

## Evaluation du passage à l'échelle des systèmes de gestion : métriques et modèles

Laurent Andrey, Olivier Festor, Abdelkader Lahmadi

► **To cite this version:**

Laurent Andrey, Olivier Festor, Abdelkader Lahmadi. Evaluation du passage à l'échelle des systèmes de gestion : métriques et modèles. Colloque Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles - CFIP 2006, Eric Fleury and Farouk Kamoun, Oct 2006, Tozeur/Tunisia. inria-00105550

**HAL Id: inria-00105550**

**<https://hal.inria.fr/inria-00105550>**

Submitted on 8 Nov 2006

**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.

---

# Évaluation du passage à l'échelle des systèmes de gestion : métriques et modèles

**Abdelkader Lahmadi — Laurent Andrey — Olivier Festor**

LORIA - INRIA Lorraine - Université de Nancy 2  
615 rue du Jardin Botanique  
F-54602 Villers-lès-Nancy, France  
{Abdelkader.Lahmadi,Laurent.Andrey,Olivier.Festor}@loria.fr

---

*RÉSUMÉ. Le plan de gestion de réseaux et de services est de plus en plus complexe essentiellement en raison de la croissance de la complexité et de la dynamique des systèmes gérés (réseaux d'accès DSL, réseaux mobiles, réseaux ad-hoc). Pour supporter ces nouveaux types d'environnements, le plan de gestion doit passer à l'échelle d'un nombre considérable de composants logiciels et matériels à gérer. Ce problème de passage à l'échelle a mis l'accent sur la performance des protocoles de gestion et sur leur efficacité pour gérer les systèmes. Plusieurs travaux ont analysé cet aspect en mesurant l'impact du nombre de systèmes gérés sur la performance des algorithmes de gestion en terme de temps de réponses et coût (bande passante, processeur, mémoire). Afin d'avoir une approche unifiée et un cadre solide d'analyse de ce passage à l'échelle nous proposons d'utiliser une métrique de mesure de passage à l'échelle unique qui mette en relation la quantité de travail accompli, sa qualité et son coût. Cette métrique est inspirée des travaux de [JOG 00]. Dans ce papier, nous exposons nos travaux sur l'application de cette métrique à un système de supervision classique basée sur une approche centralisée.*

*ABSTRACT. Scalability is an issue in the development of effective management systems to perform a management algorithm that solves a management problem. This issue is becoming a hot research topic since network management methods have to scale to millions of nodes with complex services components and interactions (peer-to-peer systems, computing platforms, DSL access network). Many works have studied the scalability of management systems by assessing their performance under a large number of management agents. Their main performance metrics analysed are response times and resources consumption (processor, memory and network bandwidth). In this paper, we introduce a scalability metric which is an adaptation of concepts for scalability measures in distributed systems as proposed in [JOG 00]. The scalability metric is a ratio between three sets of performance metrics (operational, cost and quality) that relates management system performance at different scale factors. We illustrate our approach on the scalability assessment of a centralized monitoring algorithm.*

*MOTS-CLÉS : Systèmes de gestion, Performance, Passage à l'échelle, Métriques, Modèles.*

*KEYWORDS: Management systems, Performance, Scalability, Metrics, Models.*

---

## 1. Introduction

Le problème du passage à l'échelle est une préoccupation croissante dans la communauté de gestion de réseaux et de services [PRA 04, NEI 04, LIM 06]. Cette préoccupation est due à l'explosion du nombre et de la complexité des systèmes à gérer. Les fonctions de gestion classiques (supervision, fautes, sécurité, configuration et compatibilité) définies pour gérer ces systèmes reposent sur divers protocoles avec des complexités et une capacité de passage à l'échelle différentes. Afin d'accomplir ses tâches, un algorithme de gestion doit être efficace, peu coûteux en terme de consommation de ressources, robuste, et flexible. Il doit aussi permettre de gérer un grand nombre de composants matériels et logiciels.

De nombreuses approches ont été proposées pour réaliser des systèmes de gestion répondant à ces critères opérationnels, et à ces contraintes de coût et de qualité. Elles varient considérablement au niveau des protocoles de gestion utilisés. Certains protocoles sont orientés données de gestion (comme SNMP) [STA 98], d'autres orientés ligne de commande (comme les interfaces CLI<sup>1</sup> des routeurs et des commutateurs), d'autres orientés objets (comme CMIP) et plus récemment des protocoles orientés documents (comme ceux basés sur XML). Cependant tous ces travaux sont principalement concentrés sur la spécification et la conception de nouvelles approches de gestion, avec une évaluation assez partielles de leur performance, ou une comparaison avec d'autres approches. Par exemple, Pras et al [PRA 04] ont comparé la performance de SNMP avec celle d'une gestion basée sur les services web. Gu et al [GU 04] ont analysé le passage à l'échelle de SNMP avec celle d'une gestion basée sur CORBA.

Par contre, il y a très peu de travaux, à notre connaissance qui essaient, d'évaluer pertinemment la performance des fonctions de gestion sous différents protocoles de gestion afin de les juger dans leurs environnement d'exécution, selon des critères de performance et de passage à l'échelle unifiés et bien spécifiques. L'évaluation de performance des systèmes de gestion avec des métriques bien spécifiques et bien définies, permettra d'aboutir à des protocoles de gestion plus efficaces opérant sur des systèmes possédant un nombre de composants à gérer important, complexes et des environnements dynamiques et contraints. L'unification des métriques dans un cadre d'évaluation solide a un rôle certain pour concevoir, améliorer et comparer ces protocoles de gestion ainsi que pour définir leurs modèles de performance associés.

L'évaluation du passage à l'échelle est vue sous plusieurs angles selon le la nature du facteur d'échelle considéré. Un facteur de « grande échelle » est relative au nombre d'éléments de gestion (agents et gestionnaire), le nombre de composants gérés, la quantité de donnée de gestion sur laquelle les protocole doivent opérer. Le facteur de « petite échelle » est aussi important que celui de grande échelle, essentiellement à cause de l'apparition de terminaux mobiles qui nécessitent une réduction de l'échelle (*scaling down*) des protocoles de gestion afin qu'ils puissent opérer dans ces envi-

---

1. Command Line Interface

ronnements contraints. Cependant, c'est le problème de grande échelle qui est le plus souvent le plus étudié.

Dans la communauté des systèmes distribués, Woodside et al [JOG 00] ont proposé un cadre d'évaluation du passage à l'échelle pour ce type de systèmes en se basant sur des métriques de performance développées pour le calcul parallèle et distribué. La métrique de passage à l'échelle présentée est un ratio entre des métriques opérationnelles (débit et temps de réponse), des métriques de coût (plutôt économique dans leur approche) et des métriques de qualité définies sous la forme d'une fonction. Dans ce papier, nous nous sommes basés sur leur travail pour définir un cadre d'évaluation du passage à l'échelle de systèmes de gestion.

L'objectif de ce papier est de présenter un cadre d'application de cette métrique pour l'évaluation des approches de gestion, ainsi que l'identification de l'ensemble des facteurs affectant leur degré de passage à l'échelle. Dans la section 2, nous discutons de la notion du passage à l'échelle pour un système de gestion avec les facteurs et les métriques qu'elle implique. Dans la section 3, nous analysons une application de la métrique unique qui capture le degré de passage à l'échelle d'une approche centralisée de supervision d'un réseau. Une conclusion et les travaux futurs sont présentés dans la section 4.

## 2. Contexte de l'étude

Tout d'abord, nous établissons la notion du passage à l'échelle d'un système de gestion. Nous identifions, ensuite, ces facteurs d'impact et les métriques de performance nécessairement pour sa mesure.

### 2.1. Définition de passage à l'échelle

Le problème du passage à l'échelle a été bien analysé dans les domaines du calcul parallèle et des systèmes distribués [JOG 00, GRA 93]. Ces études font référence à des architectures génériques ou des services spécifiques comme le web, où plusieurs métriques composites ont été développées pour capturer leur passage à l'échelle. Cependant, dans le domaine de la gestion de réseaux et de services, le passage à l'échelle a été analysé comme un problème de performance où des métriques assez diverses ont été envisagées. Ces métriques se concentrent autour de la mesure des temps de réponse, de la consommation de ressources et du nombre de messages échangés entre les nœuds de gestion [LIM 01, LIO 99, SUB 00]. Le facteur d'échelle le plus considéré est le nombre de nœuds. Nous ne trouvons pas une définition claire et explicite ainsi qu'une méthodologie pour évaluer le passage à l'échelle d'un système de gestion.

Par sa définition la plus générale, le passage à l'échelle est : *l'aptitude d'une solution à un problème de fonctionner même si la taille du problème augmente*. Dans notre contexte, cette définition est insuffisante puisque le passage à l'échelle ne signifie pas seulement que le système de gestion fonctionne, mais qu'il doit fonctionner

efficacement (d'une façon continue) et avec un certain niveau de qualité sous différentes échelles. A l'heure actuelle, le passage à l'échelle d'un système de gestion est évalué à grande (*scaling up*) ou à petite (*scaling down*) échelles. Un système de gestion passe à grande échelle, s'il maintient sa performance à l'introduction d'un nouveau équipement ou service à gérer. Cependant, il passe à petite échelle, s'il maintient sa performance après une limitation de consommation de certaines ressources (faible mémoire et calculs). L'aspect de petite échelle est de plus en plus important en raison de l'émergence des équipements et de services à faible ressources dans des environnements contraints. Dans ce travail, nous sommes concentrés sur l'aspect grande échelle.

Le passage à l'échelle d'un système de gestion doit être vu sous plusieurs dimensions : (i) quand le nombre de nœuds de gestion impliqués dans un domaine ou à travers plusieurs domaines augmente, (ii) quand la taille des objets de gestion et des objets gérés sur laquelle les agents opèrent augmente, (iii) quand la diversité des agents de gestion augmente. Cette dernière dimension est importante et elle inclut les aspects de conception des agents de gestion qui sont de plus en plus diverses (agents orientés données, agents orientés commandes, agents orientés objets, agents orientés document). Cette diversité affecte la densité et la granularité de donnée de gestion, et dans ce cas le passage à l'échelle sera lié aux méthodologies de conception et d'analyse des systèmes de gestion. Par exemple, une décision critique lors de la conception des agents orientés objets est la granularité des objets et leur interdépendance [SCH 05]. Cette diversité inclut, aussi, la technologie utilisée pour le développement du système de gestion (Corba, Client-Serveur, RMI, agents mobiles, etc) et les protocoles sous-jacents de la gestion (SNMP, JMX, CMIP, etc). Tous ces divers aspects, combinés avec les caractéristiques des plate-formes matérielles déterminent le passage à l'échelle d'un système de gestion.

## 2.2. Facteurs impliqués

Plusieurs facteurs sont impliqués lors de l'évaluation du passage à l'échelle d'un système de gestion. Nous les avons classifiés en deux ensembles, selon leur type d'impact sur la performance du système à évaluer en s'inspirant de la méthodologie décrite dans [JOG 00]. Le première ensemble contient les facteurs pénalisant (*disablers*) qui dégradent le passage à l'échelle du système de gestion en augmentant leurs valeurs associées. Le deuxième ensemble contient les facteurs d'amélioration (*enablers*) qui sont des variables d'ajustement ayant pour rôle de maintenir ou même d'améliorer la performance du système de gestion lorsqu'on agit sur elles. Le tableau 1 donne une liste non exhaustive de ces deux ensembles pour un système de gestion. Au cours de l'évaluation d'un système de gestion, le facteur d'échelle est choisi parmi les facteurs pénalisants.

Facteurs d'amélioration	Facteurs pénalisant
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modèle de distribution des informations de gestion : protocole d'extensibilité d'agent (AgentX [DAN 00]).</li> <li>– Modèle de distribution de fonctions de gestion : centralisé, décentralisé [CHE 02].</li> <li>– Modèle d'intégration d'agent : démon, composant ou noyau [KRE 01].</li> <li>– Modèle d'interaction : scrutation ou notification.</li> <li>– Modèle de planification des opérations de gestion : concurrent ou séquentiel [BEV 02].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Taux d'opérations de gestion et leurs granularité : la granularité représente le nombre d'attributs de gestion sollicités par opération.</li> <li>– Nombre d'agents de gestion.</li> <li>– Nombre d'objets de gestion.</li> <li>– Nombre d'applications de gestion.</li> <li>– Niveau de sécurité de gestion : sans sécurité, authentification, authentification et confidentialité.</li> </ul>

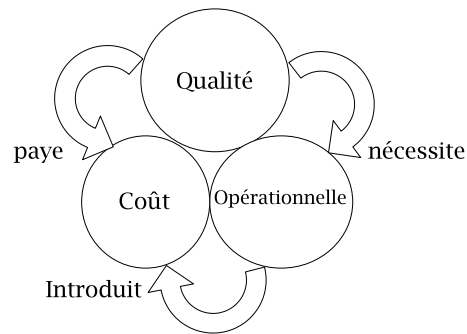
**Tableau 1.** Classification de facteurs d'impact sur le passage à l'échelle d'un système de gestion.

### 2.3. Mé r q e: de perfor nce

L'évaluation du passage à l'échelle d'un système de gestion nécessite l'identification d'un ensemble de métriques qui capturent sa performance sous différents points de vue. Différentes métriques ont été utilisées pour évaluer la performance des systèmes de gestion. Ces métriques se résument aux temps de réponses ; parfois faite avec un peu de d'analyse de profils (*profiling*) [COR 04], charge processeur, coût de communication entre les nœuds (trafic) [LIM 01]. Cette diversité des métriques et l'absence de définition précise de chacune d'elle est une lacune pour évaluer le passage à l'échelle d'un système de gestion d'une façon objective. Afin de combler cette lacune, nous proposons des métriques unifiées et bien spécifiques que nous groupons en trois catégories : (i) les métriques relatives au coût qui incluent le coût propre des activités de gestion et le sur-coût de ces activités sur le système géré, (ii) les métriques relatives aux opérations des protocoles de gestion sous-jacents qui incluent les délais, la fréquence de scrutation des attributs et leurs taux de perte, (iii) les métriques relatives à la qualité de ces opérations, aperçues par l'algorithme de gestion. Ces dernières métriques incluent la précision des informations récoltées sur le système géré [JI 02] et le respect des échéances requises par l'algorithme de gestion pour accomplir ses tâches. Par exemple, pour un algorithme de supervision les délais doivent être bornés pour chaque opération par l'intervalle de scrutation sinon la vue de l'état du système géré ne sera pas rafraîchie à temps et l'algorithme de supervision ne réagira pas d'une façon efficace en cas de problème. Les métriques de coût sont généralement pondérées pour capturer les contraintes imposées par certains environnements d'exécution où certaines ressources sont limitées. La mesure du coût s'effectue directement en évaluant la performance du système de gestion. Cependant, la mesure de sur-coût (relatif aux ressources du système géré) sont plus difficiles à mesurer essentiellement

dans le cas où les agents de gestion sont intégrés dans le système géré (c'est le cas de certains serveurs applicatifs : JBoss <sup>2</sup>, Jonas <sup>3</sup>).

La difficulté principale pour juger la capacité de passage à l'échelle d'un système de gestion, en analysant séparément ces métriques, est due à la compensation qui peut se produire entre elles comme l'indique la figure 1. Pour un algorithme de gestion, l'augmentation de ses tâches de gestion correctement accomplies améliore sa qualité, mais augmente aussi le coût de cet accomplissement qui peut être dramatique dans le cas où les ressources allouées à la gestion sont restreintes. Afin de capturer cet aspect de balance entre ces trois types de métriques, nous introduisons une métrique unique pour déterminer le degré du passage à l'échelle d'un système de gestion.



**Figure 1.** Relation de compensation entre les trois catégories de métriques de la performance d'un système de gestion.

#### 2.4. Métrique de passage à l'échelle

Dans le contexte de gestion de réseaux et de services aucune métrique, à notre connaissance, n'a été développée pour mesurer le passage à l'échelle d'un système de gestion avec des configurations de tailles différentes. Nous nous sommes inspirés de travaux relatifs au domaine des systèmes distribués pour introduire une métrique unique qui quantifie le degré du passage à l'échelle d'un système de gestion. Cette métrique se présente sous la forme d'un ratio entre les trois types de métriques que nous avons présentées précédemment (opérationnelles, coût et qualité) sous deux valeurs différentes d'un facteur d'échelle considéré. Sous une valeur fixe du facteur d'échelle, nous définissons l'efficacité d'un système de gestion comme un ratio entre la valeur du travail accompli et son coût d'accomplissement. Nous obtenons, ainsi, l'efficacité du système, notée  $E(k)$ , sous un facteur d'échelle  $k$  [LAH 05] :

$$E(k) = \frac{R(k) \times f(k)}{C(k)} \quad [1]$$

2. <http://www.jboss.org>

3. <http://jonas.objectweb.org>

La variable  $R(k)$  est une métrique opérationnelle. Pour un système de supervision il s'agit du nombre d'opérations échangées par unité de temps entre les nœuds de gestion. La variable  $C(k)$  est une métrique de coût qui inclut la consommation de ressources (processeur, mémoire et bande passante) par unité de temps. La fonction  $f(k)$  représente la qualité du travail accompli sous le facteur d'échelle considéré. Elle s'exprime en fonction des métriques de qualité incluant le respect des échéances de délais, la précision de valeurs collectées ou des probabilités d'achèvement des tâches de gestion. Le degré de passage à l'échelle, noté  $\Psi(k_1, k_2)$ , d'un système de gestion sous un facteur d'échelle de valeurs  $k_1$  et  $k_2$  est donc :

$$\Psi(k_1, k_2) = \frac{E(k_2)}{E(k_1)} \quad [2]$$

La valeur  $k_1$  du facteur d'échelle est, généralement, fixée à une valeur appropriée qui capture l'efficacité du système de gestion sous une configuration de base. Le degré du passage de l'échelle est ainsi défini en fonction de la valeur  $k$  du facteur d'échelle considéré. Un système de gestion passe du facteur d'échelle  $k_1$  au  $k_2$  si  $\Psi(k_1, k_2) \geq 1$  ou  $\Psi(k_1, k_2) \approx 1$ . La métrique  $\Psi(k_1, k_2)$ , permet ainsi de capturer la dégradation et éventuellement l'amélioration sous un facteur d'échelle considéré l'efficacité d'un système de gestion, d'une configuration de base indexée par une valeur  $k_1$  à une configuration indexée par une valeur  $k_2$ .

### 3. Application à un système de supervision

Nous considérons par la suite une étude de cas sur un système de supervision d'un réseau basé sur une approche centralisée. Le système comporte un gestionnaire qui récupère les valeurs d'un attribut depuis un ensemble d'agents déployés sur les  $N$  nœuds du réseau en utilisant un mode de scrutation. Cette approche centralisée est utilisée par plusieurs outils de supervision de réseaux comme Cricket <sup>4</sup> ou MRTG <sup>5</sup>.

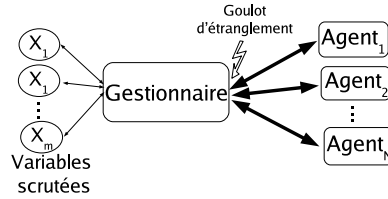
#### 3.1. Approche client-serveur

Le modèle de performance de l'approche de gestion considéré est celui présenté dans [CHE 02]. Il s'agit d'une approche client-serveur sur laquelle se base le protocole SNMP [STA 98] pour la gestion de réseaux et le protocole JMX [SUN 02, SUN 03] pour la gestion de services et des applications Java. Dans cette approche (voir figure 2), un gestionnaire central interroge à intervalle de temps régulier, noté  $\Delta$ , un groupe de  $N$  agents situés sur les différents nœuds du réseaux, collecte les valeurs de  $m$  variables puis analyse et corrèle les données récoltées avant de prendre éventuellement des mesures correctives. Dans ce travail, nous considérons un facteur d'échelle  $k$  proportionnel à  $N$ . Les délais des paquets dans le réseau géré sont considérés comme non

4. <http://cricket.sourceforge.net>

5. <http://oss.oetiker.ch/mrtg>





**Figure 2.** Une approche centralisée d'un système de supervision de réseaux.

uniformes, et ils sont modélisés par une variable aléatoire de paramètre  $N$  avec une valeur moyenne notée  $\bar{l}_p(N)$ . D'après [CHE 02], le temps nécessaire à l'algorithme de supervision pour détecter un changement d'une variable depuis un agent, noté  $T_{CS}(N)$  est égale :  $T_{CS}(N) = \frac{\Delta}{2} + \alpha + \bar{l}_p(N)$ , où  $\alpha$  est la somme des délais fixes de traitements des messages (une paire de requêtes/réponses) sur la station centrale et un agent.

### 3.2. Métrique de performance

La métrique opérationnelle considérée est le nombre moyen de changements détectés, noté  $\lambda(N)$ , par le gestionnaire d'une variable depuis un agent choisi aléatoirement. La fonction de qualité  $f(N)$  que nous considérons est égale à 1, puisque la qualité des opérations en terme d'échéance de temps de détection par rapport à l'intervalle de scrutation  $\Delta$  sera capturée par  $T_{CS}(N)$ , ainsi nous avons :  $\lambda(N) = \frac{1}{T_{CS}(N)}$ . La fonction coût, noté  $C(N)$ , est définie comme la somme de la consommation processeur sur le gestionnaire et les  $N$  agents et la quantité de trafic générée entre eux. Nous obtenons, ainsi [CHE 02] :  $C(N) = \frac{N}{\Delta}c$ , où  $c$  est le coût fixe d'une paire requête-réponse par unité de temps entre le gestionnaire et un agent.  $c$  est une moyenne des pourcentages d'utilisation des différents types de ressources. D'après l'équation 1, nous obtenons comme efficacité de cette approche de gestion :  $E_{CS}(N) = \frac{\Delta}{T_{CS}(N) \times N \times c}$ . Ainsi, nous constatons que si le temps moyen de détection est borné par  $\Delta$  alors l'efficacité aura une borne inférieure approximative de  $\frac{1}{N^* \times c}$ , où  $N^*$  est le nombre optimal d'agents de gestion qui satisfait cette échéance ( $T_{CS}(N^*) \leq \Delta$ ). En se basant sur l'équation 2, le degré du passage à l'échelle de cette approche de gestion d'un réseau géré des tailles  $N_1$  à un réseau de taille  $N_2$  est égale à :

$$\Psi(N_1, N_2) = \frac{T_{CS}(N_1)}{T_{CS}(N_2)} = \frac{t_0 + \bar{l}_p(N_1)}{t_0 + \bar{l}_p(N_2)} \quad [3]$$

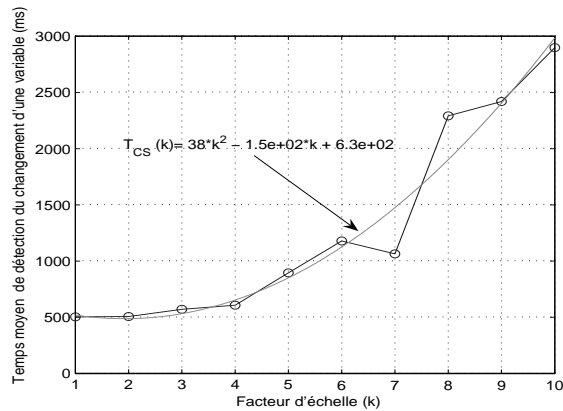
avec  $t_0 = \frac{\Delta}{2} + \alpha$  représente un délai fixe subit par chaque détection du changement d'une variable. Nous constatons, ainsi, que dans le modèle de performance présenté dans [CHE 02], le passage à l'échelle de l'approche client/serveur est limité par les délais que subissent les paquets échangés entre le gestionnaire et les  $N$  agents dans le réseau géré. Cette limitation est déjà optimiste, puisque dans son modèle de per-

formance le temps de traitement  $\alpha$  d'un message de gestion est considéré comme constant ce qui n'est pas vrai puisqu'il dépend de la charge exercée sur le processeur du nœud de gestion impliqué. Nous constatons aussi qu'un intervalle de scrutation suffisamment grand par rapport à  $\bar{l}_p(N)$  permettra d'absorber l'augmentation de délais de paquets sur un réseau géré de grande taille. Cette dernière optimisation a été proposée dans le travail [MOG 98], où les auteurs ont adapté l'intervalle de scrutation selon la variation du temps de réponse de messages de supervision aperçus par le gestionnaire. Dans le travail [BEV 02], les auteurs affirment qu'avec un intervalle de scrutation de l'ordre de 5 minute leur outil arrivent à gérer un réseau de grande taille avec 5000 variables. Nous constatons aussi qu'avec des délais importants de transit dans le réseau géré ( $\bar{l}_p(N_1)$  et  $\bar{l}_p(N_2)$ ) sont grands) le degré de passage à l'échelle reste proche de 1. Ainsi, à première vue il semble que l'éloignement des agents de la station centrale est bénéfique pour maintenir le degré du passage à l'échelle du système de supervision proche de 1. Cependant, pour que l'algorithme de supervision garde une bonne qualité de sa vision du réseau géré, les délais de transit engendrés par cet éloignement doivent être bornés.

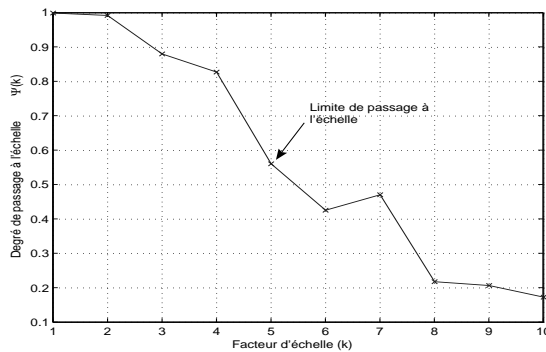
### 3.3. é : l à n é r q e :

Dans un travail précédent [AND 05], nous avons élaboré une plate-forme d'évaluation par mesure (*benchmarking*) [JAI 91] des approches de gestion basées sur le protocole JMX [SUN 02, SUN 03]. Nous avons évalué par mesure l'approche analytique présentée dans le paragraphe précédent. Au cours de nos mesures, nous avons varié le nombre d'agents entre 70 et 700 avec un facteur d'échelle  $k$  dans l'intervalle [1..10]. Nous avons considéré un intervalle de scrutation de 1 seconde. La plate-forme matérielle de mesure est une grappe de 100 machines (900Mhz bi-processeur Itanium2)<sup>6</sup> inter-connectées via un commutateur Gigabit Ethernet. La figure 3 montre l'évolution du temps moyen de détection du changement d'une variable depuis un agent mesuré sur le gestionnaire en fonction du facteur d'échelle. Nous observons que ce temps suit une fonction quadratique avec un coefficient de détermination [JAI 91, Page 227] de  $R^2 = 0.95$ . Ainsi, d'après l'équation 3 le degré du passage à l'échelle se décline approximativement en  $\frac{1}{k^2}$  comme le montre la figure 4. Nous supposons que la limite du degré du passage à l'échelle de l'approche est définie pour un temps de détection moyen  $T_{CS}(k) \leq \Delta$ . On obtient, ainsi, comme valeur limite du degré de passage à l'échelle de cette approche :  $\Psi_{lim}(k) \geq 0.5$  qui correspond à une valeur de  $k = 5$  et un nombre d'agents  $N = 350$ , pour notre cas d'étude. Au delà de cette valeur, le gestionnaire centrale se sature et effectivement il perd le contrôle du réseau géré. Au niveau de cette valeur de facteur d'échelle ( $k = 5$ ), il aura besoin d'introduire un facteur d'amélioration (voir tableau 1) pour maintenir ou augmenter l'efficacité du système de gestion. L'intérêt de cette métrique dans le cadre de la conception de plates-formes de gestion, est de déterminer une stratégie de leurs passage à l'échelle en ajustant à

6. <http://i-cluster2.inrialpes.fr>



**Figure 3.** Temps de détection de changement d'une variable depuis un agent en fonction du facteur d'échelle.



**Figure 4.** Degré de passage à l'échelle d'une approche centralisée de supervision.

chacune de ses valeurs limites, un facteur parmi les facteurs d'amélioration décrits précédemment.

#### 4. Conclusions et travaux futurs

Dans ce papier nous avons donné un aperçu sur le problème du passage à l'échelle des systèmes de gestion. Les études précédentes ont analysé cet aspect sous la forme d'un problème de performance en analysant séparément un ensemble de métriques

(délais, trafic, charge processeur). Pour avoir une idée plus précise sur le passage à l'échelle d'un système de gestion, nous avons précédemment [LAH 05] présenté une métrique unique inspirée des travaux dans le domaine des systèmes distribués. Cette métrique met en relation trois catégories de métriques qui capturent la performance du système. Nous l'avons utilisée pour quantifier l'impact de la supervision sur une application, nous l'avons illustrée ici sur l'étude d'une approche de supervision centralisée impliquant un nombre d'agents considérable. Nous avons montré que l'ajustement de certains paramètres permettrait d'améliorer le degré du passage à l'échelle d'une telle approche jugée invalide dès que la taille de réseau devient important. Nous avons mis l'accent aussi sur l'importance des délais, que subissent les messages de gestion dans un réseau, sur le passage à l'échelle de l'approche considérée. Nous poursuivons nos travaux en analysant plus pertinemment ces délais avec des modèles statistiques. Enfin, notre analyse du passage à l'échelle d'une approche centralisée est basée sur certains travaux qui ont associé des modèles de performance à cette approche. Nous confirmons ainsi qu'il est indispensable de définir de modèles de performance analytique relatifs aux approches de gestion pour qu'on puisse juger leur degré du passage à l'échelle. Il nous faudrait aussi parvenir à qualifier ce que produit un système de gestion (la fonction  $R$  de la formule 1) d'une manière bien séparée de la qualité de cette production (la fonction  $f$  de la formule 1). Ceci faciliterait l'analyse des tests de performances et permettrait des médiations plus judicieuses sur le réglage du fonctionnement d'un système de gestion.

## 5. Bibliographie

- [AND 05] ANDREY L., LAHMADI A., DELOVE J., « A JMX benchmark », Technical Report n° RR-5598, Juin 2005, Loria-INRIA Lorraine.
- [BEV 02] BEVERLY R., « RTG : A Scalable SNMP Statistics Architecture for Service Providers », *Proceedings of the 6th Systems Administration Conference (LISA 2002)*, novembre 2002, p. 167–174.
- [CHE 02] CHEN T. M., LIU S. S., « A Model and Evaluation of Distributed Network Management Approaches », *IEEE journal on selected areas in communications*, vol. 20, n° 4, 2002.
- [COR 04] CORRENTE A., TURA L., « Security Performance Analysis of SNMPv3 with Respect to SNMPv2c », *NOMS2004*, 2004, p. 729–742, ISBN 0-7803-8230-7.
- [DAN 00] DANIELE M., WIJNEN B., ELLISON M., FRANCISCO D., « Agent Extensibility (AgentX) Protocol Version 1 », RFC n° 2741, janvier 2000.
- [GRA 93] GRAMA A., GUPTA A., KUMAR V., « Isoefficiency Function : A Scalability Metric for Parallel Algorithms and Architectures », *IEEE PDT*, vol. 1, 1993, p. 12-21.
- [GU 04] GU Q., MARSHALL A., « Network Management Performance Analysis And Scalability Tests : SNMP vs. CORBA », *IEEE/IFIP Network Operations & Management Symposium, Seoul, Korea*, April 2004.
- [JAI 91] JAIN R., *The art of Computer Systems Performance Analysis*, John Wiley & Sons, Inc, 1991, ISBN : 0-471-50336-3.

- [JI 02] JI C., ELWALID A., « Measurement-Based Network Monitoring and Inference : Scalability and Missing Information », *IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS*, vol. 20, n° 4, 2002, p. 714-725, ISSN : 0733-8716.
- [JOG 00] JOGALEKAR P., WOODSIDE C., « Evaluating the Scalability of Distributed Systems », *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.*, vol. 11, n° 6, 2000, p. 589–603, IEEE Press.
- [KRE 01] KREGER H., « Java management extension for application management », *IBM systems Journal*, vol. 40, n° 1, 2001, p. 104-129.
- [LAH 05] LAHMADI A., ANDREY L., FESTOR O., « On the Impact of Management on the Performance of a Managed System : A JMX-Based Management Case Study. », *DSOM*, vol. 3775 de *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, october 2005, p. 24-35.
- [LIM 01] LIM K.-S., STADLER R., « A navigation pattern for scalable Internet management », *IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM'01)*, Seattle, Washington, May 2001.
- [LIM 06] DE LIMA W. D., ALVES R. S., VIANNA R. L., ALMEIDA M. J., ROCKENBACH TAROUCO L. M., Z. G. L., « Evaluating the Performance of SNMP and Web Services Notifications », *NOMS'06*, mars 2006, p. 546–556, only on CD.
- [LIO 99] LIOTTA A., KNIGHT G., PAVLOU G., « On the Performance and Scalability of Decentralized Monitoring Using Mobile Agents », *DSOM*, 1999, p. 3-18.
- [MOG 98] MOGHE P., EVENGELISTA M., « RAP-rate adaptive polling for network management applications », *Network Operations and Management Symposium, 1998, NOMS 98*, vol. 2, 15-20 February 1998, p. 395-399.
- [NEI 04] NEISSE R., VIANNA R.L. AND GRANVILLE L., ALMEIDA M., TAROUCO L., « Implementation and bandwidth consumption evaluation of SNMP to Web services gateways », *NOMS2004*, 2004, p. 715–728, ISBN 0-7803-8230-7.
- [PRA 04] PRAS A., DREVER T., DE MEENT R. V., QUARTEL D., « Comparing the Performance of SNMP and Web Services-Based Management », *eTransactions on Network and Service Management (eTNSM)*, vol. 1, n° 2, 2004.
- [SCH 05] SCHONWALDER J., « Internet Management : Status and Challenges », *Tutorial at the 9th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management, Nice, France*, may 2005.
- [STA 98] STALLINGS W., *SNMP,SNMPV2,SNMPv3,and RMON 1 and 2*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1998.
- [SUB 00] SUBRAMANYAN R., MIGUEL-ALONSO J., FORTES J., « A scalable SNMP-based distributed monitoring system for heterogeneous network computing », *Proceedings of the 2000 ACM/IEEE conference on Supercomputing*, IEEE Computer Society, 2000, page 14.
- [SUN 02] SUN, « Java<sup>TM</sup> Management Extensions, Instrumentation and Agent Specification, v1.2 », <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=3>, october 2002, Maintenance Release 2.
- [SUN 03] SUN, « Java<sup>TM</sup> Management Extensions(JMX<sup>TM</sup>) Remote API 1.0 Specification », <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=160>, october 2003, Final Release.