



De grandes quantités de matériel ont été achetées en 2014, en vue de l'exploitation 2 du LHC. (CERN-IT-1209226 – 01)

Informatique

Nouveau LHC, nouveaux modèles

En vue de l'exploitation 2 du LHC, les expériences et la collaboration Grille de calcul mondiale pour le LHC (WLCG) ont, durant le LS1, amélioré leurs infrastructures et services informatiques associés. Ces changements ont été validés par des essais à grande échelle. Les expériences se sont également attachées à améliorer la performance et l'efficacité de leurs logiciels, et ont travaillé d'arrache-pied à leur validation en préparation de l'exploitation 2.

Pour optimiser les ressources de calcul et de stockage lors de l'exploitation 2, les expériences ont adopté de nouveaux modèles informatiques n'exigeant plus les rôles hiérarchiques stricts des centres de niveaux 1, 2 et 3 prévus par les premiers modèles WLCG, leur permettant ainsi d'exploiter au mieux les capacités de tous les sites. Les stratégies de gestion des données ont en outre été revues : la distribution explicite au niveau mondial des données a laissé place à un système plus souple ne les répliquant qu'en cas de besoin. De plus, un accès distant aux données est désormais possible dans certaines conditions.

Ces « fédérations de données », optimisant l'utilisation d'un espace-disque onéreux, ont été possibles grâce à l'excellente performance des réseaux mis en œuvre par le WLCG ces dernières années.

En ce qui concerne l'efficacité des logiciels, une nouvelle initiative importante sur le long terme a été lancée : la Fondation HSF (*HEP Software Foundation*), qui vise à exploiter de manière optimale les architectures de processeurs modernes ainsi que le partage de plus d'éléments communs entre les principales bibliothèques logicielles. L'initiative fournira un soutien pour la réingénierie des logiciels de base des expériences qui seront nécessaires dans les années à venir.

Une meilleure capacité de calcul

Le département IT renouvelle régulièrement ses serveurs de calcul et de stockage afin de remplacer le matériel vieillissant et d'augmenter la capacité pour les expériences LHC. L'année 2014 a toutefois été exceptionnelle, les expériences ayant

L'équipe du CERN reçoit le prix du « Superuser » lors du sommet OpenStack à Paris. (Fondation OpenStack)



demandé le double de capacité pour l'exploitation 2, soit environ 100 pétaoctets supplémentaires de mémoire disque et près de 60 000 nouveaux cœurs de processeurs.

Défi de taille pour les équipes chargées des achats et des opérations au CERN comme au Centre de données Wigner, en Hongrie, où environ la moitié de la capacité de calcul et deux tiers de la capacité de stockage ont été installés. Quatre appels d'offres ont été lancés, qui ont donné lieu à huit contrats : trois pour des serveurs informatiques et trois pour des serveurs de stockage sur disque, un pour des unités intelligentes de distribution d'énergie et un pour un contrat-cadre concernant l'achat de configurations plus spécialisées. En outre, le groupe Systèmes de communication a lancé un appel d'offres pour l'achat des commutateurs réseau nécessaires à l'interconnexion de l'ensemble de ces équipements.

Machines virtuelles et stockage

OpenStack est un projet logiciel *open source* offrant des ressources d'informatique en nuage à la demande. Au CERN, le service OpenStack du département IT permet de faire des demandes de machines virtuelles ou de stockage en quelques minutes à partir d'un portail web ou d'applications. Il fournit en outre l'infrastructure informatique utilisée par la plupart des services de grilles et assure une gestion efficace de la capacité accrue de calcul installée pour l'exploitation 2.

Avec environ 10 000 machines virtuelles, plus d'un millier de personnes utilisent le nuage OpenStack pour de nombreuses applications différentes : services IT de production, applications de calcul ou d'analyse, serveurs de test ou de développement personnels, etc. En outre, les expériences LHC ont déployé OpenStack sur leurs serveurs filtrant les événements pour une utilisation plus classique lorsque l'accélérateur est à l'arrêt.

Lors du Sommet de la communauté OpenStack tenu à Paris en novembre, le CERN s'est vu décerner par la Fondation OpenStack le premier prix du « Superuser » en reconnaissance de sa contribution à la communauté OpenStack.

Stockage défini par logiciel

Le CERN, dont les besoins en matière de stockage de données sont importants, occupe depuis longtemps une place de leader dans le domaine du stockage défini par logiciel, technologie offrant des alternatives *open source* aux solutions traditionnelles de stockage réseau haute performance. En 2014, le groupe Services de données et de stockage du département IT a noué une collaboration étroite avec la société Inktank, Inc. (acquise par la suite par Red Hat, Inc.) afin d'évaluer sa solution de stockage, Ceph. Initialement, l'objectif était de concevoir un service de stockage par bloc pour le nuage OpenStack du CERN, mais le champ d'action a été élargi par la suite pour y inclure la recherche et le développement de solutions Ceph en vue des futurs défis du LHC en matière de stockage de données. Le département IT a déployé un service Ceph de 3 Po, l'un des plus volumineux du monde. Les développeurs du CERN ont travaillé sur de nouvelles fonctions importantes de ce projet *open source*, notamment des bibliothèques de suréchantillonnage pour une meilleure utilisation de l'espace et une bibliothèque d'agrégation d'objets pour applications d'analyse de données demandant de la performance.

Préservation des données

Étant donné la durée de vie des expériences LHC – plusieurs décennies – et les gros volumes de données en jeu, le coût du stockage des données et leur préservation doit être optimisé. Le CERN, grâce à ses compétences et son expérience inégalées en matière de préservation des données à grande échelle, apporte une précieuse contribution aux efforts globaux dans ce domaine. Au CERN et dans les sites de niveau 1 de la Grille WLCG, les données ont continué à être migrées régulièrement de façon proactive vers de nouvelles générations de supports de stockage, tout en étant vérifiées. En janvier, le CERN a présenté un modèle de coût de curation de contenu établi à partir de tendances connues d'évolution des technologies et d'une estimation simplifiée de l'augmentation des données du

LHC. Ce modèle, qui a suscité une grande attention au-delà de la physique des hautes énergies, peut être téléchargé comme tableau Excel, permettant à d'autres utilisateurs d'adapter à leurs besoins les paramètres et hypothèses de base.

Ciel dégagé pour l'informatique en nuage

En mai 2014, l'initiative « *Helix Nebula – the Science Cloud* » a lancé son marché pionnier d'informatique en nuage, qui offre un service de production inédit répondant aux besoins des chercheurs et stimulant l'innovation scientifique. Ce marché, s'appuyant sur une technologie de courtage novatrice, offre un accès aisé, à grande échelle, à un large éventail de services « infonuagiques ».

Le 7^e Programme-cadre de la Commission européenne, qui soutenait le projet Helix Nebula, s'est terminé fin 2013. Le projet a montré que le processus d'achat de services commerciaux d'informatique en nuage diffère des processus d'achat de matériel informatique appliqués par beaucoup d'organisations de recherche publiques. Un nouveau projet au titre du programme Horizon 2020 – PICSE (*Procurement Innovation for Cloud Services in Europe*) – a été lancé en octobre 2014, dans le but de créer un réseau d'achat pour les organisations de recherche publiques. Il étudiera la faisabilité pour celles-ci de procéder conjointement à des achats internationaux de services innovants avant leur commercialisation et lors de la passation de marchés publics.

Nouvelle ère pour CERN openlab

CERN openlab, partenariat public-privé entre le CERN et des entreprises leaders du secteur informatique, a pour mission d'accélérer le développement de solutions de pointe utiles à la communauté mondiale du LHC ainsi qu'aux instituts de recherche partenaires. Sa quatrième phase de trois ans s'est achevée fin 2014. Durant cette phase, les partenaires de CERN openlab ont abordé des questions cruciales pour le programme scientifique du CERN, comme l'informatique et le stockage en nuage, l'analyse des données, la prochaine génération de processeurs et le contrôle de systèmes d'ingénierie complexes. En mai, CERN openlab a publié, conjointement avec plusieurs laboratoires et entreprises informatiques leaders d'Europe, un livre blanc sur les futurs défis informatiques pour la recherche scientifique. Celui-ci expose les besoins potentiels des infrastructures informatiques utilisées par divers domaines scientifiques, et constitue une base pour la cinquième phase (openlab V).

Souhaitant diversifier les domaines de recherche auxquels il veut apporter un appui, CERN openlab a accueilli un atelier majeur sur les technologies de l'information dans le secteur de la santé. Par ailleurs, le programme des étudiants d'été s'est encore renforcé, le CERN ayant accueilli 23 étudiants de 17 nationalités différentes.

Rester connecté

Afin d'offrir une couverture réseau fiable aux équipes travaillant pendant le LS1, quelque 300 bornes Wi-Fi ont été installées début 2013 dans le tunnel du LHC. Près de deux ans plus tard, le LS1 touchant à sa fin, celles-ci ont toutes été retirées ; l'opération a dû être coordonnée précisément avec le refroidissement des aimants.

L'installation et le retrait des bornes Wi-Fi ont marqué le début et la fin d'une rénovation complète de l'infrastructure des réseaux pour le LHC et les expériences : les commutateurs vieillissants ont été remplacés et près de 7 500 interconnexions refaites dans plus de 300 nœuds de répartition. Cela devrait, avec l'installation de 28 nouveaux chemins de fibres et de nouveaux onduleurs, améliorer la fiabilité et la redondance du réseau pour l'exploitation 2 du LHC. Par ailleurs, en raison du déplacement d'équipements pendant le LS1, il a fallu installer plus de 340 km de câbles réseau et remanier complètement les installations associées dans cinq des huit points du LHC.

En 2014 a eu lieu aussi une vérification rigoureuse du « câble rayonnant », qui assure la transmission des signaux de téléphonie mobile dans le tunnel du LHC, notamment ceux utilisés par les radios numériques TETRA du Service de Secours et du Feu. Durant le LS1, plus de 1 300 balises fonctionnant avec le système TETRA ont été installées pour la localisation des personnes dans les zones souterraines. Ce système innovant a valu au CERN deux prix internationaux, décernés par un jury composé d'acteurs de la communauté TETRA (*International TETRA Awards*).