



MUST : Mésocentre de calcul et de stockage ouvert sur la grille EGEE/LCG

Présentation générale

Avec le lancement au CERN, courant 2009, du LHC, ce sont près de 15 millions de giga-octets de données qui seront générées chaque année. Afin de permettre à la communauté scientifique internationale de collecter et traiter toutes ces informations, le CERN a depuis de nombreuses années participé et même dirigé les projets de grille de calcul et de stockage financés par la communauté européenne en particulier le projet EGEE (*Enabling Grids for E-science in Europe* - <http://www.eu-egee.org/>) et c'est aujourd'hui pour le LAPP et la communauté de physique des particules un outil indispensable pour les années à venir.

Points forts

Inauguré officiellement le 25 septembre 2007, le projet MUST a permis depuis le printemps 2007 la mise en production progressive d'une ferme de calcul de 618 processeurs et d'une capacité de stockage d'environ 180 000 giga-octets (courant 2009). Aujourd'hui sept laboratoires de l'Université de Savoie en sont membres : LAPP, LAPH, LMOPS, LGIT/LGCA, IMEPLAHC, EDYTEM et LAMA.

Depuis novembre 2007, il est également devenu un nœud Tier 2 pour les expériences ATLAS et LHCb dans l'architecture de grille LCG, c'est-à-dire formalisé par un engagement officiel vis-à-vis de la collaboration et participant aux simulations et à l'analyse des données selon le modèle de calcul retenu par l'expérience.

Le mésocentre de calcul



Depuis 2002, avec comme objectif de fournir des outils performants aux chercheurs du laboratoire et un accès privilégié aux données du LHC, le LAPP s'est lui-même impliqué dans les projets de grille tels DATAGRID et EGEE mais également dans le projet LCG (*LHC Computing Grid*).



Figure 1 : La salle informatique et les armoires contenant le matériel du mésocentre.

Dès le printemps 2005, sous l'impulsion de la direction du LAPP qui avait décidé de créer un nœud de grille LCG Tier 3, c'est-à-dire destiné à l'analyse des données LHC, de l'équipe technique et de la présidence de l'Université de Savoie qui désirait doter l'ensemble des laboratoires de recherche de moyens de calcul performants, le projet MUST de mésocentre¹ de calcul et de stockage ouvert sur la grille a vu le jour. Il est hébergé dans les locaux du LAPP et administré par ses équipes techniques (Figure 1).

¹ Un mésocentre est une infrastructure de service de niveau intermédiaire entre les grands centres de calcul et les postes de travail des équipes de chercheurs, dans notre cas à l'échelle de l'université.

Pour financer son projet, le LAPP et l'Université de Savoie ont proposé, en réponse à un appel d'offre du Ministère délégué à l'enseignement supérieur et à la recherche, la création d'un mésocentre de calcul et de stockage pluridisciplinaire qui permette à la fois de répondre aux importants besoins des équipes de physique des particules, de fédérer les ressources et les services dédiés au calcul scientifique et de créer une infrastructure ouverte sur la grille EGEE grâce à son interconnexion au réseau régional haut débit Amplivia. La convergence des besoins notamment de simulation numérique, l'optimisation de la gestion des ressources et compétences ont été autant d'arguments en faveur de cette mise en commun des ressources au sein du mésocentre.

La répartition consolidée des financements sur les quatre dernières années est aujourd'hui de 58 % pour le LAPP et 42 % Université de Savoie et Ministère (Figure 2) avec une utilisation réservée au LAPP d'environ 75 % de l'infrastructure. Chaque laboratoire participe au coût de fonctionnement annuel en fonction de son utilisation. L'ouverture vers les industriels fait partie des objectifs du projet.

Collaboration

Le laboratoire est engagé au sein du projet européen EGEE dans les WorkPackages SA1 (Production) et NA4 (Application), il est nœud Tier 2 au sein de W-LCG et donc membre du projet LCG-France et de l'Institut des Grilles. Au niveau régional, le projet MUST est membre du projet CIRA (Calcul Intensif en Rhône-Alpes), projet regroupant les Universités Joseph Fourier de Grenoble, Claude Bernard de Lyon et l'Université de Savoie.

Organisation

Le pilotage scientifique est assuré par le Conseil Scientifique de l'Université de Savoie

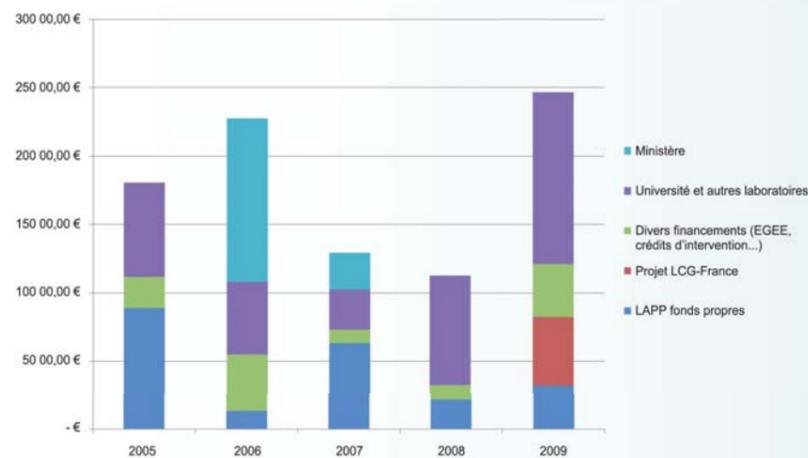


Figure 2 : La répartition des sources de financement depuis le début du projet en 2005.

qui établit une fois l'an un rapport d'activité du projet MUST. Une présentation en Conseil Scientifique du LAPP est également planifiée au moins une fois par an.

Equipe de Direction et Comité de pilotage

L'équipe de direction est composée du Vice-Président Recherche de l'Université de Savoie en tant que Responsable Scientifique du projet et du responsable du service informatique du LAPP en tant que Responsable Technique du projet. L'équipe de Direction s'appuie sur un Comité de Pilotage chargé de présenter le rapport d'activité annuel du projet MUST au Conseil Scientifique de l'Université de Savoie.

Le Comité de Pilotage, présidé par le responsable scientifique du projet, se réunit au moins une fois par an et est chargé :

- de suivre l'avancement du projet,
- de préparer le rapport d'activité et le conseil scientifique annuel et de saisir ce conseil pour approbation et validation de toutes les décisions relevant de ses compétences,
- d'organiser la réunion annuelle de la communauté des utilisateurs,
- d'attribuer les ressources affectées au projet, et d'arbitrer la répartition des ressources entre les utilisateurs.

Le Comité de Pilotage travaille en collaboration avec le responsable technique du projet et son équipe qui a la responsabilité d'établir les cahiers des charges techniques destinés à l'acquisition des matériels, de définir des conditions générales de service, de mettre en place la formation et le support aux utilisateurs.

Equipe d'administration système

Cette équipe de trois ETP (Equivalent Temps Plein) est intégrée dans le support général du service informatique du LAPP et est en charge de garantir les engagements pris par le laboratoire à la fois du côté LCG et EGEE mais également vis-à-vis des utilisateurs locaux. Elle est également chargée des études technologiques et des appels d'offre associés.

Equipe support applicatif

Cette équipe de trois ETP (Equivalent Temps Plein) est en charge du support aux utilisateurs du côté applicatif. Ce rôle nécessite une bonne compréhension des outils de chaque expérience en particulier des outils grille destinés aux analyses ATLAS et LHCb mais également des outils utilisés dans le cadre de CTA ou LC ou des laboratoires de l'université. Cette équipe organise également des formations et séminaires : formation EGEE en 2007, deux tutoriaux LHC, deux tutoriaux utilisateurs grille et batch. Un axe de travail autour du support d'applicatifs commerciaux est en cours avec en particulier l'installation et la mise en production des outils de calcul et de simulation MATHEMATICA et ABAQUS.

Moyens et ressources

La configuration mise en place sera composée à la fin 2009 de 144 serveurs de calcul en technologie lame, soit 618 CPUs associés à 2 Go de mémoire par CPU pour une puissance de 1150 KSpecInt2000 et 180 To de stockage répartis en 30 To de stockage en technologie SAN et 150 To en technologie DAS (Figure 3).

Les cahiers des charges associés aux investissements pour la ferme de calcul ont été établis à partir des critères suivants définis selon les besoins des utilisateurs, les contraintes de l'infrastructure existante et de l'équipe d'exploitation :

- Performances en calcul scalaire dans un environnement LINUX (Scientific Linux) et support calcul parallèle de manière homogène pour l'ensemble de la ferme de calcul (Interconnect de type 1Gbps et librairies MPI).
- Evolutivité de la solution (volumétrie et performances) : pour prendre en compte les besoins futurs, une architecture qui puisse évoluer en nombre de nœuds et en type de nœuds pour profiter sans contrainte des évolutions technologiques du futur
- Facilité d'administration : l'équipe d'administration étant réduite, la surcharge d'une solution technique de cette envergure n'est envisageable que si le maximum de moyens est fourni pour en faciliter l'administration, en particulier des outils de mise à jour de l'operating system et des logiciels installés sur les nœuds.
- Intégration au sein de l'infrastructure existante : l'infrastructure du LAPP où la configuration est amenée à être localisée apporte des contraintes en matière de puissance électrique, de ventilation et de place physique disponible. La solution retenue, en particulier le choix de lames de calcul, est destinée à optimiser la consommation électrique de la ferme de calcul.
- Une ferme de calcul à la fois pour gérer des utilisateurs Université de Savoie locaux ou distants dans un environnement batch, mais également une intégration de l'ensemble de l'infrastructure de calcul en tant que nœud de grille EGEE et LCG.

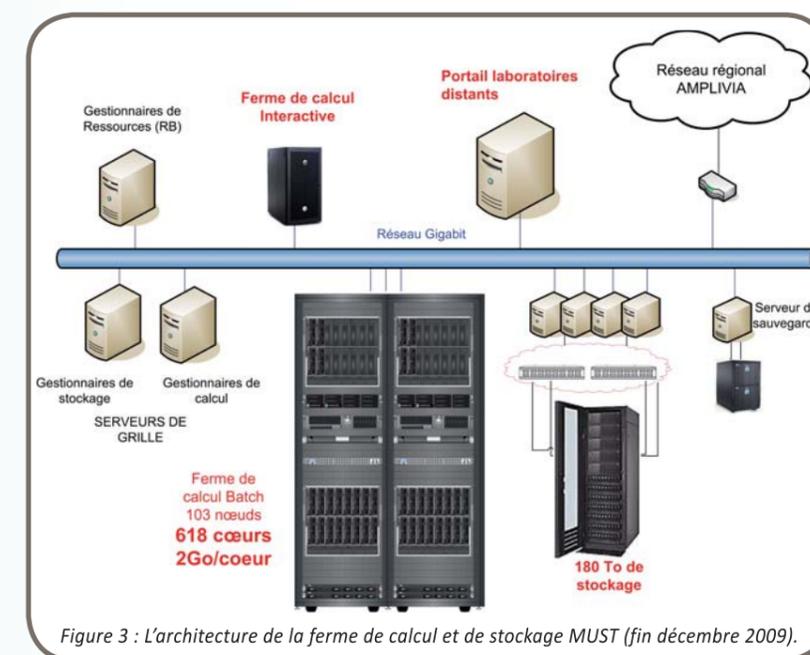


Figure 3 : L'architecture de la ferme de calcul et de stockage MUST (fin décembre 2009).

Les projets de recherche menés par les partenaires grâce au mésocentre

Sur l'année 2008 le mésocentre a montré un taux de disponibilité supérieur à 92 % et un taux d'utilisation de plus de 78 % avec 40 % pour les utilisateurs LAPP (ATLAS, LHCb, CTA, LC, HESS, OPERA), 36 % pour les autres laboratoires (LMOPS, LAPTH, LAMA, ...) et 2 % pour les utilisateurs EGEE extérieurs (Figure 4).

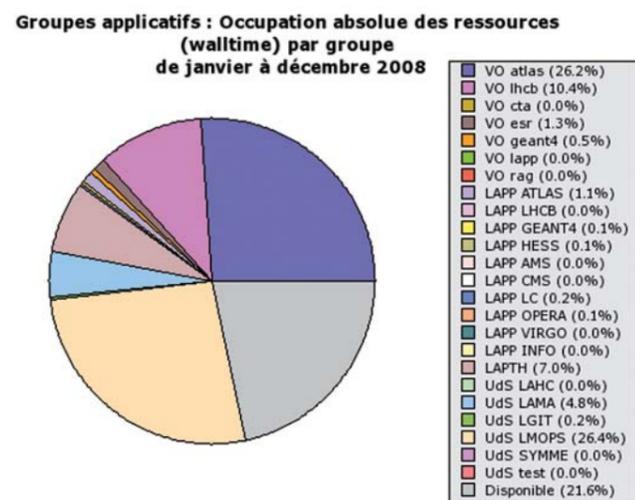


Figure 4 : La répartition de l'utilisation du mésocentre sur l'année 2008.

Le LAPP

Les premiers utilisateurs de MUST sont les expériences ATLAS et LHCb qui participent aux programmes LHC. En tant que nœud Tier 2 pour ces deux expériences, la ferme de calcul s'intègre complètement à la production dans le cadre de la simulation d'événements et de l'analyse de données en phase de test pour l'instant. L'intérêt du nœud de grille et surtout de son statut de Tier 2 LCG pour les utilisateurs ATLAS et LHCb du laboratoire réside dans l'accès privilégié aux données et dans la mise à jour automatique des logiciels officiels des expériences. En acceptant ce statut, le LAPP s'est engagé à la fois en terme de qualité de service et niveau de disponibilité mais également en terme de puissance de calcul et de capacité de stockage dédiées pour les cinq années à venir : en effet la puissance de calcul devra être multipliée par quatre et le stockage par cinq.

De nouvelles expériences hors LHC ont commencé à utiliser la ferme MUST pendant l'année 2008. Ce sont les expériences HESS (télescope de rayons gamma), CTA (Réseau de Télescopes Čerenkov),

OPERA (mesure d'oscillations neutrino) et la simulation du détecteur SiD dans le cadre du Linear Collider.

Dans le cadre de la Grille, la ferme MUST à travers le LAPP est utilisée par la collaboration Géant4 (simulation du passage des particules à travers la matière pour la physique des hautes énergies mais aussi pour des applications médicales, spatiales...) pour valider ses nouvelles versions. Le LAPP faisant une utilisation intensive de ces logiciels, il est intéressé à participer à cette activité qui ne nécessite que de la puissance de calcul ponctuelle.

Le LAPTH (Laboratoire de Physique Théorique)

L'équipe «Cosmologie» composée d'un chercheur, d'un post-doc et d'un doctorant utilise actuellement la ferme de calcul parallèle pour son travail systématique d'analyse des contraintes des modèles cosmologiques par les observations spatiales. Dans le cadre de l'expérience PLANCK le groupe est chargé de l'écriture des programmes qui permettront de passer des données aux paramètres des modèles et également de tester ces codes sur les données simulées. Une autre activité de l'équipe est l'étude des contraintes cosmologiques en se fondant soit sur les résultats du code COSMO-MC, soit sur leur nouveau code.

D'autre part, des membres de l'équipe « Physique des Particules » initient une étude des contraintes des modèles de matière noire utilisant une approche semblable à celle du groupe cosmologie et se prépare donc, dans ce cadre, à un usage des ressources de la ferme de calcul parallèle locale.

Le LMOPS (Laboratoire Matériaux Organiques à Propriétés Spécifiques)

Le LMOPS est aujourd'hui un très gros utilisateur du cluster parallèle dans le cadre de trois projets :

- transport des gaz à travers des membranes polymères,
- solubilité et mobilité de l'eau dans les polymères amorphes (thèse CIFRE EDF en collaboration avec un laboratoire de l'ENSAM Paris),
- membranes polymères pour la séparation de CO² (thèse cofinancée par l'APS et le Max Planck Institute pour Polymères à Mayence, Allemagne).

Le LGIT (Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique)

Le LGIT utilise la grille MUST en parallèle et en série pour répondre à deux besoins scientifiques :

- L'analyse des régularités statistiques dans les occurrences de tremblement de terre bénéficie désormais de jeux de données de qualité rapidement grandissante et de taille devenant importante. Il est nécessaire d'exploiter au mieux ces données, ce qui implique de manipuler les caractéristiques physiques de plusieurs centaines de milliers de séismes à la fois. Le LGIT travaille actuellement sur des méthodes d'inversion par algorithme E-M (Expectation- Maximization) réclamant de traiter des matrices carrées comportant autant de lignes et de colonnes que de séismes.
- L'exploitation des signaux sismiques pour tomographier la croûte terrestre bénéficie aussi de jeux de données de grandes tailles. Une nouvelle approche en imagerie sismique consiste à exploiter au mieux les localisations très précises des hypocentres des tremblements de terre (par corrélation croisée des sismogrammes) pour détailler la structure crustale, en particulier proches des zones sismiquement actives.

L'IMEPLAHC (Laboratoire d'Hyperfréquence et de Caractérisation)

Deux activités de recherche sont impliquées :

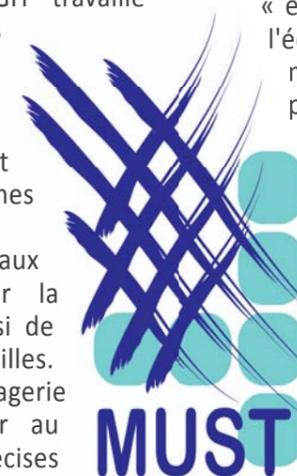
- les activités « Chipi » : caractérisation hyperfréquence d'interconnexions et de passifs intégrés. Les logiciels dédiés de modélisation électromagnétique 2D haute-fréquence et d'optimisation sont en cours d'installation et d'essai. Ils seront utilisés ponctuellement. Il est également prévu une utilisation plus importante conditionnée par la possibilité d'installation de logiciels commerciaux.
- les activités « Supra » : électronique numérique supraconductrice à quantum de flux magnétique. Tous les logiciels de simulation, optimisation, calcul de rendement et d'extraction de paramètres de circuits ont été compilés et testés et font l'objet d'une utilisation régulière.

L'EDYTEM (Environnement, Dynamique et Territoires de Montagne)

La plate-forme est aujourd'hui utilisée en tant que sauvegarde de second niveau de données géographiques/géologiques acquises sur le terrain et élaborées dans le cadre des recherches menées à EDYTEM. Le flux actuel concerne 4,5 To de stockage avec une périodicité mensuelle.

Le LAMA (Laboratoire de Mathématiques)

Des besoins importants en calcul pour le LAMA ont été identifiés surtout pour l'équipe « équation aux dérivées partielles », pour l'équipe « logique » et dans une moindre mesure pour l'équipe « géométrie ». En particulier, l'équipe EDP travaille sur la simulation de fluides complexes sur des codes demandant une grande puissance de calcul. L'équipe logique développe des applications qui concernent l'étude d'automates cellulaires avec l'objectif à long terme de déterminer s'il existe un automate cellulaire élémentaire intrinsèquement universel.



Les utilisateurs EGEE

Les organisations virtuelles dans le cadre EGEE : ESR (Sciences de la Terre) et GEANT4 (Simulation) sont également utilisatrices du mésocentre.

Plan pour 2010-2014

La stratégie pour 2010-2014 est tout d'abord la poursuite de nos investissements afin de respecter nos engagements du côté LCG (Figure 5 et Figure 6) avec à la fois le respect de la qualité de service et un support applicatif renforcé pour nos physiciens impliqués dans les expériences ATLAS et LHCb.

Du côté infrastructure et qualité de service, l'interconnexion avec le reste de la grille par une connexion directe au réseau RENATER devrait avoir lieu en 2009 ou tout début 2010. Une salle informatique de 200 m² dans le nouveau bâtiment de la mécatronique, prévu pour début 2012, permettra de gérer plus sereinement les évolutions en place au sol, consommation électrique et climatisation.

Les axes de recherche de financement à moyen et long terme, en particulier vers la région,

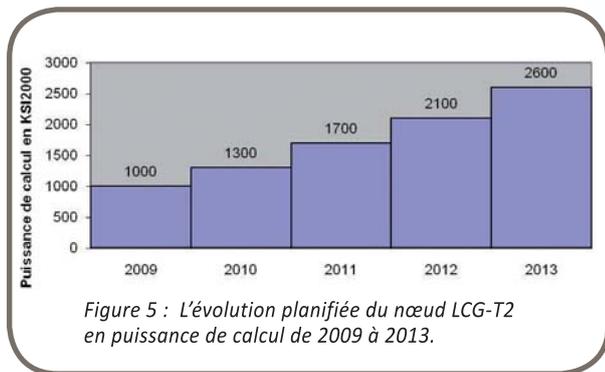


Figure 5 : L'évolution planifiée du nœud LCG-T2 en puissance de calcul de 2009 à 2013.

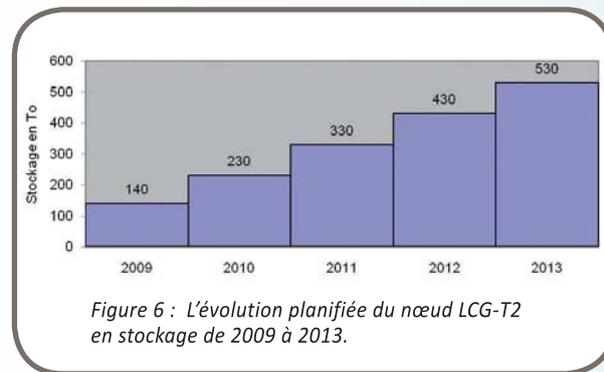


Figure 6 : L'évolution planifiée du nœud LCG-T2 en stockage de 2009 à 2013.

qui ont déjà été explorés sans succès, car en concurrence avec Lyon et Grenoble, devront être renouvelés ; le financement du côté Université de Savoie devra être conforté dans le prochain quadriennal.

La pérennisation de notre personnel temporaire indispensable dans le cadre de l'exploitation du site nous semble essentielle.

Du côté Université de Savoie, l'objectif est de promouvoir et d'étendre l'utilisation de MUST à la fois au sein des laboratoires membres du

projet mais également en apportant un support applicatif à de nouveaux laboratoires pour les intégrer en tant que nouveaux membres. En particulier, le support d'applicatifs commerciaux tels MATHEMATICA ou ABAQUS devrait se poursuivre selon les demandes utilisateurs. Les laboratoires LISTIC, SYMME et LOCIE sont déjà utilisateurs et devraient être intégrés, à court terme, dans le projet MUST.

Une dissémination auprès des industriels du pôle Arve-Industrie devra être renforcée.

L'équipe du LAPP

Support aux expériences : C. Barbier, S. Elles, J. Jacquemier, N. Neyroud, G. Rospabé
Service général : C. Barbier, M. Cottin, E. Fede, S. Garrigues, M. Gougerot, N. Iribarnes
Stagiaire : Ingénieur (1)

Responsabilités du groupe

Coordinateur T2-T3 pour LCG-France : F. Chollet
Responsable scientifique du nœud LCG Tier 2 : S. Jézéquel
Responsable technique du mésocentre MUST : N. Neyroud