



**HAL**  
open science

## Optimisation des Poids DNS dans les Réseaux Radio de 3ème Génération

Cédric Fortuny, Olivier Brun, Jean-Marie Garcia

► **To cite this version:**

Cédric Fortuny, Olivier Brun, Jean-Marie Garcia. Optimisation des Poids DNS dans les Réseaux Radio de 3ème Génération. 9ème Rencontres Francophones sur les Aspects Algorithmiques des Télécommunications, May 2007, Ile d'Oléron, France. pp.131-134. inria-00176956

**HAL Id: inria-00176956**

**<https://inria.hal.science/inria-00176956v1>**

Submitted on 5 Oct 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Optimisation des Poids DNS dans les Réseaux Radio de 3<sup>e</sup> Génération

Cédric Fortuny<sup>12</sup> and Olivier Brun<sup>1</sup> and Jean-Marie Garcia<sup>12</sup>

<sup>1</sup> LAAS-CNRS 7, avenue du Colonel Roche 31077 Toulouse, France

<sup>2</sup> QoSDesign 6, av Marcel Doret 31500 Toulouse, France

---

L'accès à une multitude de services à partir de son téléphone portable est devenu monnaie courante. Pour permettre une telle évolution de la téléphonie mobile, les opérateurs ont fait le choix d'utiliser un réseau à commutation de paquets (réseau IP) plutôt qu'un réseau à commutation de circuit (téléphonie fixe). Les requêtes des utilisateurs doivent donc être routées jusqu'aux serveurs proposant ces services. Pour se faire, les réseaux 3G possèdent des serveurs de noms (DNS) permettant de préciser le routage des flots radio. Les DNS sont en général configurés de la manière la plus simple possible par les opérateurs. Cependant, à l'image des métriques IP, la configuration des DNS a un impact direct sur l'utilisation des ressources dans le réseau. Nous proposons dans ce papier une analyse des relations entre la configuration des DNS et la qualité de service sur le réseau. Nous proposons également une première technique pour améliorer ces critères en choisissant de manière adéquate la configuration des DNS.

**Keywords:** optimisation, DNS, GGSN, SGSN, Réseau mobile 3G

---

## 1 Introduction

Il y a seulement quelques années, le téléphone mobile permettait simplement l'envoi de messages texte (SMS) en dehors de son utilisation vocale traditionnelle. Aujourd'hui, de plus en plus de services sont proposés aux utilisateurs des téléphones mobiles. La voix est toujours transportée par le réseau GSM, cependant, tous les autres services transitent dans des coeurs de réseaux IP. La technologie GRPS est la première technologie qui a permis de faire évoluer l'envoi des données via des réseaux IP. Pour cela, de nouveaux équipements sont apparus : Le SGSN qui permet entre autre de passer du réseau radio au réseau IP, et le GGSN qui assure des fonctionnalités de routage, de facturation et de contrôle (figure 1 (a)).

Un appel émis par un SGSN va transiter via un GGSN jusqu'à un serveur proposant le service demandé. Ensuite, le serveur envoie sa réponse vers le SGSN source en passant par le même GGSN qu'à l'aller. Le choix du GGSN (respectivement du serveur) à utiliser est fait parmi une liste pondérée retournée par le DNS associé au SGSN (resp. GGSN) qui doit router l'appel. Pour plus de précisions, se référer aux différents projets définis dans [rGPPG].

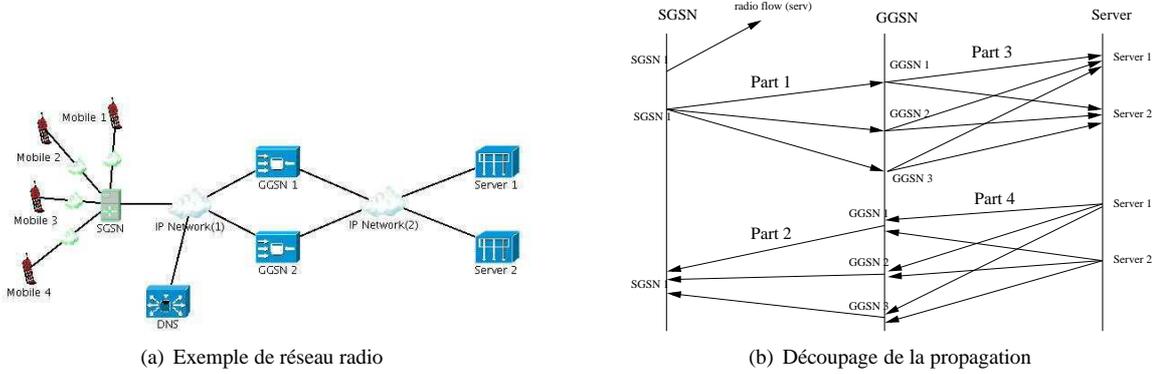
Il apparaît alors évident que les réponses faites par les DNS aux différentes requêtes des SGSN et GGSN vont entièrement définir l'utilisation du réseau IP sous-jacent. En effet, une certaine proportion des appels sera dirigée vers le premier élément de la liste, une autre vers le second etc. . . En conséquence, le choix des coefficients de pondération (poids DNS) est une étape cruciale dans la planification du réseau.

Non seulement ce choix va entraîner une certaine utilisation des ressources au niveau IP, mais il entraînera également une répartition des requêtes sur les différents équipements radio du réseau (voir figure 1 (b)). Or les GGSN sont limités en terme de PDP Context ouverts simultanément pour chaque service ainsi que de manière globale (tous services confondus). Lorsqu'un GGSN ne peut ouvrir le PDP Context demandé, celui-ci est redirigé vers le suivant de la liste. Cela entraîne une baisse de la qualité de service et éventuellement une sur-congestion sur le GGSN déjà trop utilisé.

Il est alors plus que nécessaire de proposer une solution permettant de choisir de manière intelligente les poids DNS associés à chaque GGSN ou serveur d'autant plus que les opérateurs réseaux ont tendance à

faire du round robin (tous les poids égaux à 1) à défaut d'autre chose.

Nous proposons dans cet article une première réponse à ce problème. Pour cela, nous donnerons rapidement quelques notations et formules spécifiques à la propagation des appels radio, puis nous proposerons une heuristique pour optimiser l'utilisation des ressources. Nous concluons par les différentes perspectives de ce problème que nous pensons explorer.



## 2 La propagation radio

Le problème que nous nous posons est en fait le suivant : étant donné la connaissance des flots radio en présence, quelles sont les charges sur les différents équipements du réseau ? Dans les réseaux IP, nous pouvons écrire l'équation de propagation  $Y = AX$  où  $Y$  représente les charges des liens,  $A$  la matrice de routage et  $X$  la matrice de trafics. Ici, le routage est conditionné par les poids DNS. Nous proposons dans cette partie une relation entre la matrice de trafics radio, les charges et les poids DNS.

Etant donné le nombre limité de pages, nous allons simplifier le problème de la manière suivante : un seul service sera considéré (les poids DNS étant dépendant du service, l'extension à plusieurs services se fait de manière triviale), et nous supposerons que chaque SGSN et chaque GGSN est lié au même DNS (le cas multi-DNS peut être étendu de manière simple). Dès lors, nous utiliserons les notations suivantes : le poids DNS associé au GGSN  $g$  sera noté  $\alpha_g$  et celui associé au serveur  $s$  sera noté  $\beta_s$ . Un SGSN source  $s$  sera caractérisé par  $F_s$  débit montant,  $B_s$  débit descendant, et  $N_s$  nombre de connexions émises par la source. Un GGSN  $g$  (point de transit) sera caractérisé par  $TF_g$  débit montant vers les serveurs,  $TB_g$  débit descendant vers les SGSN, et  $TN_g$  nombre de connexions ouvertes sur  $g$ . Enfin, nous modélisons le réseau IP par un graphe  $G$  avec son ensemble de noeuds  $N$ , son ensemble de liens  $L$ , et sa matrice de routage  $A$ .

Nous considérerons des agrégations de flots ayant la même source (toujours pour le service considéré) et un flot sera donc caractérisé par une source (le SGSN émettant ce flot), un nombre de connexions (nombre de PDP à ouvrir pour ce flot agrégé), un débit montant et un débit descendant. Ce flot peut alors être découpé en quatre parties principales comme illustré sur la figure 1 (b), chaque partie correspondant à un certain nombre d'Origine/Destination (OD). Nous pouvons alors utiliser l'équation de propagation pour chaque OD et sommer le résultat pour chaque lien. Cela nous donne pour un lien  $l$  :

$$Y_l = \sum_{SGSN\ s} \sum_{GGSN\ g} (F_s \alpha_g A_{l,s \rightarrow g} + B_s \alpha_g A_{l,g \rightarrow s}) + \sum_{GGSN\ g} \sum_{Serveur\ sv} (TF_g \beta_{sv} A_{l,g \rightarrow sv} + TB_g \beta_{sv} A_{l,sv \rightarrow g}) \quad (1)$$

La première somme contient les trafics entre SGSN et GGSN et la seconde contient les trafics entre GGSN et serveur. A cette première équation doit être ajoutée l'expression des trafics en transit sur les GGSN à partir des paramètres que nous connaissons. Pour un GGSN  $g$  :

$$TF_g = \sum_{SGSN\ s} F_s \alpha_g \quad , \text{et} \quad TB_g = \sum_{SGSN\ s} B_s \alpha_g \quad (2)$$

Une contrainte importante sur les réseaux radio est la limitation des PDP Contexts ouverts simultanément sur les GGSN. Il existe en réalité deux limitations :  $Nmax_g^{serv}$  (respectivement  $Nmax_g$ ) qui est la valeur

maximale de PDP Context ouverts sur le GGSN  $g$  pour le service  $serv$  (respectivement pour tous services confondus). Nous pouvons écrire simplement le nombre de connexions simultanées sur le GGSN  $g$  :

$$N_g^{serv} = \sum_{SGSN\ s} N_s \alpha_g \quad \text{pour le service } serv, \text{ et de manière globale : } N_g = \sum_{service\ serv} N_g^{serv} \quad (3)$$

Nous avons donc deux relations intéressantes : une liant la charge des liens aux poids DNS et une autre liant les contraintes sur les GGSN aux poids DNS. Nous proposons dans la partie suivante une optimisation des poids DNS dans le but de diminuer l'utilisation globale des liens tout en respectant les contraintes sur les GGSN.

### 3 Optimisation de l'utilisation des liens

L'utilisation des interfaces est un premier critère de performance sur un réseau. Diminuer l'utilisation globale des interfaces sur le réseau permet de diminuer la congestion et les délais de manière simple. Pour se faire, nous proposons le modèle de coût  $\Gamma$  suivant (avec  $C_l$ ,  $Y_l$  qui sont respectivement la capacité et la charge du lien  $l$ ) :

$$\Gamma(\alpha, \beta) = \sum_{l \in E} \Gamma_l(\alpha, \beta) \quad , \text{ avec } \Gamma_l(\alpha, \beta) = \begin{cases} \left(\frac{Y_l}{C_l}\right)^2 & , \text{ si } Y_l < \gamma C_l \\ \left(\frac{Y_l}{C_l}\right)^2 + K\left(\frac{Y_l - \gamma C_l}{C_l}\right)^2 & , \text{ sinon} \end{cases} \quad (4)$$

Ce modèle permet de tenir compte de la sur-utilisation d'un lien en pénalisant (coefficient  $K$ ) les utilisations supérieures à  $\gamma$ . On pourra choisir  $\gamma = 0.7$  par exemple. Il permet également de répartir au mieux les charges sur le réseau. Le problème d'optimisation peut donc s'écrire de la manière suivante :

Minimiser $\Gamma(\alpha, \beta)$ sous les contraintes : $\forall GGSN\ g, N_g < Nmax_g$ $\sum_{GGSN\ g} \alpha_g = 1$ et $\sum_{Serveur\ s} \beta_s = 1$
--

**Tab. 1:** Problème d'optimisation  $P$

La première contrainte qui tient compte des limitations sur les GGSN (qui peut être réécrite à l'aide de l'équation (3)) est ramenée dans la fonction objectif sous forme de pénalisation dépendant d'un paramètre  $\epsilon$ . Cela nous permet d'écrire de manière plus simple notre problème

Minimiser $\Gamma(\alpha, \beta) + \frac{1}{\epsilon} \Gamma N(\alpha, \beta)$ sous les contraintes : $\sum_{GGSN\ g} \alpha_g = 1$ $\sum_{Serveur\ s} \beta_s = 1$ Où $\Gamma N(\alpha, \beta) = \sum_{GGSN\ g} (Max(0, N_g - Nmax_g))^2$
--

**Tab. 2:** Problème pénalisé  $P_\epsilon$

Le résultat suivant a été montré mathématiquement : la solution du problème  $P_\epsilon$  (noté  $(\alpha_\epsilon, \beta_\epsilon)$ ) converge vers la solution du problème  $P$  (noté  $(\alpha^*, \beta^*)$ ) quand  $\epsilon$  tend vers 0. Nous avons donc résolu le problème  $P$  en résolvant de manière itérative les problèmes  $P_\epsilon$  pour des valeurs de  $\epsilon$  de plus en plus petites. La résolution du problème  $P_\epsilon$  est faite à l'aide d'un gradient projeté car la formulation des contraintes est relativement classique et le critère est quadratique. Nous présentons nos résultats dans la partie suivante.

### 4 Résultats

L'algorithme proposé ci-dessus a été testé sur plusieurs configurations différentes. Nous rassemblons dans cette partie les principaux résultats obtenus. Les topologies sont présentées dans le tableau 3(a). Les trafics propagés dans chaque topologie sont générés à l'aide du logiciel NEST [QoS] et le nombre de service traités ainsi que le nombre de connexions total est également donné dans le tableau 3(a). Enfin, le tableau 3(b) contient les résultats obtenus sur chaque topologie de test avec des poids DNS initiaux tous égaux.

(a) Données de test

Topologie	#noeuds	#liens	#SGSN	#GGSN	#serveur	#services	#PDP
Test1	41	132	3	3	3	1	6429
Test2	41	132	3	3	3	2	11976
Test3	45	174	3	5	3	3	11997

(b) Résultats

Topologie	utilisation maximale avant optimisation	utilisation moyenne avant optimisation	#PDP reroutés avant optimisation	utilisation maximale après optimisation	utilisation moyenne après optimisation	#PDP reroutés après optimisation
Test1	71.6%	18.2%	143	59.6%	17.5%	0
Test2	80.8%	19.4%	1592	69.3%	18.4%	0
Test3	69.4%	14.3%	1886	68.6%	13.9%	0

**Tab. 3:** Résultats des tests

Nous pouvons voir dans ces quelques résultats que la contrainte sur les limitations des GGSN est bien respectée dans les solutions proposées alors qu'avec des poids DNS identiques, cela n'était pas la cas. Nous pouvons également relever la diminution de l'utilisation maximale du réseau. Cette diminution n'est pas toujours présente. Certains tests ont montré une augmentation de cette valeur ce qui n'est pas un bon résultat en soi. Cependant, cela se justifie par le poids donné à l'optimisation des contraintes par rapport à celle de l'utilisation des interfaces. Même si aucun résultats ne sont montrés ici par manque de place, notre optimisation fonctionne également dans le cas de plusieurs DNS. Cela permet un choix plus large de solutions tout en considérant l'affectation entre SGSN (ou GGSN) et DNS comme donnée une fois pour toute.

## 5 Conclusion et Perspectives

Nous avons donc proposé une approche analytique du routage des requêtes dans les réseaux radio de 3<sup>e</sup> génération. À l'aide de relations analytiques entre les éléments de routage (les poids DNS) et certains critères nous proposons alors un algorithme d'optimisation de l'utilisation des interfaces sous les contraintes de limitation des GGSN. Les premiers résultats obtenus sont encourageants et montrent bien l'intérêt de notre heuristique.

Nos travaux actuels sur le sujet portent sur plusieurs aspects qui doivent encore être développés. Tout d'abord, dans l'approche analytique toujours, il est possible de prendre en compte des limitations supplémentaires sur les serveurs comme leur débits (en entrée et en sortie) ou leurs limitations de traitement des requêtes. Ensuite, nous entreprenons actuellement des travaux sur une approche statistique du même problème. Pour cela, nous essayons de nous approcher du modèle d'Erlang pour modéliser le fonctionnement des GGSN. En effet, les limitations sur les requêtes peuvent être vues comme des circuits de capacité limitée. Une estimation de la probabilité de blocage sur chaque GGSN et pour chaque type de service permettrait alors d'optimiser les poids DNS tout en minimisant ces probabilités de blocage. Ces travaux ne font que commencer mais les premiers résultats nous poussent à persévérer dans cette voie.

## References

- [QoS] QoSDesign. Nest : Network engineering and simulation tool  
<http://www.qosdesign.com>.
- [rGPPG] The 3rd Generation Partnership Project (3GPP). <http://www.3gpp.org/>.