

CONFÉRENCE DE PRESSE

Le CNRS donne à la recherche française une puissance inégalée de calcul et étend ses horizons avec l'aide d'IBM

7 janvier 2008

DOSSIER DE PRESSE

Contacts presse

CNRS
Julien Guillaume
T 01 44 96 46 35
Julien.guillaume@cnrs-dir.fr

IBM
Armelle Baumard
T 06 82 66 21 88
a.baumard@fr.ibm.com



Sommaire

- > Communiqué de presse du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
- > Communiqué de presse CNRS/IBM
- > Une nouvelle frontière pour la science du 21^{ème} siècle : la simulation numérique et le calcul de haute performance
- > La nouvelle plate-forme de calcul intensif du CNRS au service de la recherche française
- > IBM et la recherche
- > Planche photos CNRS



Paris, le 3 janvier 2008

Communiqué de Presse

Valérie Pécresse, ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, se félicite de l'accord intervenu entre le CNRS et IBM pour l'acquisition et le déploiement d'un ordinateur qui dotera la France – hors ordinateurs utilisés à des fins militaires – du troisième ordinateur au niveau mondial, après les Etats-Unis et l'Allemagne.

Ce nouveau superordinateur vient renforcer la capacité nationale de calcul mise à disposition de la communauté scientifique, quels que soient les établissements d'appartenance ou les disciplines de rattachement. Il permettra d'accélérer les priorités de recherche fixées par le Président de la République. Il s'intégrera dans un réseau d'ordinateurs déployés au niveau communautaire, permettant de renforcer l'espace européen de la recherche dans ce secteur stratégique.

Cette opération s'inscrit parfaitement dans les missions du CNRS, qui consistent notamment à déployer et maintenir de très grandes infrastructures de recherche utiles pour l'ensemble de la communauté scientifique française.

Valérie Pécresse, soulignera l'importance de cette acquisition et ses conséquences pour la recherche française au cours d'un point de presse, auquel prendront également part Catherine Bréchnignac, Présidente du CNRS, Arnold Migus, Directeur général du CNRS et Daniel Chaffraix, Président IBM France, qui aura lieu le lundi 7 janvier 2008 à 12 h 30 au siège du CNRS (3, rue Michel-Ange, Paris 16^e)

Contact presse :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche : 01 55 55 84 32

Le CNRS donne à la recherche française une puissance inégalée de calcul et étend ses horizons avec l'aide d'IBM

Paris, le 7 janvier 2008 – Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) choisit IBM pour offrir une nouvelle dynamique à la recherche française. L'objectif est de mettre à la disposition des chercheurs la puissance de calcul indispensable pour mener à bien des simulations numériques et des calculs de haute performance, approche essentielle pour la recherche scientifique du 21^{ème} siècle. Le CNRS propulse la France au premier plan européen et dans le peloton de tête des pays pour la puissance de calcul scientifique : un atout décisif pour notre recherche dans un contexte compétitif en termes d'enjeux économiques et sociétaux.

Cette toute nouvelle puissance de calcul permettra d'aborder des problèmes scientifiques de plus en plus complexes. Par exemple, en matière de recherches sur le climat, répondre aux questions que pose le réchauffement climatique dépend de l'accès à des moyens de calcul intensif. Ceux-ci permettront par exemple de quantifier la probabilité d'événements extrêmes ou d'étudier les impacts sur les écosystèmes. La chimie est aussi un des domaines utilisateur du calcul intensif, que ce soit pour des applications industrielles ou des enjeux de société. Ainsi, la combustion dans l'air des hydrocarbures usuels fait intervenir plusieurs centaines d'espèces chimiques et quelques milliers de réactions élémentaires. Une augmentation d'un facteur 100 de la puissance de calcul devrait permettre de mieux comprendre et contrôler ces mécanismes. On pourra alors aborder l'utilisation optimisée des biocarburants ou encore la minimisation de formation des suies. La biologie est un domaine en émergence dans le domaine du calcul scientifique, en particulier en ce qui concerne la compréhension de mécanismes réactionnels, l'ingénierie des interactions protéine-ligand, le repliement de protéines et de façon générale la simulation de la complexité du vivant, jusqu'aux cellules, aux organes ou aux écosystèmes.

Depuis 2000, le CNRS, à travers l'IDRIS, son centre national de calcul situé à Orsay, collabore avec IBM pour apporter aux chercheurs des moyens de calculs intensifs toujours plus performants grâce à un environnement de supercalculateurs d'avant-garde. Avec cette nouvelle plateforme qui sera implantée à l'IDRIS, avec dix « armoires » Blue Gene/P dès la fin du mois de janvier et de huit « racks Power 6 » en juillet prochain, le CNRS fait sa révolution et passe d'une puissance de 6,7 Teraflops à un total de 207 Teraflops, soit des centaines de milliers de milliards de calculs à la seconde. Par ailleurs, le système Blue Gene/P et Power 6 présente un rapport « consommation d'énergie/puissance fournie » le plus bas du marché actuellement.

Cette plateforme très attendue par les scientifiques est un véritable changement d'environnement pour la communauté française et préfigure les futurs investissements qui seront réalisés dans le cadre du Grand Equipement National de Calcul Intensif. Avec ce système ouvert à tous les chercheurs, du secteur public ou des entreprises, le CNRS donne aux acteurs de la recherche française les moyens de préparer l'avenir en portant leurs applications sur des architectures qui donneront naissance aux futurs systèmes de calcul

"petaflops", c'est-à-dire capables d'exécuter des millions de milliards d'opérations à la seconde.

A propos du CNRS

For more information about CNRS, visit www.cnrs.fr

A propos d'IBM

For more information about IBM, visit www.ibm.com

Contacts Presse

IBM

Armelle Baumard

Tél : 33 6 82 66 21 88

E-mail: a.baumard@fr.ibm.com

TEXT 100 pour IBM

Karine Froger

Tél : 33 (0)1 56 99 71 39

E-mail : karine.froger@text100.fr

CNRS

Julien Guillaume

Tél : 01 44 96 46 35

E-mail: julien.guillaume@cnrs-dir.fr

Une nouvelle frontière pour la science du 21^{ème} siècle : la simulation numérique et le calcul de haute performance

Certains types de traitement réclament des puissances de calcul extrêmement importantes. Ce besoin s'accroît très rapidement en fonction de la complexité des modèles, de la masse de données à traiter, de la nécessité de raccourcir les temps de calculs. C'est le cas pour les recherches dans les domaines suivants.

Recherches sur le climat

Un enjeu majeur est de prévoir l'évolution future du climat. Répondre aux questions posées par la société sur le réchauffement climatique, suite par exemple à l'augmentation des gaz à effet de serre est entièrement dépendant de l'accès à des moyens de calcul intensif. Réduire les incertitudes, quantifier la probabilité d'événements extrêmes, dénombrer les puits de carbone et leur possible évolution suite au changement du climat, étudier les impacts sur les écosystèmes nécessite une augmentation de la puissance de calcul d'un facteur de 10 à 1 000 par rapport aux moyens actuels.

En matière de recherche sur le climat, la préférence va traditionnellement aux machines vectorielles. Ceci vient du fait que les simulations climatiques utilisent de petites grilles pour des calculs très longs (évolutions séculaires). La situation cependant évolue rapidement grâce aux efforts considérables faits depuis plusieurs années par les équipes de l'IPSL¹, au LSCE², au LMD³ et à l'OCEAN⁴. La compétition internationale incite à l'utilisation de grilles beaucoup plus grandes qui impliquent de calculer en parallèle. Le modèle de climat de l'IPSL existe désormais en version parallèle, même pour sa version couplée (« Système Terre »). Aujourd'hui, le problème le plus difficile est celui du contrôle scientifique de la qualité de ce modèle et de l'optimisation de ses performances parallèles. Une fois ces difficultés surmontées, la climatologie sera alors capable d'utiliser toutes les machines de haute performance.

Recherches en océanographie et en sciences de la terre

L'océanographie requiert également une grande capacité de calcul. Comprendre comment fonctionne la variabilité de l'océan, les interactions d'échelle, l'action des tourbillons dans le transport de chaleur et dans les cycles biologiques bénéficierait grandement d'une augmentation de calcul par des facteurs de 10 à 100 au niveau national, voire européen. La modélisation de la dynamique interne de la Terre, la modélisation de la réponse sismique, et des effets de site, lors d'un tremblement de Terre, la modélisation de la rupture sismique

¹ Institut Pierre-Simon-Laplace (CNRS/Université Paris 6/Université Versailles St-Quentin/CEA/IRD/CNES/Ecole Polytechnique/Ecole Normale Supérieure Paris).

² Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS/CEA /Université Versailles St-Quentin).

³ Laboratoire de météorologie dynamique (CNRS/Ecole Polytechnique/Université Paris 6/Ecole Normale Supérieure de Paris).

⁴ Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (Université Paris 6/CNRS/Muséum National d'Histoire Naturelle/IRD).

et de la génération des ondes courtes associées, importantes pour le génie parasismique, sont également dépendants des moyens de calcul, même si cette communauté exprime le besoin d'une hiérarchie de moyens de calcul, en particulier la nécessité d'un niveau de type mésocentre.

Recherches en astrophysique

La simulation numérique en astrophysique est en pleine expansion grâce au développement des codes et de la puissance de calcul. Les enjeux concernent la compréhension de l'univers à partir de l'exploitation des données des télescopes sol et des mesures depuis l'espace. Accéder à des moyens de calcul plus puissants jusqu'à à un facteur 1000 permettrait de simuler la formation des galaxies, des amas de galaxies, afin d'interpréter les grandes expériences de cosmologie comme le futur satellite Planck. Il permettra aussi de comprendre la dynamique interne du Soleil, la variabilité solaire, les mécanismes physiques de l'explosion des supernovae ou la formation des étoiles. Cette communauté est prête à implémenter du calcul scalaire parallèle de grande ampleur.

Recherches en physique fondamentale

Deux domaines sont particulièrement demandeurs en calcul : la physique des particules en accompagnement des expériences de physique des particules, et la chromodynamique quantique.

En physique des particules, les besoins en matière de calcul concernent l'accompagnement des expériences du *Large Hadron Collider* avec des enjeux comme la validation du modèle standard, la prospection de particules supersymétriques, la compréhension de l'absence d'antimatière dans le cosmos ou même l'immense quête de la supposée matière noire galactique. Cette communauté a des besoins très spécifiques liés à la très grande masse de données à traiter qui se compte en petaoctets. Afin d'exploiter au mieux toutes ces données, elle développe un outil complémentaire des supercalculateurs qu'est l'infrastructure en grille, répartie au niveau mondial. Ces développements, au départ pour la physique fondamentale, devraient à terme pouvoir servir aux autres disciplines qui manipulent de très grandes bases de données.

La chromodynamique quantique s'attache à comprendre l'interaction forte qui lie ensemble quarks et gluons au sein des protons et neutrons. La France a participé à un projet de R & D de l'ordinateur européen apeNEXT qui est adapté aux besoins de cette discipline. L'enjeu pour cette communauté de plus petite taille que la physique des particules serait de pouvoir contribuer à l'implémentation d'une telle machine au niveau européen de 200 teraflops soutenus dans l'immédiat, plusieurs petaflops vers 2010.

Recherches en chimie

La chimie est un des domaines utilisateur du calcul intensif que ce soit pour des applications industrielles ou des enjeux de société comme l'industrie pharmaceutique. A titre d'exemple, on peut citer l'utilisation des méthodes de la chimie théorique pour étudier les structures, les propriétés et la réactivité des complexes de métaux de transition. Il s'agit de comprendre la spécificité des réactions chimiques et le rôle joué dans une structure et dans une réaction

par tous les groupes chimiques constituant les molécules. Ces méthodes ont des applications dans la catalyse ou dans la diffusion des ions lithium dans des batteries. Ils nécessitent de représenter des systèmes de grande taille avec des calculs numériques itératifs très demandeurs en temps de calcul.

Dans le domaine des médicaments, un autre exemple est cité ci-dessous avec les applications biologiques : celui des nanostructures biologiques à l'interface entre chimie et biologie.

La simulation de la chimie détaillée de la combustion est un enjeu d'importance pour l'industrie et le développement durable. Ces travaux visent à décrire aussi précisément que possible la complexité des schémas cinétiques chimiques et des phénomènes de transport. La combustion dans l'air des hydrocarbures usuels fait intervenir plusieurs centaines d'espèces et quelques milliers de réactions chimiques élémentaires. Une augmentation d'un facteur 100 de la puissance de calcul devrait permettre de traiter des mécanismes cinétiques comportant plus d'un millier d'espèces et plus de 10000 réactions chimiques. On pourrait alors aborder, par exemple, les flammes de kérosène, l'utilisation des bio-carburants ou encore traiter la cinétique de formation des suies.

Recherches en ingénierie

En ingénierie, la simulation numérique est un outil indispensable pour aborder des enjeux industriels dans le domaine des transports, de l'énergie et du développement durable. Réduire la consommation des moteurs, réduire les émissions de gaz à effet de serre, réduire le bruit sont autant d'enjeux sociétaux et industriels qui nécessitent de disposer de capacités prédictives améliorées reposant sur la modélisation et la simulation numérique intensive. L'approche numérique est fondamentale pour simuler la turbulence, les réactions chimiques dans des fluides, les transferts dans des milieux hétérogènes, les interactions entre fluides et matériaux, la réponse des matériaux à différentes contraintes ou le développement de nouveaux matériaux. L'intégration du confort acoustique dans la conception représente aussi un important enjeu économique, les nuisances sonores représentant une source importante de gêne. Ces travaux s'effectuent le plus souvent au sein de projets alliant équipes de recherche en interaction étroite avec les industriels concernés. C'est aussi le cas de l'aéroacoustique numérique qui a connu dans les cinq dernières années un essor spectaculaire avec le développement du calcul direct du bruit d'origine aérodynamique.

Recherches en biologie

La biologie est un domaine en émergence dans le domaine du calcul scientifique. Les besoins concernent tout aussi bien la fabrication de médicaments, avec en particulier l'ingénierie des ligands, la compréhension de mécanismes réactionnels, le repliement de protéines, la simulation de la complexité du vivant, comme les cellules ou les écosystèmes. Un besoin particulier d'accès interactif à de grandes bases de données en réseau est également un enjeu majeur pour la biologie.

A titre d'exemple, on peut citer le domaine de l'interface entre la biologie et la chimie : la simulation de nanostructures biologiques. Celle-ci permet d'étudier l'assemblage et la transformation de macromolécules biologiques, des réactions enzymologiques à la clé de la fabrication de médicaments ou d'étude de mécanismes biologiques. Le repliement inverse

des protéines est également un domaine qui requiert une augmentation de puissance de calcul. L'évolution rapide des besoins de calcul intensif dans ce domaine mérite une analyse approfondie.

Recherches en mathématiques appliquées et en informatique

Les recherches en mathématiques appliquées et en informatique jouent un rôle particulier vis-à-vis de l'utilisation du calcul intensif. L'algorithmie joue également un rôle clé qui s'amplifiera dans les années à venir à mesure que les progrès du calcul intensif devront reposer de plus en plus sur l'inventivité algorithmique à mesure des progrès des supercalculateurs.

De nombreuses recherches en sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) peuvent également avoir un impact sur le calcul scientifique intensif. Certaines de ces recherches sont principalement en amont : sur les architectures, la compilation, la programmation, d'autres sont induites par les applications comme la visualisation, l'analyse de données. Enfin certaines peuvent demander une collaboration étroite avec les applications : stabilité numérique, arithmétique, algorithmique, complexité, calcul formel. Si la communauté STIC calcule peu sur les centres nationaux, les recherches concernées ont souvent besoin d'avoir accès aux machines en mode dédié pour effectuer des mesures précises.

La nouvelle plate-forme de calcul intensif du CNRS au service de la recherche française

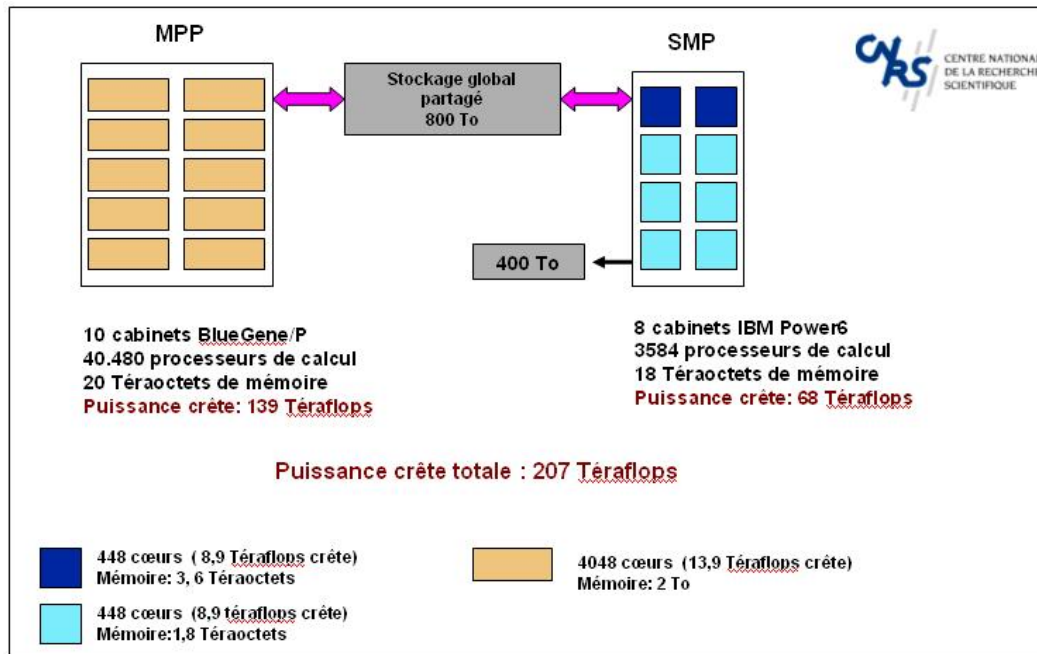
La direction du CNRS vient de rendre publique l'acquisition d'un supercalculateur à la société IBM. L'accord porte sur l'installation et la mise en service d'une plate-forme de calcul scalaire de nouvelle génération d'une puissance de calcul nominale de 207 Téraflops¹. Un seul site en Europe (Julich en Allemagne) dépasse aujourd'hui en puissance totale de calcul ces 207 Téraflops qui seront mis en service à l'IDRIS dans les mois qui viennent.

La nature et le profil des programmes informatiques demandés par les grands défis scientifiques dépendent naturellement de la discipline et du problème ciblé. La nécessité de soutenir un très large spectre de projets de recherches d'avant-garde a conduit le CNRS à choisir une architecture scalaire polyvalente et hétérogène, résultant de l'intégration de deux architectures d'ordinateurs différentes mais complémentaires :

- **Une architecture massivement parallèle appelée MPP** (pour « Massive Parallel Processing ») adaptée aux applications pouvant bénéficier d'un niveau de parallélisme « extrême ». Elle est donc optimisée pour ce type d'application, par exemple par la mise en œuvre d'un réseau d'interconnexions entre processeurs (utilisé pour échanger des informations entre les unités de calcul) pouvant soutenir sans faiblir des communications engageant des dizaines de milliers de processeurs simultanément.
- **Une architecture plus généraliste appelée SMP** (pour « Symmetric Multi Processor ») pour les applications à parallélisme modéré, destinée à assurer la relève de la plate-forme IBM Power4 « Zahir » actuellement en exploitation à l'IDRIS. Cette plate-forme permet à des ensembles de 32 processeurs de calcul de partager une très grosse mémoire.

¹ 1 Téraflops = Mille milliards de FLOPS (Floating point Operations Per Second) ou d'opérations en virgule flottante par seconde.

La figure ci-dessous schématise la nouvelle plate-forme de calcul intensif du CNRS



Le système IBM Power6, d'une puissance nominale de 68 Téraflops, sera destiné au support des applications existantes aujourd'hui à l'IDRIS, dont la plus grande partie possède un niveau de parallélisme intermédiaire à gros grain (typiquement, s'exécutant sur des petites centaines de processeurs) ou bien utilise un modèle de programmation parallèle à mémoire partagée sur 32 processeurs. Cette composante étant au mois 10 fois plus performante que la plateforme actuelle il va de soi qu'elle va entraîner une évolution qualitative et quantitative des simulations en cours actuellement.

Le système BlueGene/P, d'une puissance nominale de 139 Téraflops, est de nature plus prospective car il n'existe pas actuellement en France une plateforme massivement parallèle pour la recherche académique. Il est destiné à entraîner la communauté scientifique nationale dans le développement, le déploiement et l'exploitation des applications à fort parallélisme massif s'exécutant sur des milliers, voire des dizaines de milliers de processeurs. Cette évolution est incontournable pour accéder à des niveaux de performance au-delà du Pétaflop, nécessaires pour les grands défis scientifiques actuels.

L'image unique du système. Les deux composants de la nouvelle plate-forme de calcul n'incorporent pas les mêmes éléments matériels (processeurs, mémoire, disques) ni le même système d'exploitation (Linux pour MPP, IBM AIX pour SMP). Mais l'intégration en une

seule plate-forme de calcul à image unique pour les scientifiques qui lui confieront leurs simulations numériques se fait par :

- La disponibilité d'un système de fichiers global de haute performance, permettant une gestion unifiée des données, partagé par les deux composantes. Les utilisateurs voient un seul système de fichiers, qui est accédé par chaque composante. Cela permet une bien meilleure gestion des données pour les utilisateurs qui mettent en oeuvre les deux plates-formes.
- La disponibilité d'un système unifié de soumission et de gestion des travaux.

Le rôle de la composante Power6

L'IDRIS exploite depuis 2003 une plate-forme IBM Power 4 – architecture SMP – comportant 1024 processeurs de calcul, avec une puissance de calcul crête de 6,7 TéraFlops. L'architecture de la nouvelle plate-forme Power6 est la même, avec néanmoins un nombre important d'améliorations et de raffinements qui conduisent à des processeurs de calcul en moyenne quatre fois plus puissants que les processeurs actuels. Comme le nombre de processeurs est multiplié par trois, l'augmentation de la puissance de calcul est un facteur de l'ordre de 10-12. La migration des applications du système actuel vers le nouveau système sera très simple pour les utilisateurs, puisque l'architecture et le système d'exploitation sont identiques.

Toutefois, le rôle de la composante SMP ne sera pas simplement d'assurer la continuité des applications existantes. La très importante augmentation des ressources de calcul doit relancer les ambitions de la communauté scientifique, avec une forte évolution à la fois quantitative (simulations plus raffinées des problèmes actuels, donnant accès à des phénomènes nouveaux) et qualitative (problèmes nouveaux, portage de codes qui aujourd'hui ne s'exécutent pas sur une plate-forme SMP).

Les performances accrues des processeurs Power6 ainsi que l'accès à une très grosse mémoire sont susceptibles d'attirer de nouvelles applications qui s'exécutent aujourd'hui sur d'autres architectures dans les secteurs de la recherche sur le climat et de la mécanique des fluides.

La livraison, installation et mise en service de cette composante est prévue pour l'été 2008. A cette date, elle prendra la relève de la plate-forme scalaire actuelle.

Le rôle de la composante BlueGene/P

Ainsi qu'il l'a été souligné, l'architecture BlueGene/P est optimisée pour les applications à parallélisme massif, pouvant s'exécuter de manière performante sur des milliers, voire des dizaines de milliers, de processeurs. Pour cette raison, elle doit être considérée comme moins généraliste et plus spécialisée que la composante SMP. Nous nous attendons donc à ce qu'un sous-ensemble des projets s'exécutant aujourd'hui sur les centres nationaux bénéficie de l'accès à cette architecture.

L'absence jusqu'à ce jour d'une plate-forme massivement parallèle fait que la recherche publique en France, hors les applications de Défense, manque d'une expérience solide dans l'utilisation d'une telle plate-forme. L'IDRIS a déjà identifié un certain nombre de projets de l'ensemble de la communauté académique – notamment, dans le domaine de l'astrophysique et de l'océanographie – dont les codes possèdent un profil permettant une migration immédiate sur la plate-forme BlueGene/P. Pour le moyen et long terme, le service de Support aux Utilisateurs de l'IDRIS mettra en place dans les mois à venir un support extrêmement musclé au développement, à la migration et à l'optimisation des applications scientifiques sur BlueGene/P.

Bien que considérée comme une plate-forme spécialisée, l'expérience de ces deux dernières années aux USA et en Allemagne a montré que le spectre d'applications adaptées à cette architecture est plus large que prévu. Par « applications adaptées » nous entendons « applications extensibles » ou « scalables », c'est-à-dire les applications telles que, lorsqu'on double le nombre de processeurs qui interviennent dans l'exécution, le temps d'exécution se réduit de moitié. Ceci est une contrainte qui est loin d'être banale.

Il existe aujourd'hui un nombre important d'applications « extensibles » à des milliers, voire des dizaines de milliers de processeurs sur BlueGene/P, dans les domaines suivants :

- Chromodynamique quantique
- Transport turbulent dans un plasma confiné en tokamak (lié au projet ITER)
- Modélisation du climat
- Astrophysique
- Relativité Générale (solution des équations d'Einstein)
- Applications industrielles de la mécanique des fluides
- Dynamique moléculaire
- Chimie quantique
- Physique des matériaux
- Pétrole : étude des réservoirs
- Pétrole : sismographie
- Finances

Cette plate-forme sera installée fin janvier 2008, la mise en service étant prévue pour mars 2008.



La Recherche, un axe majeur pour IBM

- Historiquement, chez IBM, la recherche tient une place fondamentale qui ne s'est jamais démentie depuis près de 100 ans.
Les trois composantes du métier d'IBM aujourd'hui (les systèmes, les logiciels, les services) sont en permanence alimentés en innovation et apport de nouvelles technologies pour être à la pointe et accompagner nos clients dans leur stratégie de transformation.
- L'évolution des métiers d'IBM est fondée sur son potentiel et son investissement en R&D.
Investissement historique et effort soutenu d'IBM dans la recherche fondamentale et appliquée : sur les 3 000 chercheurs, 25 % sont dédiés à la recherche fondamentale et 75 % se consacrent à la recherche appliquée orientée vers les systèmes, les logiciels et les services.
 - < 30 000 brevets déposés depuis plus de 10 ans
 - < Près de 3 400 par an
 - < 6 milliards de dollars investi chaque année dans la recherche
 - < IBM N°1 mondial pour la 14^e année au vu du nombre de brevets déposés
- Avec 8 laboratoires répartis dans le monde, IBM réinvestit pour innover et proposer à ses clients des solutions toujours plus à la pointe et appliquées aux grands défis de nos sociétés (cellules solaires, traitement de l'eau, sources d'énergie intelligente, météorologie). Les équipes travaillent au sein des laboratoires d'IBM d'Almaden, Austin, China, Haifa, India, Tokyo, Watson, Zurich répartis dans 6 pays.
- IBM a, par ailleurs, lancé un programme d'investissements ambitieux pour développer, en France, le Centre d'IBM La Gaude (Alpes Maritimes). Ce centre d'étude et de recherche recrée des scénarios réels par secteur, dans un espace dédié de 930m², en lien avec les spécificités de chaque industrie, en s'appuyant sur des solutions technologiques avancées. Cette approche très visuelle met en scène des simulations dans le domaine de la grande distribution, de la santé, de l'assurance et des télécommunications. Les clients et les spécialistes IBM peuvent ainsi travailler conjointement à la conception et au développement de solutions qui répondent aux enjeux économiques de chaque secteur. Le centre de recherche de la Gaude accueille aussi le Centre mondial d'Excellence pour l'Energie Nucléaire en France. Ce centre s'inscrit dans la stratégie d'IBM qui vise à accompagner les ingénieristes et les opérateurs du nucléaire en leur permettant d'améliorer la conception, la sûreté et l'efficacité opérationnelle des centrales dans la production d'un kiloWatt-heure sûr, propre et compétitif.
- Du Mobile Health Tool Kit (autodiagnostic de santé à la maison), au microscope à effet tunnel, ou bien encore les découvertes technologiques telle que les plateformes collaboratives et les travaux et les investissements massifs d'IBM dédiée à la communauté de développeurs pour la promotion des standards ouverts, IBM est à la charnière des métiers de recherche, d'innovation et d'expertise métiers.

- Pôles de compétitivité : Fédérer les savoirs de chacun et ainsi favoriser l'innovation, voilà une des missions auxquelles IBM entend participer activement, en collaboration avec le monde de l'Education et de la Recherche.

Dans cette perspective, IBM est un acteur engagé dans la formation des pôles de compétitivité lancée par le gouvernement français afin d'améliorer la compétitivité du pays en favorisant l'innovation. Cette politique industrielle de grande envergure entend regrouper acteurs publics, enseignement, groupes industriels et centres de recherche autour d'un même objectif : favoriser la création de richesses nouvelles, les partenariats, ainsi que la Recherche & Développement.

IBM est notamment impliquée dans deux pôles de compétitivité :

- Pôle mondial « Solutions Communicantes Sécurisées » (IBM La Gauce)

Ce projet, qui réunit outre IBM des acteurs tels que STM, Tagsys, l'Ecole des Mines de Saint Etienne ou le CHU de Nice, doit permettre de répondre aux problématiques de traçabilité dans le milieu de la santé. IBM intervient sur la technologie RFID appliquée au projet « BioBanque – Tumorothèque » : développement d'une solution intégrée RFID pour optimiser la gestion des ressources d'échantillons humains permettant aux « Cancer pôles » de disposer d'un inventaire exhaustif des ressources biologiques et des données cliniques.

- Pôle « Q@LI-MEDiterranée » - Systèmes agroalimentaires durables et qualité de vie en Méditerranée (IBM Montpellier)

Ce projet réunit des entreprises agricoles et agroalimentaires et de Sanofi-Aventis pour apporter son expertise dans le domaine des systèmes d'information (gestion des données, de calculs et de modélisations scientifiques). IBM a développé une plate-forme de collaboration et d'intégration, réutilisable et modulable, développée dans un environnement SOA, qui facilite la collaboration entre les différents acteurs du pôle. Cette plate-forme est financée par la Région et la DRIRE.

■ L'engagement d'IBM dans la recherche, quelques exemples

Décryphon

Depuis 2005, IBM en France a axé ses efforts en matière de recherche autour du Programme Décryphon, créé en partenariat avec l'AFM et le CNRS. Le programme Décryphon vise à faire progresser la recherche génomique et protéomique pour accélérer la compréhension des maladies génétiques, notamment neuromusculaires grâce à la technologie de Grid Computing. La plate-forme Décryphon est composée d'une grille dite « universitaire » constituée des supercalculateurs et serveurs centraux offerts par IBM à 6 universités et organismes contributeurs (Bordeaux 1, Lille 1 et Paris 6 Jussieu, Orsay, ENS Lyon, le CRIHAN à Rouen), et d'une grille dite "d'internautes" fonctionnant sur World Community Grid. Depuis le lancement du programme, huit projets de recherche en génomique et protéomique ont été sélectionnés et utilisent cette grille Décryphon.

Projet Blue Brain : IBM et l'EPFL partent à la découverte du cerveau

Le supercalculateur Blue Gene d'IBM s'attaque à un défi majeur : permettre aux scientifiques de créer un modèle numérique 3D du cerveau. IBM et l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) ont annoncé en 2005 le lancement d'une initiative majeure, le projet Blue Brain, qui donne un nouvel élan à la recherche sur le cerveau. Les scientifiques des deux organisations collaborent à la création d'un modèle détaillé des microcircuits du néocortex, la plus grande et plus complexe partie du cerveau humain. Pour ce faire, ils utilisent l'impressionnante capacité de calcul du supercalculateur Blue Gene d'IBM, le calculateur le plus rapide au monde. Les scientifiques espèrent pouvoir par la suite étendre le projet à d'autres parties des hémisphères cérébraux et obtenir ainsi un modèle numérique précis de l'ensemble du cerveau. Les chercheurs vont donc utiliser le modèle virtuel pour effectuer des simulations numériques au niveau moléculaire et en apprendre plus sur des processus internes tels que la réflexion, la perception et la mémoire. Ils espèrent en outre que cette expérience leur permettra de mieux comprendre comment et pourquoi certains microcircuits dysfonctionnent, entraînant, on le pense, des désordres psychiatriques tels que l'autisme, la schizophrénie et la dépression.

« Etablir un modèle du cerveau au niveau cellulaire est une entreprise gigantesque si l'on considère les milliers de paramètres qui doivent être pris en compte », explique Henry Markram, le professeur de l'EPFL qui dirige le projet. « IBM dispose d'une expérience inégalée au niveau des simulations

biologiques et de la technologie la plus avancée au monde pour ce qui est des superordinateurs. Nous avons combiné nos ressources et notre expertise pour nous embarquer dans l'une des initiatives de recherche les plus ambitieuses jamais entreprises dans le domaine de la neuroscience. »

Le projet Genographic

La National Geographic Society et IBM ont lancé en 2005 la plus ambitieuse étude anthropologique jamais menée visant à retracer l'épopée migratoire de l'espèce humaine. Le projet Genographic, un partenariat de recherche sur 5 ans, consiste à analyser en laboratoire et par ordinateur des échantillons d'ADN prélevés auprès de centaines de milliers de personnes. La base de données qui en résultera hébergera l'une des plus importantes collectes d'informations sur la génétique humaine, et constituera une ressource inégalée pour les généticiens, les historiens et les anthropologistes.

«Notre ADN porte en lui une histoire commune à tous les êtres humains. Dans les cinq prochaines années, nous allons tenter de décrypter cette histoire, que nous risquons sinon de ne jamais connaître en raison de plus fortes migrations et d'un plus important mélange des populations que par le passé», explique le directeur du projet, Spencer Wells. Dix centres de recherche seront installés à travers le monde pour permettre aux équipes du projet, composées de scientifiques internationaux et de chercheurs d'IBM, de collecter les échantillons, analyser leurs résultats et déterminer ainsi les origines génétiques de l'homme contemporain. Des scientifiques du Centre de bio-informatique d'IBM, l'un des plus importants centres de recherche en sciences du vivant dans le monde, utiliseront des technologies d'analyse et des techniques de tri de données avancées pour interpréter les échantillons collectés, et découvrir éventuellement de nouveaux schémas et de nouvelles connexions au sein des données qu'ils contiennent. IBM fournira également l'infrastructure et l'expertise informatique de base qui permettront de gérer les centaines de milliers de génotypes analysés dans le cadre du projet Genographic. La collecte d'échantillons d'ADN sera effectuée auprès de populations indigènes, dont l'ADN contient des marqueurs génétiques clés qui sont restés relativement inchangés pendant plusieurs centaines de générations, et constituent ainsi des indicateurs fiables des schémas migratoires anciens.

Avatar 3D développé par le laboratoire de recherche IBM de Zurich

Les chercheurs d'IBM mettent au point un avatar 3D modélisant le dossier médical du patient : IBM Anatomic and Symbolic Mapper Engine (ASME) permet d'interagir d'un simple clic sur une zone du corps humain pour effectuer une recherche et accéder à des informations sur le passé médical du patient comme les résultats de laboratoire ou les radiographies

Le Blue Gene IBM : un titan parmi les supercalculateurs

- Blue Gene est actuellement le **supercalculateur le plus rapide au monde**. 4 ordinateurs Blue Gene sont classés parmi les 10 ordinateurs les plus puissants de la planète (source : top500.org de novembre 2007). Le numéro 1 est un Blue Gene IBM installé au Lawrence Livermore National Laboratory en Californie. Le numéro 2 est également un Blue Gene IBM situé en Allemagne au Forschungszentrum Juelich.
- Tirant son nom de ses premières utilisations pour comprendre le génome humain, la famille Blue Gene a su évoluer et se trouver de nombreuses autres applications. Le projet Blue Gene fut lancé en 1999. Cette année, nous célébrons l'anniversaire de l'ancêtre du Blue Gene : l'ordinateur Deep Blue, plus connu pour avoir remporté un match d'échec en 6 parties contre le champion du monde en titre Garry Kasparov.
- A l'occasion de l'International Supercomputing Conference (ISC) à Dresde, IBM a annoncé le 26 juin dernier la deuxième génération de Blue Gene, baptisée Blue Gene/P. On peut comprendre son surnom de « titan parmi les supercalculateurs » puisque celui-ci triple la puissance de son prédécesseur le Blue Gene/L et pousse encore plus loin les frontières du calcul de haute performance. Désormais capable de franchir le seuil symbolique du pétaflop

(et pouvant atteindre les 3 pétaflops avec 216 racks dans l'état de la technologie actuelle), un million de milliards de calculs s'exécutent à la seconde. Pour bien se représenter la puissance de ce nouveau système, il faudrait empiler des portables sur une hauteur de 2km pour atteindre la performance d'un pétaflop. Il est donc 100 000 fois plus puissant qu'un PC de maison et tout cela consommant 7 fois moins d'énergie qu'un supercalculateur traditionnel et occupant une surface au sol bien moindre.

- L'applicabilité de Blue Gene/L s'était progressivement étendue des centres de recherche académiques généralistes (physique, biologie, astronomie..) vers les industriels : outre les agences gouvernementales et les universités américaines « adopteurs précoces » de cette technologie, plusieurs industriels y voient désormais, avec le besoin exponentiel en puissance et les contraintes d'environnement de plus en plus fortes, une alternative performante et écologique. La France a été pilote sur ce plan, avec 1 rack vendu au Cerfacs (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique), qui met à la disposition d'industriels comme Airbus et Renault, la puissance du Blue Gene pour certaines de leurs applications. Ceci permet au Cerfacs d'effectuer des calculs massivement parallèles pour réaliser des simulations d'une chambre de combustion d'un hélicoptère ou résoudre les grands défis liés aux changements climatiques ou la mécanique des fluides.
- Une machine Blue Gene a été commandée en 2005 par la société d'astronomie *Astron*, aux Pays-Bas, à des fins de recherche astronomique. Celui-ci permettra de comprendre et de visualiser l'époque la plus ancienne de l'univers et le Big-bang.
- Une autre application du Blue Gene concerne le projet Blue Brain. Acquis par l'école polytechnique de Lausanne en Suisse, celui-ci a pour objectif de simuler le cerveau humain afin de mieux traiter certaines maladies comme l'Alzheimer ou Parkinson. Il accélérera la recherche sur le cerveau et permettra de visualiser de manière inédite les microcircuits formés par les neurones.

Visuels disponibles sur des champs de recherche concernés par le nouveau calculateur

Contacts photothèque
Marie Mabrouk ou Christelle Pineau
phototheque@cnrs-bellevue.fr

Référence : **2001N00677**

Image de la nébuleuse planétaire de l'hélice prise au télescope Canada-France-Hawaii. La nébuleuse planétaire de l'Hélice est une étoile qui en fin de vie a éjecté de grande quantité de gaz. Les restes de l'étoile au centre constituent une naine blanche. Elle se trouve à environ 500 années-lumière du système solaire.

© CNRS-Photothèque/INSU/CFHT



Référence : **2007N01441**

Photo prise au maximum de l'intensité du cyclone tropical Katrina, la veille de son arrivée sur la Nouvelle-Orléans. On y voit des détails du "mur de l'oeil" constitué de masses nuageuses qui semblent torsader autour de l'oeil : résultat de la combinaison des mouvements verticaux et du puissant mouvement cyclonique.

© CNRS Photothèque / Franck ROUX



Référence : **2006N00988**

Simulateur de conduite SHERPA-LAMIH. Simulateur monté sur six véris, équipé d'une cabine de véhicule complètement instrumentée, de trois écrans frontaux (180°), de trois écrans miniatures installés dans les rétroviseurs, de retours d'effort et sonore. L'environnement logiciel du simulateur permet la construction sur mesures de bases de données visuelles et de l'environnement de conduite (route, habillage du paysage, trafic...) répondant au mieux aux besoins des chercheurs et permettant ainsi la simulation d'accidents, l'analyse de l'activité de conduite, de la position du conducteur...

© CNRS Photothèque / François JANNIN



Références : **2006N01029**

Analyse élémentaire par spectromètre de masse à couplage plasma (ICP). Cet appareil est utilisé pour repérer la présence de métaux dans des échantillons biologiques et aussi pour différencier les espèces d'un même métal.

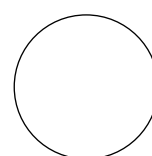
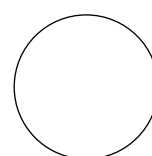
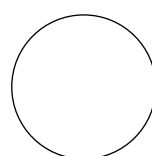
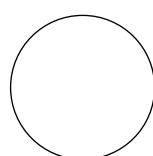
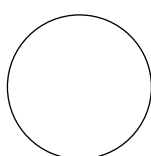
© CNRS Photothèque / Alexis CHEZIERE



Référence : **2007N01315**

Relevé de données sur le glacier de l'Astrolabe - LGGE de Grenoble - Terre Adélie - Antarctique 2007.

© CNRS Photothèque/IPEV / Katell PIERRE



Référence : **2007N00999**

Bouquets de nanofils d'oxyde de zinc (ZnO). La microscopie électronique à balayage (colorisée) montre des nanofils qui s'autoassemblent en bouquets microscopiques. Ces nanofils constituent le matériau actif de cellules solaires.

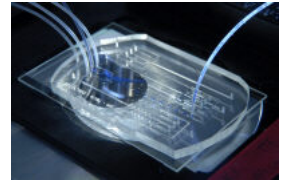
© CNRS Photothèque / David ZITOUN



Références : **2006N00028**

Injection de produits colorés et circulation de micro-gouttes dans une puce microfluidique en PDMS (un gel de polymère : le polydiméthylsiloxane). Suivi du mélange et de réactions chimiques en micro-gouttes.

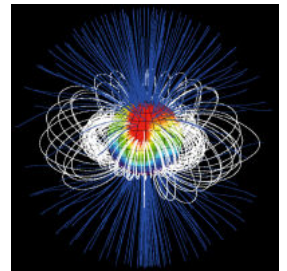
© CNRS Photothèque / Hubert RAGUET



Référence : **2006N00211**

Structure du champ magnétique de l'étoile V374 Pegasi. Une équipe internationale d'astrophysiciens, vient de réaliser la première carte magnétique d'une étoile de très faible masse (baptisée naine rouge) à l'aide de l'instrument ESPaDOnS récemment installé au foyer du télescope Canada-France-Hawaii. Au lieu de la structure complexe à laquelle les chercheurs s'attendaient, ils ont au contraire mis en évidence un système magnétique aussi simple que celui de la Terre ou d'une barre aimantée. Ce résultat remet en cause nos connaissances sur la formation des champs magnétiques du Soleil et des étoiles. À terme, il pourrait permettre de mieux prédire l'activité du Soleil et son impact sur le climat terrestre.

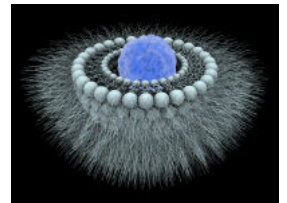
© CNRS Photothèque/LATT, OMP, INSU / Jean-François DONATI / M. JARDINE



Référence : **2007N00957**

Liposome pégylé dont la surface est recouverte d'un polymère hydrophile et flexible, ici du polyéthylène glycol (PEG). C'est un vecteur de médicament de deuxième de génération qui n'est pas capté par le foie comme le sont les vecteurs de première génération. Le liposome est une vésicule biodégradable constituée d'une double couche de phospholipides et d'un compartiment aqueux. Le principe actif du médicament est encapsulé dans la phase aqueuse quand il est hydrophile, et dans la bicouche quand il est lipophile. La structure phospholipidique du liposome est proche de celle de la membrane de la cellule : on dit qu'il est biomimétique. Un liposome est environ 70 fois plus petit qu'un globule rouge. Sa taille varie entre 100 et 300 nm.

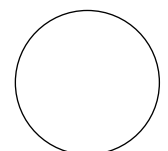
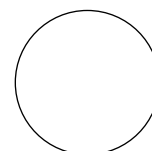
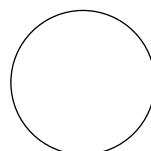
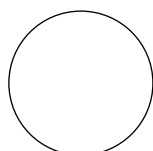
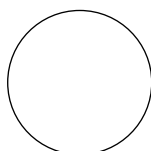
© CNRS Photothèque/SAGASCIENCE / François CAILLAUD



Référence : **2006N00543**

Salle des séquenceurs. Les produits issus de la réaction de séquençage de l'ADN sont séparés en fonction de leur taille par électrophorèse dans un des 96 ou 394 capillaires du séquenceur.

© CNRS Photothèque / Hubert RAGUET



Référence : **2007N01137**

Deux des quatre télescopes de 13 m de diamètre de l'expérience HESS (High Energy Stereoscopic System), située en Namibie, formant actuellement le détecteur de gamma de très haute énergie le plus sensible au monde. Les rayons gamma qui pénètrent dans l'atmosphère génèrent une cascade de particules émettant un flash de lumière bleue peu intense, appelée lumière Tcherenkov et ne durant que quelques milliardièmes de seconde. Cette lumière est réfléchiée par des miroirs puis enregistrée par des caméras ultra-sensibles. Chaque image donne la direction dans le ciel d'un photon gamma, et son énergie.

© CNRS Photothèque / Claude DELHAYE



Références : **2006N01328**

Lâcher de ballon pour l'étude des caractéristiques de l'atmosphère au dessus de la station Concordia, à Dôme C. Ces mesures sont effectuées dans le cadre des observations météorologiques de routine menées sur la station par le Programme de Recherche Antarctique italien (PNRA). Les observations ainsi recueillies sont intégrées aux réseaux météorologiques internationaux, mais servent également de données climatologiques de base pour les autres programmes scientifiques présents à Concordia (astronomie, glaciologie, chimie de l'atmosphère etc...).

© CNRS Photothèque/IPEV / Yves FRENOT



Référence : **2005N00933**

Arrivée d'un courant de densité "tracé" par les particules du sol qu'il soulève au fur et à mesure de sa progression, à Hombori au Mali. Ce phénomène, de nature convective, porte le nom de haboob. Photo prise pendant la campagne AMMA (Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine).

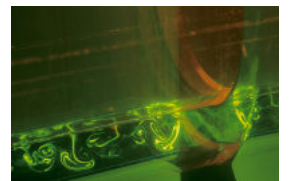
© CNRS Photothèque / Françoise GUICHARD / Laurent KERGOAT



Référence : **2005D00411**

Tourbillons dans un dispositif Taylor-Couette : ce dispositif consiste en deux cylindres concentriques. Le cylindre intérieur est en rotation et l'entrefer est rempli d'eau stratifiée en densité. Par instabilité centrifuge, l'écoulement est ondulatoire, tourbillonnaire ou turbulent en fonction du régime choisi, ce qui permet d'étudier l'efficacité des mécanismes de mélange pour ces différents régimes. Le mélange joue un rôle clé dans les écoulements géophysiques et le transport d'énergie.

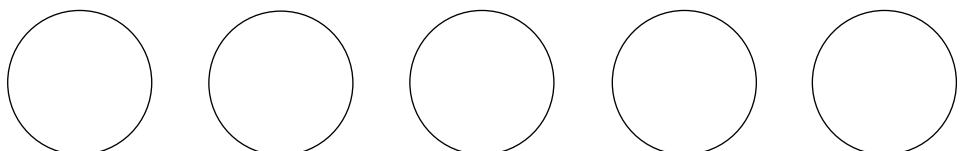
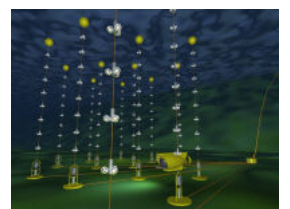
© CNRS Photothèque / Emmanuel PERRIN



Références : **2003N01169**

Représentation en images virtuelles du détecteur sous-marin "Antares". Ce télescope à neutrinos européen est installé par 2400 mètres de fond à 10 milles nautiques au sud de l'île de Porquerolles. Douze lignes de 400 mètres de long portant chacune 75 capteurs spéciaux (photomultiplicateurs) traqueront l'infime trace lumineuse laissée dans l'eau par un "muon", particule chargée, issue de la rencontre rarissime d'un atome de matière et d'un neutrino. Les chercheurs espèrent par ce procédé déduire la direction d'où proviennent les neutrinos. Une information qui permettrait d'en identifier la source : cataclysme cosmique ou matière nouvelle inconnue.

© CNRS Photothèque/IN2P3 / François MONTANET



Référence : **2004N00920**

Equations mathématiques sur un tableau noir dans le cadre de la recherche en mathématiques, et notamment d'une nouvelle branche des mathématiques, la géométrie non-commutative.

© CNRS Photothèque / Jérôme CHATIN



Référence : **2006N00739**

Mise à l'eau d'une tête de mouillage, les flotteurs jaunes entourent une balise Argos. Le lest est mis en dernier à la position du point de mouillage choisi. Cette ligne de mouillage est utilisée pour des mesures de vitesse des courants océaniques, ici pour mesurer le débit du courant circumpolaire au niveau du passage de Drake dans l'océan antarctique, au cours de la campagne Drake. Cette zone est une région de constriction remarquable de l'océan austral et un endroit idéal pour tenter d'estimer le transport de volume du courant circumpolaire antarctique (ACC). Le transport volumique au travers du Passage de Drake est un indice climatique précieux.

© CNRS Photothèque / Claude DELHAYE



Référence : **2001N00002**

Structure atomique de trois molécules de prion de levure obtenue par diffraction des rayons X. Chaque molécule de prion est représentée avec une couleur différente.

© CNRS Photothèque / Ronald MELKI

