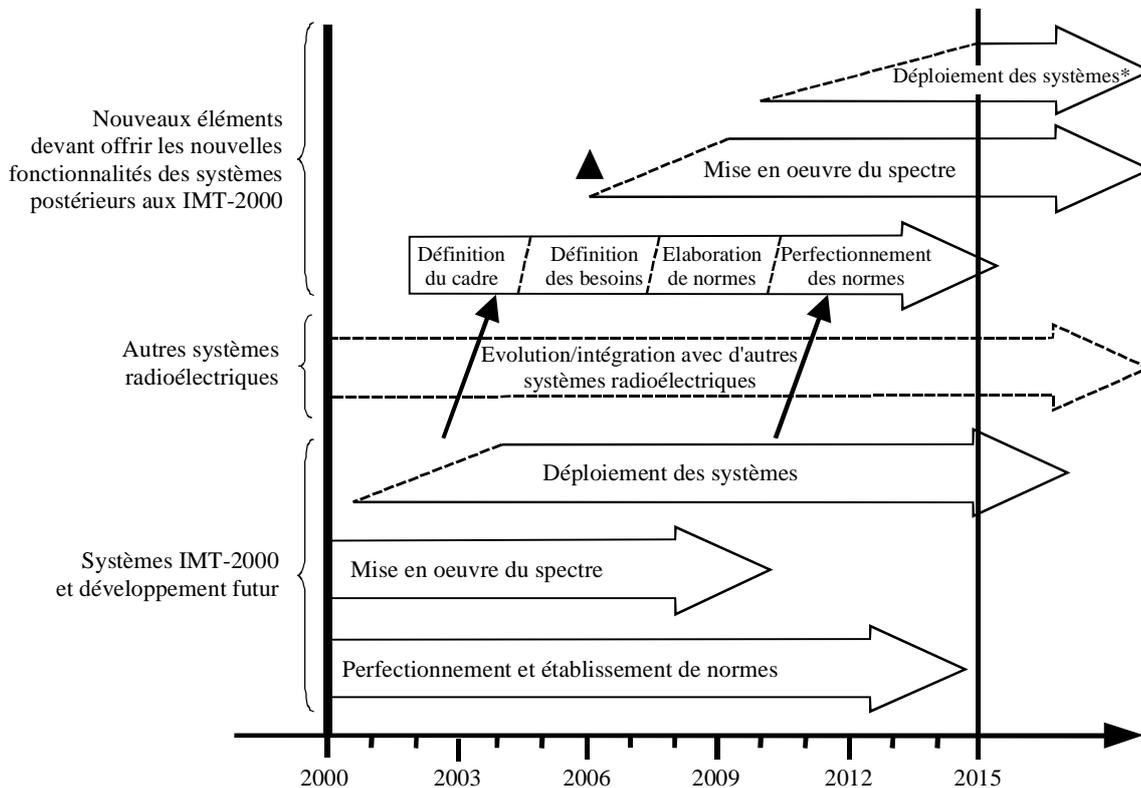
Lors de la planification du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000, il sera important de tenir compte des échéances associées à la mise en œuvre de ces systèmes, qui dépendent de plusieurs facteurs:

- tendances de l'utilisateur, exigences et besoins des utilisateurs;
- fonctionnalités et évolution techniques;
- élaboration de normes;
- bandes de fréquences disponibles et délais à prévoir pour reloger les systèmes qui utilisent peut-être les bandes proposées;
- considérations d'ordre réglementaire;
- mise au point et déploiement des systèmes (mobiles et infrastructures).

Tous ces facteurs sont interdépendants. Les cinq premiers ont été et continueront d'être examinés à l'UIT. La conception et le déploiement de systèmes se rapportent aux aspects pratiques du déploiement de nouveaux réseaux, compte tenu de la nécessité de limiter le plus possible les investissements supplémentaires dans les infrastructures et de laisser aux clients le temps d'adopter les services de nouveaux systèmes aussi importants que les IMT-2000.

Les échéances associées à ces différents facteurs sont présentées sur la Fig. 6. Lorsqu'on examinera les différentes phases de la mise en oeuvre des systèmes postérieurs aux IMT-2000, il sera important de préciser quand les normes seront élaborées, quand les bandes de fréquences devront être libérées et quand le déploiement pourra commencer.

FIGURE 6
Phases et échéances prévues pour le développement futur des IMT-2000
et des systèmes postérieurs aux IMT-2000



Les lignes obliques en pointillé indiquent qu'on ne peut pas encore déterminer le point de départ exact du sujet considéré.

▲ : Identification possible de spectre lors de la CMR-07

* : Large déploiement possible vers l'année 2015 dans certains pays

1645-06

4.2.7.1 Evolution à moyen terme

A moyen terme (c'est-à-dire jusqu'en 2010 environ), le développement futur des IMT-2000 va sans doute se poursuivre avec l'amélioration des fonctionnalités des déploiements initiaux, en fonction des exigences du marché en étudiant les besoins des usagers et des avancées techniques. Cette phase sera dominée par la croissance du trafic dans les bandes de fréquences attribuées actuellement aux IMT-2000 et le développement de ces systèmes pendant cette période se caractérisera par des modifications progressives ou évolutives des spécifications actuelles des interfaces radioélectriques des IMT-2000 (ces modifications pourront être apportées sous la forme de révisions des Recommandations UIT-R actuelles de la série M relatives aux IMT-2000). Il se pourrait que l'on progresse sensiblement sur la voie de l'harmonisation des interfaces radioélectriques et de la mise en oeuvre de réseaux centraux en mode paquet.

Les bandes désignées par la CMR-2000 devraient normalement être mises à la disposition des IMT-2000 pendant cette période, en fonction de la demande des utilisateurs et d'autres considérations.

4.2.7.2 Evolution à long terme

A long terme (à partir de 2010 environ), on pourrait mettre en oeuvre une ou plusieurs nouvelles interfaces radioélectriques, qui pourraient être largement distribuées dans certains pays aux environs de 2015, présentant des fonctionnalités sensiblement améliorées par rapport à celles prévues pour les IMT-2000, en fonction de leur évolution à moyen terme. On prévoit que la ou les nouvelles interfaces intégreront de nouvelles fonctionnalités importantes (par exemple des débits de données d'utilisateur nettement plus élevés), et auront peut-être besoin de nouvelles bandes de fréquences. L'évolution technique, l'interfonctionnement entre les bandes de fréquences et les différents systèmes d'accès et l'amélioration de l'efficacité d'utilisation du spectre pourraient limiter la quantité de spectre supplémentaire nécessaire. Par ailleurs, certaines fonctionnalités de base seront sans doute communes aux systèmes IMT-2000 améliorés et aux systèmes postérieurs aux IMT-2000.

A l'heure actuelle, on prévoit que la ou les nouvelles interfaces radioélectriques des systèmes postérieurs aux IMT-2000 seront avant tout destinées à être utilisées, dans un premier temps, dans les nouvelles bandes de fréquences désignées par les CMR futures.

4.3 Orientations technologiques

Lors de la définition du cadre et des objectifs du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000, il faut tenir compte des orientations technologiques de premier plan. Le présent § traite des domaines techniques dans lesquels on pouvait dégager des tendances au moment de l'élaboration de la présente Recommandation. En fonction de leur développement, de leur évolution, des fonctionnalités qui seront mises en oeuvre et de la structure des coûts, chacune de ces orientations technologiques pourra ou non avoir une incidence sur les systèmes postérieurs aux IMT-2000 ou être utilisées par ceux-ci. Les travaux de recherche-développement consacrés aux systèmes postérieurs aux IMT-2000 devraient en principe tenir compte de ces orientations et permettre de fournir des directives sur l'applicabilité ou l'influence qu'elles pourraient avoir sur les systèmes postérieurs aux IMT-2000. Ces orientations technologiques seront décrites plus en détail dans un rapport distinct.

4.3.1 Technologies relatives aux systèmes

Compte tenu des débits binaires élevés et de la forte mobilité nécessaires, des architectures nouvelles ou évoluées devraient être conçues; on prévoit notamment l'utilisation d'architectures en mode paquet, qui offriront une sécurité et une fiabilité accrues des systèmes, la mobilité entre les systèmes et des fonctionnalités d'interopérabilité.

Principales technologies: exemples

Voix sur IP; optimisation du protocole IP pour les transmissions radioélectriques mobiles; architecture de réseau présentant une bonne tolérance aux pannes (haute fiabilité); mobilité transparente (transfert entre systèmes, itinérance, sélection optimale du réseau); technologie de plate-forme mobile; sécurité et confidentialité; chiffrement; authentification et commerce électronique mobile; facturation; filtrage intelligent des données.

4.3.2 Réseau d'accès et interface radioélectrique

Il se peut que de nouveaux concepts et de nouvelles techniques d'accès radioélectrique exercent une influence sur le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. On citera par exemple, sans que cette liste soit exhaustive:

- des systèmes de modulation et de codage;
- des systèmes d'accès multiple;
- des systèmes radioélectriques reconfigurables définis par logiciel;

- une interface radioélectrique adaptative;
- de nouveaux concepts et de nouvelles technologies d'antenne.

Principales technologies: exemples

Système radioélectrique défini par logiciel; architectures de réseau d'accès novatrices (par exemple noeuds à haut débit de paquets); réseaux mobiles ad hoc, algorithmes de routage, multidiffusion, transmission radioélectrique par fibres optiques; transfert entre différentes interfaces radioélectriques (vertical et horizontal); contrôle dynamique de la qualité de service; contrôle de la mobilité pour la transmission par paquets; transmission par paquets robuste; commande MAC répartie; codage avec correction d'erreur et codage du canal; modulation adaptative et de niveau supérieur et adaptation de la liaison; antennes adaptatives; système MIMO (plusieurs entrées, plusieurs sorties); détection multiutilisateur et annulation du brouillage; liaisons de raccordement.

4.3.3 Utilisation du spectre

On étudie actuellement de nouvelles techniques visant à améliorer l'utilisation et l'efficacité d'utilisation du spectre et à permettre le partage du spectre entre les utilisateurs. Ces études conduiront peut-être à une amélioration de l'utilisation des fréquences et déboucheront peut-être sur de nouvelles modalités de partage du spectre avec d'autres utilisateurs ou systèmes.

Principales technologies: exemples

Structures hiérarchiques des cellules (y compris les structures à trois dimensions); antennes adaptatives; système MIMO; assignation dynamique adaptative des canaux; partage des fréquences (entre différents opérateurs et systèmes).

4.3.4 Terminaux mobiles

Les terminaux mobiles devraient connaître des transformations majeures, qui se caractériseront par l'utilisation de nouveaux composants, de nouvelles architectures, de nouvelles plates-formes matérielles et logicielles et d'interfaces utilisateur améliorées et qui se traduiront par une amélioration de la qualité de fonctionnement.

Principales technologies: exemples

Interfaces homme-machine (y compris les terminaux mobiles «intelligents»); intégration des terminaux mobiles et des systèmes IT; plates-formes de terminaux mobiles (systèmes d'exploitation, logiciels médiateurs et interfaces de programmation d'applications); architecture de sous-systèmes autonomes (sous-systèmes de communication et d'applications séparés); dispositifs d'affichage innovants; reconnaissance vocale; terminaux vêtements; terminaux radioélectriques multimodes définis par logiciel; semi-conducteurs à puissance de traitement accrue (conformément à la Loi de Moore); systèmes radiofréquences améliorés (possibilité d'utiliser des fréquences de fonctionnement plus élevées et amélioration de la sensibilité des récepteurs); systèmes MEMS (systèmes micro-électro-mécaniques) radiofréquences; techniques d'alimentation (amélioration de la densité énergétique).

4.3.5 Applications

Les applications prises en charge par les IMT-2000 et les systèmes postérieurs aux IMT-2000 évolueront:

- pour suivre les tendances générales des systèmes de télécommunication;
- pour s'adapter aux fonctionnalités des systèmes mobiles et optimiser la fourniture de services dans l'environnement radioélectrique.

Principales technologies: exemples

Techniques de codage et de compression des données; codecs dynamiques à débit variable; agents mobiles; langage de description du contenu; transmission en continu de la parole et de l'image; interfaces de programmation d'applications (API) et logiciels médiateurs.

4.4 Incidences au niveau du spectre

Pour que le cadre du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 se concrétise, il est essentiel de veiller à ce qu'il existe suffisamment de bandes de fréquences pour assurer les services futurs. Lorsqu'on examine les besoins et les gammes de fréquences possibles pour prendre en charge ces systèmes, il est bon de prendre en considération les délais, les services et les orientations technologiques exposées plus haut, sachant que ces questions pourront être traitées plus en détail dans d'autres recommandations et rapports. Plus précisément, lorsqu'on analyse les conséquences, au niveau du spectre, du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000, il faut aborder de nombreuses questions, notamment:

- les projections et les besoins de trafic, y compris le rapport d'asymétrie;
- les exigences en termes de services et d'applications;
- l'efficacité d'utilisation du spectre;
- les caractéristiques de transmission radioélectrique (duplex à répartition dans le temps (DRT)/duplex à répartition en fréquence (DRF), transmission duplex, séparation émission/réception, systèmes de modulation et d'accès, etc.);
- les exigences en matière d'itinérance mondiale et l'harmonisation de l'utilisation du spectre;
- les solutions techniques propres à faciliter l'itinérance mondiale;
- les techniques de partage dynamique des fréquences;
- l'analyse du partage et de la compatibilité;
- l'évolution des systèmes IMT-2000.

L'accroissement actuel du nombre d'utilisateurs mobiles ainsi que l'essor prévu des applications de données et l'augmentation prévisible des largeurs de bandes font qu'il faudra trouver des bandes de fréquences additionnelles. Toutefois, le spectre pourra être utilisé d'une manière plus efficace grâce aux avancées techniques. Pour trouver des bandes de fréquences additionnelles, il faudra procéder à une nouvelle analyse, en tenant compte des progrès techniques, des modèles de trafic et des exigences des utilisateurs. Tout sera mis en oeuvre pour que le spectre soit utilisé aussi efficacement que possible afin de limiter les besoins de bandes additionnelles. Dans cette analyse, il faudra également tenir compte des contraintes liées aux débits de données souhaités, y compris de la disponibilité de bandes dans des gammes de fréquences appropriées. La méthode à appliquer pour le calcul et les estimations de la demande prévue de spectre sera traitée dans d'autres Recommandations UIT-R.

La Fig. 2 présente les fonctionnalités des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. Dans la présente Recommandation, il n'est question que des conséquences, au niveau du spectre, des nouvelles fonctionnalités des systèmes postérieurs aux IMT-2000 illustrées sur la Fig. 2.

Le spectre nécessaire est fonction, entre autres, des débits de données souhaités, des méthodes de modulation et de codage (couche physique), de concepts d'antenne évoluée, des bandes de garde, des bandes de fréquences et des conditions de déploiement. Les étapes nécessaires du calcul des bandes de fréquences nécessaires consistent:

- à élaborer une méthode de calcul des besoins de spectre;
- à analyser les nouvelles technologies susceptibles de permettre une utilisation efficace du spectre;
- à étudier de nouvelles méthodes de réutilisation et de partage des bandes de fréquences.

4.4.1 Bandes de fréquences préférées

Il est prévu que les IMT-2000 et les systèmes IMT-2000 évolués continueront à fonctionner dans les bandes identifiées par la CAMR-92 et la CMR-2000. Pour que le cadre des systèmes postérieurs aux IMT-2000 se concrétise, de nouvelles bandes de fréquences seront peut-être nécessaires, en plus de celles qui ont été désignées pour les IMT-2000 par la CAMR-92 et la CMR-2000. Les nouvelles fonctionnalités d'accès mobile et d'accès hertzien nomade/local ayant des objectifs différents en ce qui concerne la mobilité et les débits binaires, il conviendra peut-être de s'intéresser à des gammes de fréquences différentes.

En ce qui concerne la nouvelle fonctionnalité d'accès mobile, des débits de données plus élevés que ceux des IMT-2000 auraient pour conséquence des cellules de plus petites dimensions. La dimension des cellules diminue par ailleurs aux fréquences plus élevées, ce qui augmenterait le nombre de stations de base nécessaires et, par conséquent, le coût du déploiement. Il serait donc préférable que les bandes de fréquences appelées à être utilisées pour assurer la fonctionnalité de mobilité en zone étendue des systèmes postérieurs aux IMT-2000 soient assez proches de bandes déjà identifiées pour les IMT-2000. Etant donné qu'il devient de plus en plus difficile de trouver des bandes appropriées pour les nouvelles applications, en particulier si l'on a besoin d'une largeur de bande importante ou de bandes de fréquences appariées, il faut identifier les bandes nécessaires suffisamment tôt, afin qu'elles puissent être disponibles en temps utile.

Des bandes de fréquences approuvées au niveau international encourageront l'adoption des systèmes postérieurs aux IMT-2000 car l'itinérance mondiale sera facilitée et les dépenses d'équipement seront réduites grâce à la réalisation d'économies d'échelle à l'échelle mondiale. Il est préférable de trouver des bandes de fréquences communes à l'échelle mondiale.

4.4.2 Eléments relatifs à la largeur de bande

Pour que le cadre des systèmes postérieurs aux IMT-2000 se concrétise, il conviendrait de trouver suffisamment de bandes de fréquences pour le lancement des services et ultérieurement pour l'acheminement du trafic prévu des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

Parmi les facteurs qui ont une incidence sur la largeur de bande nécessaire au lancement des services, on citera:

- la largeur de bande RF d'une seule porteuse;
- le facteur de réutilisation;
- la technique duplex (valeurs comprises entre une valeur légèrement supérieure à un pour le DRT et deux pour le DRF symétrique);
- le nombre de fréquences porteuses dont un opérateur a besoin pour exploiter efficacement un réseau (compte tenu des orientations technologiques, par exemple structures hiérarchiques des cellules);
- le nombre d'opérateurs;

- une marge pour les bandes de garde;
- la question de savoir si le spectre est segmenté entre les opérateurs de réseau ou «mis en commun» et également s'il est partagé avec d'autres services de radiocommunication.

Parmi les facteurs qui ont une incidence sur la largeur de bande nécessaire pour acheminer le trafic prévu, figurent:

- les modèles de trafic et les exigences en matière de qualité de service (volume de trafic en période de pointe, volume moyen de trafic et latence admissible);
- la technique duplex;
- l'efficacité d'utilisation du spectre au niveau de l'interface radioélectrique (y compris le facteur de réutilisation);
- l'efficacité d'utilisation des ressources partagées;
- les techniques de réutilisation des fréquences à l'intérieur d'une cellule, par exemple les antennes adaptatives et les systèmes MIMO;
- une marge pour les bandes de garde.

Il est à prévoir que les bandes de fréquences nécessaires à long terme pour les systèmes postérieurs aux IMT-2000 ne seront pas toutes disponibles pour le lancement initial des services. En conséquence, il est souhaitable que les systèmes postérieurs aux IMT-2000 puissent être mis en service avec une quantité de spectre inférieure à celle dont ils devraient avoir besoin ultérieurement pour écouler le trafic prévu.

Le spectre sera plus encombré, moins disponible et entièrement utilisé. L'accès aux bandes présentant de bonnes caractéristiques de propagation sera sans doute difficile. En conséquence, les bandes de fréquences (en tant que ressource naturelle radioélectrique) ne pourront peut-être pas être utilisées telles qu'elles le sont aujourd'hui, étant donné que l'efficacité d'utilisation de bandes de fréquences limitées et la convergence des services nécessiteront peut-être un partage dynamique du spectre. Cet aspect doit être pris en compte dans le passage aux systèmes IMT-2000 évolués et aux systèmes postérieurs aux IMT-2000.

5 Recommandations

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

recommande

5.1 Objectifs

- que les systèmes IMT-2000 évolués prennent en charge une évolution stable et continue de nouvelles applications, de nouveaux produits et de nouveaux services moyennant une augmentation des débits de données et une amélioration des interfaces radioélectriques existantes des IMT-2000;
- que le cadre des systèmes postérieurs aux IMT-2000, soit mise en oeuvre par le biais du regroupement fonctionnel des éléments existants, améliorés et nouvellement conçus des IMT-2000, des systèmes d'accès hertzien nomade et d'autres systèmes hertziens présentant de nombreux éléments en commun et assurant un interfonctionnement et une interopérabilité transparents;

- qu'il soit tenu compte, dans le développement de la ou des nouvelles interfaces radioélectriques, du fait que les nouvelles techniques d'accès hertzien qui pourraient être adoptées pour les systèmes postérieurs aux IMT-2000 puissent principalement être utilisées conjointement avec les techniques d'accès hertzien des systèmes pré-IMT-2000, IMT-2000 et IMT-2000 évolués (comme indiqué dans la Recommandation UIT-R M.1457) et d'autres systèmes radioélectriques existants;
- que la ou les nouvelles interfaces radioélectriques possibles des systèmes postérieurs aux IMT-2000 prennent en charge des débits de données supérieurs à ceux des systèmes IMT-2000 évolués, soit avec une interface adaptative, soit avec plusieurs interfaces présentant le maximum d'éléments en commun;
- que les services offerts par les IMT-2000 et les systèmes postérieurs aux IMT-2000 utilisant des techniques d'accès hertzien soient aussi transparents et communs que possible du point de vue de l'utilisateur, compte tenu des limitations des différentes techniques d'accès hertzien et des besoins des utilisateurs, afin que ceux-ci n'aient pas à se soucier des techniques sous-jacentes utilisées à un moment ou en un emplacement donné.

5.2 Cadre des travaux futurs

a) Examen des tendances de l'utilisateur

- que, une fois que les services mobiles de transmission de données multimédias seront largement répandus et que l'on aura acquis suffisamment d'expérience de l'utilisateur, il soit tenu compte des caractéristiques et des tendances tirées de cette expérience afin de réévaluer les besoins de l'utilisateur en ce qui concerne le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000;
- qu'il soit procédé à un examen des tendances de l'utilisateur, selon qu'il conviendra, et qu'il soit tenu compte de cet examen dans les futures révisions susceptibles d'être apportées à la présente Recommandation.

b) Travaux de recherche

- que des travaux de recherche soient menés à l'échelle mondiale afin de concrétiser le cadre énoncé dans la présente Recommandation, travaux qui devraient déboucher sur une ou plusieurs nouvelles techniques d'accès hertzien possibles pour la composante de Terre;
- qu'une coopération à l'échelle mondiale entre les différentes instances de recherche sur les techniques hertziennes soit encouragée;
- que des travaux soient entrepris pour améliorer les relations entre les systèmes mobiles par satellite et les systèmes mobiles de Terre, en particulier en ce qui concerne l'interfonctionnement transparent entre ces systèmes;
- que les travaux de recherche sur les spécifications du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 portent notamment sur les relations possibles entre ces systèmes et d'autres techniques et systèmes radioélectriques ainsi que sur l'évolution future de tous les systèmes;
- que la capacité des systèmes postérieurs aux IMT-2000 soit fixée à environ 100 Mbit/s au maximum pour les systèmes à forte mobilité comme les systèmes à accès mobile et à environ 1 Gbit/s au maximum pour les systèmes à faible mobilité comme les systèmes à accès hertzien nomade/local aux environs de 2010. Ces objectifs sont fixés à titre indicatif pour les travaux de recherche et pour les études et pourront être affinés dans d'autres recommandations de l'UIT et modifiés à la lumière des travaux futurs;

- que des études soient faites sur la contribution que pourraient apporter les nouvelles technologies et les orientations technologiques à la mise en oeuvre efficace du cadre du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000;
- que des travaux soient effectués pour améliorer encore l'efficacité d'utilisation du spectre pour le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

c) Bandes de fréquences

- que les besoins de spectre pour le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000, en plus de celles qui ont déjà été identifiées dans le Règlement des radiocommunications pour les IMT-2000, puissent être étudiés à temps pour les CMR futures;
- que les besoins des demandes des usagers soient pris en compte lors de la détermination des gammes de fréquences qui pourraient être utilisées dans l'avenir;
- que les caractéristiques techniques propres à faciliter le déploiement rentable d'une ou de plusieurs nouvelles interfaces radioélectriques afin de tenir compte des nouvelles fonctionnalités d'accès mobile et d'accès hertzien nomade/local soient prises en considération lors de la détermination des gammes de fréquences possibles;
- que l'on continue à rechercher des bandes de fréquences communes à l'échelle mondiale et à concevoir des dispositions de fréquences harmonisées pour le développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

d) Normalisation

- que la normalisation détaillée de la ou des interfaces radioélectriques tienne compte de la ou des bandes de fréquences dans lesquelles ces interfaces sont destinées à être utilisées;
- que la normalisation ouverte à l'échelle mondiale des spécifications des interfaces radioélectriques continue, dans l'avenir, à tirer parti des avantages qu'offre un marché de masse et à garantir l'interopérabilité des équipements, afin que les communications mobiles puissent continuer à présenter des avantages pour les utilisateurs, les opérateurs, les équipementiers, etc.;
- que le niveau et le type de normalisation soient adaptés aux exigences techniques et aux besoins de l'utilisateur du moment;
- que la normalisation s'effectue en temps utile avant le déploiement des systèmes et tienne compte des bandes de fréquences disponibles et des besoins de l'utilisateur.

5.3 Principaux domaines nécessitant un complément d'étude

- que les forums de recherche et les autres organisations extérieures désireuses de contribuer au développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 soient encouragés à s'intéresser avant tout aux principaux domaines suivants:
 - a) interface(s) radioélectrique(s) et leur interopérabilité;
 - b) questions relatives au réseau d'accès;
 - c) questions connexes relatives au spectre;
 - d) caractéristiques du trafic;
 - e) estimations de l'utilisateur.

Une description plus détaillée des thèmes de recherche est donnée à l'adresse suivante:
www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0A/0E/R0A0E0000070001MSWE.doc.