

# L'Université du Luxembourg dope son HPC avant de l'ouvrir au cloud

**La plate-forme de calcul à hautes performances (HPC) de l'Université du Luxembourg prend un nouvel essor dans le cadre d'un investissement de 4 millions € rien qu'en hardware. Une infrastructure qui lui permettra de répondre aux besoins internes et de s'ouvrir aux demandes externes sous une forme cloud. # Marc Husquin**

**F**ondée en 2003, l'Université du Luxembourg (UL) est la première et la seule université du grand-duché. Elle comporte 3 facultés (Faculté de Sciences, de la Technologie et de la Communication (FSTC), Faculté de Droit, d'Économie et de Finance (FDEF) et Faculté des Lettres, des Sciences humaines, des Arts et des Sciences de l'Éducation (FLSHASE)) et 2 centres interdisciplinaires (Security, reliability and Trust (SnT), et le Luxembourg Centre for Systems Biomedicine (LCSB)). Quelque 650 intervenants s'ajoutent aux 190 professeurs pour dispenser des formations à 6.200 étudiants de 100 nationalités. L'UL est répartie sur 4 campus (Kirchberg, Limpertsberg, Walferdange et Belval), ce dernier étant amené d'ici 2015 à devenir le campus de l'ensemble de l'UL.

## HPC

Desservant les différentes unités de l'université, soit environ 160 utilisateurs, le centre de calcul à hautes performances (HPC) de l'UL est constitué de 4 clusters (2 sur le site du Kirchberg et 2 sur celui de Belval) tournant majoritairement sous Linux Debian avec un stack de logiciels principalement open source. L'infrastructure compte 291 nœuds de calcul pour 2.944 cœurs, soit une puissance de calcul en pic de 27,4 TFlops, associée à 1.042 To de capacité de stockage partagée brute. L'investissement réalisé au niveau hardware depuis 2007 atteint 4 millions €.

Les serveurs tournent essentiellement sous des processeurs Intel, même si le Dr. Sébastien Varrette, chargé de recherche permanent en charge de la plate-forme HPC de l'UL avec le Professeur Pascal Bouvry, avoue s'intéres-

ser de près à l'architecture ARM et à ses performances énergétiques. "Si nous voulons un jour disposer d'un HPC exaflopique sans devoir construire une centrale électrique digne de l'alimentation du grand-duché, il faudrait en arriver à 0,1 watt par cœur. Or le processeur Intel actuel consomme de 80 à 120W, contre de 1 à 4W pour l'ARM. Dès lors, nous faisons actuellement des analyses de performances sur un système expérimental haute-densité équipé de 96 processeurs ARM."

Les nœuds génériques de calcul sont de marques HP, Dell et Bull avec au minimum 2 Go de RAM par cœur, tandis que plusieurs machines "exotiques" sont dédiées à certaines applications spécifiques, comme la cryptanalyse. Il faut savoir que les différentes unités de recherche peuvent accéder aux clusters, chaque cluster ayant ses spécificités propres.

Le stockage (de type Nexan et NetApp) est distribué entre les sites

(connectés à travers un lien backbone à 10Gbit/s sur lignes dédiées) et comprend 3 zones: le NFS avec capacité propre pour chaque cluster (par ex. 180 To pour le cluster Chaos et 240 To pour le cluster Gaia); le stockage hautes performances basé sur le système de fichiers Lustre avec 240 To sur 2 baies; et le stockage GPFS (General Parallel File System) de 180 To. A cela s'ajoutent 2 serveurs pour la sauvegarde avec chacun 180 To. Soit un peu plus de 1 Po au total.

Ajoutons que l'interconnect au sein des clusters est de type Infiniband QDR à 40 Gbit/s, complété par un réseau Ethernet qui supporte lui 10 Gbit/s. Les outils de gestion tant des serveurs que des clusters sont open source,

avec essentiellement Xen pour la virtualisation – "Ce qui nous permet de gérer 117 serveurs ainsi que les clusters avec seulement 3 administrateurs systèmes", relève encore Sébastien Varrette -, ainsi que Puppet pour la configuration automatisée des ressources (tous les clusters étant configurés de manière identique) et FAI pour le déploiement des nœuds de calcul.

## Evolution

D'ici la fin de l'année, le HPC va se doter d'une capacité de stockage supplémentaire de 1 Po, le cahier des charges étant en préparation.

De même, à l'horizon 2015, l'ensemble des clusters HPC seront regroupés sur le site de Belval (où l'ensemble de l'Université du Luxembourg regroupera d'ailleurs ses installations). "Nous allons y construire pour 2016 au plus tard une nouvelle salle serveurs de 1.000 m<sup>2</sup>, dont 500 m<sup>2</sup> destinés au HPC, précise encore Sébastien Varrette. L'ambition est de proposer cette infrastructure aux centres de recherche privés et publics du Luxembourg, dans le cadre d'un partenariat avec les pouvoirs publics. L'Université a d'ailleurs été choisie pour mener l'étude préliminaire en ce sens. Les besoins existent et il convient de les anticiper." Autre priorité de ce nouveau site HPC, l'aspect green. "Nous examinons pour l'instant la solution DLC ou Direct Liquid Cooling présentée par Bull, de même bien sûr que les processeurs ARM."

A l'horizon 2016-2017, l'Université espère disposer d'une infrastructure HPC de 100 Tflops avec une capacité de stockage de 5 Po (après quoi la capacité augmentera par paliers de 5 à 10 Po). A titre de comparaison, l'UL se situe aujourd'hui dans le top 3 du HPC au grand-duché, loin devant le CRP (Centre Gabriel Lippmann) avec 6,2 Tflops, tandis que le constructeur de pneumatiques Goodyear aurait également un HPC.

## Investissement

Interrogé sur le ROI d'un tel investissement, Sébastien Varrette estime que "si nous avions utilisé une instance dans le HPC d'Amazon, le coût aurait été de 15 millions € sur 6 ans, contre 4 millions € en interne." Par ailleurs, "les calculs réalisés en 6 ans sur le cluster auraient pris pas moins de 1.273 ans sur une machine mono-processeur." Le HPC reste donc un élément clef dans la compétitivité économique et un vecteur d'innovation indispensable à l'épanouissement de la recherche, en particulier à l'Université du Luxembourg. #



L'infrastructure HPC de l'UL devrait atteindre 100 Tflops à l'horizon 2016-2017.