

# UTRA : l'interface radio retenue pour l'UMTS

par Laurent GIRARD, France Télécom Cnet

**Mots-clés :**

UMTS,  
Interface  
radio,  
Normalisation.

Un travail d'harmonisation des spécifications du système de radio cellulaire de troisième génération est en cours.

## 1. INTRODUCTION

L'essor des communications avec les mobiles d'une part et l'explosion du trafic des données sur les réseaux Internet d'autre part témoignent d'un développement rapide du marché des services multimédia. La perspective de cette convergence mobile/Internet et les besoins toujours plus pressants en termes de ressources spectrales ont incité les différents acteurs à investir dans le développement d'un système radio cellulaire de 3ème génération, désigné au niveau mondial par le sigle IMT2000 (International Mobile Telecommunication 2000) auquel correspond en Europe la désignation UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

Le processus s'est engagé en 1992 avec la décision de la Conférence Mondiale des Radiocommunications (CMR92) identifiant 230 MHz de spectre dans la bande des 2 GHz pour l'IMT2000, dont 60 MHz réservés pour les systèmes satellites. Ces bandes sont partiellement utilisées aux Etats-Unis pour des systèmes de deuxième génération, imposant dans cette région des contraintes de migration supplémentaires vers des systèmes de troisième génération.

Des programmes de recherche ambitieux ont été mis en place par la Commission Européenne, en particulier les programmes RACE puis ACTS, avec pour objectif de proposer et tester des solutions techniques innovantes. Le projet ACTS/Frames lancé en 1995, qui réunissait quatre acteurs prépondérants dans le domaine (Siemens, Ericsson, Nokia et le Cnet), a ainsi fourni une contribution majeure à l'étude et à la définition de l'interface radio de l'UMTS [1] en soutien aux travaux de normalisation menés à l'ETSI.

Les travaux de normalisation s'appuient sur des organismes régionaux : ETSI pour l'Europe, TTC et ARIB pour le Japon, TTA et ANSI pour les Etats-Unis. L'Union Internationale des Télécommunications (UIT) a pour voca-

## L'ESSENTIEL

- Une décision récente de l'ETSI (janvier 1998) pour la sélection de l'interface radio pour l'UMTS (UTRA pour UMTS Terrestrial Radio Access) a conduit à retenir deux types de solution selon le fonctionnement duplex considéré : une interface de type W-CDMA pour un fonctionnement en mode duplex en fréquence (FDD), une interface hybride TD-CDMA pour un fonctionnement en mode duplex temporel (TDD).
- Ces deux modes opératoires sont réservés à un usage du spectre UMTS en bandes appairées ou non appairées respectivement. Aujourd'hui le développement des spécifications de ce concept se poursuit dans le cadre du projet 3GPP (Third Generation Partnership Project) qui a vu la fusion des spécifications proposées dans différents organismes de normalisation régionaux tels que l'ETSI en Europe, l'ARIB/TTA en Asie et le T1P1 aux Etats Unis.

## S Y N O P S I S

- The recent January 1998 ETSI decision on the choice of UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) radio interface for the UMTS system specified one of two solutions depending on the duplexing method adopted. A W-CDMA interface is to be used in FDD (Frequency Division Duplex) systems and a hybrid TD-CDMA interface is required for TDD (Time Division Duplex) systems.
- The FDD operating mode is used when a dual-band UMTS scheme is employed. TDD is used with single-band UMTS. Detailed specifications are currently under development by the 3GPP (Third Generation Partnership Project) which is seeking to amalgamate the various standards proposed by ETSI in Europe, ARIB / TTA in Asia, T1P1 in the USA, and other standards bodies.

Environnement	Services temps réel		Services non temps réel	
	Débit max.	TEB/délai	Débit max.	TEB/délai
Rural ( $v \leq 500$ km/h)	144 kbit/s	délai 20-300 ms TEB $10^{-3} - 10^{-7}$	144 kbit/s	TEB $10^{-5} - 10^{-8}$ 150 ms (95 % des cas)
Urbain ( $v \leq 120$ km/h)	384 kbit/s	« «	384 kbit/s	« «
Intérieur et extérieur courte portée ( $v \leq 10$ km/h)	2 Mbit/s	« «	2 Mbit/s	« «

Tableau 1. — Supports de service pour l'UMTS.

tion de coordonner les travaux menés à l'échelon régional pour favoriser l'émergence de l'IMT2000 autour du concept de famille regroupant des modes aussi harmonisés qu'il sera possible. Douze solutions candidates, dont l'UTRA au nom de l'ETSI, ont ainsi été proposées en juin 1998 pour les composantes terrestre et satellite qui, après évaluation, sont reconnues satisfaisant aux objectifs de l'IMT2000. Un travail d'harmonisation de ces différentes propositions est en cours avec pour objectif de fixer les caractéristiques clés de l'interface radio dès mars 99. Un premier jeu de spécifications radio est attendu pour la fin de l'année 1999, pour une introduction commerciale à l'horizon 2001 au Japon, 2002 en Europe.

Le processus d'attribution des licences aux futurs opérateurs est initié en Europe et s'appuie sur les travaux effectués dans des groupes d'intérêt tels que l'UMTS Forum ou le MoU 3GIG dont l'objectif est de fédérer les positions des industriels et opérateurs GSM.

## 2. OBJECTIFS DE L'UMTS

Un certain nombre d'objectifs et de contraintes, définis en préalable à la conception radio de l'UMTS, ont fortement influencé le choix des paramètres des différentes propositions.

Ainsi l'interface radio de l'UMTS doit être conçue pour supporter une large gamme de services différents, avec notamment des débits supérieurs à ceux offerts par les systèmes mobiles de deuxième génération. Des services à accès circuit ou paquet offriront un débit maximal dépendant de l'environnement et de la vitesse du mobile (voir tableau 1). Des services à débit variable et asymétrique (entre liaison montante et descendante) devront être supportés de façon efficace. Plusieurs services pourront être servis simultanément à un même utilisateur.

L'UMTS pourra être déployé dans un réseau cellulaire multi-couche avec des macrocellules (0,5 à 10 km de rayon) pour la couverture globale, des microcellules (50 à 500 m) pour les fortes densités de trafic en ville, et des picocellules (5 à 50 m) pour la couverture à l'intérieur des bâtiments. Le changement de cellule (handover) devra se

faire de façon transparente pour l'utilisateur, c'est-à-dire sans coupure perceptible ni perte de données.

L'usage efficace des ressources spectrales doit être recherché, notamment à l'aide de fonctions de contrôle dynamique de la liaison radio. Le déploiement du réseau doit être suffisamment flexible pour s'adapter aux évolutions attendues du trafic et permettre de privilégier, selon le scénario retenu, couverture (déploiement initial) ou capacité. Ainsi, déploiement et planification d'un réseau UMTS devront être réalisés à l'aide de procédures automatiques. Il faudra notamment éviter d'avoir des contraintes fortes sur les motifs de réutilisation des fréquences qui obligent à définir des plans de fréquences complexes, comme c'est le cas en GSM.

Les antennes adaptatives doivent pouvoir être utilisées en option sur l'interface radio UMTS. Ces antennes permettent de pointer un lobe étroit en direction du mobile visé, limitant ainsi l'interférence créée dans les autres directions. Des gains significatifs en termes de couverture et de capacité peuvent ainsi être obtenus qui pourraient notamment se révéler très utiles pour améliorer les performances des services à hauts débits. Cependant, l'introduction des antennes adaptatives impose quelques contraintes sur l'interface radio, notamment la nécessité de séparer les canaux de signalisation communs (qui doivent être transmis dans toutes les directions) des canaux de trafic (qui ne sont émis que dans la direction des mobiles).

Une contrainte supplémentaire pour l'interface radio de l'UMTS est la nécessité d'assurer une migration douce des systèmes de deuxième génération vers ceux de troisième. Aux Etats-Unis, cette contrainte impose également de coexister avec les systèmes de deuxième génération (PCS) en partageant le spectre disponible. En Europe, si le spectre est distinct, les opérateurs GSM souhaitent introduire l'UMTS progressivement par un déploiement initial en îlots privilégiant les zones de trafic multimédia important, et s'appuyant sur le réseau GSM existant pour assurer une couverture de service globale pour ceux des services supportés par le GSM et ses évolutions. Ce type de scénario requiert d'assurer le "handover" entre GSM et UMTS et de faciliter la réalisation de terminaux bi-modes

GSM/UMTS à faible coût, imposant des contraintes sur le choix des paramètres radio. Au-delà, il faut prévoir la possibilité d'introduire à terme l'UMTS dans la bande de fréquences actuellement utilisée par le GSM.

### 3. DÉCISION DE L'ETSI

Le concept retenu en janvier 1998 par l'ETSI [2], appelé UTRA, est constitué de deux modes :

- le mode W-CDMA est utilisé en FDD (Frequency Domain Duplex) pour les bandes UMTS appairées,
- le mode TD/CDMA est utilisé en TDD (Time Domain Duplex) pour les bandes UMTS non appairées.

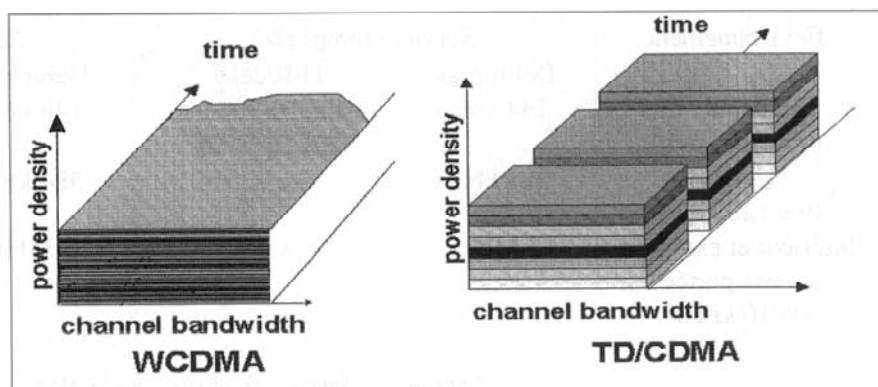
Les deux modes doivent être harmonisés pour faciliter la réalisation de terminaux bi-modes TDD/FDD à bas coûts. Dans le cadre de la décision de l'ETSI, il a également été mentionné que le système devait pouvoir fonctionner dans 2x5 MHz de bande, et que les paramètres devaient être choisis de façon à assurer l'harmonisation avec le GSM tout en conservant l'objectif d'un terminal à bas coût.

Il faut noter également que les discussions se poursuivent sur l'usage du spectre ; une décision préliminaire de l'ERC (European Radio Communication, voir [3]) en suggère une utilisation flexible qui n'interdirait pas d'introduire à terme le mode TDD dans la bande appairée pour satisfaire des besoins en ressources asymétriques.

D'une façon générale, le mode FDD est bien adapté à tous les types de cellules, y compris aux grandes cellules, mais n'est pas très souple pour gérer des trafics asymétriques. Quant au mode TDD, il permet d'adapter le rapport de transmission montante/descendante en fonction de l'asymétrie du trafic, mais exige une synchronisation des stations de base et n'est pas bien adapté aux grandes cellules à cause des temps de garde trop importants.

Le concept W-CDMA utilise une technique d'étalement de spectre par séquence directe. Tous les utilisateurs émettent sur un même canal radioélectrique large bande, mais ils se distinguent par une séquence d'étalement pseudo-aléatoire propre, appelée code et connue du récepteur (voir figure 1). La détection du signal utile, noyé dans le bruit ambiant, nécessite alors que l'ensemble des signaux (signal utile + brouilleurs) soient reçus avec des niveaux de puissance similaires pour assurer une démodulation efficace ; c'est cette caractéristique des systèmes à étalement de spectre par séquences directes qui impose de mettre en œuvre un contrôle de puissance efficace et précis, en particulier sur la liaison montante.

Le concept TD/CDMA (Figure 1) utilise une technique d'accès multiple mixte, comprenant une composante AMRT (Accès Multiple à Répartition dans le Temps), et



1. Principes d'accès multiple des deux modes de l'UTRA.

une composante d'étalement de spectre à l'intérieur des intervalles de temps ("time slot") avec séparation par code (AMRC). Ainsi, un canal de trafic est défini par une fréquence (porteuse), un intervalle de temps, et un code. L'utilisation de la technique de détection conjointe permet de compenser le plus faible gain d'étalement (16) et de relâcher les contraintes sur le contrôle de puissance.

Le tableau 2 présente les principaux paramètres physiques de ces deux modes de l'UTRA tels qu'ils ont été harmonisés. Ainsi, les deux modes utilisent un même débit chip (4,096 Mcps) impliquant un espacement entre porteuses de 4,4 à 5 MHz. Par rapport aux systèmes 2G à bande étroite, cette technique permet de s'affranchir des évanouissements liés aux trajets multiples et de bénéficier d'une meilleure diversité en fréquence dans la plupart des environnements. Une même structure de trame d'une durée de 10 ms et constituée de 16 intervalles de temps (slot) a également été retenue pour ces deux modes.

Une description des caractéristiques principales de chaque mode est proposée dans la suite. Certains paramètres sont susceptibles d'évoluer au cours du processus d'harmonisation globale engagé à la fois au niveau du 3GPP, avec la fusion des spécifications développées en Europe (ETSI) et en Asie (ARIB/TTA), et de l'UIT pour assurer une itinérance globale.

Mode	FDD	TDD
Accès multiple	DS-SSMA	TDMA/CDMA
Débit chip	4,096 Mchip/s (options pour 8 et 16 Mchip/s)	
Espacement entre porteuses	4,4 à 5 MHz avec un pas de 200 kHz	
Durée trame	10 ms	
Structure de trame	16 slots par trame	
Modulation	QPSK	
Facteur d'étalement	4 à 256	1 à 16
Codage canal	convolutionnel (1/2 - 1/3) Turbo codes en option pour BER 10 <sup>-6</sup>	

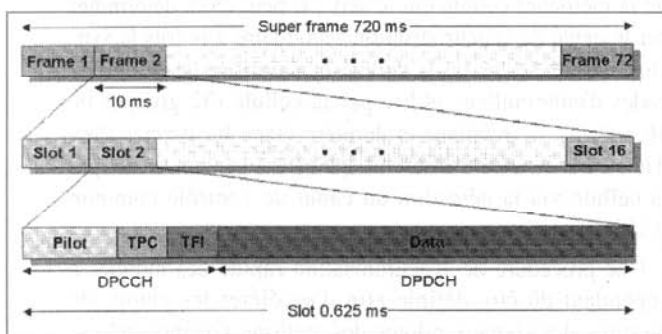
Tableau 2. — Principales caractéristiques de l'UTRA.

## 4. LE MODE FDD W-CDMA

### 4.1 Structure de Trame

Les données d'un canal dédié (DCH) qui sont propres à une même communication sont transportées sur deux canaux physiques, le canal de données dédié DPDCH (Dedicated Physical Data CHannel) et le canal de contrôle dédié DPCCCH (Dedicated Physical Control CHannel) ; comme illustré sur la Figure 2 pour la liaison descendante, ces deux canaux physiques sont multiplexés en temps à l'intérieur d'un même intervalle de temps (slot) de 0,625 ms correspondant à la période du contrôle de puissance. Le canal de contrôle (DPCCCH) est utilisé pour transmettre à chaque intervalle de temps les paramètres nécessaires au contrôle de la liaison tels que les symboles pilote qui permettent une détection cohérente du signal, les commandes de contrôle de puissance (TPC) ainsi que l'information sur le format utilisé pour les données utilisateur (TFI) nécessaire à la démodulation du canal de données (e.g., le facteur d'étalement ou débit effectivement utilisé sur le canal de données utilisateur en fonction du service supporté). Le fait d'introduire les symboles pilote sur le canal de contrôle dédié (et non sur un canal pilote commun à l'ensemble des mobiles) autorise la mise en œuvre des techniques d'antennes adaptatives en permettant l'estimation du canal de propagation sur le faisceau formé par la station de base à l'émission. Notons également que des techniques de diversité à l'émission sur la voie descendante sont en cours d'élaboration ; elles mettent en jeu une technique de codage temps/espace (antennes), soit aveugle sans connaissance a priori du canal (en boucle ouverte), soit s'appuyant sur une estimation préalable du canal via une boucle fermée. Si leur mise en œuvre doit rester optionnelle à la station de base, les terminaux devront, eux, pouvoir supporter ces techniques en réception.

S'agissant de la liaison montante, les canaux DPDCH et DPCCCH sont étalés par des codes distincts dits de canalisation, et projetés sur les branches en phase et en quadrature respectivement (modulation BPSK sur chacune des branches en quadrature) ; cette technique est proposée pour réduire au niveau du terminal les effets électromagnétiques d'une émission discontinue (le canal de contrôle est émis



2. Multiplexage des données de contrôle et de trafic sur la liaison descendante.

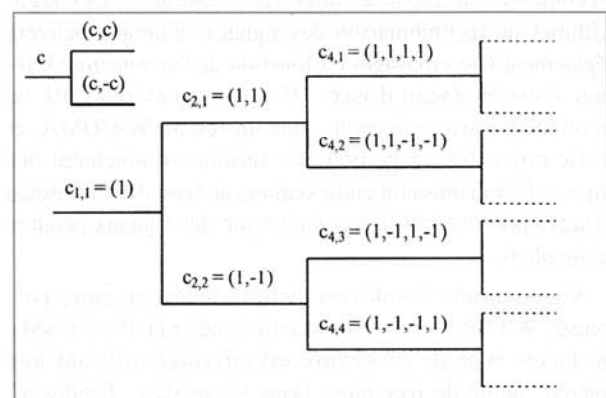
en continu) et permet en outre de maintenir un contrôle du lien radio efficace (contrôle de puissance rapide), même en l'absence de données de trafic à transmettre. Le signal complexe résultant est alors embrouillé par un code d'embrouillage propre à la cellule servant le mobile. En option, des codes d'embrouillage courts seront utilisés pour permettre la mise en œuvre de techniques de réception plus élaborées de type détection conjointe (ou annulation) d'interférence sur la liaison montante.

### 4.2. Service

Le W-CDMA utilise un facteur d'étalement variable (de 4 à 256) permettant de supporter facilement une large gamme de débits de services, avec une bonne granularité. L'étalement maximal (256 sur la voie montante) est réservé aux services à faible débit tels que la voix ; le débit canal maximal supporté par un seul code est de 1024 kbit/s avec un facteur d'étalement de 4 ; ce débit sur la voie radio correspond à un débit utile de l'ordre de 384 kbit/s selon le codage canal utilisé. Pour les services à plus haut débit, plusieurs codes sont alloués à un même utilisateur et transmis simultanément sur le même canal radio.

Ces codes de canalisation utilisés pour distinguer les différents canaux de trafic et de contrôle dans une même cellule sont orthogonaux entre eux et générés selon l'arborescence présentée en figure 3 en fonction du facteur d'étalement utilisé. Cette technique (Orthogonal Variable Spreading Factor) permet de générer des codes orthogonaux entre eux quel que soit le facteur d'étalement ; elle impose cependant des restrictions sur l'affectation de ces codes et l'allocation des ressources physiques, en particulier dans le cas d'accès paquet : si un code est utilisé pour un canal physique dédié (e.g., DPDCH), aucun des codes situés sur la même branche de l'arborescence en amont ou le sous-arbre en aval ne peut être utilisé par aucun des autres canaux dédiés (données ou contrôle).

Différents scénarios de codage sont possibles selon la qualité de service requise. Pour les services nécessitant un taux d'erreur binaire de  $BER=10^{-3}$ , on utilise un codage convolutionnel de taux 1/2 ou 1/3 ; pour les services exigeant un taux d'erreur plus faible encore, on applique un



3. Structure de l'arbre de codes de canalisation.



codage extérieur de Reed-Solomon supplémentaire avant multiplexage ; l'utilisation de turbo codes est également à l'étude. L'entrelacement peut s'effectuer sur plusieurs trames en fonction des contraintes de retard que le service peut supporter. Après codage, le débit symbole est arbitraire, fonction du nombre de services supportés en parallèle et de leur taux de codage ; le débit est alors adapté au débit supporté par les trames PDCH par répétition sélective de codage ou poinçonnage.

### 4.3 Mode Paquet

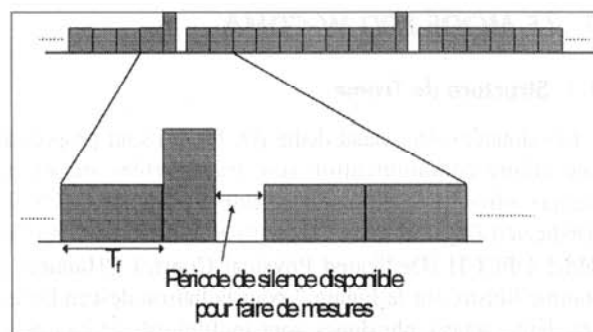
Deux schémas sont prévus pour le support des services en mode paquet. Pour les services transmettant des paquets courts et de façon assez sporadique, un canal commun est partagé entre les différents utilisateurs, et l'accès se fait de façon aléatoire. Il n'y a pas de contrôle du lien radio en l'absence de paquet à transmettre. Pour les services transmettant des paquets plus longs, un canal dédié est établi et la transmission est programmée entre les différents utilisateurs. Un contrôle de puissance rapide est maintenu tant que le canal n'est pas relâché.

Compte tenu d'une limitation potentielle des ressources sur le lien descendant (voir figure 3), le concept de canal partagé entre plusieurs utilisateurs est à l'étude où un indicateur informerait le terminal que les données transmises lui sont destinées ; de même, la possibilité d'effectuer un "soft handover" dans le cas d'accès paquet est également à l'étude.

### 4.4 Handover

Le système W-CDMA fonctionne avec un motif de réutilisation de 1 (les mêmes fréquences sont réutilisées dans toutes les cellules), et ne nécessite donc pas de plan de fréquences à l'intérieur d'une même couche. En revanche, les mobiles doivent toujours être connectés avec la station de base qu'ils reçoivent le mieux, afin de limiter l'interférence créée dans le réseau. Cela nécessite un mécanisme de "handover" rapide appelé "soft handover", comprenant une phase de macrodiversité. Pendant cette phase, le mobile est en communication avec 2 ou 3 stations de base, et les signaux reçus des différentes liaisons sont recombinaisonnés de façon à conserver le meilleur. Des algorithmes de recombinaison des signaux optimaux peuvent également être envisagés en fonction de l'architecture retenue dans le réseau d'accès. Il y aurait environ 20% de mobiles en macrodiversité dans un réseau W-CDMA, et cette procédure exige donc un surdimensionnement des lignes de transmission entre stations de base dans le réseau d'accès pour assurer la recombinaison des signaux pendant cette phase.

S'agissant de "handovers" inter-fréquences, entre porteuses W-CDMA ou vers un autre mode (TDD ou GSM), le même type de procédure est envisagé utilisant une même chaîne de réception. Dans le cas d'un "handover" avec le GSM, elle consiste à utiliser un mode de transmis-



4. Mode de transmission intermittent.

sion intermittent (Figure 4, "slotted mode") au niveau de la station de base, afin de laisser le temps au mobile de faire les mesures radio sur les voies balises et canaux de contrôle des cellules GSM. Cette approche a l'avantage de ne pas exiger de récepteur supplémentaire, et de simplifier la réalisation de terminaux bi-modes. Mais l'introduction de transmission intermittente peut créer une légère dégradation des performances du système (augmentation de la puissance émise sur la période immédiatement adjacente à la période de silence). Le même genre de problème se pose pour le "handover" entre deux fréquences d'une même cellule ou de deux cellules d'un même réseau W-CDMA (réseau multicouche par exemple). Le mode de transmission intermittent pourrait convenir dans ce cas, car le nombre de porteuses W-CDMA à écouter est relativement faible.

### 4.5 Synchronisation

Dans le concept W-CDMA, il n'y a pas besoin de synchronisation entre stations de base comme c'est le cas en IS'95, puisque les cellules utilisent des codes d'étalement différents (512 codes de Gold). L'avantage immédiat d'un réseau d'accès asynchrone est une plus grande flexibilité de déploiement, particulièrement en environnement intérieur, puisqu'il ne nécessite pas de système de synchronisation externe comme ceux basés sur des réseaux à satellites type GPS dont l'opérateur ne maîtrise pas la disponibilité de service.

Une procédure de synchronisation du terminal en trois étapes successives a été définie ; dans un premier temps, le terminal utilise le code unique du canal de synchronisation primaire pour acquérir la synchronisation en temps (slot) de la meilleure cellule qui le sert ; il peut alors déterminer sur le canal de synchronisation secondaire à la fois la synchronisation trame de la cellule et identifier le groupe de codes d'embrouillage utilisé par la cellule (32 groupes de 16 codes) ; la troisième et dernière étape lui permet alors d'identifier le code d'embrouillage effectivement utilisé par la cellule via la détection du canal de contrôle commun (CCPCH).

Une procédure de synchronisation rapide des mobiles a cependant dû être définie afin d'accélérer les phases de mesures des signaux pilotes des stations voisines, nécessaires pour le "soft handover". Egalement compte tenu du

rôle croissant attendu des services de transmission paquet, un accès rapide et efficace aux ressources radio devient indispensable ; une structure de "burst" spécifique incluant un préambule a été définie pour améliorer le mécanisme d'accès aléatoire et permettre plusieurs tentatives d'accès simultanées.

## 5. LE MODE TDD TD-CDMA

### 5.1 Structure de trame

L'UTRA/TDD est un mode basé sur un schéma d'accès hybride alliant la séparation des ressources en intervalles de temps et une composante d'étalement de spectre (Figure 1). Les paramètres physiques des deux modes de l'UTRA ont été fortement harmonisés pour favoriser la réalisation de terminaux bi-modes (Tableau 2) adoptant en particulier les mêmes débits chips et la même structure de trame.

Une des spécificités d'un fonctionnement en mode TDD est qu'il permet d'allouer dynamiquement les ressources radio (Time slots) entre les liaisons montante et descendante, donnant la possibilité de gérer des conditions de trafic hautement asymétriques pour par exemple privilégier la liaison descendante (station de base vers mobile) pour répondre à une attente de trafic plus importante sur ce lien (consultation WWW, rapatriement de fichiers). Ce partage peut en outre s'effectuer de manière dynamique pour s'adapter à des conditions variables de trafic à la fois dans le temps et l'espace. Ces techniques d'allocation dynamique de ressources basée sur la qualité observée des canaux (DCA) facilitent en outre une opération non coordonnée dans un même spectre. La figure 5 illustre le cas d'un seul point de basculement dans la trame, mais plusieurs peuvent être réalisés, offrant des rapports d'asymétrie différents. Un "time slot" minimum doit cependant être réservé en permanence sur les deux liaisons pour supporter les canaux de contrôle et signalisation nécessaires.

### 5.2 Détection conjointe

Le contenu physique de ces "time slots" consiste en "bursts" de transmission ; ces bursts (ou codes) peuvent être alloués à différents utilisateurs ou à un même utilisateur selon le débit de service souhaité et offrent ainsi une bonne granularité de service. Deux types de bursts ont été définis selon les conditions d'utilisation qui permettent la

détection simultanée de huit utilisateurs différents. Ils consistent en une séquence d'apprentissage nécessaire à l'estimation du canal, deux blocs de données et une période de garde. Les deux types de bursts diffèrent par la taille de la séquence d'apprentissage pour optimiser l'estimation du canal en fonction des environnements (étalement des trajets multiples) ou selon le nombre d'utilisateurs simultanés.

Un procédé de détection conjointe des codes affectés à un même intervalle de temps permet de restaurer l'orthogonalité des utilisateurs à l'intérieur d'une même cellule, même lorsqu'ils ne sont pas reçus avec le même niveau de puissance. Il est basé sur une estimation simultanée de l'ensemble des signaux reçus pour éliminer les brouilleurs du signal utile. Afin de limiter la complexité du mobile, un nombre limité de codes est alloué à un même intervalle de temps (de 8 à 12). Cette technique a cependant l'avantage d'éviter le recours au contrôle de puissance rapide, et de mieux tolérer les différences de puissance importantes entre les mobiles. Un contrôle de puissance lent (toutes les 100 ms), fondé sur la qualité du lien, est suffisant pour obtenir de bonnes performances avec le système TD/CDMA.

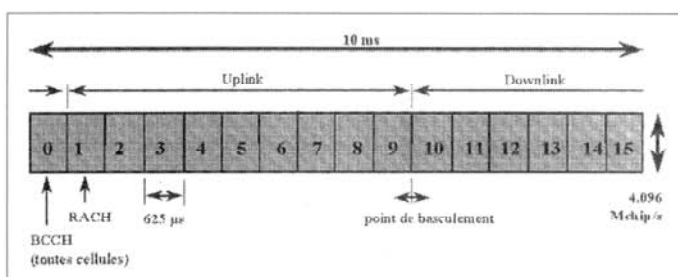
A noter également que l'utilisation d'une même porteuse sur les deux sens de transmission peut faciliter l'estimation du canal de propagation. En particulier, dans le cas de l'utilisation d'antennes adaptatives, la formation d'un faisceau focalisé vers l'utilisateur mobile dans le sens descendant peut désormais s'appuyer sur l'estimation complexe qui en aura été effectuée par la station de base pour la voie montante.

### 5.3 Services

Le concept TD/CDMA offre une large gamme de débits de services en allouant plusieurs codes ou plusieurs slots à un même utilisateur, permettant ainsi une granularité assez fine. L'allocation multi-code est préférable d'un point de vue complexité, car le mobile est de toute façon obligé de décoder l'ensemble des codes alloués à un intervalle de temps pour appliquer le procédé de détection conjointe. Cependant, l'allocation de plusieurs intervalles de temps peut conduire à de meilleures performances car elle offre une meilleure diversité d'interférence. Les mécanismes d'allocation des ressources doivent donc être définis en fonction des possibilités du terminal et de la flexibilité d'allocation désirée.

### 5.4 Synchronisation

L'opération en duplex TDD exige une synchronisation des stations de base au niveau de la trame, afin d'éviter des situations d'interférence de mobile à mobile qui viendraient perturber le bon fonctionnement du réseau. Le niveau de synchronisation requis n'est cependant pas très précis (de l'ordre de 5 µs environ) et devrait pouvoir être réalisé assez facilement, via un procédé de synchronisation par le réseau fixe en particulier pour les stations situées dans les bâtiments.



5. Structure de trame du mode TDD.

L'avantage du mode TDD réside dans le fait que les ressources radio peuvent être affectées de façon asymétrique à la liaison montante ou descendante en fonction des statistiques de trafic observées. Toutefois, afin d'éviter des situations d'interférence de mobile à mobile, il est souhaitable d'avoir une séparation entre la liaison montante et la liaison descendante homogène au niveau du réseau. Les mécanismes d'allocation de ressources doivent ainsi être étudiés plus avant pour éviter des situations de blocage du récepteur radio pour des conditions particulières d'interférence mobile à mobile (e. g., mobile en réception, brouillé par un utilisateur proche émettant simultanément sur la même ressource mais servi par une station de base voisine).

## 6. CONCLUSION

Quelques caractéristiques clés du concept UTRA de l'ETSI ont été décrites. Le mode FDD, basé sur une solution W-CDMA à séquence directe apparaît bien adapté à tous les types de cellules, y compris aux grandes cellules, mais n'est pas très souple pour gérer des conditions de trafic asymétrique. Quant au mode TDD, il permet d'adapter le rapport de transmission montante/descendante en fonction de l'asymétrie du trafic, mais exige une synchronisation des stations de bases et n'est pas bien adapté aux grandes cellules à cause des temps de garde trop importants.

Certaines des caractéristiques physiques de ces deux modes décrites ci-dessus sont susceptibles d'évoluer en fonction du processus d'harmonisation en cours et en fonction du travail de développement des spécifications déjà engagé. Cette solution défendue par l'ETSI a été soumise dans le cadre du processus engagé pour l'IMT2000 à l'UIT. Parmi les différents candidats proposés à l'UIT, une convergence se dessine entre les solutions défendues par l'Europe et le Japon avec la création d'un nouveau forum, le 3GPP, chargé de spécifier un concept W-CDMA harmonisé sur la base des solutions développées à l'ARIB et à l'ETSI. Une convergence se dessine également autour de la composante TDD avec l'objectif d'harmoniser les solutions Chinoise TD-SCDMA et UTRA/TDD.

Plus généralement, les contraintes de migration à partir de systèmes de 2ème génération, propres à chaque région, ainsi que les discussions en cours sur la mise à disposition des licences essentielles, rendent cependant improbable une harmonisation de l'ensemble des propositions autour d'une norme unique.

Ainsi la solution CDMA2000 défendue par le TTA diffère de l'UTRA sur un certain nombre de caractéristiques (débit chip, synchronisation du réseau, canal pilote,...) avec pour arrière plan des contraintes de migration depuis les systèmes de deuxième génération et la mise à disposition de brevets à l'ensemble des acteurs industriels. Les discussions sont en cours pour parvenir à une harmonisation de ces modes, plus particulièrement dans l'optique de faciliter la réalisation de terminaux bi-modes, et de permettre ainsi une itinérance mondiale.

## Références

- [1] E. NIKULA, A. TOSKALA, Nokia Research Center, E. Dahlman, Ericsson Radio Systems, L. Girard, France Télécom CNET, A. Klein, Siemens AG, "Frames Multiple Access for UMTS and IMT2000", IEEE Personal Communication, April 1998, p16
- [2] Communiqué de presse, "Agreement reached on radio interface for third generation mobile system, UMTS, Universal Mobile Telecommunications System", ETSI, Tdoc SMG 40/98, Paris, 29 janvier 1998
- [3] ERC TG1 98.183 : Draft ERC decision on the harmonised utilisation of spectrum for terrestrial UMTS operation within the bands 1900-1980 MHz, 2010-2025 MHz and 2110-2170 MHz.

**Laurent GIRARD**, diplômé de l'Ecole Polytechnique en 1979, a ensuite obtenu son doctorat de troisième cycle, spécialité physique des plasmas en 1982. Il poursuit sa carrière au CNET, centre R&D de France Télécom, où il est responsable scientifique d'une expérience de spectrométrie spatiale du projet Interball. Depuis 1995, responsable pour le CNET du projet européen ACTS/Frames, il participe au processus de normalisation de l'UMTS et de l'IMT2000 engagé à l'UIT. Il est responsable de l'Unité de Recherche et Développement chargée de l'évaluation des systèmes 3G à la Direction des services Mobiles et systèmes Radio du CNET (DMR/IIM).