

## SOMMAIRE

Un projet sélectionné par PRACE  
EDF augmente sa capacité de calcul  
Le HPC et les « équipements d'excellence »  
La rentrée des nouveaux masters  
Nouvelles de GENCI  
Un portage vers une architecture hybride  
Europe  
Nouvelles de PRACE  
HP : une mutation sereine vers l'exascale  
Lire, participer  
Nouvelles brèves  
Agenda

### Croissance de gouttelettes par coalescence dans les nuages turbulents : cinétique, fluctuations et universalité

Jérémie Bec, Holger Homann et Samridhhi Sankar Ray

*Université de Nice-Sophia Antipolis, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur, Laboratoire Cassiopée, Nice*

#### Contexte et objectifs scientifiques

La plupart des nuages se forme par refroidissement adiabatique d'une masse d'air chaud en ascension. Pendant ce processus, la vapeur d'eau se condense sur les petits aérosols typiquement présents dans l'air, pour former ce qui est couramment appelé les noyaux de condensation. Ce mécanisme conduit à la création de gouttelettes d'eau dont les tailles sont de l'ordre de la dizaine de microns. Pour entrer en précipitation sous l'effet de la gravité, les gouttelettes doivent croître pour atteindre des tailles de l'ordre du millimètre. Dans les nuages chauds (où l'eau reste liquide), cette croissance a essentiellement lieu par coalescence, c'est-à-dire par collision et fusion entre petites goutte-

lettes. Tout cela a lieu dans un environnement turbulent où les fortes fluctuations de l'écoulement de l'air ont un impact important sur les taux auxquels ces mécanismes se produisent. Malgré le rôle déterminant qu'elle joue dans les échelles de temps d'activation de la pluie, l'influence de la turbulence reste à ce jour mal comprise et sujet de nombreuses controverses. Une difficulté majeure pour une compréhension phénoménologique de son rôle est la compétition entre deux effets simultanés : le mélange turbulent, qui tend à distribuer de manière uniforme l'eau à l'intérieur du nuage, et les fluctuations qui sont susceptible de provoquer des croissances locales très rapides. Le travail que nous nous proposons d'effectuer a pour but de s'attaquer à ce problème. Les théories cinétiques classiques prédisent de façon erronée des spectres de taille de gouttelettes assez étroits qui sont responsables d'un ralentissement du processus d'activation de la pluie. Notre objectif vise à comprendre de façon détaillée comment le processus de coalescence dépend des propriétés dynamiques du nuage et, en particulier, quelle est la contribution des fluctuations les plus fortes sur l'ensemble de la statistique.

Nous avons choisi de nous concentrer sur la phase pendant laquelle les collisions inertielles entre gouttelettes jouent un rôle important. Cela correspond à des gouttelettes qui sont trop grosses pour être considérées comme des traceurs de l'écoulement fluide, mais trop petites pour que leur sédimentation gravitationnelle domine leur dynamique. Notre approche consiste à étudier ce problème dans une situation idéalisée où la turbulence de l'écoulement de l'air est homogène et isotrope et où les gouttelettes peuvent être approchées par des particules ponctuelles très lourdes. Les paramètres de nos simulations (tels que la densité et la fraction volumique de gouttelettes) seront toutefois le plus proche possible des observations effectuées dans les strato-cumulus maritimes.

Un premier objectif que nous nous sommes fixés sera de quantifier l'effet de deux mécanismes qui ont récemment été identifiés comme

étant responsables d'une intensification des collisions entre gouttelettes. Le premier effet est dû à la présence de très fortes inhomogénéités qui apparaissent dans la distribution spatiale des particules (voir figure ci-dessous).

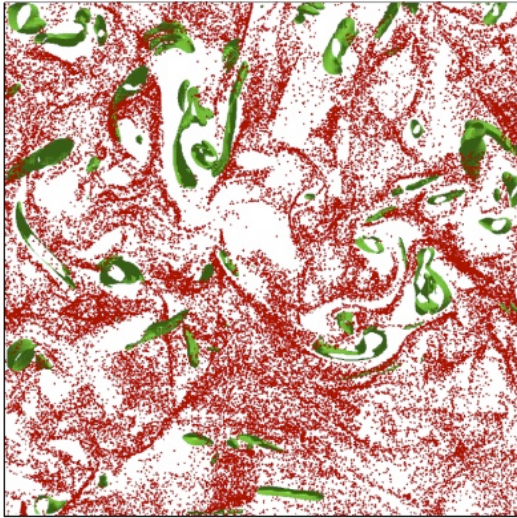


Figure 1 : Instantanée des isosurfaces de vorticité (en vert) et de la position de particules (en rouge) dans une fine tranche 2D d'un écoulement 3D de résolution  $512^3$  (d'après Bec *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 084502, 2007).

Il s'explique par le fait que les tourbillons de l'écoulement turbulent agissent comme des petites centrifuges qui éjectent les particules lourdes ; ces dernières se concentrent alors de façon préférentielle dans les zones d'étirement de l'écoulement. Le second mécanisme accélérant les collisions est connu sous le nom « d'effet fronde » (aussi appelé formation de caustiques) qui conduit au fait que les gouttelettes ont une probabilité finie d'être arbitrairement proches avec de grandes différences de vitesse (voir Falkovich *et al.*, *Nature* **419**, 151, 2002). La quantification de ces deux effets permettra d'améliorer les noyaux de collision qui sont utilisés dans les approches cinétiques.

Un second objectif vise à étudier les différences entre la véritable évolution des tailles de gouttelettes et les prédictions obtenues à partir des modèles cinétiques, de type champ moyen, qui négligent les fortes fluctuations décrites ci-dessus. Notamment, nous comptons voir si ces derniers reproduisent bien l'élargissement du spectre de taille ou bien si certains événements extrêmes qu'ils ne sont pas capables de prendre en compte affectent l'ensemble de la statistique, par exemple à travers un effet boule de neige où quelques gouttelettes plus grosses que la moyenne, se décroissent soudainement du mouvement de l'air et croissent de manière anormalement rapide.

## Méthode

Notre équipe a une longue expérience dans le calcul scientifique haute performance. Nous avons développé un code pseudo spectral C++ *LaTu* (Lagrangian Turbulence) qui intègre les équations de Navier–Stokes incompressibles en dimension trois. Le champ de vitesse est défini sur un domaine spatial cubique périodique et l'intégration spatiale se fait à l'aide d'un schéma Runge–Kutta du troisième ordre fortement stable qui a l'avantage d'être très économique au niveau mémoire (voir Shu et Osher, *J. Comput. Phys.* **77**, 439, 1988). Le code opère de façon entièrement parallèle et a été optimisé pour les architectures de type BlueGene/P. A chaque sous pas de temps, le code est amené à effectuer un certain nombre de transformées de Fourier rapides. Pour pouvoir utiliser un nombre de cœurs plus élevé que la résolution spatiale dans l'une des dimensions, nous n'utilisons pas de librairie standard parallèle pour ces transformées. En effet, les librairies telles que la version MPI de FFTW utilisent une décomposition unidimensionnelle du domaine en « slabs » (voir figure ci-dessous, à gauche).

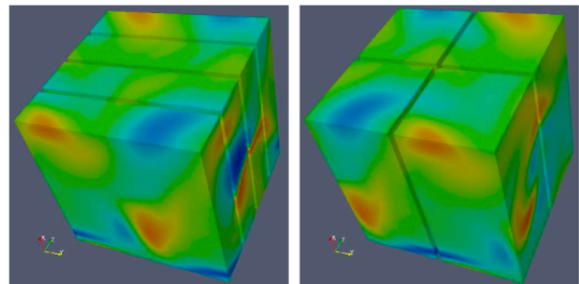


Figure 2 : Exemple de partitionnement du domaine sur quatre processeurs. Gauche : division unidimensionnelle en « galettes » (slabs). Droite : division bidimensionnelle en « crayons » (pencils)

Nous utilisons la librairie P3DFFT développée par le centre de calcul haute performance de San Diego (USA) qui a l'avantage d'effectuer une division bidimensionnelle du domaine spatial en « pencils » (voir figure ci-dessus, à droite). Un avantage important de cette librairie est qu'elle utilise la bibliothèque de sous-routines scientifiques et d'ingénierie ESSL qui est déjà optimisée selon l'architecture de la machine sur laquelle le code tourne.

Une spécificité du code *LaTu* est qu'il contient un module d'intégration de la dynamique de particules ponctuelles transportées par l'écoulement fluide turbulent. Qu'il s'agisse de traceurs ou de particules lourdes (comme les gouttelettes), l'évolution dynamique de tels objets discrets requiert d'évaluer le champ de vitesse fluide à leur position spatiale. Nous

utilisons pour cela un schéma local basé sur une interpolation tri-linéaire. L'équilibrage des tâches entre les différents processeurs se fait en distribuant les différentes particules selon leur position sur chacun des cœurs intégrant le sous-domaine d'espace physique correspondant. Lorsqu'une particule change de sous-domaine, ses caractéristiques sont transférées d'un cœur à l'autre par MPI.

Le code *LaTu* a déjà été en production sur les machines BlueGene/P de l'IDRIS et de Jülich. Au cours d'un projet allemand XXL au centre de calcul de Jülich, il a tourné avec une résolution spatiale de  $4096^3$  points de grille sur 65536 cœurs. Des tests ont été menés avec 131072 cœurs (près de la moitié de la machine JUGENE). Comme on peut le voir sur la figure ci-dessous, ces tests montrent un bon scaling.

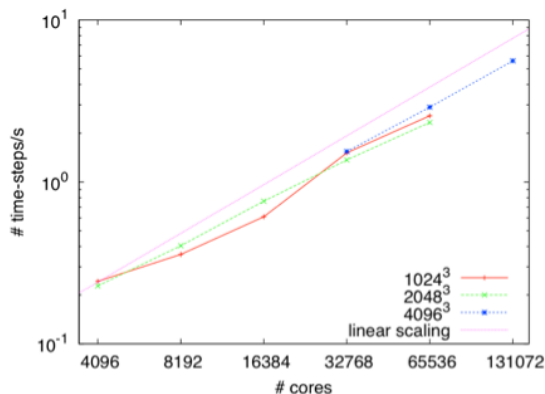


Figure 3 : Résultat du scaling du code sur la machine BlueGene/P JUGENE de Jülich, en Allemagne ; les données du  $2048^3$  ont été multipliées par un facteur 8 et celles du  $4096^3$  par un facteur 64.

L'adaptation la plus importante que nous avons effectuée dans le cadre du projet PRACE actuel est d'implémenter un algorithme de collisions et de fusion entre gouttelettes. La détection des collisions se fait à chaque pas de temps de l'évolution. L'idée est d'utiliser une modification des simulations de dynamique moléculaire de type « sphères dures » qui est adaptée au cas des suspensions de particules (voir Sigurgeirsson *et al.*, *J. Comput. Phys.* **172**, 766, 2001). L'idée est d'appliquer un algorithme « billard » de Alder et Wainwright (*J. Chem. Phys.* **31**, 459, 1959) pendant chaque pas de temps durant lesquels nous faisons l'hypothèse que le mouvement des gouttelettes est linéaire. Si une paire de particules entre en collision pendant un pas de temps, les trajectoires entre les deux particules sont intégrées jusqu'à l'instant de la collision, la fusion est ensuite effectuée (de manière à conserver la masse et la quantité de mouvement). A la fin du pas de temps, toutes les trajectoires de particule sont intégrées, soit depuis l'instant de leur dernière collision, soit

depuis le début du pas de temps.

Vu que dans les nuages, les gouttelettes d'eau sont très diluées (de l'ordre d'une gouttelette par dizaine de cube de taille l'échelle de Kolmogorov), les collisions sont très rares et fortement localisées en espace. Un algorithme efficace se doit de prendre en compte cette particularité. Il n'y a en particulier aucune raison de considérer les collisions entre particules qui se situent très loin les unes des autres dans l'écoulement. La méthode cellulaire proposée par Alder et Wainwright évite de tels calculs superflus puisqu'elle consiste à diviser le domaine entre cellules et à n'effectuer que les collisions entre particules se trouvant dans la même cellule ou dans des cellules adjacentes. La taille optimale pour de telles cellules est exactement celle du maillage spatiale (à cause de la condition CFL imposée par la dynamique). Cet algorithme fonctionne de manière entièrement parallèle et est bien équilibré entre les différents processeurs du fait de la très forte dilution des gouttelettes.

La compréhension de la dépendance des processus de coalescence en fonction de la distribution initiale des tailles de gouttelettes fait actuellement l'objet d'une étude préliminaire à des résolutions pouvant aisément être simulées sur notre serveur d'équipe et sur le mésocentre de calcul auquel nous avons accès à l'Observatoire de la Côte d'Azur. Toutefois, la question principale à laquelle nous voulons répondre est celle de l'effet de la turbulence de l'air sur les processus de coalescence entre gouttelettes. Résoudre numériquement les échelles inertielles d'un écoulement turbulent nécessite une très grande résolution spatiale, tandis que le fait que les particules soient très diluées nécessite d'intégrer cet écoulement sur des temps très longs.

En contrebalançant ces deux contraintes, nous avons décidé d'effectuer, dans le cadre du projet PRACE, une seule simulation dans laquelle nous considérerons quatre familles distinctes de particules, chacune associée à un rapport différent entre les forces turbulentes inertielles et la gravité agissant sur les gouttelettes. La phase fluide sera intégrée avec une résolution spatiale de  $2048^3$  points de grille (ce qui correspond à un nombre de Reynolds basée sur la micro-échelle de Taylor  $R\lambda \approx 450$ ) ; il s'agit de la résolution minimale pour obtenir une turbulence suffisamment développée et observer une gamme d'échelles inertielles assez étendue. Pour être le plus près possible des fractions volumiques d'eau liquide des nuages, chaque famille de gouttelettes comportera un milliard d'individus. A cette résolution et avec ces nombres de particules, il faut environ un

million d'heures CPU pour effectuer un temps de retournement à grande échelle de l'écoulement. Nous visons des résultats universels sur le processus de coalescence qui ne dépendent pas, par exemple, de la distribution initiale de taille des particules. Cela nécessite d'intégrer la dynamique sur des temps suffisamment longs. Une estimation conservatrice nous indique que pour être sûr de gagner un facteur dix dans le diamètre moyen des particules, il faut que la simulation couvre une cinquantaine de temps de retournement à grande échelle, d'où notre besoin d'utiliser un total de cinquante millions d'heures CPU.

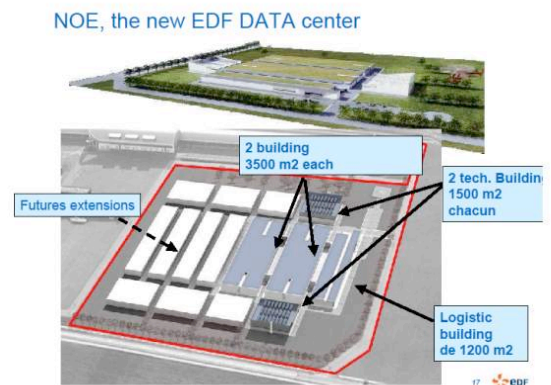
Pour conclure, il est important de souligner que la détermination des effets de la turbulence sur les échelles de temps du déclenchement de la pluie permettra des avancées qualitatives et quantitatives sur la modélisation des processus atmosphériques. Pour des situations telles que la croissance par coalescence des gouttelettes d'eau dans les nuages chauds, notre étude donnera une réponse, même partielle, à la question du rôle des fluctuations turbulentes. Aussi, vu que la turbulence est omniprésente dans les processus atmosphériques et souvent assez grossièrement modélisée, notre étude donnera des moyens d'améliorer la paramétrisation et la fiabilité des modèles de prédiction à grande échelle. La recherche amont que nous effectuons devrait permettre de clarifier certains aspects fondamentaux qui sont encore très largement débattus.

*NDLR : comme nous l'avions annoncé dans le précédent numéro de BI-ORAP, ce projet est l'un des neuf projets retenus dans le cadre du premier appel à propositions de PRACE. Il a obtenu 50 millions d'heures de calcul (cœur) sur la machine JUGENE (IBM BlueGene/P) du centre de calcul de Jülich.*

## EDF augmente sa capacité de calcul scientifique

La simulation numérique très hautes performances est une activité dont l'importance ne cesse d'augmenter à EDF R&D. Pour preuve, si plus de 700 millions d'heures CPU ont été consommées depuis 2006 à EDF R&D, plus de 290 millions l'ont été pour la seule année 2010. La forte sollicitation des moyens de calcul HPC internes nécessitait une augmentation de ressources, actée depuis 2009 et qui s'est concrétisée à l'été 2010 par l'acquisition par EDF R&D d'une machine IBM iDataPlex de 200 Tflops crête (technologie Intel Westmere).

La machine IVANOE est hébergée sur le nouveau centre de calcul d'EDF (appelé NOE), ouvert à la même époque dans l'ouest parisien. La construction de ce centre de calcul, aux hautes exigences environnementales, a pris en compte dans la conception l'hébergement de ce type de calculateurs, aux caractéristiques spécifiques que ce soit en termes d'alimentation électrique ou de climatisation. Le centre NOE comprend deux bâtiments informatiques de 4 500 m<sup>2</sup> chacun, deux bâtiments techniques de 2 250 m<sup>2</sup> consacrés à la production d'électricité haute-qualité et de froid, ainsi qu'un bâtiment logistique de 1500 m<sup>2</sup> soit au total 15 000 m<sup>2</sup> de SHON, la puissance installée est de 12 MW. La salle du calculateur IVANOE est reliée avec un réseau à 10Gbits/s aux sites EDF R&D.



Le calculateur IVANOE est composé de :

- 1382 nœuds standard IBM iDataPlex dx360 M3 ; ces nœuds sont bi-processeur, chaque processeur étant hexa-cœurs, soit en tout 16 584 cœurs Westmere cadencés à 2.93 GHz, 24 Go de mémoire pour chacun des cœurs soit plus de 33 Teraoctets de mémoire ;
- 29 nœuds de calcul grande mémoire IBM System x3850 X5, allant de 128 Go à 1 To ;
- 34 nœuds graphiques, équipés de mémoire allant entre 32 Go à 1 To, qui fournissent des capacités de pré-traitement (maillage) et de visualisation parallèle Haute Performance.

Si l'on rajoute les nœuds frontaux, d'intégration/qualification, d'administration, on arrive à un total de 1463 nœuds et plus de 17.000 cœurs.

IVANOE comprend également des armoires de stockage (IBM DCS9900) avec une bande passante de 45 Go/s, pour un volume de 2 Po.

Les performances du Linpack passé en novembre sur les nœuds standard ont montré une puissance de 168,8 Tflops, ce qui permet à cette machine de se classer, en novembre

2010, au 37<sup>o</sup> rang mondial, toutes catégories confondues, mais comme la machine la plus puissante au monde dans la catégorie « Industry ».

Fin 2011, cette machine sera complétée par un calculateur de 400 Tflops, en technologie BlueGene/Q, mais ceci est une autre histoire !

Colette Rodionoff / Jean-Yves Berthou  
EDF R&D

---

## Le HPC et les « équipements d'excellence »

Les 52 projets lauréats de la première vague de l'appel à projets « Equipements d'excellence » ont été dévoilés le 20 janvier 2011 par le ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche. Parmi ces lauréats figure un projet qui concerne le calcul intensif en France.

Le projet Equip@meso (Equipement d'excellence de calcul intensif de mésocentres coordonnés - Tremplin vers le calcul pétaflopique et l'Exascale) associe des acteurs nationaux et régionaux pour faire, partout en France et chaque fois que possible, du calcul intensif et de la simulation numérique un vecteur de développement scientifique et économique.

Coordonné par GENCI, ce projet rassemble dix partenaires universitaires et académiques : les universités de Strasbourg, Joseph Fourier de Grenoble, Claude Bernard de Lyon, Pierre et Marie Curie, Toulouse, Provence, Reims-Champagne-Ardenne, le PRES Paris Sciences et Lettres (représenté par l'Observatoire de Paris et l'Ecole Normale Supérieure), la Maison de la Simulation (portée par le CEA), et le CRIHAN (Haute Normandie).

Equip@meso poursuit quatre objectifs : développer au niveau régional la stratégie nationale portée par GENCI en matière de calcul intensif, avec des centres de calcul universitaires ; renforcer les compétences et les capacités de calcul de ces centres ; offrir un service d'excellence et de proximité, qu'il s'agisse de formation, d'éducation ou de calcul, complémentaire des moyens nationaux ; enfin, démultiplier localement l'initiative que GENCI a lancée avec l'INRIA et OSEO pour doper l'innovation et la compétitivité des PME.

---

## La rentrée des nouveaux masters

ORAP souligne, depuis longtemps, l'importance de la formation au calcul de haute performance, et l'insuffisance de cette formation en France. Le Forum ORAP du 31 mars 2010 avait permis de présenter deux initiatives intéressantes et le numéro 63 de Bi-ORAP en avait rendu compte. Les responsables de ces deux masters ont bien voulu fournir à Bi-ORAP quelques informations en guise de « premier bilan ».

**Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines :** Master « Informatique Haute Performance et Simulation » (MIHPS).

1/ **Master M2** Informatique Haute Performance. 2<sup>ème</sup> année co-habilitée UVSQ - Ecole Centrale de Paris, ENS Cachan.

Les responsables ont reçu 70 dossiers de candidature, chiffre extrêmement encourageant car le master ne bénéficiait pas du référencement dans campus France et Onisep à cette époque.

Une vingtaine d'étudiants suivent la formation. Les origines sont les suivantes : universités de Reims, Paris 6, Perpignan, Versailles (Ecole d'ingénieur intégrée ISTY) ; Epitech, ENSAM, EFREI, ESI (ex INI), Batna, Constantine, Sfax.

2/ **Master M1**

14 inscrits + 1 auditeur libre. C'est un bon chiffre selon les responsables. Les étudiants sont issus en majorité de la licence d'informatique de l'UVSQ. Cette nouvelle spécialisation semble jouer un rôle attractif (près de 30% de la L3 informatique) est venue dans cette spécialisation. En complément de cette dizaine d'étudiants de l'UVSQ, il y a 4 étudiants originaires du Liban, de Tunisie et d'Algérie.

**Contacts :** Alain Bui (responsable de la mention), Nahid Emad (responsable du master M1), Frédéric Magoulès (responsable du master M2).

**Université de Lille 1 :** Master 2 « Sciences, technologies, santé - Mention Ingénierie mathématique – Spécialité Calcul scientifique ».

Huit étudiants sont inscrits dans ce M2 dont six viennent de l'université de Lille 1 (4 ont fait un M1 en mathématiques, 1 un M1 en informatique, 1 un M1 en automatique) et un est ingénieur de Polytech'Lille. Leurs projets professionnels : être ingénieur de recherche ou faire un doctorat.

**Contacts :** Christophe Besse, Nouredine Melab.

---

## Nouvelles de GENCI

### Attribution des ressources sur moyens nationaux

La 1<sup>ère</sup> session de la campagne 2011 d'attribution des ressources sur moyens nationaux est maintenant close. Au total, 569 dossiers ont été déposés : 459 projets renouvelés et 110 nouvelles demandes, soit un taux de renouvellement de 20%.

<http://www.genci.fr/spip.php?article114>

**La 2<sup>ème</sup> session de la campagne 2011 sera ouverte du 4 avril au 2 mai 2011, pour une attribution des heures au 1er juillet 2011.**

---

## Accélération d'une simulation de transfert radiatif « ray-coding » avec HMPP

*Pour la troisième année consécutive, GENCI et CAPS organisent en 2011 un appel à projet ouvert aux acteurs privés et publics français disposant de codes scientifiques et souhaitant pouvoir bénéficier du potentiel des architectures hybrides à travers des outils de programmation de haut niveau. Sélectionné lors de l'édition 2010 de cet AP, le laboratoire PROMES a pu bénéficier de l'expertise et des outils de CAPS pour porter le code de son projet PEGASE : les résultats obtenus sont édifiants.*



### Problématique et environnement

L'objectif du projet Pégase est la reprise des activités de recherche menées sur le site de la centrale solaire à tour « Thémis » (photo). Le principe de base de la tour est le suivant : un flux de lumière concentré par 80 héliostats (miroirs) est transformé en électricité par le biais d'un fluide caloporteur chauffé dans un échangeur placé au sommet de la tour. Le prototype d'échangeur en cours d'industrialisation utilise l'air et la plupart des transferts thermiques entre l'échangeur et le fluide se fait par convection au niveau des parois.

Un des objectifs du projet est d'être capable de simuler l'ensemble des transferts thermiques, radiatifs et convectifs, afin de concevoir et de valider un nouveau prototype remplaçant l'air par un mélange à forte teneur en gaz à effet de serre et en estimer le bénéfice attendu en termes de rendement.

Les transferts radiatifs sont modélisés par des bandes étroites, modèle dont la précision n'a pas encore été validée pour les températures de l'échangeur (1000K). La simulation numérique directe raie-par-raie utilisée dans le cadre de cette modélisation a longtemps été considérée comme inaccessible en dehors de quelques situations extrêmement simplifiées. De récents travaux permettent de penser qu'une architecture disposant d'un nombre important d'accélérateurs matériels pourrait développer la puissance de calcul suffisante pour réaliser des simulations précises, nécessaire pour ce projet.

### Portage de l'application et résultats obtenus

Dans le cadre de l'appel à projet, 3 versions du code ont été implémentées : une première version exploitant le GPU, une version hybride complète utilisant le CPU et le GPU, et une version hybride distribuée capable d'exploiter plusieurs CPUs et GPUs sur plusieurs nœuds interconnectés. Les résultats obtenus pour la première version montrent des accélérations respectives d'un facteur 1,15 et 6 sur la Tesla C1060 et le Fermi C2050 par rapport à la version de référence OpenMP.

L'étape suivante a été de généraliser cette version pour passer à une implémentation distribuée. La version finale utilise quant à elle MPI et OpenMP afin d'exploiter pleinement le matériel disponible sur un cluster hybride. Cette version permet d'atteindre une accélération d'un facteur 23 sur un cluster constitué de 8 nœuds (2 \* Intel Xeon X5560 + 2 \* Tesla C1060 par nœud) par rapport à la version OpenMP de référence. L'approche itérative proposée par CAPS a permis d'aborder et de résoudre progressivement les difficultés rencontrées (durée de réalisation de 1,5 mois-homme) afin de porter l'application sur un système hybride tout en conservant une exécution efficace de l'application sur CPU.

Les performances obtenues sur ce type d'architecture permettent désormais de répondre favorablement aux besoins de simulation de plus en plus précis.

Le case study complet est téléchargeable depuis le site de CAPS ([www.caps-entreprise.com](http://www.caps-entreprise.com)).

CAPS entreprise

---

## Europe

L'agence européenne ENISA (European Network and Information Security Agency) a publié, le 17 janvier, un rapport<sup>1</sup> intitulé « Governmental Cloud Computing ». Destiné en premier lieu aux responsables des grands organismes publics de l'UE, ce rapport « *presents a decision-making model for senior management to determine the best cloud solution from a security and resilience point of view* ».

---

## Nouvelles de PRACE

### 3<sup>ème</sup> machine Tier-0 : 3 PetaFlops

Après *Jugene* (IBM BG/P au centre de recherche de Jülich) et *Curie* (système bullx financé par GENCI, installé et opéré au TGCC par le CEA), la troisième machine Tier-0 destinée à faire partie de l'infrastructure de recherche européenne PRACE a été annoncée.

Le "Leibniz Supercomputing Centre" (LRZ) à Garching (Allemagne) a signé avec IBM un contrat pour développer et construire un superordinateur utilisant la prochaine génération de processeurs Xeon d'Intel. Surnommé "*SuperMUC*", il disposera de 14.000 processeurs Xeon octo-coeurs. La mémoire centrale sera de 320 TeraOctets. La performance crête devrait être supérieure à 3 PetaFlops.

Ce système utilisera une technologie de refroidissement par eau innovante permettant de réduire la consommation énergétique de 40% par rapport à une machine équivalente refroidie par air.

Installation prévue en été 2012.

### Matériel de la formation à Barcelone

PRACE a mis en ligne, sur son site, les documents associés à l'école d'automne sur le HPC, qui avait été organisée en octobre 2010 à Barcelone.

<http://www.prace-ri.eu/hpc-training/prace-code-porting-videos/prace-autumn-school-bsc-2010>

### Ecole d'été PRACE

PRACE organise une école d'été du 29 août au 1<sup>er</sup> septembre à Espoo (Finlande). L'accès est gratuit pour les personnes relevant d'un pays membre de PRACE. En quatre jours, les participants apprendront à tirer le meilleur parti de

---

<sup>1</sup> <http://www.enisa.europa.eu/act/rm/emerging-and-future-risk/deliverables/security-and-resilience-in-governmental-clouds/>

l'utilisation des superordinateurs (Tier-0) de cette infrastructure de recherche. Parmi les intervenants : Bill Gropp (université de l'Illinois) et Rolf Rabenseifner (HLRS).

<http://www.csc.fi/courses/archive/prace-summer-school>

### Ecole d'été EU-US

PRACE, DEISA (PCRDT européen) et TeraGrid (NSF) organisent une deuxième école d'été commune sur le HPC avec pour thème : « *Challenges in Computer Science* ». Elle aura lieu du 7 au 12 août 2011 à Lake Tahoe (Californie).

<http://www.ncsa.illinois.edu/Conferences/EUS-summer-school/>

### Training Events

PRACE soutient différents stages et « écoles » de formation au HPC, destinés aux étudiants (niveau master), doctorants ou chercheurs. La liste de ces stages est disponible sur le site

<http://www.prace-project.eu/hpc-training-events>

### Nouveau site Web

L'infrastructure de recherche PRACE a mis en ligne le 1er février un nouveau site web qui présente les moyens et les services qu'elle met à disposition de la communauté scientifique européenne, dans le domaine du calcul intensif.

<http://www.prace-ri.eu/>

Jean-Loïc Delhaye

---

## HP et le HPC : une mutation sereine vers l'exascale

En moins de 10 ans le HPC a connu une profonde mutation : il s'est imposé comme un facteur clé de compétitivité et de croissance non seulement dans la recherche fondamentale mais aussi dans l'Industrie. Les technologies HPC ne sont plus seulement utilisées par les laboratoires de recherche et les bureaux d'étude ; elles jouent un rôle décisif dans le secteur des services (calcul de risques financiers, production de film, Web 2.0, Cloud...). Représentant plus de 10% du marché des serveurs, le HPC est devenu la préoccupation d'un nombre grandissant de dirigeants d'entreprise.

HP a fait du HPC une opportunité pour l'ensemble de ses clients, les solutions HPC d'HP étant fondamentalement bâties sur les standards de l'industrie informatique. Aujourd'hui HP prépare le futur de l'informatique à travers son programme EXASCALE.

## Positionnement et stratégie d'HP

La stratégie HP dans le domaine du HPC peut se résumer en trois points :

1. Le HPC est un contributeur essentiel de l'innovation chez HP, toujours au cœur de la stratégie HP, car il anticipe les défis de l'informatique généraliste ;
2. Afin que le HPC soit l'un des moteurs d'innovation et de croissance durable, l'ingénierie des solutions de calcul chez HP s'appuie sur un principe fondateur : **la réutilisation maximale de composants technologiques standards ou destinés à une grande diffusion commerciale.**
3. En retour, le HPC chez HP bénéficie de toute la puissance du numéro 1 de l'informatique pour créer une offre technologique sans équivalent.

Du point de vue des produits, l'utilisation de composants standards se fait à plusieurs niveaux : pour 80% de ses clients, HP a fait le choix de s'appuyer sur les processeurs x86, les cartes accélératrices Nvidia et technologies Infiniband Mellanox. Les serveurs généralistes de la gamme Blades C-Class sont conçus nativement pour intégrer les spécifications du HPC (fabrique Infiniband, connecteurs d'extension PCI, bancs mémoires, ...); à l'inverse la gamme SL, à l'origine spécialisée « Scale-Out », intègre le socle commun des technologies pour l'informatique d'entreprise.

De la même manière, du point de vue des services, la division Technology Services d'HP (TS) a placé le HPC au centre de ses préoccupations. HP est donc l'un des rares acteurs du HPC à pouvoir proposer une gamme de services qui dépasse la maintenance réactive du matériel et intègre une offre complète de transformation du système d'information technique : infogérance, ingénierie de « datacenter », ingénierie des systèmes de calcul et des applications pour la performance. HP est l'un des rares acteurs à pouvoir proposer des contrats de support Open Source pour le HPC ; HP est aussi l'un des seuls équipementiers à contribuer à l'initiative Européenne « EU Codes Of Conduct for ICT » ; et enfin HP est le leader mondial de l'ingénierie de datacenters.

Cette approche permet à HP de garantir à ses clients du HPC un grand nombre d'avantages bien au-delà de la performance crête :

- La fiabilité et la capacité à prendre des engagements de type « Mission Critical » sur le HPC.
- La capacité pour nos clients d'industrialiser leur infrastructure HPC (pérennité des principes d'administration et d'utilisation

des systèmes) selon les standards HP et ceci quelle que soit la taille du calculateur.

- La garantie de déployer de grandes capacités de calcul dans des délais maîtrisés.

## Le programme EXASCALE

La stratégie d'HP vise à ce que tous les segments de l'informatique bénéficient de la recherche sur l'Exascale : le web 2.0, le commercial et le HPC. La stratégie d'HP « Convergence Infrastructure » vise à développer les serveurs, le stockage et le réseau de façon cohérente et autour de principes clé comme la souplesse d'administration et la gestion de la consommation énergétique. Cette stratégie est alimentée par les travaux des 7 unités de recherches HP Labs soit 600 personnes.

Le programme EXASCALE vise à identifier les technologies en rupture permettant d'atteindre, à échéance 2018, un ExaFlop/s dans de bonnes conditions économiques (« Cout Total de Possession »). L'enjeu est de gagner grâce à ces technologies en rupture un facteur 10 sur un grand nombre de paramètres économiques (Cout Total de Possession).

**L'objectif d'HP : un ExaFlop/s en 2018 = 100 000 sockets de 10 TeraFlop/s chacun pour une consommation énergétique globale de 20 MW.** Les étapes intermédiaires seront 10 PetaFlops vers 2012 et 100 PetaFlops vers 2015.

Bien que plusieurs machines de plus de 1 PetaFlops soient déjà opérationnelles et que des machines de 10 PetaFlops soient pré-annoncées, il n'est pas possible de penser continuer sur la tendance actuelle qui est d'augmenter le nombre de cœurs/threads et le nombre de nœuds de calcul, car les estimations prédisent qu'il faudra plus de 100 MWatts pour alimenter une telle machine. Ceci est techniquement envisageable mais ne l'est pas économiquement, d'où un programme de recherche focalisé sur cet objectif principal et incontournable pour l'avenir des grands systèmes.

Outre le challenge sur la puissance électrique, de nombreuses autres difficultés se présentent et il devient de plus en plus difficile de trouver des solutions viables à ces défis. Pour n'en citer qu'un pour l'exemple : la bande passante mémoire ne progresse pas autant que la performance de calcul ; ceci conduit les architectes à fournir des solutions de plus en plus complexes qui deviennent très difficiles à optimiser, d'où une dégradation notoire de l'efficacité moyenne des applications.

Plusieurs technologies clés ont été identifiées dans le cadre de ce programme de recherches

telles que le passage à l'optique entre les nœuds mais aussi sur le processeur lui-même pour relier les cœurs entre eux, le résonateur en anneau « ring resonator » pour le passage du monde optique au monde électrique, les memristors pour la mémoire non volatile à faible coût, ...

Ce qui a guidé le choix de ces technologies pour l'Exascale, c'est leur arrivée progressive dans les produits d'HP et leur potentiel industriel pour toute l'industrie informatique d'ici 2018.

Un autre challenge pour une machine de très grande dimension comprenant au moins 100 000 processeurs sera la tolérance aux pannes. Il faudra détecter et auto-corriger une grande quantité de pannes sans impacter notablement la performance ni complexifier le codage des applications. A cette fin, HP développe des technologies de mémoire non volatile pour permettre de concevoir des solutions de « check point/restart ».

Une technologie très prometteuse est le « memristor » qui va permettre d'offrir une grande quantité de mémoire non volatile à faible coût et ayant de bonnes caractéristiques pour être utilisée en mémoire de stockage pour sauver l'état des processeurs très rapidement et en ne consommant que très peu d'énergie. Cette technologie est si prometteuse que nos laboratoires envisagent maintenant de l'utiliser comme mémoire universelle à l'horizon de la fin de la décennie, de la RAM aux disques.

Un programme EXASCALE dépasse largement l'enjeu de délivrer une machine de 1 ExaFlops, il faut aussi délivrer plusieurs autres composants clefs, et bien sur HP travaille sur tous ces axes. C'est le cas des moyens de stockage de très grosse capacité, très économiques, facile à gérer, à étendre et à très haute performance.

## Documentation et liens utiles sur le programme HP EXASCALE

### Memristor

- [www.cs.Utah.edu/~naveen/papers/sc09.pdf](http://www.cs.Utah.edu/~naveen/papers/sc09.pdf)
- <http://www.youtube.com/watch?v=QFdDPzcZwbs>

### HyperX

- <http://www.hpl.hp.com/techreports/2009/HP-L-2009-184.html>
- [www.hotchips.org/uploads/archive22/HC22.22.220-1-Davis-Photonics.pdf](http://www.hotchips.org/uploads/archive22/HC22.22.220-1-Davis-Photonics.pdf)

### CORONA

- [http://www.eng.utah.edu/~cs6810/isca08\\_corona.pdf](http://www.eng.utah.edu/~cs6810/isca08_corona.pdf)

- [http://www.hpl.hp.com/techreports/2010/HP-L-2010-204.pdf?jumpid=reg\\_R1002\\_USEN](http://www.hpl.hp.com/techreports/2010/HP-L-2010-204.pdf?jumpid=reg_R1002_USEN)

### Ring Resonator

[http://www.hpl.hp.com/news/2008/oct-dec/photronics2.html?jumpid=reg\\_R1002\\_USEN](http://www.hpl.hp.com/news/2008/oct-dec/photronics2.html?jumpid=reg_R1002_USEN)

### CENSE

[http://www.hpl.hp.com/news/2009/oct-dec/cense.html?jumpid=reg\\_R1002\\_USEN](http://www.hpl.hp.com/news/2009/oct-dec/cense.html?jumpid=reg_R1002_USEN)

Patrick Demichel, HP

---

## Lire, participer

### Lire

- Le numéro 5/2010 de la newsletter du consortium DEISA :  
[http://www.deisa.eu/news\\_press/newsletter](http://www.deisa.eu/news_press/newsletter)
- Le numéro 16 (février 2011) de eScience Talk intitulé « *Supercomputing: Empowering research* » :  
<http://www.e-sciencetalk.org/briefings.php>
- Le numéro de février 2011 de la « Newsletter TERATEC »  
[http://www.teratec.eu/actu/newsletter/2011\\_01\\_newsletter\\_teratec.html](http://www.teratec.eu/actu/newsletter/2011_01_newsletter_teratec.html)

### Participer

- CEMRACS 2011 : « *Couplage multi-échelles de modèles complexes* ». Du 18 juillet au 26 août, à Marseille.  
<http://smai.emath.fr/spip.php?article51>
- Ecole CEA-EDF-INRIA : « *Vers la simulation numérique pétaflopique sur architectures parallèles hybrides* ». Du 6 au 10 juin 2011, à l'INRIA Sophia-Antipolis.  
<http://www-sop.inria.fr/manifestations/cea-edf-inria-2011/>
- Ecole d'été d'informatique CEA-EDF-INRIA : « *Building the next generation of visualization software* ». Du 13 au 24 juin au CEA Cadarache.  
<http://www.inria.fr/actualite/agenda/cea-edf-inria-building-the-next-generation-of-visualization-software>
- Ecole d'été d'analyse numérique CEA-EDF-INRIA : « *Uncertainty quantification for numerical model validation* ». Du 27 juin au 8 juillet, au CEA Cadarache.  
<http://www.inria.fr/actualite/agenda/cea-edf-inria-uncertainty-quantification-for-numerical-model-validation>
- ACACES 2011 : *International Summer School on Advanced Computer Architecture*

*and Compilation for High-Performance and Embedded Systems*. Organisée du 10 au 16 juillet, près de Rome, par le réseau d'excellence HiPEAC.

<http://www.hipeac.net/summerschool>

---

## NOUVELLES BREVES

### → International Exascale Software Project

Le site de ce projet, piloté par Jack Dongarra, et auquel contribue la France (ANR, CEA, Cerfacs, EDF, Inria), est particulièrement intéressant. Il donne en particulier accès à la dernière version de la « Roadmap » (82 pages).

Le prochain séminaire de IESP a lieu à Kyoto les 6 et 7 avril 2011.

[http://www.exascale.org/iesp/Main\\_Page](http://www.exascale.org/iesp/Main_Page)

### → Course Chine-USA vers l'exascale

Le Président Barack Obama a inclus, dans son projet de budget 2012, un montant dédié au développement d'un système exascale. Si le Congrès valide ce projet, le DoE recevra 126 millions de dollars. Rappelons que les laboratoires dépendant du DoE ont été les premiers à franchir le TeraFlops (Sandia en 1997 avec ASCI Red) et le PetaFlops (Los Alamos en 2008 avec Roadrunner).

### → Open Filesystems

Le 15 décembre 2010 a été officiellement créée la société coopérative European OFS. Le but est de promouvoir la création et l'adoption d'un système de fichiers parallèles open source, de le soutenir et d'améliorer sa qualité et ses fonctionnalités tout en prenant en compte les exigences spécifiques des organisations, institutions et entreprises européennes. Les incertitudes concernant Lustre, après le rachat de Sun par Oracle, ne sont pas étrangères à cette initiative. Parmi les premiers adhérents : Bull et le CEA/DAM.

### → Elsevier

L'éditeur Elsevier a lancé une nouvelle revue intitulée « *Sustainable Computing: Informatics and Systems* ». Il entend publier les résultats des nombreuses recherches sur le « green computing » (consommation énergétique...).

### → Bull

L'université de Aachen (RWTH), en Allemagne, a commandé à Bull un système bullx de 300 TeraFlops crête (28.000 cœurs). Il devrait entrer en service en mai 2011. Des collaborations scientifiques font partie de cet accord.

### → Bull et Inria

Bull et l'Inria ont conclu un accord visant à étendre leur partenariat dans le domaine du calcul haute performance. Le principal enjeu de ce partenariat est d'aider à relever les défis que pose la prochaine génération de supercalculateurs exaflopiques. Une feuille de route est déjà établie permettant aux équipes impliquées de travailler sur l'architecture, l'environnement logiciel et les services des supercalculateurs

### → ClusterVision

ClusterVision a fourni à l'Université Goethe (Francfort) un système comprenant 20.880 cœurs (processeurs AMD Opteron 6172) et 772 GPU ATI Radeon HD 5870 (classé en 22<sup>e</sup> place dans le dernier Top500). Le pilotage de ce cluster est assuré par Bright Cluster Manager.

### → Cray

Anoncé en 2006, le Cray XMT était destiné à quelques agences fédérales ayant des besoins importants dans le domaine des « big data-intensive applications ». Ce marché s'étend de façon importante avec des applications telles que le repliement de protéines, la génomique, l'analyse sémantique de grands volumes de données, etc.

Tout en s'appuyant sur l'architecture du XT, le XMT utilise un processeur « maison », Threadstorm, pouvant traiter 128 threads avec une faible consommation énergétique (30 watts). Cray prépare une nouvelle génération, le XMT-2, avec l'interconnect Gemini, une nouvelle version du Threadstorm, plus performante et plus efficace sur le plan énergétique, destinée au marché « commercial ».

Le CSCS (centre suisse de calcul de haute performance) devrait recevoir l'un de ces systèmes avant la fin de cette année 2011.

### → Cray

Cray a annoncé que le bilan financier de l'année 2010 était positif de 15 millions de dollars, pour un chiffre d'affaires de 319 millions de dollars. C'est la première fois, depuis 2003, que Cray enregistre un bilan positif.

### → Dell

L'Université du Kentucky a mis en exploitation un cluster fourni par Dell, utilisant des processeurs Intel Xeon X5650 (avec un total de 4512 cœurs et une performance de 40 TeraFlops).

### → IBM

Le DoE américain a commandé à IBM, pour le laboratoire d'Argonne, un système Blue Gene/Q d'une puissance crête de 10 PetaFlops.

Surnommé « Mira », il comprendra 750.000 cœurs (processeurs Power A2 à 16 cœurs).

Contrairement à une autre Blue Gene/Q du DoE, « Sequoia », de 20 PetaFlops crête qui doit être installée au LLNL en 2012 et est destinée à la simulation des armes nucléaires, Mira sera destinée à des applications scientifiques « ouvertes ».

#### → IBM

IBM a créé un site web présentant 100 années d'innovations faites par la compagnie, et leur impact sur notre monde. Intéressant !

<http://www.ibm.com/ibm100>

#### → Nvidia

Nvidia va recevoir d'Intel un montant total de 1,5 milliards de dollars sur 6 ans, comme licence qui permettra à Intel d'utiliser les technologies de Nvidia.

#### → Tiler

Tiler Corporation, qui développe la famille de processeurs multi-cœurs « TILE » plus particulièrement destinés au « Cloud computing », a levé 45 millions de dollars provenant de différents investisseurs, dont Samsung et Cisco.

#### → T-Platforms

La société T-Platforms fait évoluer le système de l'université Lomonosov à Moscou, pour fournir un système ayant une performance crête de 1,3 PetaFlops en été 2011. Les lames hybrides de T-Platforms intègrent des GPU TeslaTM X2070 de Nvidia.

---

## AGENDA

10 avril 2011 – **CloudCP 2011** : 1<sup>st</sup> International Workshop on Cloud Computing Platforms (Salzburg, Autriche)

10 avril 2011 – **SFMA'11** : Workshop on Systems for Future Multi-Core Architectures (Salzburg, Autriche)

11 au 13 avril 2011 – **MRSC 2011** : Fourth International Many-core and Reconfigurable Supercomputing Conference (Bristol, UK)

12 au 15 avril 2011 – **PARENG 2011** : The Second International Conference on Parallel, Distributed, Grid and Cloud Computing for Engineering (Ajaccio, France)

12 au 15 avril 2011 – **PARENG 2011 - S02** : Special Session "High Performance Green Computing" (Ajaccio, France)

13 au 14 avril 2011 – **DEISA-PRACE 2011** : DEISA PRACE Symposium 2011 (Helsinki, Finlande)

1 au 4 mai 2011 – **NOCS 2011** : Fifth ACM/IEEE International Symposium on Networks-on-Chip (Pittsburgh, PA, Etats-Unis)

3 au 5 mai 2011 – **CF'11** : 2011 ACM International

Conference on Computing Frontiers (Ischia, Italie)

10 au 12 mai 2011 – **NOTERE** : 11<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur les NOuvelles Technologies de la REpartition (Paris, France)

10 au 13 mai 2011 – **RenPar'20** : Rencontres francophones du parallélisme (Saint Malo, France)

10 au 13 mai 2011 – **CSFE 2011** : Conférence Française en Systèmes d'Exploitation (Saint Malo, France)

10 au 13 mai 2011 – **Sympa'14** : Symposium en architectures (Saint Malo, France)

11 au 13 mai 2011 – **GPC 2011** : Sixth International Conference on Grid and Pervasive Computing (Oulu, Finlande)

16 au 17 mai 2011 – **ValueTools'11** - International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools (Paris, France)

16 mai 2011 – **HPPAC'11** : Seventh IEEE Workshop on High-Performance, Power-Aware Computing (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

16 mai 2011 – **CASS 2011** : 1<sup>st</sup> Workshop on Communication Architecture for Scalable Systems (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

16 au 17 mai 2011 – **RAW 2011** : 18<sup>th</sup> Reconfigurable Architectures Workshop (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

16 au 20 mai 2011 – **IPDPS 2011** : 25<sup>th</sup> IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

16 au 20 mai 2011 – **PCO'11** : Workshop « New trends in Parallel Computing and Optimization » (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

16 au 20 mai 2011 – **NIDISC'11** : The 14<sup>th</sup> International Workshop on Nature Inspired Distributed Computing (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

20 mai 2011 – **LSPP'11** : Workshop on Large-Scale Parallel Processing (Anchorage, Alaska, Etats-Unis)

21 mai 2011 – **IWMSA 2011** : 4<sup>th</sup> International Workshop on Multicore Software Engineering (Honolulu, Hawaii, Etats-Unis)

23 au 26 mai 2011 – **CCGrid 2011** : International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (Newport Beach, Ca, Etats-Unis)

23 au 26 mai 2011 – **InterCloudGrid'11** : IEEE/ACM 2011 First International Workshop on Intercloud Federation and Convergence, Cloud and Grid (Newport Beach, Ca, Etats-Unis)

25 mai 2011 – **SNAPI 2011** : 7<sup>th</sup> IEEE International Workshop on Storage Network Architecture and Parallel I/Os (Denver, CO, Etats-Unis)

26 au 28 mai 2011 – **Cloud&Grid 2011** : The 2011 International Workshop on Cloud and Grid Interoperability (Busan, Corée)

1 au 3 juin 2011 – **ICCS 2011** : 11<sup>th</sup> International Conference on Computational Science (Tsukuba, Japon)

1 au 3 juin 2011 – **PAPP 2011** : 8<sup>th</sup> International Workshop on Practical Aspects of High-Level Parallel Programming (Tsukuba, Japon)

1 au 3 juin 2011 – **WEPA 2011** : 2<sup>nd</sup> Workshop on using Emerging Parallel Architectures (Tsukuba,

Japon)

2 au 3 juin 2011 – **HEART 2011** : *The 2<sup>nd</sup> International Workshop on Highly Efficient Accelerators and Reconfigurable Technologies* (Londres, UK)

4 au 8 juin 2011 – **ISCA-38** : *The 38<sup>th</sup> annual International Symposium on Computer Architecture* (San Jose, CA, Etats-Unis)

5 juin 2011 – **FASPP'11** : *First International Workshop on Future Architectural Support for Parallel Programming* (San Jose, CA, Etats-Unis)

5 au 6 juin 2011 – **SASP 2011** : *9<sup>th</sup> IEEE Symposium on Application Specific Processors* (San Diego, CA, Etats-Unis)

8 juin 2011 – **LSAP 2011** : *Workshop on Large-scale System and Application Performance* (San Jose, CA, Etats-Unis)

8 juin 2011 – **ScienceCloud 2011** : *2nd Workshop on Scientific Cloud Computing* (San Jose, CA, Etats-Unis)

9 au 11 juin 2011 – **HPDC 2011** : *The ACM Symposium on High Performance Distributed Computing* (San Jose, CA, Etats-Unis)

14 au 17 juin 2011 – **PADS 2011** : *25<sup>th</sup> ACM/IEEE/SCS Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation* (Nice, France)

14 au 18 juin 2011 – **ICAC 2011** : *8<sup>th</sup> International Conference on Autonomic Computing* (Karlsruhe, Allemagne)

19 au 23 juin 2011 – **ISC 2011** : *International Supercomputing Conference* (Hamburg, Allemagne)

27 au 30 juin 2011 – **AICCSA 2011** : *9<sup>th</sup> AIC/IEEE International Conference on Computer Systems and Application* (Sharm El-Sheikh, Egypte)

28 au 29 juin 2011 – **HPDFA 2011** : *Second International Workshop on High-Performance and Distributed Computing for Financial Applications* (Paris, France)

28 au 29 juin 2011 - **TERATEC 2011** : *Forum TERATEC* (Paris, France)

4 au 8 juillet 2011 – **HPCS 2011** : *The 2011 International Conference on High Performance Computing & Simulation* (Istanbul, Turquie)

4 au 8 juillet 2011 – **OPTIM 2011** : *Workshop on optimization issues in energy efficient distributed systems* (Istanbul, Turquie)

4 au 8 juillet 2011 – **WEHA 2011** : *Workshop on exploitation of hardware accelerators* (Istanbul, Turquie)

4 au 8 juillet 2011 – **SPCloud 2011** : *International Workshop on Security and Performance in Cloud Computing* (Istanbul, Turquie)

4 au 8 juillet 2011 – **APMM 2011** : *International Workshop on New Algorithms and Programming Models for the Manycore Era* (Istanbul, Turquie)

6 au 8 juillet 2011 – **ISPD 2011** : *The 10<sup>th</sup> International Symposium on Parallel and Distributed Computing* (Cluj-Napoca, Roumanie)

18 au 21 juillet 2011 – **WorldComp'11** : *The 2011 World Congress in Computer Science, Computer Engineering, and Applied Computing* (Las Vegas, Etats-Unis)

18 au 21 juillet 2011 – **PDPTA'11** : *The 2011 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications* (Las Vegas, Etats-Unis)

18 au 21 juillet 2011 – **SAMOS'XI** : *International Conference on Embedded Computer Systems: Architectures, Modeling, and Simulation* (Samos, Grèce)

25 au 28 juillet 2011 – **IGCC'11** : *Second International Green Computing Conference* (Orlando, FL, Etats-Unis)

29 août au 2 septembre 2011 – **Euro-Par 2011** : *17<sup>th</sup> International European Conference on Parallel and Distributed Computing* (Bordeaux, France)

30 août au 2 septembre 2011 – **ParCo 2011** : *Parallel Computing 2011* (Ghent, Belgique)

1 au 2 Septembre, 2011 – **Globe11** : *4<sup>th</sup> International Conference on Data Management in Grid and P2P Systems* (Toulouse, France)

11 au 14 septembre 2011 – **PPAM 2011** : *9<sup>th</sup> International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics* (Torun, Pologne)

11 au 14 septembre 2011 – **GPUComp11** : *Workshop on GPU Computing* (Torun, Pologne)

13 au 16 septembre 2011 – **ICPP 2011** : *International Conference on Parallel Processing* (Taipei, Taiwan)

19 au 23 septembre 2011 – **PaCT 2011** : *The Eleventh International Conference on Parallel Computing Technologie*. (Kazan, Russie)

Les sites de ces manifestations sont accessibles sur le serveur ORAP (rubrique Agenda).

Si vous souhaitez communiquer des informations sur vos activités dans le domaine du calcul de haute performance, contactez directement Jean-Loic.Delhay@inria.fr

Les numéros de BI-ORAP sont disponibles en format pdf sur le site Web d'ORAP.

ORAP est partenaire de



Europe on-line Information Service  
<http://www.hoise.com/primeur>

## ORAP

Structure de collaboration créée par  
le CEA, le CNRS et l'INRIA

Secrétariat : Chantal Le Tonquèze  
INRIA, campus de Beaulieu, 35042 Rennes  
Tél : 02 99 84 75 33, fax : 02 99 84 74 99  
[chantal.le\\_tonqueze@inria.fr](mailto:chantal.le_tonqueze@inria.fr)  
<http://www.irisa.fr/orap>