

2^{ème} année Sciences du Numérique – Parcours A, R, T
Contrôle "Réseaux de Mobiles"

Avril 2019 - durée 1h

André-Luc BEYLOT

(notes de cours et documents distribués autorisés)

GPRS/HSDPA – allocation/partage de ressources

1. Décrire les principes du partage des ressources radio dans le sens descendant en GPRS et HSDPA/LTE.

Les communications dans le sens descendant dans les réseaux mobiles se positionnent dans un contexte de communication 1->N, il va donc s'agir principalement d'un problème d'ordonnancement. Il va y avoir plusieurs différences fondamentales en termes de niveau de partage, des techniques utilisées, des flux véhiculés...

On ne va se concentrer ici que sur les canaux de données sur lesquels la qualité de service est la plus sensible voire hétérogène.

Dans les systèmes 2G (donc EDGE et GPRS) on est dans un contexte dans lequel, les canaux sont de même type que ceux du GSM avec un débit faible sur chacun des canaux. En revanche, un terminal ne peut recevoir (et émettre) que sur un seul de ces canaux à la fois. Le partage ne va pas donc être complet mais on va simplement multiplexer temporellement un petit nombre de flux sur chacun des canaux identifiés GPRS. On peut avoir jusqu'à concurrence de 6 terminaux sur un canal GPRS. Le gain en multiplexage reste donc modeste. Par ailleurs, les niveaux de qualité de service étaient relativement homogènes donc pas besoin de métriques ou d'algorithme très sophistiqués d'ordonnancement.

Pour finir les décisions d'ordonnancement sont prises sur le contrôleur de station de base ce qui rend la prise de décision assez lente (mode circuit sur le lien entre stations de base et contrôleur de station de base).

Dans le contexte de HSDPA/LTE, on mutualise les ressources complètement entre les différents flux et les différents terminaux dans le sens descendant. Globalement, les problèmes sont de la même nature dans les deux cas. Les décisions sont prises sur la station de base dans les deux cas (en HSDPA c'est une évolution par rapport à l'UMTS, en LTE car les deux équipements ont fusionné). En revanche, contrairement à GPRS cette fois la qualité de service est beaucoup plus hétérogène et le nombre de flux plus grand. On commence également (légèrement présent avec EDGE) à faire de la modulation/codage adaptatifs d'où l'importance de choisir également les terminaux dans les meilleures conditions de réception afin d'optimiser l'efficacité spectrale.

2. Qu'en est-il des algorithmes à mettre en œuvre ?

Les algorithmes d'ordonnancement ne sont jamais normalisés. Dans le contexte du GPRS, un Round Robin entre les flux actifs suffira largement. A la limite, on peut le pondérer par le débit de la connexion RLC.

Pour ce qui est de HSDPA/LTE, c'est là que l'on a commencé à implanter des solutions multicritères visant à assurer une bonne utilisation du support, une équité entre les terminaux voire entre les flux et un respect de la qualité de service (cf. TD n°3)

HSPA

3. Proposez une pile protocolaire représentant le plan-U du réseau d'accès UMTS pour une transmission HSDPA : UE, node-B et RNC.

TCP/UDP

IP

PDCP

RLC

PDCP

RLC

Iu-b

Iu-b

MAC-hs

MAC-hs

UDP/IP

UDP/IP

PHY-1

PHY-1

PPP/SDH

PPP/SDH

4. *Pourquoi la voix en mode circuit n'a-t-elle pas été concernée par les améliorations HSPA ?*
Le gain de multiplexage est nul pour des flux à débit constant. Qui plus est ce sont ces flux qui sont les plus contraints temporellement et qui posent le plus de problème vis-à-vis de la technique d'ordonnancement utilisée. Pas besoin pour eux de rapprocher la couche MAC car l'allocation de ressource consiste en un débit constant. Par conséquent on les a laissés à part. Attention, et comme on l'a vu en cours, sur des flux de voix sur IP on peut gagner en énergie et sur la signalisation.

LTE

5. *Décrire les principes des solutions cross-layer proposées dans les réseaux LTE et UMTS. Quels en sont les limites et les avantages ? Quels sont les (types de) mécanismes qui peuvent en bénéficier ?*

Les principes du cross-layering sont de permettre des mécanismes faisant intervenir plusieurs niveaux protocolaires. Cela peut se traduire par le fait que certaines informations sont traitées par des niveaux protocolaires qui ne sont pas ceux prévus initialement ou bien par des architectures protocolaires dans lesquels des informations circulent entre niveaux non-adjacents ou bien encore avec des mises en commun de données au travers d'une couche transverse...

Dans le contexte des réseaux mobiles ce sont généralement les solutions architecturales qui sont préférées et dans la mesure où il y a une dissymétrie entre les acteurs : utilisateurs vs. Opérateurs, la localisation de ce type de mécanisme est le plus souvent située chez l'opérateur. Dans le contexte de l'UMTS cela s'est traduit en termes d'architectures par une couche protocolaire de contrôle RRC située sur le contrôleur de station de base (et le terminal) qui va centraliser des informations de toutes les couches protocolaires du réseau d'accès pour prendre des décisions de paramétrages de l'ensemble du réseau d'accès pour offrir aux utilisateurs la qualité de service négociée.

Dans le contexte de LTE, cela s'est traduit par des ordonnanceurs qui tirent de la même façon des informations de plusieurs niveaux protocolaires afin d'optimiser l'utilisation des ressources du réseau, de garantir la qualité de service et d'assurer l'équité entre les utilisateurs.

Comme on le voit ce sont les mécanismes d'allocation et de partage des ressources qui sont largement bénéficiaires de ces mécanismes cross-layer.

Parmi les grands classiques, il y a eu des solutions visant à coupler la couche MAC et TCP pour éviter que TCP ne sur-réagisse vis-à-vis d'erreurs de transmission.

6. *Une des tentations fortes du 3GPP est de vouloir utiliser également les bandes de fréquences sans licence (type WiFi) pour déployer des solutions LTE. Deux variantes successives ont vu le jour : LTE-U (Unlicensed) et LAA (License Assisted Access). Comment faire en sorte que la cohabitation fonctionne bien entre LTE et WiFi (sans modifier le WiFi qui utilise du CSMA/CA) ? Quels sont les types de trafic visés ?*

Un des problèmes majeurs est que dans le LTE, on n'a pas l'habitude d'être polis. Les fréquences sont achetées par les opérateurs qui n'ont donc pas envie de les partager. Le problème que l'on aura ici est qu'avec ce genre de configuration les utilisateurs du WiFi n'auront jamais la possibilité d'émettre. C'est pour ce faire qu'un équivalent de CSMA/CA doit être utilisé. La technique retenue s'intitule « listen before talk », en gros du CSMA. Cela se traduit par le fait que l'on va rajouter un délai aléatoire avant de pouvoir émettre sur le

support de communication. Cela n'est donc tolérable que pour des trafics non contraints temporellement, plutôt volumineux car c'est « gratuit ».

SMS/Signalisation

7. *Qu'est-ce qui justifie selon vous le basculement de la prise en charge du SMS du plan de contrôle (2G) vers le plan de données (4G) ?*

On l'a en partie évoqué dans le TD n°3. L'utilisation du plan de contrôle était liée au fait que les besoins en qualité de service étaient similaires entre la signalisation et les SMS. Les SMS sont gérés dans un centre de stockage des messages courts auquel on accède au travers du réseau sémaphore. Il n'est pas très simple d'interconnecter le plan de données avec le réseau sémaphore. C'est par exemple ce que l'on a vu dans le TD précédent où l'on a évoqué la solution intermédiaire où l'on a interconnecté la MME avec un SMSC du réseau télécoms.

En revanche dès que l'on relâche ce type de contraintes, il n'y a aucune raison particulière d'envoyer les SMS dans le plan de contrôle car ce sont des données utilisateurs.

Attention, on se rend instantanément compte que la signalisation est extrêmement lourde pour envoyer très peu de données et l'on se reposera la question l'an prochain

8. *Qu'en est-il de la signalisation téléphonique (tout type de service de téléphonie) ?*

Dans le contexte de la parole téléphonique classique (2G, 3G) elle est prise en charge dans le plan de contrôle et s'interconnecte au niveau du MSC avec le réseau sémaphore. Pour le service de voix sur IP, en 3G et 4G, la signalisation est prise en charge dans le plan de données. Le plan de contrôle du réseau d'accès sert alors à gérer les « traffic bearer », et les différents tunnels.