

MODELISATION ET PREDICTION DES CAPACITES DES SYSTEMES D'ÉCOULEMENT DE TRAFIC VOIX ET DONNEES : UN ENJEU FACE A L'EXPLOSION DU TRAFIC MOBILE

Christine Couloigner

Alcatel-Lucent, rue Louis de Broglie, 22300 Lannion – christine.couloigner@alcatel-lucent.com

Résumé. Les réseaux mobiles avec l'arrivée des téléphones mobiles de nouvelle génération (Smartphones) utilisant les technologies 3G puis 4G, des tablettes puis des objets connectés font face à une explosion du trafic de données. Les politiques de surdimensionnement des réseaux ont montré leurs limites et aboutissent à coût trop élevé. Dans ces conditions, la modélisation du trafic et l'évaluation des capacités des différents éléments des réseaux de communication redeviennent un enjeu important pour les équipementiers face aux exigences des opérateurs en termes de maîtrise des coûts des réseaux et de qualité de service.

L'objectif est ici de présenter une méthode de modélisation et de prédiction des capacités des systèmes d'écoulement de trafic voix et données prise en compte dans un processus industriel de développement logiciel : à partir de la définition d'une nouvelle version logicielle jusqu'à son introduction dans le réseau.

Mots-clés. Calculateur, Capacité, Industrie, Modélisation, Performances, Trafic

Abstract. Mobile networks with the introduction of new generation of mobiles handset (Smartphone) supporting 3G and then 4G technologies, tablets and further connected objects are facing a traffic explosion of data. The networks over-provisioning policies have shown their limitations and result in high cost. Thus, traffic modeling and capacity assessment of the different elements of communication networks become an important issue for providers in order to meet operator's requirements in terms of control of costs and quality of service of their networks.

The objective here is to present a method of modeling and prediction of capacity for system of voice and data traffic handling taken into account in an industrial process of software development: from the definition of a new software release to its introduction in the network

Keywords. Computer, Capacity, Industry, Modeling, Performance, Traffic

1 La méthode

Cette méthode a été mise au point au fil du temps et des produits. L'article de G.Fiche et F.Le Corre (1990 – référence [1]) puis de G.Fiche, ML Le Gac et F.Thomazeau (1993 – référence [2]) en font une première description. Enfin l'ouvrage de G. Fiche et G.Hébuterne (2003- référence [3]) décrit de manière plus détaillée cette méthode appliquée aux équipements de cœur de réseau.

L'idée générale est de caractériser le système et son environnement par une série de paramètres facilement mesurables afin de déterminer la capacité du système en fonction des caractéristiques de trafic et pour n'importe quel type de configuration du système. Cette démarche est basée sur les trois étapes suivantes :

- 1) Modélisation et évaluation des capacités du système
- 2) Mesures des paramètres du modèle en laboratoire
- 3) Validation du modèle dans un réseau client

2 Modélisation et évaluation des capacités des systèmes

La démarche développée ici permet de déterminer la capacité du système en fonction des caractéristiques de trafic et de son environnement de fonctionnement. Elle comporte les trois étapes suivantes :

- 1) Caractérisation de l'environnement en trafic
- 2) Caractérisation des ressources du système
- 3) Evaluation des objectifs de capacité du système

Cette démarche est illustrée par la modélisation des capacités de la station NodeB qui est un des composants du réseau 3G. La figure suivante permet de situer cet élément dans le réseau 3G :

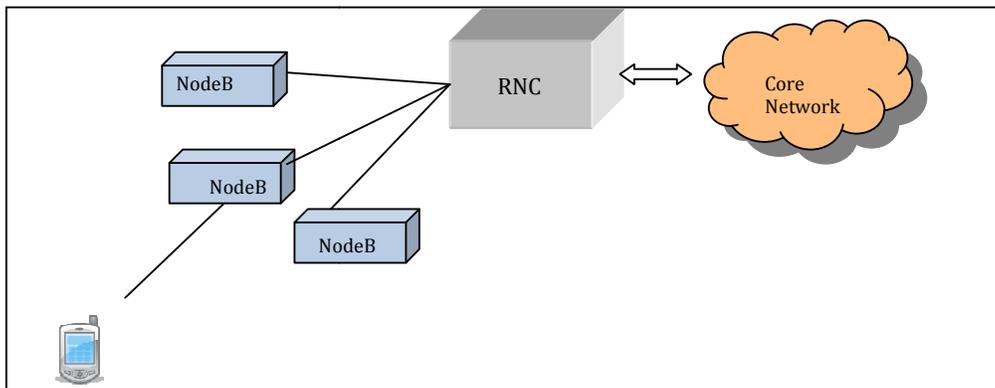


Figure 1-NodeB in 3G network

2.1 Caractérisation de l'environnement en trafic

Avec l'arrivées des Smartphones, nous avons observé a la fois une explosion du trafic de signalisation et de données.

L'explosion du trafic de signalisation est due a la multitude d'applications actives sur les Smartphones et déclenchant périodiquement de courtes sessions de récupération de données. Par exemple :

- Application mail : récupération régulières des mails depuis un serveur,
- Application météo : mise à jour régulière de la situation météorologique de sa ville préférée,
- Etc.

Ceci entraîne également une explosion du trafic de données avec la multiplication terminaux mobiles (Smartphones, tablettes, objets connectés) et de leurs applications. Le trafic de données a ainsi été multiplié par 17 entre 2008 et 2013.

La caractérisation du trafic revient à déterminer les sollicitations en trafic offertes au système comme le trafic de signalisation, de voix ou de données et définir les différents paramètres ayant une influence sur les capacités du système.

Dans le cas du NodeB, les paramètres les plus importants sont :

- Le nombre de messages de signalisation par session,
- La durée d'une session,
- Le débit montant par session,
- Le débit descendant par session.

Il faut d'autre part considérer les différentes fonctions activées ou mode d'exploitation du système comme :

- Type de backhaul (IP, ATM)
- Activation de la fonction Dual Cell,
- Etc ...

2.2 La caractérisation des ressources

Elle consiste à :

- Étudier l'architecture du système,
- Définir les lois de service de chaque entité du système. Ces lois seront par exemple des lois de service à temps partagé, service cyclique, service ordinaire).
- Établir la séquence des échanges et des ressources nécessaires par session et pour le type de trafic étudié,
- Lister les ressources nécessaires à l'écoulement de trafic ainsi que les paramètres qui les caractérisent. Ces paramètres sont des données « systèmes » telles que pourcentage d'occupation d'un processeur par message de signalisation,
- Évaluer les taux d'utilisation du système pour type de session,
- Déterminer le taux d'occupation maximum admissible des ressources du système en prenant les temps de réponses et les exigences de qualité de services définies par les clients ou les normes.

A la fin de cette étape, le modèle se définit comme suit dans le cas d'un système comme le NodeB :

Tableau 1 - caractérisation des ressources

	Ressources				
Paramètres	R1	Ri	Rn
Taux d'arrivée des messages			λ_i		
Temps de service			S_i		
Taux d'utilisation du processeur			ρ_i		

Les ressources sont définies comme un système à file d'attente de type M/M/1 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ρ_i : Taux d'utilisation du processeur pour un taux d'arrivée de message λ_i , et défini par la formule suivante :

$$\rho_i = \lambda_i * S_i$$

- W : Temps passé dans le système et caractérisé par :
soit :
 - w : variable aléatoire décrivant le temps total passé par un message dans le système à file d'attente
 - W_q : temps passé par un message dans la file d'attente
 - W_s : temps service d'un message,

$$W = E(w) = W_q + W_s = \frac{W_s}{1-\rho} \text{ et } \sigma_w^2 = W^2$$

La définition des lois de service puis le modèle complet est basé sur la théorie des files d'attente comme décrit dans le livre de Arnold. O Allen (1990) – référence [5].

2.3 Evaluation des objectifs de capacité du système

Les paramètres définis précédemment sont dans une première étape basés soit sur des mesures préliminaires réalisées en laboratoire, soit sur des mesures réalisées sur la version logicielle précédente (N-1). Avant de déterminer les objectifs de capacité de la nouvelle version logicielle

(N), il est nécessaire d'évaluer l'impact des nouvelles fonctions apportées par celle-ci sur les paramètres du modèle.

1) Evaluation des impacts des nouvelles fonctions sur les paramètres du modèle

Cette étape consiste à lister les nouvelles fonctions introduites par la version logicielle N et elle est ensuite basée sur deux outils de suivi des impacts :

- Un tableau de bord répertoriant les nouvelles fonctions et leurs impacts sur les différents paramètres du modèle. Il fait l'objet d'une mise à jour régulière au fur et à mesure de la définition et du développement des fonctions
- Un questionnaire partagé avec les personnes en charge de la définition des fonctions et de leur développement. Il répertorie les questions qui permettent à la fois de quantifier les risques d'impact négatifs sur les paramètres du modèle et permet aux experts travaillant sur ces fonctions de minimiser ces risques en les aidants à les identifier.

2) Application numérique du modèle : calcul des capacités du système pour la nouvelle version logicielle

Dans cette phase de calcul, on applique les données issues de mesures au modèle défini précédemment. Les taux d'utilisation maximaux sont déterminés afin que les temps de réponse du système et la qualité de service soient conformes aux exigences clients. Le modèle permet de déduire :

- la capacité de chaque ressource
- La capacité de maximale de chaque configuration,

en nombre de messages ou débit qu'elle peut traiter pour n'importe quel type d'environnement de trafic.

Tableau 2- Application numérique

Ressource/ Configuration Environnement de trafic	R1	...	Ri	Ci
E1					
E2					
.....					
Ei					

Ri : ressource type i

Ci : configuration type i

Ei : environnement de trafic type i

3 Mesure des paramètres du modèle en laboratoire : un processus continu automatisé

Elle consiste à effectuer les mesures des durées des traitements élémentaires (exemple : durée de traitement des messages de signalisation, puis durée de traitement d'une session) afin d'obtenir les taux d'utilisation de chaque type de session élémentaire.

Ces mesures réalisées en laboratoire s'intègre dans un processus automatisé de suivi des durées de traitements élémentaires. Jour après jour, au fil des livraisons logiciels, ces coûts unitaires sont mesurés et comparés aux mesures précédentes afin d'identifier les déviations et déclencher des activations correctives.

Le graphique suivant donne un exemple de suivi journalier d'un paramètre du modèle réalisé dans un laboratoire de test NodeB :

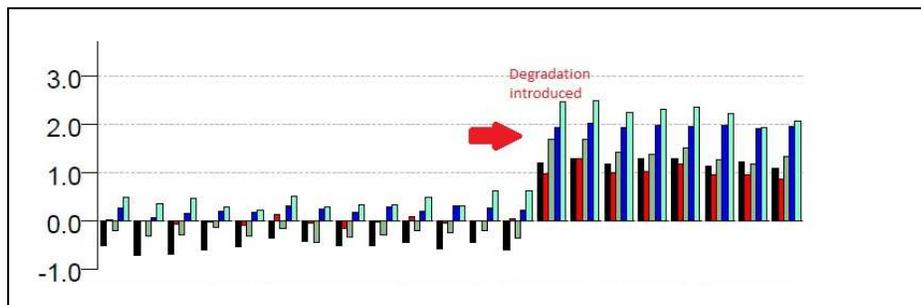


Figure 2 – suivi des déviations d'un paramètre en laboratoire

En parallèle des essais en charge sur les configurations maximales sont réalisés afin de valider le modèle pour un environnement de référence.

Ce processus permet de garantir le modèle établi dès le démarrage de la nouvelle version logicielle et permet de calculer des objectifs de capacités qui serviront pour définir les nouveaux contrats clients. Ces objectifs se doivent donc d'être tenus à la fin du processus.

4 Modèle de capacité des systèmes : aide au suivi de la qualité de service des réseaux clients

Le modèle de capacité des systèmes est ensuite d'une aide précieuse pour le suivi des capacités des sites clients.

Dans une première étape le modèle est validé en comparant la capacité maximale observée sur site client et le résultat du modèle pour la version logicielle N pour une configuration donnée.

L'exemple suivant montre la validation du modèle pour l'un des composants du NodeB à partir d'observation réalisée sur un site client :

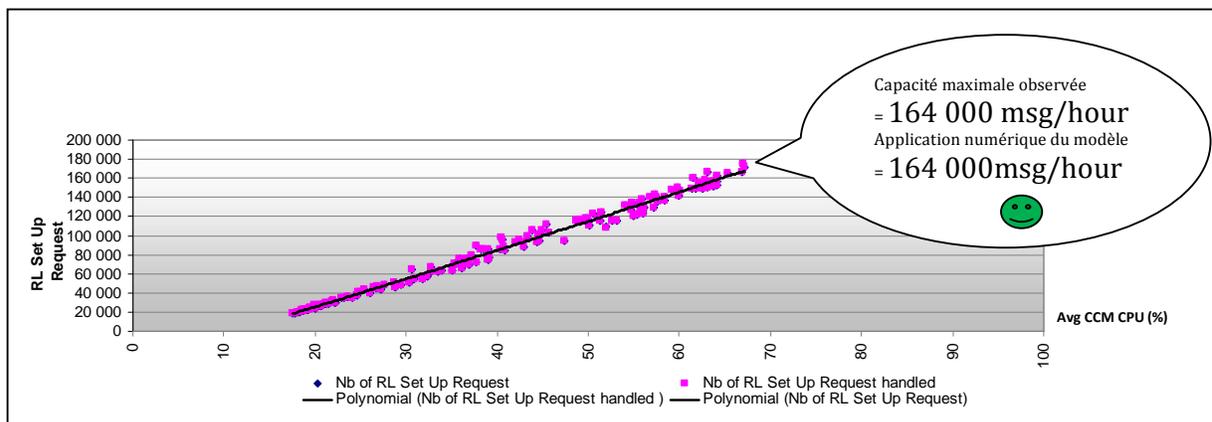


Figure 3- validation du modèle sur site client

Le modèle permet ensuite d'analyser les problèmes de dégradation de qualité de service. Dans l'exemple suivant, la comparaison des résultats du modèle et du comportement du NodeB sur site permet d'identifier des problèmes de manque de ressources et des réglages de paramètres :

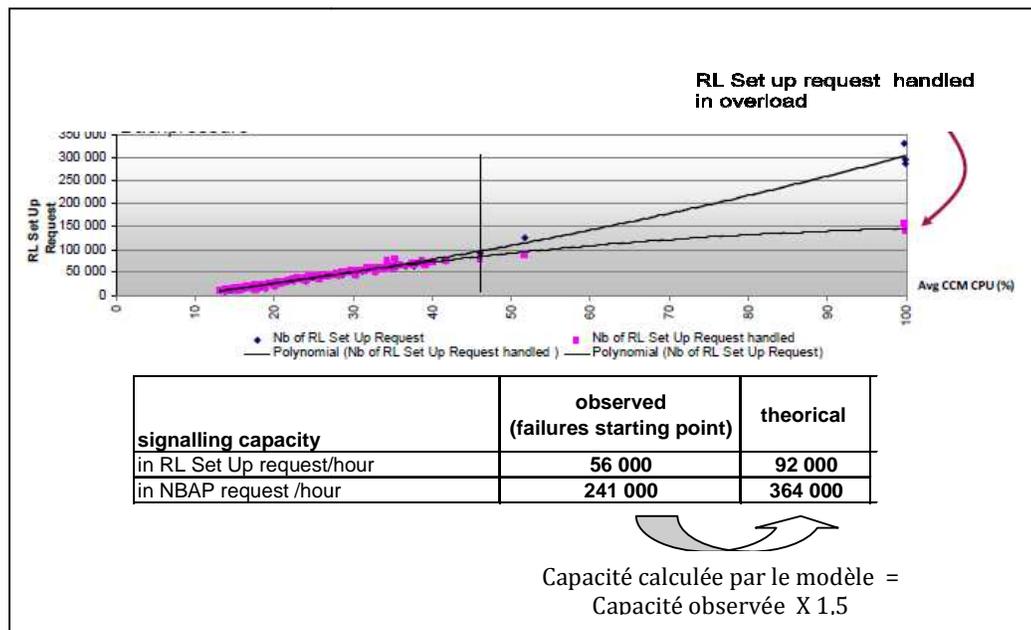


Figure 4 – suivi de la qualité de service sur site

Le modèle a permis de montrer que l’environnement de trafic a changé depuis la création du site et celui-ci doit subir des réglages afin de retrouver une bonne qualité de service. Il est ainsi possible d’atteindre la capacité maximale de la configuration installée en évitant de coûteux redimensionnements.

5 La difficulté de la modélisation face à l’évolution rapide des réseaux

L’évolution très rapide des comportements des utilisateurs qui peuvent être humains mais aussi des machines générant des sollicitations à forte fréquences (à la milliseconde), la multiplication des nouvelles fonctions et des configurations matérielles et enfin l’enchaînement très rapide des nouvelles versions logiciel (3 à 6 mois) rend la modélisation de plus en plus difficile.

Il est ainsi essentiel de poursuivre la réflexion sur les méthodes de prédiction des capacités des systèmes afin de les fiabiliser face à un environnement en constante évolution et des clients de plus en plus soucieux des coûts des réseaux.

Bibliographie

- [1] Fiche G. et Le Corre F. (1990), A method for evaluating CCITT performance parameters, application to a switching system, *ISS 13*, Lannion.
- [2] Fiche G., Sabourin T., Le Gac M.L. et Thomazeau F. (1993), Assessing the performance of the Alcatel 1000 system, *Commutation et Transmission n°4*, Lannion.
- [3] Fiche G., Hébuterne G. (2003), Traffic et Performance des réseaux de télécoms, *édition Hermès Sciences*, Lannion- Paris.
- [4] Fiche G., Hébuterne G. (2004), Communicating Systems & Networks : Traffic & Performance, édition Kogan Page Science, Lannion- Paris.
- [5] Allen, Arnold O. (1990), Probability, statistics, and queuing theory with computer science applications, édition Academic press.