
Evaluation des performances de l'Abis Dynamique pour E-GPRS

Nicolas Dailly, Philippe Martins et Philippe Godlewski

ENST-Paris – Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications

LTCI-UMR 5141 CNRS

46 rue Barrault

75634 Paris Cedex 13, France

Nicolas.Dailly@enst.fr, Philippe.Martins@enst.fr, Philippe.Godlewski@enst.fr

RÉSUMÉ. La technologie E-GPRS – Enhanced General Packet Radio Service – est conçue pour améliorer l'efficacité du transport de données sur l'interface Air du système GSM/GPRS. L'allocation des ressources sur l'interface Abis dans le système GPRS repose sur une association statique entre les ressources de l'interface Air et celles de l'interface Abis. Cette approche ne permet pas d'offrir des débits sur l'interface Air qui dépassent les capacités de transmission d'un canal de l'interface Abis, soit 16kbits/s. L'introduction de E-GPRS doit donc s'accompagner d'une modification de la politique d'attribution des ressources sur l'interface Abis. Cet article examine les performances de trois politiques d'allocation dynamique de ressources sur l'interface Abis pour le système E-GPRS. Deux approches appelées « approches micro-circuit » et une approche, appelée « approche avec bufferisation ». L'évaluation des performances de ces approches est réalisée par simulation et se limite à l'étude du sens descendant.

ABSTRACT. The Enhanced General Packet Radio Service (E-GPRS) has been standardized to improve the data throughput provided by the GSM/GPRS air interface. GPRS relies on a static mapping between the resources of the Abis and of the air interface (made by provisioning). This current approach does not provide enough resources on the Abis interface to transport traffic from the air interface when the coding scheme has a data rate superior to 16kbits/s. This paper investigates the performance of two dynamic allocation policies for the Abis interface for E-GPRS systems. The first strategy is called micro circuit strategy. The second strategy is referred as buffered strategy. Performance evaluations are performed by computer simulation and are limited to the case of downlink transmission.

MOTS-CLÉS : E-GPRS, interface Abis, Allocation dynamique de ressources, Performances, Simulation informatique.

KEYWORDS: E-GPRS, Abis interface, Dynamic Resource Allocation, Performances, Computer simulation.

1. Introduction

Le système E-GPRS – Enhanced GPRS – est une évolution du GPRS [1] – General Packet Radio Service – qui augmente les performances de transmission sur l'interface radio. E-GPRS n'introduit pas de nouveaux équipements au sein du réseau cœur et les modifications de la pile protocolaire dans le réseau d'accès concernent la modulation, les protocoles RLC/MAC, SM et BSSGP [3][4][5]. E-GPRS impose également d'adapter certaines interfaces filaires afin de supporter l'augmentation des débits de données (et notamment l'interface Abis).

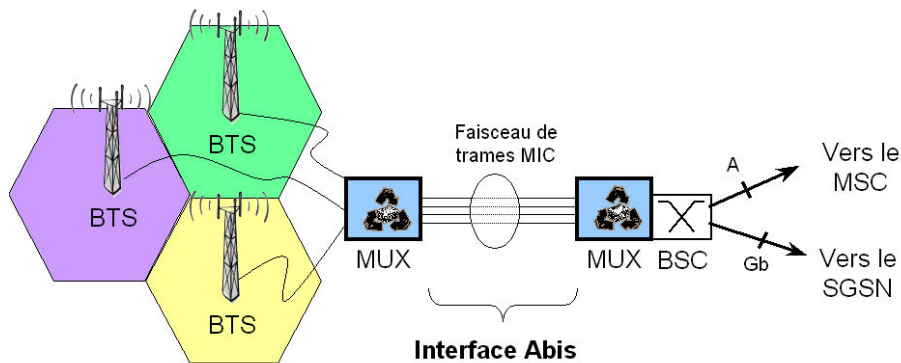


Figure 1. Architecture de l'interface Abis

L'interface Abis décrite en figure 1, relie les stations de base (BTS – Base Transceiver Station) à leurs contrôleurs (BSC – Base Station Controller). La technologie de transport mise en œuvre sur cette interface est de type MIC (Modulation par Impulsion et Codage).

2. Politique d'allocation des ressources sur l'interface Abis

Dans le système GSM, la politique d'allocation des ressources sur l'interface Abis consiste à associer de façon permanente un canal à 16kb/s à chaque slot de l'interface radio (approche que l'on qualifiera de statique par la suite). Le système GPRS (codage CS-1, CS-2) réutilise l'approche statique et associe donc à chaque slot un canal à 16kb/s sur l'interface Abis. L'approche statique est utilisable tant que les schémas de codages utilisés sur l'interface radio ne dépassent pas les 16kb/s.

Les systèmes GPRS, et plus encore E-GPRS, ont été conçus pour supporter des débits qui peuvent dépasser 16kbits/s. La politique d'allocation des ressources sur l'interface Abis doit donc être adaptée pour supporter ces nouveaux débits.

Pour dépasser ces limitations, une première solution consiste à allouer à la demande plusieurs canaux sur l'interface Abis pour chaque slot sur l'interface Air, ce qui revient à ouvrir des micro-circuits de taille variable entre les stations mobiles (MS) et les contrôleurs de station de base (BSC). Cette approche sera qualifiée d'« approche micro-circuit » dans la suite. La seconde solution consiste à allouer indépendamment les ressources sur les interfaces Air et Abis. Pour cela, des piles (buffers) doivent être implémentées au niveau des BTS. Cette approche est alors appelée dans la suite « approche avec bufferisation ».

Cet article compare les performances de l'approche « micro-circuit » dans le cas où les ressources de l'Abis sont dédiées à chaque BTS avec le cas où ces ressources sont partagées entre plusieurs BTS. Il étudie ensuite l'intérêt de l'approche « avec bufferisation » par rapport à l'approche « micro-circuit » et propose une solution pour augmenter les performances des transmissions de données sur l'interface Abis dynamique sans augmenter le nombre de ressources utilisées.

3. Modèle de simulation

3.1 Présentation

Pour comparer les performances des différentes approches de l'Abis dynamique, nous avons développé deux simulateurs qui prennent en considération le trafic de voix et le trafic de données sur les interfaces Air et Abis. Le premier simulateur est dédié à l'approche « micro-circuit », le second à l'approche « avec bufferisation ». Ces deux simulateurs prennent uniquement en compte le trafic utilisateur.

Le mode de réservation de ressources sur l'interface radio et l'Abis ne diffère suivant les approches que pour le trafic de données. Pour l'approche « micro-circuit », lorsqu'un BSC a des paquets de données à transmettre, un micro circuit est établi entre le BSC et le mobile. Ce micro-circuit est libéré lorsqu'un paquet IP est totalement transmis. Ce mécanisme permet de simuler l'ouverture et la fermeture de TBF – Temporary Block Flow. La BTS a alors une simple fonctionnalité de commutation de circuits. Dans l'approche « avec bufferisation », la transmission est réalisée en deux temps : du BSC jusqu'à la BTS, puis de la BTS jusqu'au mobile. La BTS implémente une pile qui lui permet de stocker quelques blocs RLC/MAC le temps que des ressources soient disponibles pour la transmission sur la radio. Dans cette seconde approche, la BTS fait de la commutation de blocs RLC/MAC.

3.2 Transmission de données

Un générateur de données crée des paquets IP en fonction du modèle de trafic que l'on choisit. Une limite de validité des paquets est également définie. A l'expiration de la limite de validité du paquet, si le transfert du paquet n'a pas encore débuté, il est détruit et considéré comme perdu par péremption. Si un mobile quitte la cellule avant d'envoyer et de recevoir toutes ses données, celles-ci sont perdues.

Un modèle d'erreur IID est utilisé au niveau des interfaces Air et Abis pour simuler la perte de blocs due aux mauvaises conditions du canal.

3.3 Mécanisme d'allocation de ressources sur l'Abis et l'interface radio

L'algorithme d'allocation de ressources dépend du type de trafic considéré, voix ou données, et de l'approche considérée, « micro circuit » ou « avec bufferisation ». Le simulateur distingue trois types de ressources sur chacune des interfaces : les ressources voix, les ressources de données et les ressources mixtes. Les ressources mixtes peuvent être utilisées pour les deux types de trafic ; la voix étant prioritaire.

L'allocation des ressources pour le transport de données dans l'approche « micro circuit » consiste, pour le BSC, à allouer aux BTS un nombre de canaux sur l'interface Abis en relation avec la capacité utilisée sur l'interface radio pour les différents TBF ouverts. A l'issue de la distribution, les ressources non utilisées peuvent être allouées à des BTS qui en ont besoin. Le nombre de ressources utilisées par un mobile sur les interfaces Air et Abis dépend également de la capacité multi-slot du mobile et du schéma de codage qu'il utilise. Par exemple, un mobile de capacité multi-slot (4+1) utilisant un schéma de codage à 20kbits/s pourra se voir allouer jusqu'à 4 slots downlink sur l'interface Air et 8 canaux à 16kbits/s sur l'interface Abis.

L'allocation des ressources pour le transport de données dans l'approche « avec bufferisation » consiste à allouer aux BTS un nombre de canaux sur l'interface Abis proportionnel au nombre de slots data qu'ils utilisent sur l'interface Air. Les ressources non utilisées sont ensuite allouées aux BTS qui en ont besoin. Les ressources sur l'interface Air sont allouées par les BTS en fonction du nombre de slots dont elles disposent.

4. Profils d'utilisateurs et modèles de trafic

Les paramètres de trafic utilisés dans les simulations sont exposés dans le tableau 1. Nous ne considérons qu'un seul profil de mobiles. Leur capacité multi-slots est (4+1) et le schéma de codage utilisé permet des débits de 20kbits/s/slot sur

l'interface Air. Le taux d'erreur bloc sur l'interface air est fixé à 0,1%, les blocs en erreur sont tirés aléatoirement suivant une loi uniforme.

Paramètres de trafic (voie descendante)	Loi	Valeur moyenne
Temps inter session	Exponentielle	60 sec
Nombre de pages chargées par session	Géométrique	5
Temps entre deux chargements de page	Géométrique	5 sec
Nombre d'objets dans une page	Géométrique	25
Temps entre l'appel de deux objets	Géométrique	0,0625 sec
Taille des objets (en octets)	Pareto Cut-off	$\alpha=1,1$ $k=81,5$ $m=66666$
Durée de validité d'un paquet IP	Valeur fixe	20 sec

Tableau 1. Paramètres de trafic utilisés

5. Approche « micro circuit » : partage des ressources entre plusieurs BTS

Dans cette partie, nous allons comparer l'approche « micro-circuit » où le nombre de ressources utilisé par une BTS sur l'interface Abis est fixe avec l'approche où les ressources de l'Abis sont partagées dynamiquement entre toutes les BTS. Pour cela, nous avons étudié deux scénarios. Dans le premier, nous considérons une BTS reliée à un BSC. Les interfaces Air et Abis implémentent toutes les deux 17 ressources dédiées à la voix et 4 ressources dédiées au transport de données dont 2 qui peuvent être préemptés pour le transport de trafic vocal (configuration GPRS typique). Dans un second scénario, nous avons considéré 10 BTS reliées à une même interface Abis. Le nombre de ressources allouées sur l'interface Air de chaque BTS reste le même que dans le premier scénario, le nombre de ressources disponible sur l'Abis est 10 fois plus important : 170 ressources dédiées trafic vocal et 40 ressources utilisées pour le trafic de données dont 20 qui peuvent être préemptés pour le transport d'appels vocaux.

La figure 2 présente le taux et les délais de transmission des LLC-PDU dans le sens descendant. On constate que dans le cas où les ressources sont partagées entre plusieurs BTS, les performances obtenues sont bien meilleures, tant en ce qui concerne le taux que les délais de transmission. Le gain est surtout sensible à faible charge (entre 0 et 8 sessions PDP actives simultanément). Au delà, la charge est tellement importante que le partage dynamique des ressources entre les BTS n'a plus d'effet : chaque BTS veut émettre en même temps et elles obtiennent donc le même nombre de ressources que si les ressources n'avaient pas été partagées. Au delà de 10 sessions actives par cellule, le gain de performances devient quasiment inexistant. Le taux de transmission y est cependant lui aussi assez faible et il faudrait

donc, pour assurer une qualité de service acceptable aux utilisateurs, augmenter sensiblement le nombre de ressources disponibles sur les interfaces Air et Abis.

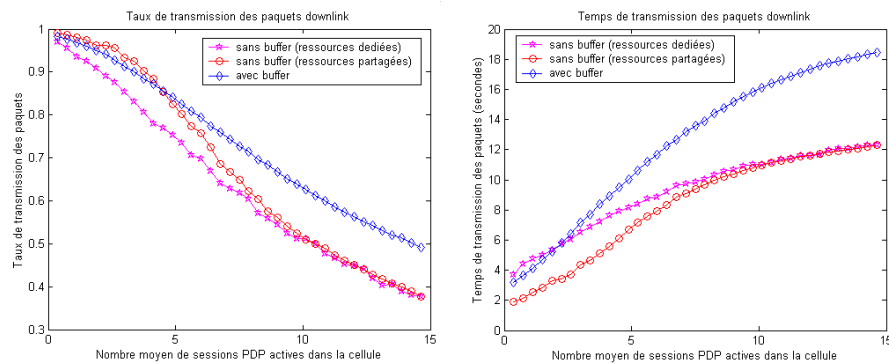


Figure 2. Taux et temps de transmission des LLC-PDU dans le sens descendant

6. Comparaison des approches « micro-circuit » et « avec bufferisation »

Pour comparer les approches « micro-circuit » avec l'approche « avec bufferisation », nous nous sommes placés dans la même configuration que précédemment. La figure 3 illustre les résultats obtenus. Tout comme l'approche « micro circuit » aux ressources partagées, l'approche « avec bufferisation » a des performances globalement meilleure que l'approche « micro-circuit » aux ressources dédiées. L'approche « avec bufferisation » est la plus performante, en terme de taux de transmission, lorsque la charge du système est importante (au delà de 5 sessions PDP actives par cellule). Lorsque la charge est faible, on constate que l'approche « micro-circuit » aux ressources partagées est plus intéressante.

En terme de délais de transmission, c'est toujours l'approche « micro-circuit » aux ressources partagées qui est la plus performante. A faible charge, l'approche « par bufferisation » induit les mêmes délais de transmission que l'approche « micro-circuit » à ressources dédiées. A charge moyenne et forte, les délais induits par la bufferisation deviennent plus importants et viennent fortement diminuer l'intérêt qu'apporte cette approche en terme de temps de transmission. Cette approche peut cependant revêtir un intérêt dans le cas de trafic de type streaming.

Pour ces simulations, nous avons implémenté une pile maximale de 4096 bits dans chaque BTS. Or, on constate que la taille moyenne de la pile, même à pleine charge, n'excède que de très peu 800 bits. Ces 800 bits correspondent au nombre de bits que peut écouler l'interface Abis par période de 20ms (temps de transmission d'un bloc RLC/MAC) lorsque l'on considère 4 slots de données sur l'interface Abis et un débit slot de 20kbits/s sur l'interface Air. En ce sens, si on considère la même configuration que les réseaux actuels, la capacité de transmission de l'interface Air dépasse les capacités de transmission de l'interface Abis. Il peut être intéressant

dans ce contexte d'augmenter les ressources mixtes sur l'Abis. C'est ce que nous étudions dans la section suivante.

7. Optimisation des capacités de transmission de l'Abis-dynamique

Dans cette section, nous n'avons modifié que la configuration de l'interface Abis. Nous avons ainsi considéré une interface Abis composée de 140 ressources dédiées voix (au lieu de 170) et 70 ressources de données (au lieu de 40) dont 50 préemptibles (au lieu de 20). Avec ce type de configuration, il est toujours possible d'écouler autant d'appels vocaux, mais les ressources préemptibles non utilisées pour les appels vocaux, peuvent être utilisées pour le transport de données.

La figure présente respectivement les taux et les temps de transmissions obtenus avec les deux approches : « micro-circuit » ressources partagées et « avec bufferisation ». On constate alors que les taux de transmission offerts par l'approche « avec bufferisation » sont plus meilleurs que ceux de l'approche « micro-circuit », et ce, d'autant plus que la charge est élevée. Avec cette nouvelle configuration pour l'interface Abis, les délais de transmission sont légèrement améliorés, et, à faible charge, l'approche avec bufferisation devient plus avantageuse.

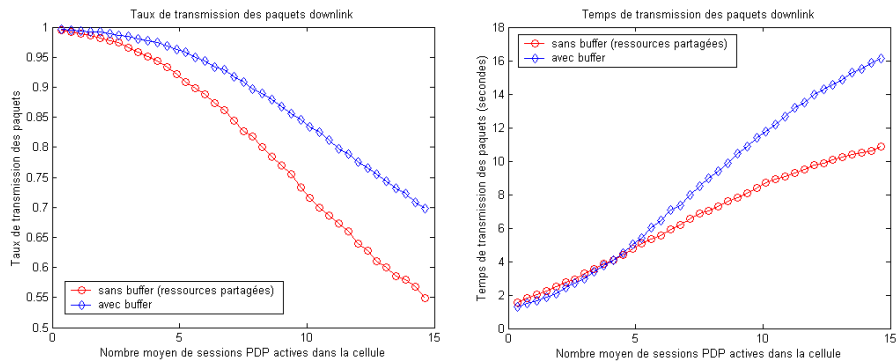


Figure 3. : Taux et temps de transmission des LLC-PDU dans le sens descendant

9. Conclusion

Le développement des technologie GPRS et E-GPRS et l'augmentation des débits qu'elles introduisent nécessite la modification des politiques de partage des ressources sur l'interfaces Abis. Cet article étudie les performances apportées par l'utilisation de mécanismes d'allocation dynamique de ressources sur l'interface Abis. Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'amélioration sensible des

8 Colloque Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles (CFIP'05)
29 mars - 1er avril 2005, Bordeaux, France

performances induites par l'introduction d'une politique d'allocation dynamique des ressources sur l'interface Abis.

Les différences de performances des approches « micro-circuit » et « avec bufferisation » dépendent fortement de la configuration choisie pour l'interface Abis. Si l'on considère un nombre de ressources sur l'interface Abis identique au nombre de ressources sur l'interface Air, pour une répartition des ressources identique, c'est l'approche « micro-circuit » qui se révèle être la plus performante, notamment à cause du délais de transmission qui viennent fortement nuire à l'approche « avec bufferisation ».

Cette étude met cependant en évidence que l'augmentation des performances de transmission ne peut se faire sans augmenter les capacités de transmission de données sur l'interface Abis. L'approche que nous proposons consiste à transformer une partie des ressources dédiées au transport d'appels vocaux en ressources utilisables pour le transport de données et préemptables au besoin pour écouler des appels vocaux. On constate alors que cette reconfiguration de l'interface Abis améliore sensiblement les performances de transmission. C'est l'approche « avec bufferisation » qui bénéficie le plus de cette reconfiguration, tant en terme de taux que de délais de transmission.

Bibliographie

- [1] 3GPP, TS 03.60 v6.11.0, "General Packet Radio Service (GPRS); Service description, stage 2 (release 97)", Septembre 2002.
- [2] ETSI, TR 101 112 v3.2.0, "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Selection procedures for the choice of radio transmission technologies of the UMTS, avril 1998.
- [3] 3GPP, TS 04.60 v8.20, "General Packet Radio Service (GPRS); Mobile Station (MS) - Base Station System (BSS) interface; Radio Link Control/ Medium Access Control (RLC/MAC) protocol", Septembre 2003
- [4] 3GPP, TS 04.64 v8.7.0, "General Packet Radio Service (GPRS); Mobile Station - Serving GPRS Support Node (MS-SGSN); Logical Link Control (LLC) layer specification", Décembre 2001
- [5] 3GPP, TS 08.18 v8.10.0, "General Packet Radio Service (GPRS); Base Station System (BSS) - Serving GPRS Support Node (SGSN); BSS GPRS Protocol (BSSGP)", Mai 2002.