

Événement

Une initiative hors du commun dans le monde du HPC

Sortis de terre en 2012, les locaux flambants neufs du Campus Teratec jouxtent le Très grand centre de calcul du CEA (TGCC). Cette proximité n'est naturellement pas le fruit du hasard puisque ce centre de compétence, animé par une association loi 1901, n'a d'autre ambition que de s'imposer comme un modèle unique au monde dans le domaine du calcul haute performance (HPC). Et ce positionnement se voit conforté par un événement de taille et de dimension internationale, le Forum Teratec qui se déroulera les 25 et 26 juin prochain.

Longtemps marquée par la présence du CEA, la petite commune de Bruyères-le-Châtel accueille désormais ce qui pourrait s'inscrire dans les prochaines années comme le pôle incontournable de la simulation et du calcul haute performance. Il faut dire qu'au-delà des établissements du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives figurent des entreprises de premier plan telles que Bull, ESI Group ou encore Intel dont un laboratoire devrait voir le jour avant la fin de cet été. Ainsi sur deux étages sont réunis à la fois de grands donneurs d'ordres, des laboratoires de recherche, des PME comme Silkan, des start-up – à travers notamment l'activité de pépinière d'entreprises – ainsi que des lieux de formation uniques en France à l'image du Master MIHPS, une formation informatique sur la haute performance et la simulation.

Située à proximité du TGCC, cette technopole est née de l'idée de regrouper toutes ces entreprises et les forces en présence afin de constituer une véritable chaîne de valeur du HPC. Pablo



Martinez, ingénieur chez Bull, indique notamment que « la recherche permanente de la performance maximale tout en maintenant une consommation électrique optimisée fait partie intégrante des activités du laboratoire de recherche dans lequel sont conçus les supercalculateurs. » Hébergé depuis 2009, le supercalculateur de Bull est abrité au sein du TGCC ; « nous travaillons sur des dispositifs de free cooling, c'est-à-dire sur des moyens de refroidir les machines grâce à un circuit d'eau qui passe dans les cartes imprimées, à l'opposé des refroidissements par air ou des portes froides ; Nous avons développé

des cartes connectées à des circuits de liquide ; cela facilite grandement les opérations de maintenance ».

Créer une véritable communauté open source entre les acteurs du HPC

Cet exemple – parmi tant d'autres – illustre l'une des nombreuses activités exercées sur cette technopole dont l'objectif premier est de mettre en relation les différents acteurs du domaine du HPC et de faciliter les échanges entre les entreprises afin de créer une communauté open source. « Pour le moment, nous en sommes au démarrage mais nous pro-

gressons rapidement. Nous accueillons un nombre croissant de sociétés qui souhaitent s'installer ici-même dans le but de travailler plus facilement sur des projets communs avec des partenaires présents sur le campus, souligne Gérard Roucairol, président de l'association Teratec. Nous avons pour objectif de nous ouvrir aux entreprises situées partout en France mais également aux entreprises européennes ».

Parmi les projets du Campus Teratec figure celui de créer une plateforme de services qui devrait prendre forme prochainement en tant que société à part entière. L'objectif est de créer une plateforme fonctionnelle à l'image de Numinov dont la vocation est de proposer des solutions de HPC en mode cloud. Un autre projet en cours concerne l'in-

dustrie du cinéma, un secteur de plus en plus consommateur de puissance de calcul. D'autres projets concernent cette fois les domaines de la santé et de l'agriculture...

Orienter les efforts vers la formation

Une autre grande activité se développe au sein de Teratec : celle de la formation. Tout comme le Master MIHPS, une autre formation diplômante du même type appelée MSHP (Mastère spécialisé en modélisation et en simulation haute performance) a vu le jour il y a deux ans. Il s'agit d'une formation en alternance pendant dix-huit mois destinée à des salariés ou des professionnels déjà en poste. De même, il existe une formation continue dispensée par les entreprises elles-mêmes. L'idée est claire : faire que



Innovation simulation

Votre développement produit maîtrisé et optimisé

Nouvelles fonctions produit, réduction des coûts et des phases de développement, intégration mécanique, électronique, informatique :

Avec le projet Capme'up, Cetim, IFPEN et CEA List allient leurs compétences en simulation, essais sur bancs et expertises métiers et offrent pour tous un choix de solutions adapté à vos besoins :

- Dimensionnement de système complexe
- Prédiction de Performance
- Comparaison de solutions technologiques, prototypage & tests virtuels
- Développement et vérification de lois de contrôle et commande
- Intégration de fonctions de surveillance en fonctionnement

Trois instituts Carnot en synergie pour concrétiser les projets d'innovation des PME et ETI

CONTACT  **Hélène Determe**
Tél.: 03 44 67 36 82
sqr@cetim.fr



ce type de formation se développe ici même, au sein de la technopole. À la fin 2013, le taux de remplissage des locaux devrait atteindre 80 à 90%. Le succès semble être au rendez-vous mais il faudra attendre 2015 pour constater les évolutions les plus significatives – le contexte économique actuel ne permettant pas de nous projeter aussi loin dans le temps ; une extension est d'ailleurs prévue avec la construction d'un troisième bâtiment.

Le temps fort : le Forum Teratec

À côté des activités de l'association et de la technopole, le nom Teratec est également synonyme d'un événement important : le Forum Teratec. Ce rendez-vous réunit des experts internationaux de la conception et de la simulation numérique à haute performance. Plus globalement, l'objectif de cet événement est de rassembler l'ensemble des décideurs et experts du domaine de la simulation haute performance, issus du monde industriel et technologique et du monde de la recherche. Cette année, ce moment fort aura lieu les mardi 25 et mercredi 26 juin à l'Ecole Polytechnique de Palaiseau. En regroupant les meilleurs experts internationaux de la Simulation et du HPC, le Forum Teratec se définit comme un événement majeur à la fois en France et en Europe. Il confirme l'importance de ces technologies dans le développement de la compétitivité et des capacités d'innovation des entreprises.

Quelques détails du programme des deux journées

Le mardi 25 juin, les sessions plénières seront centrées sur les défis technologiques de la simulation numérique à haute performance et sur la diversité des usages du calcul intensif avec la participation de personnalités du monde politique, économique et académique, d'utilisateurs industriels internationaux de premier plan et d'offres leaders dans ces technologies. Le lendemain, mercredi 26 juin, des ateliers techniques feront le point sur les grands domaines de développement, architectures, performances, parallélisation, passage à l'échelle et couvriront les grands sujets d'actualité de l'ensemble du domaine, matériels, logiciels et services. Les grands thèmes de ces différents ateliers techniques porteront sur les systèmes complexes, mécatronique et embarqués ; au cours de cet atelier seront mis en avant les progrès et les verrous technologiques que connaît la recherche dans le domaine. Un deuxième atelier sera quant à lui consacré à la simulation numérique des matériaux et le rôle du calcul haute performance ainsi que les possibilités qu'il offre dans la multitude d'applications industrielles. Un autre atelier portera sur le Big Data et le HPC, ainsi que les problématiques rencontrées par les industriels dans le volume exponentiel des données et leur exploitation. D'autres ateliers tout aussi significatifs traiteront de l'apport du HPC dans des domaines variés tels que l'efficacité énergétique, la santé ainsi que la modélisation et la simulation au service de la ville durable. Enfin, la journée de mercredi sera consacrée à une journée utilisateurs de Scilab, organisée par Scilab Entreprises, et adressée aux utilisateurs de ce logiciel open source ; cette journée permettra aux différents utilisateurs de partager leur expérience avec le logiciel et de faire rencontrer à la fois les industriels et des acteurs institutionnels de manière à partager leur expérience, l'évolution de leurs outils et des pratiques liées à Scilab.

Par ailleurs, une exposition d'environ soixante stands regroupera les principaux acteurs du HPC. Constructeurs et éditeurs, fournisseurs et intégrateurs de solutions matérielles, logicielles et de services, universités et laboratoires de recherche, pôles de compétitivité et organismes publics, présenteront leurs dernières innovations en matière de simulation numérique hautes performances.

En réunissant plus d'un millier de professionnels, ce Forum illustre le dynamisme technologique et industriel du HPC mais aussi le rôle important que joue la France dans ce domaine. La participation et les témoignages de grands industriels, les présentations des entreprises technologiques leaders dans le domaine, la diversité et le niveau des

ateliers techniques, la représentativité des exposants et l'innovation des offres présentées, rendent désormais incontournable le rendez-vous de tous ceux qui sont concernés par la conception et la simulation numérique à haute performance.

Olivier Guillon



Interview de Gérard Roucairol, président de l'association Teratec

Essais & Simulations :

Un an après la livraison des locaux du Campus Teratec et de l'ouverture effective de la technopole, quel premier bilan tirez-vous ?

Gérard Roucairol

Pour nous, le bilan s'avère très positif et nous sommes particulièrement optimistes pour l'avenir. Teratec a l'avantage de se présenter sous deux formes, la première étant une association qui rassemble aujourd'hui pas moins de quatre-vingt-cinq membres, la seconde étant le forum annuel. L'association rassemble à la fois des grands groupes, les laboratoires publics, les PME ainsi que des start-up. Les différentes entreprises que nous accueillons au sein de l'association sont classées selon leur enracinement dans les technologies du calcul haute performance, qu'elles soient fournisseurs de technologie ou utilisateurs, et leur capacité à exister sur le marché. Aujourd'hui, ces entreprises viennent toutes seules chez nous, même si nous continuons à travailler dur afin d'attirer d'autres sociétés, notamment les grands utilisateurs. Ces entreprises que nous accueillons au sein de la technopole ne sont pas forcément membres de l'association Teratec, même si les relations entre elles et les membres sont souvent très fortes.

Quelle est la philosophie de Teratec ?

Tout d'abord, nous pensons que l'informatique est une clé dans le développement des entreprises mais aussi dans le développement d'un pays. Or, la maîtrise de l'informatique passe inévitablement par la maîtrise de la haute performance ; cette maîtrise exige de se doter de compétences et d'équipements particuliers qui se trouvent physiquement sur le site de Teratec. De plus, ce qui exige d'atteindre la haute performance, c'est la simulation. Celle-ci permet d'améliorer la compétitivité des entreprises utilisatrices. Il s'agit, en d'autres termes, d'un « driver » de la haute performance. Pour résumer, Teratec est l'interaction de ces deux idées.

Comment se place la France dans ce domaine ?

La France est particulièrement bien dotée dans la chaîne de valeur de la haute performance, du moins par rapport au reste de l'Europe. Elle dispose de la technologie des processeurs, d'un savoir-faire en matière de construction informatique, de logiciels applicatifs de services ainsi que des grands utilisateurs. Cette avance, nous la devons notamment grâce à une PME comme Kalray pour les processeurs ou à de grands acteurs que sont Bull, Dassault System ou encore ESI Group. Aussi, de grands acteurs historiques tels que le CEA DAM (Direction des applications militaires) ont su développer, et faire émerger de grandes installations de calcul des supercalculateurs il faut rappeler que la DAM a su développer des compétences exceptionnelles et un savoir-faire unique du fait notamment d'avoir toujours eu à travailler avec les machines les plus puissantes du moment. Aujourd'hui, elle en fait profiter toutes les entreprises de Teratec. Teratec est donc le reflet de tous les éléments de cette chaîne de valeur.

Un domaine semble émerger depuis quelque temps, celui de la formation. Quels sont les besoins aujourd'hui des industriels en la matière ?

Ceux-ci expriment un grand besoin en matière de formation, et ce quel que soit le domaine d'activité. Par exemple, nous avons eu le cas d'une entreprise qui fabriquait des échafaudages et qui a été retenue pour les Jeux Olympiques de Londres. Elle s'est trouvée confrontée à un besoin en simulation pour pouvoir honorer leur contrat du siècle. C'est pourquoi elle avait absolument besoin d'avoir accès aux compétences nécessaires. Dans un tout autre domaine, L'Oréal a désormais recours au calcul et à la simulation en raison de la réglementation interdisant les essais sur les animaux. La multinationale a de plus en plus recours aux supercalculateurs, elle doit donc former ses équipes à l'utilisation quasi-quotidienne de la simulation.

Face à cette diversité d'applications industrielles, quels sont les grands chantiers de la simulation ?

Nous avons récemment rédigé un rapport dans lequel ont été exprimées plusieurs recommandations. Celles-ci portent sur deux volets, d'une part la recherche et développement, d'autre part le fait qu'un maximum de métiers et d'entreprise comme les PME puissent aujourd'hui utiliser la simulation notamment à travers des bibliothèques génériques ou spécifiques à un métier. Par ailleurs le parallélisme massif est quelque chose de difficile à programmer il est donc très important de développer les outils de programmation adaptés. En matière de R&D, celle-ci doit se développer dans trois domaines : tout d'abord, la mise au point de nouvelles méthodes de simulation, en particulier celles prenant en compte des aspects multi physiques ou multi échelle. Ensuite il convient de modéliser de nouveaux phénomènes physiques ou de nouveaux Enfin, le Big Data constitue un nouveau volet du calcul intensif qui fera émerger de nouvelles approches de la simulation.

Quelles sont, pour l'heure, les limites de la simulation ?

Les limites sont difficilement prédictibles et c'est justement en développant des initiatives comme Teratec qu'on capitalise sur la connaissance d'un domaine dont les facettes sont multiples et qu'on peut en apprécier concrètement sur le terrain ses évolutions. Pour ma part je préfère parler d'enjeux. J'en distinguerai pour ma part trois majeurs.

Le premier concerne la généralisation de l'usage de la simulation à la plupart des métiers et à la plupart des entreprises dont bien sur les PME. Le second concerne l'évolution des méthodes de simulation vers une démarche globale système des objets ou phénomènes à simuler tout en analysant les domaines pour lesquels une expérimentation physique est nécessaire afin de reconstruire les modèles mathématiques adaptés. Le troisième enjeu et qui n'est pas le moindre en compte est lié au recours au parallélisme massif pour construire les architectures des supercalculateurs du futur et les programmer. Les raisons qui amènent à se poser ces dernières questions ne sont pas propres à la simulation numérique, elles vont concerner à terme l'ensemble de l'Informatique, ses usages et son Industrie. Et ceci dans tous les domaines d'application. Et cela constitue une autre des caractéristiques de Teratec que de pouvoir faire office de pionnier en France au sein d'une révolution technologique majeure tout en créant les opportunités de positionner notre pays en pointe sur le sujet de l'évolution du numérique !

Propos recueillis par Olivier Guillon

Reportage

Immersion au cœur du calcul scientifique

Derrière l'acronyme TGCC, on comprend mieux ce qui se cache sous ce bâtiment plutôt discret et qui héberge pourtant de puissants moyens de calcul du nationaux et européens. Il s'agit en effet du Très grand centre de calcul du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives). Visite d'un établissement hors du commun et entièrement dédié au calcul de haute performance dont les applications s'adressent non seulement à la recherche scientifique mais aussi à l'industrie.

Au sein de la technopole Teratec, à Bruyères-le-Châtel (Essonne), se trouve le TGCC et les deux calculateurs qu'il héberge : le premier est un supercalculateur baptisé Curie, propriété de l'État et consacré pour 80% à la participation de la France dans le projet européen PRACE (Partnership for advanced computing in Europe), les 20% restants étant dédiés à la recherche académique française. Le second supercalculateur est celui du Centre de calcul recherche et technologie (CCRT) du CEA ; celui-ci est mis à la disposition des industriels pour répondre à leurs besoins en calcul haute performance et simulation numérique.

L'utilisation de ces calculateurs s'organise à travers des systèmes de « file d'attente », autrement appelés des « batchs » ; concrètement, lorsque l'on lance un calcul, un système d'organisation appelé « scheduler » détermine l'ordre de passage de ce calcul parmi

les autres, en fonction de sa priorité et des ressources disponibles sur le calculateur. En effet, ce type de mécanisme est indispensable pour répartir les calculs et partager les ressources entre les nombreux utilisateurs des fonctionnalités très convoitées par un nombre croissant d'industriels et de laboratoires.

Pas moins de 2 600 mètres carrés de machines...

Situé en face du campus Teratec, le TGCC s'appuie sur un pôle d'expertise composé d'une cinquantaine de personnes. L'administration des machines est réalisée par le CEA et l'assistance s'effectue par une hot-line animée par une société prestataire mais physiquement présente dans les mêmes locaux. Plus d'une vingtaine de personnes travaille donc sur l'infogérance, l'exploitation et l'aide au développement de logiciels vis-à-vis des utilisateurs ainsi que la maintenance, comme c'est le cas avec la société Bull. La partie opérationnelle du TGCC se compose donc d'une trentaine de personnes qui travaillent quotidiennement dans un bâtiment érigé en 2010 pour répondre aux besoins d'installation dans le cadre du projet PRACE. Le démarrage de l'installation a eu lieu en 2011 pour une livraison effectuée il y a à peine un an.

Dans ce bâtiment financé par le CEA, Genci (Grand équipement national de calcul intensif) et le Conseil général de l'Essonne, s'ordonnent pas moins de 2



Les données générées par les calculs sont stockées, à terme, sur bandes magnétiques, dans des robots de stockage. » © P. Stroppa / CEA.



600 mètres carrés de machines. Tout cet espace n'est pas occupé, laissant le champ libre à une croissance de ses activités plutôt régulière et importante. L'idée est donc d'avoir une superficie plus grande que nécessaire afin de pouvoir installer une nouvelle machine, tout en conservant l'ancienne en simultanée, le temps de s'en débarrasser ; car il est une particularité peu séduisante pour les industriels qui souhaiteraient acquérir un calculateur hautes performances : sa durée de vie moyenne n'excède pas cinq ans. S'il fonctionne toujours aussi bien, le calculateur voit ses coûts d'exploitation et de maintenance en condition opérationnelle fortement augmenter au-delà de quatre ou cinq ans d'utilisation. De la même manière, se débarrasser d'un calculateur est une opération particulièrement complexe dans la me-

sure où le démantèlement est onéreux et que les coûts d'exploitation freinent les éventuels acquéreurs d'une installation chère à l'usage.

Faire de la France l'un des pays leaders dans le HPC

Dans les années à venir, le TGCC pourrait accueillir le deuxième supercalculateur français de l'infrastructure PRACE ainsi que la quatrième génération de calculateurs CCRT. Les calculs génèrent des résultats dont le volume est de plus en plus important. La capacité maximale actuelle de stockage du TGCC est de l'ordre de 15 Po. Les résultats sont stockés dans Lustre et mis sur disque ou sur des bandes. De plus, le centre s'appuie sur un système qui permet de cloisonner les données ; il se présente comme une sorte de conteneur au sein duquel les personnes d'un même groupe peuvent échanger tout en préservant la confidentialité des données vis-à-vis de l'extérieur.

D'une puissance de deux pétaflops, le calculateur Curie est né de l'ambition nationale de faire de la France l'un des quatre pays leaders aux côtés de l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne dans le projet européen PRACE. Ce projet a été mis en place afin de pallier le retard de l'Europe dans le HPC. Il est également important de rappeler que la France compte trois centres nationaux de calcul (dont le CCRT), l'Allemagne en contient quatre (dont le plus important), le Royaume-Uni en possède deux ; quant aux États italiens et espagnols, ils en possèdent chacun un.

Le CCRT : créer une synergie entre le monde académique et le monde industriel

Outre les pôles de recherche du CEA, le CCRT s'adresse, lui, aux industriels. Dès 2003, une initiative du CEA a permis de concentrer les moyens de calcul de l'organisme et de créer un centre de calcul spécifiquement ouvert aux indus-

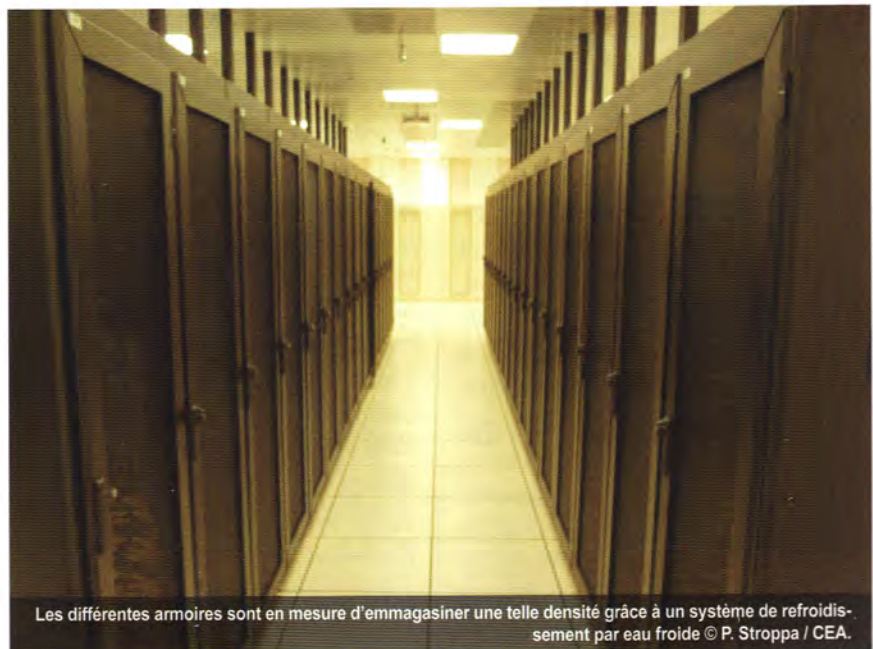
triels. Cette mutualisation des moyens s'exprime par exemple lorsqu'un industriel a besoin de 1 000 processeurs. Il peut alors accéder à une machine qui équivaut à 5 000 processeurs, lui permettant de générer des potentiels plus forts, d'intervenir sur une échelle de simulation supérieure, d'avancer de manière considérable dans la connaissance physique ou encore avoir la possibilité de lancer plusieurs calculs en même temps. Enfin, cet industriel utilisateur sera en mesure de tester de nouvelles technologies. Il s'agissait bien là de démarrer une mission de R&D à proprement parler. Mais l'autre volonté du CEA a été de créer une synergie entre le monde académique et le monde industriel, qu'il s'agisse d'opérations de calcul ou toute autre collaboration scientifique. Ce modèle de valorisation de la recherche et de transfert de technologies existe depuis une dizaine d'années au CEA à travers des passerelles entre la recherche et l'industrie. Depuis dix ans, les efforts entrepris ont été considérables et ont mené à des résultats plus que satisfaisants tant au niveau qualitatif que quantitatif.

Ces relations avec les industriels s'éta-

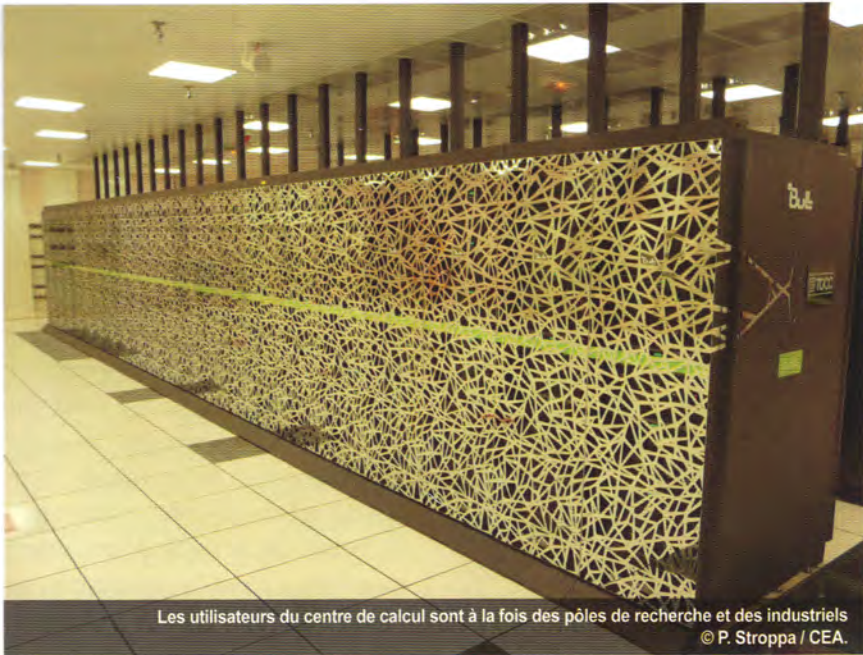
blissent à travers des contrats de partenariat et s'appuient sur l'idée de travailler durablement avec les partenaires sur des périodes d'au moins deux ou trois ans. « *Nous n'avons pas pour vocation de vendre des heures de calcul*, précise Christine Ménaché, chargée d'affaires au CCRT. *Nous préférons partager tous les coûts de fonctionnement et d'investissement ; chaque partenaire paie une cotisation en fonction des temps d'utilisation ce qui nous permet d'être plus souple lorsqu'un industriel a besoin d'une extension de puissance. Notre objectif est de répondre rapidement à un besoin de passage à une échelle supérieure* ». Vous l'aurez compris, ces installations ne s'adressent pas aux entreprises qui démarrent juste dans la simulation ; d'autres structures existent pour elles. Il s'agit de répondre à des besoins croissants en termes de puissance pour les gros industriels.

Un système de refroidissement par eau froide

Le supercalculateur Curie a une puissance de 2 pétaflops, ce qui correspond à 2 000 teraflops. Physiquement, cela se traduit par plusieurs rangées d'ar-



Les différentes armoires sont en mesure d'emmagasiner une telle densité grâce à un système de refroidissement par eau froide © P. Stroppa / CEA.



Les utilisateurs du centre de calcul sont à la fois des pôles de recherche et des industriels © P. Stroppa / CEA.

moires dont chacune comprend cinq grands chassis. Dans chaque armoire sont installés quatre-vingt-dix noeuds de calcul. Chaque noeud se compose de seize cœurs (c'est l'équivalent de deux gros PC). Les différentes armoires sont en mesure d'emmagasiner une telle densité grâce à un système de refroidissement par eau froide et dont la température est comprise entre neuf et douze degrés ; « *il existe tout un système de vérification et de capteurs pour maintenir l'eau à bonne température, auquel s'ajoute un système de monitoring de la consommation électrique* », explique Christine Ménaché. L'air chaud passe dans les équipements par le haut avant d'être récupéré pour servir dans le bâtiment électricité ; L'électricité parvient aux équipements par le faux plafond, l'eau par le faux-plancher. Les nœuds de calculs sont reliés par un réseau de très haut débit via la fibre optique.

Des applications diverses et variées

Les utilisateurs du CCRT sont de deux natures. D'une part, les pôles de recherche du CEA : la Direction des applications militaires, la Direction des

sciences de la matière, la Direction des sciences du vivant et la Direction de l'énergie nucléaire. D'autre part, des acteurs industriels variés : EDF, Snecma, Turbomeca, Techspace Aero, EADS, Astrium, Areva, l'Ineris, Valeo, Thales et même L'Oréal. Une telle diversité implique des applications très diverses. On note toutefois une croissance dans le domaine des sciences du vivant et notamment dans le traitement génomique, en particulier dans le cadre du projet France Génomique où pas moins de 60 millions d'euros ont été investis.

Le climat, l'astrophysique, la physique des particules ou des matériaux, les nouvelles technologies comme les microprocesseurs, le nucléaire ou encore la sismologie représentent des secteurs aujourd'hui demandeurs de calcul de haute performance. Parmi les nouveaux venus, figurent Thalès pour les systèmes aéroportés mais également L'Oréal qui, dans le contexte des lois interdisant le recours aux expérimentations animales, étudie par la simulation numérique la mécanique du mouvement de la chevelure en fonction notamment des origines de la personne, du produit appliqué sur

un cheveu puis sur l'ensemble de la chevelure. Il en est de même sur les études consacrées à la peau et aux reflets qui apparaissent après l'application de certains produits.

Des demandes croissantes en matière de calculs hautes performances

L'arrivée de Valeo, il y a un an, montre l'intérêt croissant et récent de l'automobile dans les calculateurs. Le secteur aéronautique était déjà présent depuis longtemps mais semble désormais passer à son tour à la vitesse supérieure. Enfin, l'arrivée de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) illustre le recours croissant au calcul de haute performance pour des études de qualité de l'air, en particulier lors des alertes de pollution en ville ou sur les autoroutes. La simulation n'a donc plus de domaine réservé. « *Malgré tout, nous n'en sommes encore qu'au début d'une nouvelle ère* ». Si les grands constructeurs automobiles se démarquent par leur absence, il s'agit souvent de raisons historiques ou logistiques puisque Renault ou PSA investissent généralement dans des machines qui leur sont propres. Toutefois, on note que Renault, en collaboration avec une grande école, a récemment déposé un projet de recherche dans le cadre du programme PRACE. Affaire à suivre...

Olivier Guillon

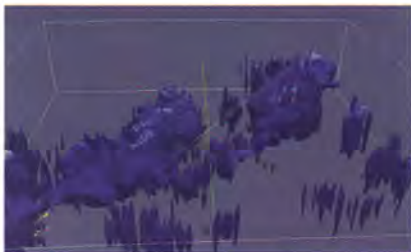
Développement

Simuler la pluie sur GPU pour évaluer la performance d'un radar

La DGA a confié à Alyotech le développement d'un logiciel de simulation de rétrodiffusion électromagnétique de la pluie sur GPU capable d'évaluer la performance de systèmes radars (au sol et aéroportés) par simulation numérique.

Les précipitations atmosphériques (pluie, neige, grêle) impactent fortement la performance des systèmes radar, d'autant plus que leurs fréquences d'émission augmentent. Les simulations numériques actuelles des systèmes radar modélisent généralement l'atténuation et la rétrodiffusion de la pluie à travers des lois empiriques, représentatives de précipitations stratiformes (nuages de type nimbostratus), mais pas convectives (nuages de type cumulonimbus). Afin d'améliorer la représentativité de l'environnement de ces simulations numériques et dans le but d'évaluer l'impact de scènes de précipitations réalistes (stratiformes et convectives) sur la performance des systèmes radar, la DGA souhaite se doter d'un outil de simulation modélisant l'atténuation et la rétrodiffusion électromagnétique de la pluie sans impacter lourdement les temps d'exécution de la simulation.

À la suite d'une étude de faisabilité – permettant de valider le projet – réalisée à la demande de la DGA par Alyotech et l'Onera, le groupe Alyotech s'est vu confier le développement du modèle et l'Onera sa validation. La simulation développée a pour but de modéliser finement les phénomènes d'atténuation et de rétrodiffusion électromagnétiques de



Scène de pluie 3D issue du modèle WRF.

la pluie à partir de scènes de nuages réalistes sur une large bande spectrale (de 30 MHz à plusieurs centaines de GHz).

Une simulation à la fois dynamique et réaliste

Pour répondre aux différentes exigences, la solution s'articule autour de l'utilisation du modèle de prévision météorologique méso-échelle WRF pour le rendu de scènes de pluie réalistes tridimensionnelles. Le modèle WRF permet de simuler dynamiquement de manière réaliste des processus météorologiques divers, en particulier les phénomènes de convection qui sont à l'origine des précipitations les plus intenses et donc les plus pénalisantes pour les systèmes radars. Les scènes de pluies sont discrétisées en voxels. Mais la solution s'appuie également sur un code de calcul de transfert radiatif pour déterminer l'atténuation et la rétrodiffusion électromagnétique de la pluie pour chacun des voxels de la scène 3D. Enfin, elle profite de l'appui d'une solution HPC (High Performance Computing) permettant de ne pas alourdir, après intégration, les temps d'exécution de la simulation du système radar.

Compte tenu de la dimension de la scène de pluie modélisée (plusieurs kilomètres autour du senseur radar) et du niveau de résolution envisagé (de l'ordre de quelques centaines de mètres), Alyotech a fait le choix du GPU (Graphic Processor Unit) pour cet outil de simulation. À ce stade, deux solutions sont envisagées. La première est fondée sur la bibliothèque de lancer de rayons « Optix » de NVidia permettant d'intégrer

des objets complexes dans la scène. La seconde est un développement ad-hoc utilisant des octrees creux pour modéliser la scène de pluie. Cette seconde approche, plus spécifique, permet d'atteindre des performances plus élevées.

Une étape de plus vers la simulation numérique sur architecture GPU

L'intégration d'un tel modèle dans une simulation numérique d'un système radar (au sol ou aéroporté) permettra d'évaluer la performance et la robustesse vis-à-vis de la pluie tout en n'alourdisant pas les temps d'exécution grâce à la solution GPU. Il pourra participer à son dimensionnement (antenne, chaînes de réception,...), à sa qualification (respect d'exigences) ainsi qu'à l'évaluation de sa sensibilité dans le cadre de préparation d'emploi opérationnel (levée de risque).

Cet outil, dont la première version sera disponible fin 2013, constitue une nouvelle étape pour le groupe Alyotech dans sa capacité à concevoir des solutions de simulations numériques sur architecture GPU. Les évolutions déjà pressenties permettront de traiter d'autres types d'hydrométéores : glace et neige. Le groupe continue d'ailleurs d'investir dans le domaine de la simulation numérique optimisée par GPU dans le domaine de l'environnement, notamment autour des senseurs EM, visibles et optroniques. Plusieurs projets de R&D sont en cours de développement, preuve de son expertise et de sa capacité d'innovation.