

●●●● DOMAINE : RÉSEAUX, SYSTÈMES
●●●● ET SERVICES, CALCUL DISTRIBUÉ



THIERRY PRIOL,
DIRECTEUR SCIENTIFIQUE
ADJOINT « DOMAINE :
RÉSEAUX, SYSTÈMES ET
SERVICES, CALCUL DISTRIBUÉ »

« Les équipes de recherche de ce domaine contribuent à définir ce que sera le futur de l'internet comme infrastructure de communication, mais aussi comme infrastructure de calcul au sens large. Les chercheurs s'intéressent autant au développement de protocoles de communication innovants qu'à la modélisation des réseaux existants afin de mieux évaluer leurs performances et les dimensionner en fonction des besoins. Ils conçoivent des algorithmes efficaces adaptés aux caractéristiques variables du réseau. Parmi leurs nouveaux défis, « l'internet des choses »

(intégration à l'internet de dispositifs miniatures comme les puces RFID) et « l'internet des services » (intégration des caractéristiques de l'internet dans la construction de logiciels destinés au déploiement de futurs services en ligne et de nouvelles applications distribuées). L'internet devenant un ordinateur en soi, de nombreuses recherches portent aujourd'hui sur les systèmes d'exploitation et intergiciels des grilles ou des centrales numériques (cloud). Le calcul sur architecture parallèle (hétérogène, multicœur...), devenu incontournable, mobilise plusieurs équipes. »

Des ordinateurs économes en énergie

La consommation électrique des systèmes distribués à grande échelle (centres de calculs, de données et de communications) est un sujet de préoccupation majeur depuis les années deux mille. Leurs environnements logiciels peuvent largement contribuer à réduire la facture, et c'est ce qu'étudie l'équipe-projet **RESO**.



L'ÉQUIPE RESO
7 PERMANENTS
6 INGÉNIEURS
10 DOCTORANTS
1 POST-DOCTORANT

Si la course à la puissance des ordinateurs reste la règle, désormais leur efficacité énergétique compte aussi. Depuis 2007, Virginia Tech (États-Unis) effectue d'ailleurs un classement international, baptisé Green 500, des performances énergétiques des 500 machines les plus puissantes du monde. Cette étude montre que les 10 supercalculateurs les plus puissants sont classés entre la 6^e et la 484^e place pour leurs performances énergétiques. Preuve que

celles-ci ne sont pas seulement corrélées au nombre de processeurs.

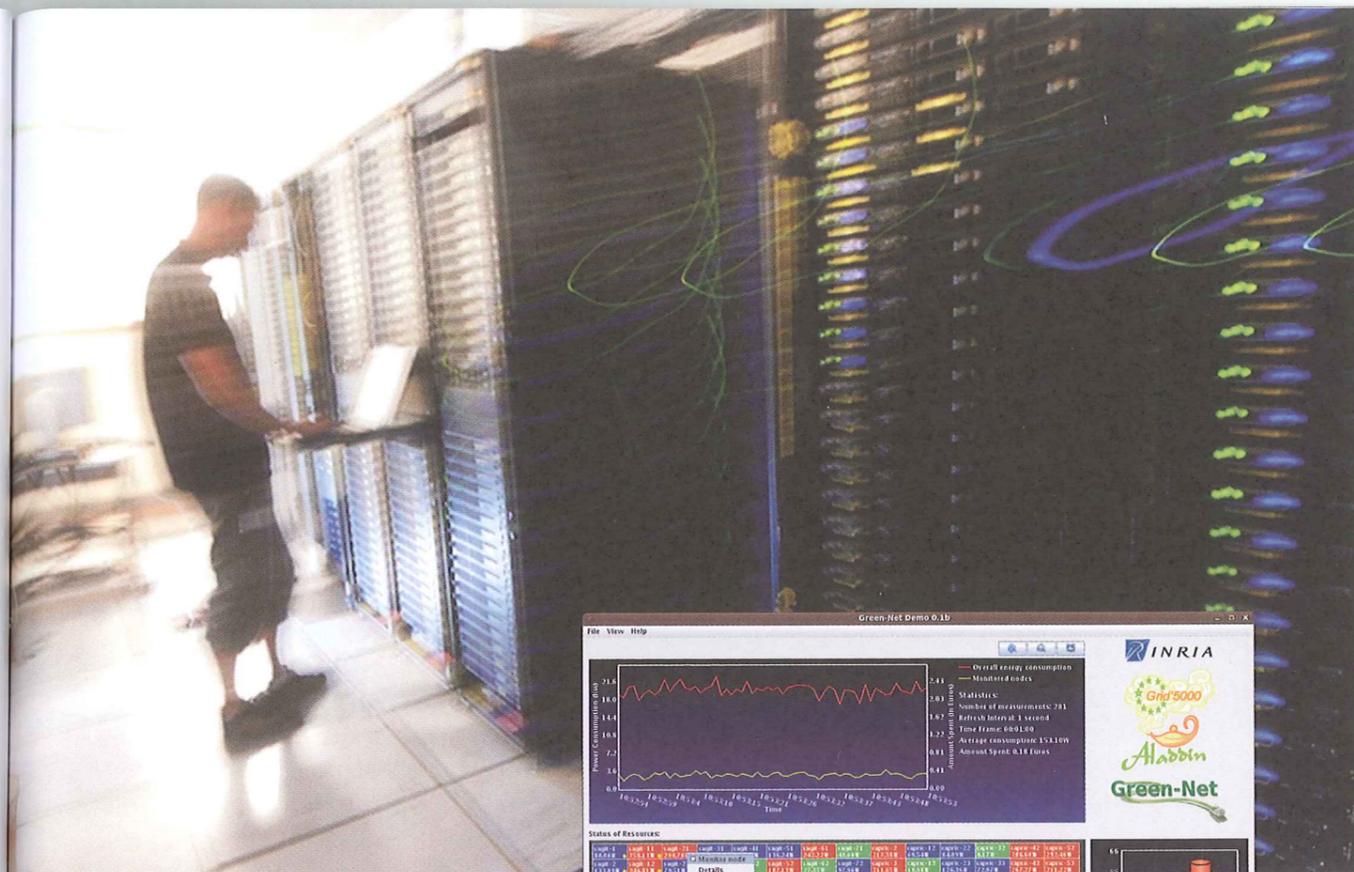
Quelles sont les pistes de progrès ? Les infrastructures, en particulier leurs systèmes de refroidissement, les composants matériels et, enfin, les logiciels qui permettent d'agir à

grande échelle sur toutes les ressources (calcul, stockage, réseau). C'est dans ce domaine que travaille **Laurent Lefèvre**, au sein de l'équipe Reso.

Son objectif : réduire la consommation énergétique des systèmes distribués à grande échelle, de manière transparente pour l'utilisateur, en préservant la qualité de service.

ÉTEINDRE AUTANT QUE POSSIBLE

Une première approche consiste à exploiter ces ressources de façon optimisée en les éteignant lorsqu'elles ne sont pas utilisées. Pour cela, il est d'abord nécessaire de bien connaître les besoins et les usages. « C'est ce que nous avons étudié en 2008 et 2009 dans le cadre d'une action de recherche collaborative baptisée Green-Net », raconte Laurent Lefèvre, qui l'a coordonnée. Les chercheurs de son équipe et de l'équipe-



projet Mescal, mais aussi de l'Institut de recherche en informatique de Toulouse et de l'université Virginia Tech, ont analysé, au moyen de capteurs, la consommation électrique des 150 machines du site lyonnais de Grid'5000, la grille de calcul expérimentale française. « Nos wattmètres délivrent des mesures machine par machine à l'échelle de la seconde ; nous disposons ainsi d'une évaluation précise du coût énergétique de chaque machine. Une première qui permettra aux utilisateurs de mieux comprendre le coût énergétique de leurs applications et de réserver les ressources en conséquence », précise Laurent Lefèvre.

Reste ensuite, pour éteindre les 150 ordinateurs du site, à agréger au mieux toutes les réservations. « À partir d'une analyse de l'exploitation des machines pendant les jours précédents, et jusqu'aux dernières minutes, nous cherchons à favoriser des plages d'inactivité significatives (au moins 5 minutes) », explique le chercheur. Comment ? En proposant aux utilisateurs de reporter leur calcul (jusqu'à vingt-quatre heures, au maximum). Selon les estimations actuelles, le logiciel de prédiction d'usage offrirait 30 % d'économie d'énergie sur l'année à l'échelle de

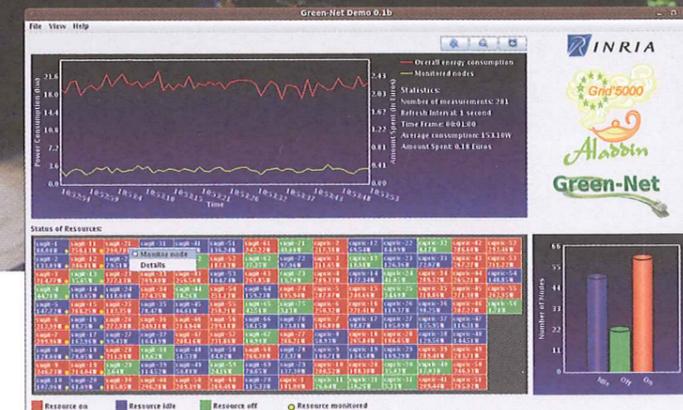
Grid'5000. Les chercheurs consacrent dorénavant leurs efforts au déploiement de ce logiciel sur des infrastructures opérationnelles en France.

ADAPTER LA PUISSANCE

La seconde approche que l'équipe commence à étudier consiste à adapter les conditions de fonctionnement des ressources aux besoins des utilisateurs. Il s'agit de réduire dès que possible la fréquence des machines et la vitesse des réseaux : cela suppose d'améliorer les systèmes d'exploitation, d'adapter les protocoles de communication et, enfin, de travailler sur les équipements afin qu'ils supportent des réductions de bande passante ou des coupures de réseaux.

x2

C'est l'augmentation de la consommation d'électricité des centres de données américains entre 2000 et 2005.



Le logiciel de visualisation ShowWatts, développé dans l'équipe Reso, permet de contrôler la consommation électrique des nœuds de calculs et de communications d'une partie de la grille de calcul expérimentale Grid'5000.