

Les secrets de l'univers

Une organisation française construit l'un des supercalculateurs les plus puissants au monde utilisant le processeur Intel® Xeon® E5-2680

Le Grand Équipement National pour le Calcul Intensif (GENCI) est une organisation gouvernementale chargée de la coordination du calcul intensif (HPC) pour les instituts de recherche français. L'organisation a été créée en 2007 pour placer la France à la pointe de la recherche scientifique. Le GENCI est chargé par le Ministère de l'éducation supérieure et de la recherche de la mise en œuvre et de la coordination des centres nationaux de calcul intensif en leur fournissant le financement nécessaire, en revendiquant la propriété et en promouvant l'utilisation du calcul intensif dans la recherche fondamentale et industrielle. Le GENCI est également le représentant français du PRACE (Partnership of Advanced Computing in Europe, partenariat pour l'informatique avancée en Europe) et a donc des responsabilités en ce qui concerne la promotion du calcul intensif au niveau européen. Avec ces objectifs à l'esprit, le GENCI a demandé à Bull, fabricant de supercalculateurs, de développer un cluster de calcul intensif basé entre autres sur la famille de processeurs Intel® Xeon® E5-2680. Le cluster est constitué de 92 000 cœurs, installés et gérés sur le site du Très Grand Centre de calcul du CEA (TGCC), près de Paris.



« Les processeurs Intel® Xeon® E5-2680 permettent aux scientifiques européens d'exploiter l'une des plates-formes de calcul intensif les plus puissantes au monde pour tenter de résoudre certains des problèmes actuels les plus urgents pour notre planète. »

Stéphane Requena
CTO
GENCI

ENJEUX

- Un tremplin pour la recherche. Le GENCI voulait construire une plate-forme de calcul intensif suffisamment puissante pour aider les scientifiques de toute l'Europe à relever des défis et à faire progresser la recherche.
- Une portée ambitieuse. Une large partie de ces recherches scientifiques requiert une puissance de traitement énorme, par exemple pour comprendre l'évolution de l'univers en simulant la distribution de matière noire dans tout l'univers depuis le moment du big bang.

SOLUTIONS

- Une nouvelle technologie. Le GENCI a exploré les avantages du processeur Intel® Xeon® E5-2680, qui inclut des fonctions conçues pour augmenter la bande passante mémoire et les performances à double virgule flottante par rapport à la génération précédente de processeurs Intel® Xeon®.
- Tests de performances logicielles. Les processeurs Intel® Xeon® E5-2680 ont été testés avec jusqu'à 12 applications concrètes couvrant plusieurs domaines scientifiques. Sur certaines, par exemple les algorithmes informatiques de Monte Carlo, le GENCI a obtenu une augmentation de l'efficacité de 40 % et une multiplication par trois des performances de pointe par rapport à la génération précédente de processeurs Intel® Xeon®.

BILAN

- Un traitement turbocompressé. Le GENCI a construit un supercalculateur constitué de 92 000 cœurs de processeurs Intel® Xeon® E5-2680, pour un taux de pétaflops potentiel pouvant atteindre des pointes de plus de 2 pétaflops.
- Des simulations d'un nouvel ordre. Le cluster est si puissant qu'il permet au GENCI et à ses organisations affiliées de réaliser des simulations impossibles jusque là en raison de contraintes de temps et de précision.

Les développements futurs

Le GENCI a été créé par le gouvernement français pour permettre aux scientifiques et aux instituts de rivaliser dans le domaine de la recherche en calcul intensif avec leurs homologues aux États-Unis, au Japon et en Chine. Certaines des organisations utilisant les équipements HPC du GENCI sont connues dans le monde entier, comme par exemple l'Observatoire de Paris et l'Université de Toulouse. Elles se sont servies du calcul intensif pour faire avancer de manière significative la recherche dans le domaine médical et en matière d'astronomie.

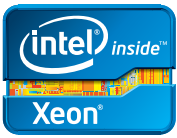
Le GENCI est également le représentant français de l'infrastructure de recherche PRACE, une organisation pan-européenne comptant 21 états et dédiée à l'amélioration de la compétitivité européenne et des découvertes scientifiques grâce au calcul intensif. La France (via le GENCI) fait partie des quatre pays membres (avec l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne) s'étant engagés à héberger un supercalculateur pétaflopique.

Le combat contre la maladie

Les membres du PRACE reconnaissent le besoin d'encourager les découvertes scientifiques européennes majeures, la recherche et le développement dans toutes les disciplines afin d'améliorer la compétitivité de l'Europe pour le bénéfice de la société.

En voici quelques exemples : mieux comprendre la manière dont la maladie d'Alzheimer se développe dans le cerveau, résoudre les problèmes chimiques nécessitant des modèles informatiques ultra-précis et simuler l'évolution de l'univers dans son intégralité et la répartition de la matière noire.

Par conséquent, chacun des quatre membres fondateurs du PRACE a investi plus de 100 millions d'euros



92 000 cœurs dotés de la puissance de traitement la plus sophistiquée au monde

dans l'achat de clusters de calcul intensif offrant des performances supérieures à un pétaflop. Un pétaflop permet de réaliser un quadrillion d'opérations à virgule flottante par seconde (FLOPS).

Le directeur technique du GENCI, Stéphane Requena, explique : « Le calcul intensif peut servir à tous les domaines scientifiques. Depuis la fondation du GENCI, nous nous efforçons de fournir à nos scientifiques des plates-formes de calcul intensif optimales. Étant donné la nature de certains des défis actuels auxquels nous faisons face, nous souhaitons mettre en place un nouveau cluster de calcul intensif permettant d'accélérer les recherches scientifiques dans les domaines importants pour la société. »

Une technologie historique

Les processeurs Intel® Xeon® E5 constituent les premiers processeurs pour serveurs au monde prenant complètement en charge l'intégration de la norme PCI Express® 3.0. Ceci permet de doubler la bande passante d'interconnexion par rapport aux générations précédentes de processeurs Intel® Xeon®, tout en permettant la mise en œuvre de serveurs à consommation réduite et densité plus importante.

Les premiers tests de performances ont indiqué que les processeurs de la famille Intel® Xeon® E5-2680 permettaient d'obtenir jusqu'à 2,1 fois plus de performances en FLOPS bruts d'après le test LINPACK* et jusqu'à 70 % de performances supplémentaires avec des charges de travail de calcul intensif par rapport à la génération précédente de processeurs Intel® Xeon® série 5600.¹

Le GENCI a testé les processeurs Intel® Xeon® à l'aide de plus de 12 applications scientifiques différentes, y compris QMC=Chem, code développé par M. Caffarel (Université de Toulouse) et basé sur les algorithmes de calcul quantique de Monte Carlo. Les méthodes de Monte Carlo appliquées à la chimie quantique sont considérées importantes car elles simulent la croissance des polypeptides. La compréhension du développement des polypeptides dans le cerveau constitue un élément clé de l'étude de la maladie d'Alzheimer. Il s'agit là de l'un des objectifs que le GENCI espère atteindre grâce à un nouveau cluster de calcul intensif.

Les développeurs du code QMC=Chem ont ainsi collaboré avec les ingénieurs de l'Exascale

Computing Research Center (ECR Lab), du GENCI et d'Intel pour concevoir une nouvelle version du code visant à tester les performances des processeurs Intel® Xeon® E5-2680.

CURIE

« Monte Carlo représente un outil très utile pour la simulation de systèmes ou la modélisation de phénomènes avec un taux d'incertitude important dans les entrées, notamment en chimie », explique Stéphane Requena. « Ceci étant dit, cette méthode peut parfois demander beaucoup de temps et être inefficace. Actuellement, une efficacité de 15 % des performances de pointe constitue la norme pour l'exécution d'une application scientifique typique sur un système de calcul intensif standard.

En utilisant une version optimisée du code Monte Carlo sur un système équipé de processeurs Intel® Xeon® E5-2680, nous avons obtenu un taux d'efficacité allant jusqu'à 40 %. La qualité et la précision des résultats ont permis de confirmer l'intérêt de ces méthodes de Monte Carlo pour obtenir une structure électronique en chimie.

Suite à ces résultats, le GENCI a demandé à Bull, fabricant de supercalculateurs, de développer un cluster de calcul intensif basé sur les processeurs Intel® Xeon® E5-2680. Ce nouveau cluster est constitué de 5 040 serveurs lames Bull B510* à deux sockets, pour un total de 10 080 processeurs et 80 640 cœurs.

Ce cluster a été baptisé CURIE*, d'après Pierre et Marie Curie, physiciens et chimistes célèbres pour leurs recherches avant-gardistes en matière de radioactivité. Avec le CURIE, le GENCI a atteint une puissance informatique de pointe de 2 pétaflops et ne compte pas s'arrêter là. Le CURIE est installé au TGCC, près de Paris, et exploité par les équipes du CEA.

Le haut du classement

Le CURIE répond aux attentes du GENCI et du PRACE et les deux organisations se préparent à utiliser le cluster pour lancer quelques-unes des simulations de calcul intensif les plus ambitieuses jamais tentées.

Une simulation a par exemple pour but de déterminer de quelle manière la matière noire s'est distribuée dans l'univers depuis le big bang jusqu'à aujourd'hui. Cette simulation, qui sera réalisée par l'Observatoire de Paris, incorporera trois modèles de distribution de matière noire. Il s'agit là d'une simulation d'une envergure

Gros plan sur le GENCI

Le GENCI est détenu à 49 % par l'État français, représenté par le Ministère de l'éducation supérieure et de la recherche. Le CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) en détient 20 %, le CNRS (Centre national pour la recherche scientifique) 20 % également, les universités françaises représentées par la Conférence des Présidents 10 %. L'INRIA, institut de recherches public dédié aux sciences informatiques en détient 1 %. Le GENCI coordonne également les équipements de supercalcul les plus importants du centre civil français de calcul intensif en lui fournissant le financement et en assumant la propriété. Dans ce cadre, le GENCI rend ces équipements accessibles à toutes les communautés scientifiques, académiques ou industrielles intéressées, qu'elles soient nationales, européennes ou internationales.

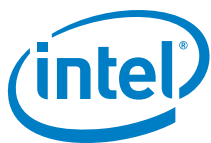
énorme nécessitant l'utilisation des 92 000 cœurs du cluster et de 300 téraoctets de mémoire distribuée. Elle générera plus de 1,5 pétaoctets de données. Ce projet constitue une première mondiale en termes d'envergure et d'ambition. Il serait impossible de le réaliser sur une autre plate-forme dans un délai raisonnable.

D'autres simulations aussi ambitieuses incluent par exemple l'optimisation du moteur à combustion, la réalisation de simulations de fusion nucléaire pour la conception de l'ITER, projet visant à démontrer que la fusion représente une source d'énergie de l'avenir, la modélisation climatique basée sur des modèles couplés (océan et atmosphère) multirésolution (région et monde) afin d'anticiper le développement de cyclones dans l'Océan Indien, ainsi que la croissance des polypeptides dans le contexte de la maladie d'Alzheimer.

Une fois encore, il serait très difficile de réaliser ces simulations sur d'autres plates-formes. La puissance de traitement des processeurs Intel® Xeon® E5-2680 et l'architecture équilibrée du système permettent au GENCI de réaliser et de soutenir ces simulations.

Comme l'explique Stéphane Requena : « Les processeurs Intel® Xeon® E5-2680 permettent à nos scientifiques d'exploiter l'une des plates-formes de calcul intensif les plus puissantes au monde pour tenter de résoudre certains des problèmes actuels les plus urgents pour notre planète. »

Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.genci.fr et www.prace-ri.eu



Trouvez la solution adaptée à votre entreprise. Contactez votre représentant Intel, visitez le site dédié aux témoignages de réussite de clients à l'attention des responsables informatiques (www.intel.co.uk/itcasestudies) ou explorez le centre informatique Intel.com (www.intel.com/itcenter).

Copyright © 2012 Intel Corporation. Tous droits réservés. Intel, le logo Intel, Intel Xeon et E5 sont des marques déposées ou enregistrées d'Intel Corporation ou de ses filiales, aux États-Unis et dans d'autres pays.

Ce document et les informations incluses sont mis à disposition de la clientèle d'Intel et sont fournis « EN L'ÉTAT », SANS AUCUNE GARANTIE, EXPRESSE OU IMPLICITE, Y COMPRIS LES GARANTIES IMPLICITES DE QUALITÉ MARCHANDE, D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER OU DE NON-VIOLATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE. La réception ou la possession du présent document ne concède aucune licence à la propriété intellectuelle décrite, affichée ou contenue ici. Les produits Intel® ne sont pas destinés à être utilisés dans des systèmes médicaux, des dispositifs de survie, du matériel de réanimation et de maintien des fonctions vitales, des systèmes de contrôle stratégiques ou des dispositifs de sécurité, ni dans des applications d'équipements nucléaires.

¹ Les logiciels et charges de travail employés dans les tests de performance ont peut-être été optimisés pour les processeurs Intel®. Les tests de performance tels que SYSmark* et MobileMark* portent sur des configurations, composants, logiciels, opérations et fonctions spécifiques. Les résultats peuvent varier en fonction de ces facteurs. Pour l'évaluation d'un produit, il convient de consulter d'autres tests et d'autres sources d'informations, notamment pour connaître le comportement de ce produit avec d'autres composants.

*Les autres noms et marques peuvent être revendiqués comme la propriété de tiers.

0312/JNW/RLC/XX/PDF

327009-001FR