



**AMBASSADE DE FRANCE EN ALLEMAGNE**  
SERVICE POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE

Berlin, le 23 novembre 2010,

**Etat des lieux comparatif dans le domaine des supercalculateurs**  
**- Priorité scientifique de la recherche en Europe -**

**1. La compétition mondiale dans le domaine des supercalculateurs**

Les supercalculateurs sont des ordinateurs conçus pour atteindre les plus hautes performances possibles en termes de vitesse de calcul notamment et qui se basent sur les technologies connues au moment de leur conception.

Les superordinateurs sont utilisés pour toutes les tâches qui nécessitent une très forte puissance de calcul comme les prévisions météorologiques, l'étude du climat, la modélisation moléculaire (calcul des structures et propriétés de composés chimiques...), les simulations physiques (simulations aérodynamiques, calculs de résistance des matériaux, simulation d'explosion d'arme nucléaire, étude de la fusion nucléaire...), les mathématiques, la cryptanalyse, etc. Les institutions de recherche civiles et militaires comptent parmi les plus gros utilisateurs de superordinateurs.

Depuis octobre 2010, le supercalculateur le plus puissant est attribué à la Chine et son "TIANHE-1A. Développé par l'Université nationale des techniques de Défense à Changsha, il atteint aujourd'hui 2,5 millions de milliards d'opérations par seconde (soit 2,5 Pétaflops<sup>1</sup>). Pour arriver à ces performances, plusieurs centaines de milliers de processeurs sont nécessaires (14 336 processeurs Xeon X5670 et 7 168 processeurs graphiques Nvidia Tesla M2050).

Les Etats-Unis ont annoncé leurs intentions de rattraper leur retard et prévoient de présenter lors du prochain classement le Blue Gene conçu par IBM, qui devrait enregistrer une performance de 10 Pétaflops. En 2012, ce chiffre pourrait monter à plus de 20 Pétaflops grâce au système Sequoia d'IBM.

Les pays d'Europe doivent investir dans ce domaine s'ils veulent pouvoir rester en compétition avec les meilleurs supercalculateurs mondiaux situés en Chine et aux Etats-Unis, l'objectif étant d'arriver à l'"Exascale", soit une capacité de calcul de 1000 Pétaflops. Le classement mondial officiel de référence des 500 supercalculateurs les plus puissants de la planète, "le TOP 500", est publié chaque année au mois de novembre. Les dix premiers du classement 2010 sont les suivants :

<b>Rang mondial</b>	<b>Supercalculateur</b>	<b>Pays</b>
1	TIANHE-1A	Chine
2	JAGUAR	USA
3	NEBULAE	Chine
4	TSUBAME	Japon
5	HOPPER	USA
6	TERA-100	France
7	ROADRUNNER	USA
8	KRAKEN	USA
9	JUGENE	Allemagne
10	CIELO	USA

<sup>1</sup> FLOP : Floating Point Operations Per Second

Au niveau du nombre de supercalculateurs par pays, les Etats-Unis arrivent en tête, suivis de la Chine et du trio Allemagne/France/Japon, comme le montre le tableau ci-dessous :

Rang mondial	Pays	Nombre de supercalculateurs
1	USA	274
2	Chine	41
3	France	26
3	Allemagne	26
3	Japon	26
4	Royaume-Uni	25
5	Russie	11

## 2. Les supercalculateurs en Allemagne

En novembre 2010, le supercalculateur allemand JUGENE (Jülicher Blue Gene/P, constructeur : IBM) a été rétrogradé de la 5<sup>ème</sup> à la 9<sup>ème</sup> place du classement mondial des supercalculateurs les plus rapides (Top 500). A son démarrage à l'automne 2007, il était alors l'ordinateur le plus rapide d'Europe et le deuxième au monde. Il est situé dans le centre de recherche de Jülich en Rhénanie du Nord-Westphalie (Forschungszentrum Jülich – membre de la communauté des centres de recherche Helmholtz) et a été construit par IBM. JUGENE succède aux deux supercalculateurs JUMP et JUBL (Jülicher Blue Gene/L). A Jülich, **15%** des temps de calculs sont réservés à des **partenariats industriels** pour favoriser le transfert technologique.

Le "**Gauss Center for Supercomputing**" (GCS), fondé le 13 avril 2007 sous l'impulsion de la Ministre de la recherche allemande Annette Schavan, représente l'infrastructure réunissant les compétences des trois plus grands centres informatiques allemands, à savoir le **NIC** (Jülich), le **HLRS** (Stuttgart) et le **LRZ** (Garching - Bavière). Il est financé par le Ministère fédéral de l'enseignement et de la recherche (BMBF) à hauteur de **30 millions d'euros**, en collaboration avec les Ministères de la recherche du Bade-Wurtemberg, de Bavière et de Rhénanie du Nord-Westphalie ainsi qu'avec la communauté des centres de recherche Helmholtz.

## 3. Les supercalculateurs en France

Dans le même classement de référence Top-500, la France arrive en 6<sup>ème</sup> position mondiale grâce au **TERA-100**, développé par BULL et le CEA. Le supercalculateur Tera-100, qui succède au TERA-10 (52 Téraflops) atteint une puissance théorique de 1,25 Pétaflop depuis mai 2009. Sa puissance de calcul est destinée au Programme de Simulation du CEA visant à garantir la fiabilité des armes de dissuasion nucléaire, à la conception des centrales nucléaires du futur et des grandes infrastructures liées au Cloud Computing (Informatique dans les nuages).

Tera-100 est constitué de 4 300 serveurs de type bullx série S, il intègre 140.000 cœurs Intel Xeon série 7500, 300 To de mémoire centrale et disposera d'une capacité totale de plus de 20 Po de stockage (équivalent à 25 milliards de livres), pour un débit de 500 Go/sec.

Un second supercalculateur, équivalent au Tera-100, est en cours de développement avec l'appui du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et devrait être opérationnel à l'horizon 2011-2012.

Depuis 2007, la France a adopté une politique d'ouverture en matière de calcul intensif en créant le **GENCI**, le Grand Equipement National de Calcul Intensif. Il s'agit d'une société civile détenue à 49 % par l'Etat représenté par le Ministère de la Recherche et l'Enseignement Supérieur, 20 % par le CEA, 20 % par le CNRS, 10 % par les Universités et 1% par l'INRIA. Elle a pour mission de mettre en place et assurer la coordination des principaux équipements et de promouvoir l'organisation d'un espace européen du calcul intensif. Les équipements sont ainsi ouverts à toutes les communautés scientifiques intéressées, académiques ou industrielles, nationales, européennes ou internationales.

#### 4. Les projets en Europe

Créé en avril 2010, **PRACE** (Partenariat pour le calcul de haute performance) est un projet qui regroupe 20 pays européens, dont la France et l'Allemagne. Son but est de promouvoir les infrastructures distribuées de calcul intensif. Le service comprendra à terme 4 centres et sera renforcé par les centres nationaux et régionaux avec lesquels des collaborations seront établies et soutenues par les technologies de grilles (réseaux informatiques). Le projet PRACE est financé par le 7ème PCRD de la Communauté Européenne.

La première machine intégrée dans PRACE est le supercalculateur **JUGENE** (système IBM BlueGene/P) du Centre de Calcul de Jülich et membre du "GAUSS Center for Supercomputing" (cf. §2). Elle est ouverte à la communauté scientifique européenne depuis le 1er juillet 2010 dans le cadre d'un premier appel à projets européen. Le **GENCI** (France), le "**Gauss Center for Supercomputing**" (Allemagne) ainsi que d'autres institutions européennes sont dorénavant réunis dans la première phase d'implémentation du projet. Un second appel à projets doit avoir lieu au 2ème semestre 2010.

De la même manière que les capacités du supercalculateur JUGENE ont été ouvertes à la communauté scientifique européenne, un second centre, cette fois-ci d'origine française, devrait être intégré dans PRACE d'ici à la fin 2010.

## Annexe 1 : les supercalculateurs et centres en France et en Allemagne

### En Allemagne

Institut/Ville	Description du/des Supercalculateurs	Caractéristiques techniques
Stuttgart (HLRS) <a href="http://www.hlrs.de">http://www.hlrs.de</a>	Membre du centre GAUSS. Autres ordinateurs mis à disposition au HLRS : Nec Asama, Nec Linux cluster, Cray XD1, Cray Opteron cluster, HP zx6000 cluster <u>Partenaires</u> : T-Systems Networks, Porsche Networks, DaimlerChrysler Networks	NEC SX-8 Cluster 8 processeurs 72 nœuds mémoire centrale : 9,2 Térabytes vitesse : 12 Téraflops
Jülich (FZJ) <a href="http://www.fz-juelich.de/portal">http://www.fz-juelich.de/portal</a>  Institut central pour les mathématiques appliquées (ZAM) <a href="http://www.zam.de">http://www.zam.de</a>  Institut informatique John von Neumann de Jülich (NIC) <a href="http://www.nic.de">http://www.nic.de</a>	Membre de la communauté Helmholtz des centres de recherche allemands  Jülicher BlueGene/L – Superrechner (JUGENE) Mise en service depuis l'automne 2007  NIC membre du centre GAUSS	Jülicher Blue Gene/P 65000 processeurs 294 912 cœurs Constructeur : IBM Mémoire : 220Téraflops
Leibniz Rechenzentrum (LRZ) <a href="http://www.lrz-muenchen.de">http://www.lrz-muenchen.de</a>	Membre du centre GAUSS  Höchstleistungrechenzentrum Bayern II (HLRB II) Mis à disposition des universités bavaroises	SGI Altix 4700 9728 cœurs Vitesse : 62,3 Téraflops mémoire : 39 Térabytes  SGI Altix 3700 Bx2 128 processeurs vitesse : 819 Gigaflops mémoire : 512 Gigabytes
Scientific Supercomputing Center (SCC) Karlsruhe <a href="http://www.rz.uni-karlsruhe.de/ssck/ssck.php">http://www.rz.uni-karlsruhe.de/ssck/ssck.php</a>	Calculateur universitaire parallèle, calculateur vectoriel parallèle	HP XC4000 750 France (4 cœurs chacun) vitesse : 15,6 Téraflops mémoire : 12 Térabytes  HP XC6000 vitesse : 1,9 Téraflops mémoire : 2Térabytes  NEC SX-8R vitesse : 563,2 Gigaflops mémoire : 256 Gigabytes
Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstrechenleistung <a href="http://www.hlrn.de/">http://www.hlrn.de/</a> ZIB (Berlin) <a href="http://www.zib.de/">http://www.zib.de/</a> RRZN (Hannovre) <a href="http://www.rrzn.uni-hannover.de/">http://www.rrzn.uni-hannover.de/</a>	Conception commune des Länder de Berlin, Brême, Hambourg, Basse-Saxe, Mecklembourg- Poméranie occidentale et Schleswig-Holstein. Le supercalculateur du HLRN relie le centre Konrad Zuse de recherche sur les technologies de l'information de Berlin (ZIB) au centre régional de calcul de Hanovre (RRZN).	IBM pSeries690 768 processeurs 24 nœuds mémoire : 2 Térabytes vitesse : 166 Gigaflops

## En France

CNRS	Supercalculateur fabriqué par IBM constitué de deux systèmes : 10 armoires BlueGene/P et huit rack Power 6. Le premier permet l'interconnexion d'un grand nombre de processeurs travaillant simultanément et le deuxième assure le partage d'une grosse mémoire par nombre réduit de processeurs.	10 armoires BlueGene/P et 8 racks Power 6 Vitesse : 207 Téraflops (Juillet 2008)
Direction des Applications Militaires, CEA	Un supercalculateur français conçu et fabriqué par Bull, mis en service au début de l'année 2006 et devenu l'un des plus puissants supercalculateurs d'Europe et le 19 <sup>ème</sup> au monde.  Le supercalculateur Tera-100 succède au TERA-10 atteint une puissance théorique de 1,25 Pétaflop depuis mai 2009.	TERA-10, Bull 9968 processeurs Mémoire : 26,1 Térabytes Vitesse : 52 Téraflops
		TERA-100, Bull Mémoire : 300 Térabytes Vitesse : 1,25 Pétaflops 4300 serveurs 140 000 cœurs Intel Xeon 7500 20 Térabytes d'espace de stockage Débit de 500 Go/sec
CCRT-CEA Centre de Calcul Recherche et Technologie	Centre de calcul se composant de plate-formes vectorielles (Mercure) et scalaires (Platine, Tantale) afin de répondre à l'ensemble des besoins des utilisateurs. Les plate-formes vectorielles sont hébergées par un système de stockage "acier". Sa puissance de calcul dépasse aujourd'hui 50 Téraflops par association des supercalculateurs.	PLATINE, Bull 7680 processeurs Mémoire : 23,04 Térabytes Vitesse : 42,1 Téraflops MERCURE, NEC Vitesse : 2 Téraflops TANTALE, HP Vitesse : 2,4 Tflops
IDRIS (CNRS) <a href="http://www.idris.fr/">http://www.idris.fr/</a>	L'Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique fondé en novembre 1993, est le centre majeur du CNRS pour le calcul numérique intensif de très haute performance.	NEC SX-8 Vitesse : 1,28 Téraflopp Mémoire : 640 Gigabytes
		IBM Power4 1024 processeurs Vitesse : 6,55 Téraflops Mémoire : 3,136 Térabytes
GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif) <a href="http://www.genci.fr/">http://www.genci.fr/</a>	Le Grand Equipement National de Calcul Intensif a pour mission de mettre en place et assurer la coordination des principaux équipements et de promouvoir l'organisation d'un espace européen du calcul intensif.	

## Annexe 2 : Les acteurs de l'industrie

IBM <a href="http://www.ibm.com/fr">http://www.ibm.com/fr</a>	International Business Machines Corporation (IBM) (Armonk, NY, USA) fabrique et vend le matériel d'ordinateur, le logiciel, les services d'infrastructure et les services de conseil.	Exemples : JUBL, JUGENE, JUMP (FZJ), IBM pSeries690 (ZIB), IBM Power6 System (DKRZ), IBM Power4 (IDRIS)
HP <a href="http://www.hp.com">http://www.hp.com</a>	L'une des plus grandes sociétés de technologie de l'information au monde. En 2002, Hewlett-Packard a fusionné avec Compaq, une décision controversée prévue pour faire devenir à la compagnie le chef de fil du calcul personnel.	Exemples : HP XC4000, HP XC6000 (SSC)
Dell <a href="http://www.dell.com">http://www.dell.com</a>	Compagnie américaine de matériel d'ordinateur. Il développe, fabrique un éventail de PC, serveurs, dispositifs de stockage de données, commutateurs de réseau, aides numériques personnels (PDAs), logiciel, périphériques.	
NEC <a href="http://www.nec.com">http://www.nec.com</a>	Compagnie multinationale de technologies de l'information siégeant au Japon. NEC fournit des solutions en matière de technologies (IT) et de réseau de l'information aux entreprises, aux fournisseurs de services de communications et au gouvernement	Exemples : NEC SX-8 (HLRS) NEC SX-6 (Earth simulator)
SGI <a href="http://www.sgi.com">http://www.sgi.com</a>	Silicon Graphics, Inc. fournit des serveurs, supercalculateurs et clusters	Exemple : SGI Altix 4700 (LRZ Garching)
Cray <a href="http://www.cray.com">http://www.cray.com</a>	Fabricant de supercalculateur basé à Seattle (Washington). Cray Inc. a été constitué en 2000 après le rachat par Tera Computer Company de la branche recherche de SGI	
Bull <a href="http://www.bull.com">http://www.bull.com</a>	Fournisseur de supercalculateurs, serveurs, systèmes de stockage d'information, logiciels...	Tera-100
Intel <a href="http://www.intel.com">www.intel.com</a>	Multinationale américaine leader sur le marché des microprocesseurs et circuits intégrés spécialisés	
AMD, Advanced Micro Devices, Inc. <a href="http://www.amd.com">http://www.amd.com</a>	Fabricant américain de circuits intégrés fondé en 1969, deuxième plus grand fournisseur de processeurs de x86-compatible, principal fournisseur de mémoire instantanée non-volatile/	