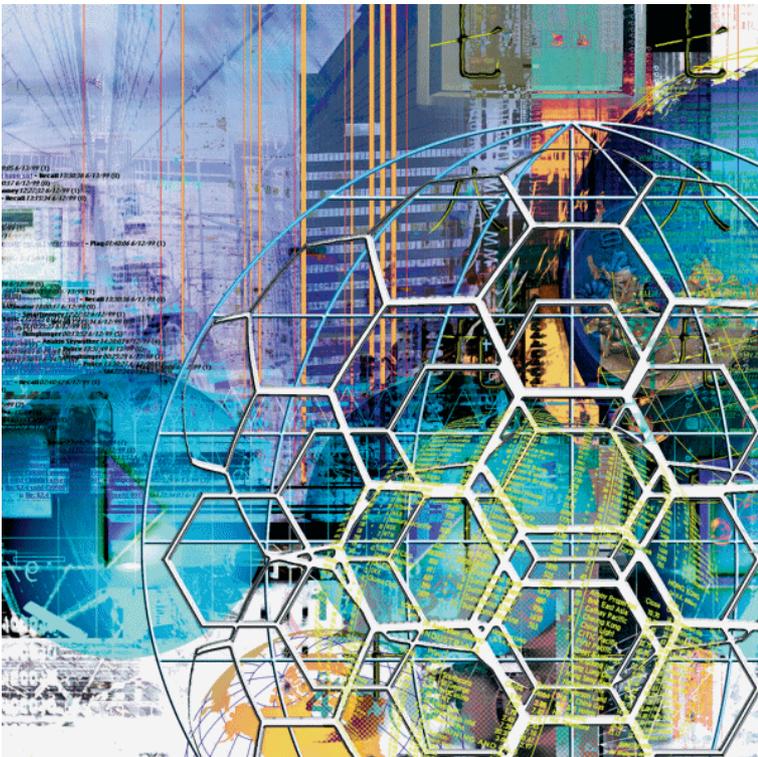


# Les nouveaux enjeux du Calcul Haute Performance



- *Solutions ouvertes*
- *et innovantes*
- *pour le calcul*
- *haute performance*
-



<b>Une formidable révolution est en cours</b>	<b>5</b>
<b>Trois questions au Professeur William Jalby</b> <i>Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Systèmes, Modélisation (PRiSM), Université de Versailles</i>	<b>6</b>
<b>Un énorme potentiel de progrès pour la société</b>	<b>9</b>
<b>Trois conditions pour rendre plus accessible le calcul haute performance</b>	<b>11</b>
<b>Le point de vue de Gérard Roucairol</b> <i>Directeur Scientifique, Bull</i>	<b>12</b>
<b>Les solutions HPC de Bull</b>	<b>13</b>
<b>Un monde de solutions standard et ouvertes pour le calcul haute performance</b>	<b>19</b>



*« Les solutions de Bull dans le domaine du calcul haute performance sont le fruit d'une longue maturation dans les architectures de grands serveurs et dans les logiciels libres. Elles sont particulièrement pertinentes compte tenu des nouvelles conditions de production. L'apparition des technologies à base de composants standard, notamment les processeurs Intel 64 bits, constitue en effet une rupture fantastique en terme de performance, de ratio performance/prix et de pérennité. C'est de cette rupture que Bull souhaite pouvoir faire bénéficier ses clients. Pour que les centres de recherche publiques comme ceux des industries aient un accès beaucoup plus large aux meilleures solutions de calcul de haute performance »*

**Michel Guillemet**

Directeur Recherche et Développement, Bull



# *Une formidable révolution est en cours*

## **Nouvelles utilisations**

Le calcul haute performance <sup>(1)</sup> est un enjeu majeur pour la société. Auparavant destiné à un nombre limité de domaines tels que le nucléaire et la météorologie, le calcul haute performance répond à des besoins de plus en plus étendus. Mieux connaître et mieux comprendre les phénomènes physiques, les processus du vivant ou les activités économiques, mieux concevoir et réaliser de nouveaux produits apparaissent comme des impératifs pour la société. Ceci exige que les centres de recherche et de développement publiques comme ceux des industries disposent d'une puissance informatique sans cesse croissante.

## **Nouvelles technologies**

Traditionnellement le calcul haute performance s'appuyait sur des solutions extrêmement coûteuses, basées sur des processeurs et des logiciels spécifiques, ce qui en limitait considérablement la diffusion. Aujourd'hui, avec les processeurs standard et les logiciels libres, la très forte demande en calcul haute performance peut être satisfaite. Ces nouvelles technologies permettent en effet d'offrir les performances les plus élevées avec des coûts d'acquisition et de mise en œuvre ramenés à ceux des produits diffusés en grands volumes.

## **Importance des données**

Nouveau paradoxe, si la puissance fournie par les processeurs est un facteur déterminant pour le calcul haute performance, celle des solutions de stockage et de gestion des données est aussi capitale. En effet, le volume des données à traiter devient de plus en plus important. Il est donc essentiel que les temps d'accès à ces données soient extrêmement courts et que ces données soient de mieux en mieux intégrées au système d'information.

## **L'engagement de Bull**

C'est dans ce contexte nouveau que Bull a décidé d'apporter une contribution essentielle en s'appuyant sur son savoir-faire dans les architectures de grands serveurs à base de composants standard, dans l'intergiciel (middleware) et les logiciels libres, dans la gestion de données et dans l'intégration de systèmes complexes.

Bull aborde aujourd'hui ce secteur avec une démarche et des produits innovants qui sont susceptibles d'introduire des changements profonds, porteurs de progrès pour un large champ d'activités.

(1) En anglais High Performance Computing ou « HPC »

# Trois questions au Professeur William Jalby

Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Systèmes, Modélisation (PRiSM)

Université de Versailles



## Professeur, quels sont selon vous les apports fondamentaux d'Itanium® 2 sur l'évolution des processeurs hautes performances ?

Le jeu d'instruction 64 bits d'Intel a été conçu pour prendre en compte à la fois les évolutions récentes et futures des architectures de microprocesseurs. L'analyse faite par Intel est que l'on arrive à la limite des technologies « out of order » qui laissent au matériel le soin de découvrir et d'exploiter les sources potentielles de parallélisme. Intel a donc décidé d'engager un saut qualitatif en reportant la recherche de parallélisme au niveau de la préparation des programmes. L'économie ainsi réalisée a été utilisée pour assurer à la famille Itanium® des performances exceptionnelles. Je pense plus particulièrement aux ressources matérielles massives (unités fonctionnelles, registres, hiérarchie mémoire,...), prédicats et spéculation, pile de registres gérée automatiquement, unité fusionnée pour multiplication/addition.

Le résultat ? Après une première génération un peu en deçà des espérances, la famille Itanium® se trouve dans le peloton de tête des processeurs où ne figuraient jusque là que les chips propriétaires d'IBM, Compaq ou HP. A notre connaissance, la roadmap d'IPF<sup>(\*)</sup> prévoit une croissance continue de ses performances et de ses fonctionnalités qui pourraient bien marginaliser certaines architectures concurrentes.

*« Nous apprécions particulièrement la compacité et la performance de NovaScale, le faible facteur NUMA, l'excellent rapport performance/prix »*

Une autre nouveauté dans l'approche d'Intel concerne son support aux constructeurs de systèmes. Contrairement aux processeurs x86, Itanium® 2 est accompagné de chips complémentaires qui facilitent la tâche des OEMs dans leur conception de gros systèmes multiprocesseurs. Je pense bien sûr ici au système NovaScale™ de Bull, sur lequel nos étudiants et chercheurs ont eu l'occasion de travailler. Nous en apprécions particulièrement la compacité et la performance, le faible facteur NUMA (comparé aux architectures existantes que nous avons utilisées dans le passé), l'excellent rapport performance/prix. D'autres constructeurs proposent ou proposeront des systèmes haut de gamme basés sur la famille Itanium®. Cela justifie en quelque sorte nos investissements - matériels et intellectuels - dans cette architecture.

<sup>(\*)</sup> Itanium® Processor Family

**Ces systèmes, basés sur Itanium® 2, peuvent-ils convenir aussi bien au monde scientifique et technique qu'à celui de la gestion ? Pour quels types d'applications ?**

Je pense en effet, qu'avec la disponibilité de processeurs tels qu'Itanium® 2, il n'y aura plus de processeurs (et même de machines) spécialisés scientifiques. Typiquement, les processeurs de la famille x86 étaient médiocres en termes de performances sur des charges de type scientifique, très exigeantes sur les opérations flottantes, les débits mémoire et les calculs vectoriels. Itanium®, tout en sauvegardant ses qualités pour les applications de gestion, a réussi une entrée spectaculaire dans le monde scientifique et technique, même si les progrès sur les trois caractéristiques citées précédemment sont encore inégaux.

*« Itanium, tout en sauvegardant ses qualités pour les applications de gestion, a réussi une entrée spectaculaire dans le monde scientifique et technique »*

En effet, le travail accompli sur les performances du flottant est assez exceptionnel, il suffit de consulter les chiffres obtenus sur le benchmark SPECfp pour s'en persuader. Le débit mémoire, même s'il a connu un bond par rapport aux autres processeurs Intel, reste un peu faible pour les applications qui ne se satisfont pas d'un « working set » capable de tenir dans le cache. Ceci est d'ailleurs un problème commun à toutes les architectures de serveurs SMP bâties autour de systèmes de bus. La seule exception concerne les architectures vectorielles qui ont un coût très élevé. De plus, le nombre de constructeurs qui proposent encore des machines vectorielles s'est réduit à deux...

Une grande partie des travaux de mon équipe porte sur l'optimisation de charges de type vectoriel sur des systèmes parallèles scalaires. Nous pensons avoir trouvé les moyens d'améliorer sensiblement les performances de telles applications. C'est aussi pour cela que j'apprécie Itanium®, car il redonne aux développeurs de logiciel la possibilité d'optimiser les programmes au niveau le plus bas, possibilité qu'avait largement confisquée l'approche « super scalaire out of order ».

Aussi pour répondre globalement à votre question, je dirai : oui, ces systèmes conviennent aux applications scientifiques et techniques, à l'exception des quelques domaines qui restent encore aujourd'hui tributaires d'architectures vectorielles.

**Trois questions au  
Professeur  
William Jalby (suite)**

*« L'adoption, depuis  
quelques années  
maintenant, de Linux et de  
l'Open Source comme  
environnement logiciel  
préférentiel est un élément  
décisif qui rend les choses  
plus simples dans le  
domaine du scientifique »*

**Quels sont les environnements logiciels les plus adaptés pour exploiter au mieux les performances d'Itanium® 2 ?**

Le choix de rupture décidé par Intel, à savoir l'interruption d'une très longue lignée de processeurs 100% compatibles au niveau des binaires a beaucoup moins d'impact sur les marchés scientifiques et techniques que dans le monde de la gestion. Tout d'abord, ce segment est moins dépendant de la disponibilité d'applications fournies par les éditeurs de logiciels (ISV), car elles sont souvent spécifiques à chaque utilisateur. Une fois franchie l'étape de mise à disposition d'outils de développement adaptés, l'utilisateur peut appréhender lui-même l'évolution de son environnement de calcul vers des systèmes à base d'Itanium®.

L'autre élément décisif qui rend les choses plus simples dans le domaine du scientifique est l'adoption, depuis quelques années maintenant, de Linux® et de l'Open Source comme environnement logiciel préférentiel. Ce marché a désormais atteint la masse critique pour attirer développeurs et éditeurs de logiciels, sans oublier la force de frappe que représentent les milliers de développeurs bénévoles qu'aucun environnement propriétaire ne saurait égaler.

Le principal défi qui reste aux constructeurs et développeurs de Linux® est l'évolution du système d'exploitation pour gérer efficacement les spécificités des gros systèmes multiprocesseurs. Jusqu'à maintenant l'industrie a contourné le problème en construisant des clusters de petits systèmes (bi ou quadri-processeurs). Pour tirer le meilleur parti des gros multiprocesseurs comme Bull NovaScale™, il convient d'étendre les améliorations introduites par des projets comme Atlas.

”

# *Un énorme potentiel de progrès pour la société*

Le calcul haute performance est source d'importants progrès pour la société. Dans pratiquement tous les secteurs de la recherche, on trouve des défis pour l'avenir qui ne pourront être résolus que grâce à des avancées dans ce domaine. Dans l'industrie, toute amélioration des capacités de calcul, sans augmentation du coût, permet de concevoir de nouveaux produits jusqu'ici trop complexes ou trop onéreux à créer et d'augmenter la productivité.

Quelques exemples permettent de saisir l'importance du calcul haute performance et son intérêt pour la société.

## **De meilleures prévisions météorologiques**

La prévision météorologique a été l'un des premiers grands utilisateurs du calcul haute performance. Mais des progrès considérables restent à faire pour aider des secteurs tels que l'agriculture ou les transports et mieux prévenir les catastrophes naturelles.

Ces progrès sont possibles grâce à l'augmentation des données collectées pour réajuster les modèles et à la croissance de la puissance de calcul qui permettra d'utiliser des modèles plus précis.

- Sur le premier point, la collecte des données est en train de faire un bond en avant important, notamment avec l'arrivée de nouveaux satellites météorologiques qui fournissent de grandes quantités d'informations avec une précision très élevée.
- Sur le second point, les chercheurs japonais ont montré avec l'Earth Simulator les progrès que l'on pouvait faire grâce à une puissance de calcul plus importante. Ce système informatique possède une puissance telle que des simulations avec un pas de résolution de 10 Km au lieu de 100 Km dans le passé ont pu être réalisées. Cette meilleure précision permet de prévoir les formations de tornades qui n'apparaissaient pas dans les simulations antérieures.

Ainsi une amélioration significative de la puissance de calcul se traduit concrètement dans la qualité des prévisions.

## **L'analyse du cerveau pour mieux prévenir et mieux traiter les maladies**

Dans ce domaine, l'apparition de nouveaux moyens technologiques fournissant des images du cerveau, comme la tomographie par émission de positron, l'imagerie par résonance magnétique ou la magnéto-encéphalographie, introduit un besoin nouveau de calcul haute performance. Pour être capable de détecter les évolutions temporelles, de fournir une visualisation appropriée et d'analyser les données issues de ces moyens d'imagerie, il est nécessaire de disposer de puissants moyens de calcul.

La disponibilité à coût modéré de systèmes de calcul haute performance permettrait, par exemple, d'avoir les moyens de mieux localiser les modifications de substances chimiques et donc de dresser une cartographie approfondie des fonctions du cerveau. Cela pourrait servir à mieux comprendre des pathologies comme l'épilepsie ou la maladie de Parkinson et ensuite à entrevoir des solutions pour mettre au point des traitements personnalisés grâce à une visualisation en temps réel des effets d'une thérapie.

De telles avancées conduiraient également à une meilleure compréhension du fonctionnement du cerveau qui est certainement l'un des défis les plus passionnants du 21<sup>ème</sup> siècle.

## **Des prototypes virtuels pour réduire les coûts et les délais et améliorer la qualité des produits**

Plusieurs secteurs industriels comme l'aéronautique ou l'automobile investissent dans le calcul haute performance pour améliorer les méthodes de conception de leurs produits. En particulier ces industries évoluent vers une méthodologie de prototype virtuel où voitures ou avions sont complètement simulés avant d'être construits.

En supprimant les cycles essais-erreurs sur prototype réel, le recours à la simulation permet de raccourcir les délais de mise en œuvre. La simulation permet également d'améliorer la productivité et de diminuer les coûts, les prototypes réels étant généralement plus coûteux que les moyens de calcul les remplaçant.

En adoptant cette méthode de prototype virtuel, les entreprises bénéficient d'une augmentation de la performance de leurs simulations pour un coût équivalent, voire moindre. Toute avancée du calcul haute performance se traduit donc directement dans leur productivité.

Une plus grande capacité de calcul peut également se traduire par plus de sûreté pour les utilisateurs de ces systèmes. En effet, des simulations plus complètes des facteurs liés à la sûreté deviennent possibles à un coût raisonnable pour les constructeurs.

# *Trois conditions pour rendre plus accessible le calcul haute performance*

Rendre le calcul haute performance plus accessible à la recherche et à l'industrie est un véritable défi posé à la communauté informatique. Un moindre coût associé à une forte augmentation de la puissance disponible, la maîtrise des données et la garantie de pérennité des solutions sont les trois conditions essentielles pour relever ce défi.

## **Améliorer le rapport performance/prix**

L'amélioration du rapport performance/prix est nécessaire pour que les équipes de recherche puissent répondre aux grands enjeux scientifiques et techniques de notre société. Il sera ainsi possible de traiter des problèmes plus complexes, d'augmenter la précision des modèles, de coupler plusieurs modèles et donc de progresser dans la pertinence des simulations et des résultats de calcul obtenus.

Dans l'industrie, la baisse du prix unitaire de la puissance de calcul permettra d'améliorer la productivité. Cela se traduira par des produits plus performants et plus innovants, qu'il n'était pas envisageable de créer pour des raisons de coût et de rentabilité.

## **Gérer efficacement les données, savoir les intégrer au Système d'Information**

Mais disposer de puissance de calcul peut être insuffisant si l'on ne dispose pas de solutions de gestion de données performantes. En effet, les applications utilisent de plus en plus de données et génèrent de plus en plus de résultats. La productivité des équipes scientifiques est souvent directement liée à la capacité des systèmes à gérer ces gigantesques volumes de données.

Pouvoir placer efficacement les données aux différents niveaux d'un système de stockage hiérarchisé est donc essentiel pour l'efficacité et la production d'un système informatique. Ceci demande un grand savoir-faire dans l'équilibrage des architectures de calcul et de stockage. La manipulation même des données est un facteur important pour le bon fonctionnement des centres de calcul. Savoir administrer les données en fonction de multiples caractéristiques est crucial pour l'efficacité et la productivité des traitements.

## **Disposer de solutions pérennes, partageables entre les laboratoires**

La pérennité des solutions est également un impératif majeur. Les applications ont en effet une durée de vie très longue et ont été développées au prix de nombreux efforts. Il n'est pas envisageable de revoir fortement leur conception à chaque changement de système informatique. Pour minimiser les adaptations, on assiste à une très forte demande en solutions logicielles standard.

Le caractère interdisciplinaire du calcul scientifique renforce ce besoin. Les interactions entre les chercheurs, les algorithmiciens ou les numériciens et les informaticiens sont nombreuses. Ainsi des solutions ouvertes et standard permettent de reprendre des applications existantes et facilitent leurs évolutions, augmentant la productivité des équipes.

## *Le point de vue de Gérard Roucairol*

Directeur Scientifique, Bull



Avec ses nouveaux grands serveurs ouverts NovaScale™, basés sur son architecture FAME<sup>(1)</sup> et sur les processeurs Itanium® 2 de Intel®, Bull renoue des relations avec les Universités, les Centres de Recherche publics en Europe, comme avec les bureaux d'étude des industries telles que l'aéronautique, l'automobile ou la pharmacie.

En effet, l'architecture FAME est particulièrement appropriée aux applications nécessitant de grandes puissances de calcul. Les processeurs Itanium® 2 intègrent des unités de calcul flottant et disposent d'instructions pour le multi-media. De plus ils bénéficient d'innovations favorisant le parallélisme entre les instructions d'un programme.

L'architecture SMP<sup>(2)</sup> à mémoire partagée constitue la solution la plus efficace pour les applications multi-thread (écrites en plusieurs processus s'exécutant en parallèle). Cependant, les besoins des applications les plus exigeantes en terme de puissance de calcul dépassent les capacités des plus grands SMPs disponibles. Ceci a amené l'industrie à combiner le modèle de programmation multiprocesseur à mémoire partagée à une programmation par « passage de messages » (message passing). Pour ces applications, les serveurs Bull NovaScale™ peuvent être interconnectés par un lien de faible latence et de grande bande passante pour former des complexes de calcul (clusters) répondant aux exigences les plus élevées.

Au-delà de la qualité de la plate-forme NovaScale™, la présence de Bull en Europe et la proximité de ses experts auprès de ses clients sont des atouts majeurs pour mettre en œuvre des solutions répondants parfaitement aux besoins des utilisateurs. En effet, il est important de pouvoir organiser une très bonne interactivité entre les utilisateurs et les ingénieurs de R&D pour bien paramétrer les systèmes et les adapter aux contraintes des applications, afin d'en tirer le maximum de performance. Cette proximité avec les équipes de R&D permet à Bull de réaliser une vraie relation de partenariat avec les laboratoires et les centres de recherches.

Ainsi, Bull est fier de contribuer à la recherche scientifique et à l'innovation industrielle



<sup>(1)</sup> Flexible Architecture for Multiple Environments

<sup>(2)</sup> Symmetric Mutli Processors

## Les solutions HPC de Bull

Bull a développé un ensemble de solutions qui apportent des innovations importantes pour répondre aux besoins du calcul haute performance. Cette offre tire parti de l'expertise accumulée par Bull depuis de nombreuses années dans la maîtrise des architectures de grands systèmes, dans les systèmes d'exploitation et dans les environnements logiciels et d'administration.

### Construire des serveurs performants autour de composants standard et basés sur une architecture innovante

Pour bâtir ses solutions de calcul haute performance, Bull a privilégié le rapport performance/prix tout en offrant la puissance et les capacités mémoires nécessaires aux applications les plus exigeantes.

Afin d'atteindre cet objectif, il est impératif de construire des solutions qui s'appuient sur des composants standard qui, du fait de leur grande diffusion, ont un faible prix. En effet, outre l'effet classique d'apprentissage lié aux quantités, l'effort de conception et d'industrialisation de ce type de composants peut être amorti sur de grandes séries ce qui leur confère un avantage indiscutable en termes de prix sur des composants de moindre diffusion.

Associer ces composants standard pour produire des serveurs performants, robustes et évolutifs est l'objectif de l'architecture FAME que Bull a conçue et développée pour NovaScale™, sa nouvelle génération de grands serveurs ouverts.



Figure 1 :  
Serveurs Bull NovaScale™

### Intel® Itanium® : le plus puissant dès aujourd'hui



Le choix de IPF (Itanium® Processor Family) découle de la volonté de Bull d'offrir le meilleur rapport performance/prix. Le processeur Intel® Itanium® est aujourd'hui le processeur le plus puissant sur un nombre important de benchmarks. La nouvelle version « Madison » va encore accroître cette prééminence d'IPF sur le marché des processeurs 64 bits.

Cette performance est due à l'innovation technologique apportée par Intel avec son architecture EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing) qui permet aux applications d'exploiter au mieux les ressources parallèles du processeur. Cette technologie nouvelle a encore un fort potentiel d'amélioration, ce qui garantit à l'IPF une augmentation de performance au cours du temps largement supérieure à celle des architectures concurrentes plus anciennes qui ont déjà épuisé pour une bonne part leurs possibilités d'optimisation.

**Intel® Itanium® :  
une garantie de  
pérennité**

L'engagement stratégique d'Intel sur les processeurs 64 bits permet aussi de garantir une pérennité à cette famille de processeurs. La « roadmap » des processeurs est claire, et la compatibilité garantie entre les générations assure aux constructeurs, éditeurs de logiciels et utilisateurs que leurs investissements sur ces processeurs pourront être rentabilisés sur une longue période.

**Bull collabore  
avec Intel sur IPF  
depuis 1997**

Bull, ayant très tôt identifié le potentiel de l'IPF, a établi une collaboration avec Intel dès 1997, ce qui lui a permis de concevoir et de développer une gamme de serveurs s'appuyant sur cette famille de processeurs. Grâce à cette coopération, Bull a une connaissance fine des possibilités offertes par les processeurs Itanium® et a pu faire les choix les plus pertinents pour bâtir sa ligne de serveurs NovaScale™.

**FAME,  
l'architecture  
innovante des  
serveurs Bull  
NovaScale™**

Les serveurs NovaScale™ bénéficient de l'architecture FAME développée par Bull pour réaliser des systèmes multiprocesseurs à mémoire partagée évolutifs et offrant un rapport performance/prix exceptionnel. Le concept de l'architecture FAME repose sur l'interconnexion de blocs standard processeur-mémoire par un switch conçu et développé par Bull. Ce switch, appelé FAME Scalability Switch (FSS), assure à chaque processeur l'accès aux entrées sorties ainsi que la vision cohérente d'une mémoire globale formée de la réunion des mémoires associées à chaque bloc. Suivant la taille du serveur, le nombre de FSS utilisés augmente pour assurer un équilibre des communications dans le système.

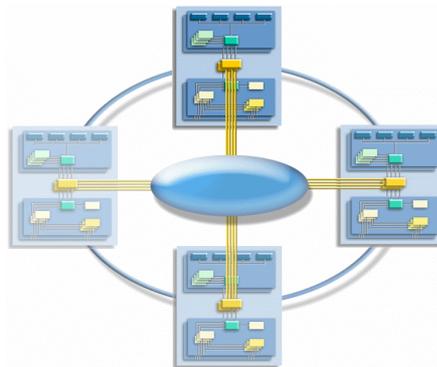


Figure 2 :  
L'architecture FAME des grands serveurs Bull NovaScale™

Les premiers serveurs Bull NovaScale™ bénéficiant de cette technologie ont été introduits en mars 2003 avec des modèles permettant d'accueillir jusqu'à 16 processeurs Itanium® 2. Un modèle avec 32 processeurs sera prochainement disponible. Les serveurs Bull NovaScale™ peuvent s'intégrer, via des réseaux à très haut débit, au sein de complexes de calcul plus larges, soit à l'échelle locale (clusters), soit à grande distance (grilles).

**Un exceptionnel rapport performance/prix**

Grâce à ces choix et à l'architecture innovante de la gamme Bull NovaScale™, Bull est aujourd'hui en tête devant l'ensemble de ses concurrents pour le rapport performance/prix d'une gamme de serveurs 64 bits. Une étude basée sur les mesures du benchmark SPECfp\_rate et sur les prix listés proposés par les constructeurs montre un avantage de l'offre Bull NovaScale™ aussi bien pour les serveurs 4 voies que 8 et 16 voies.

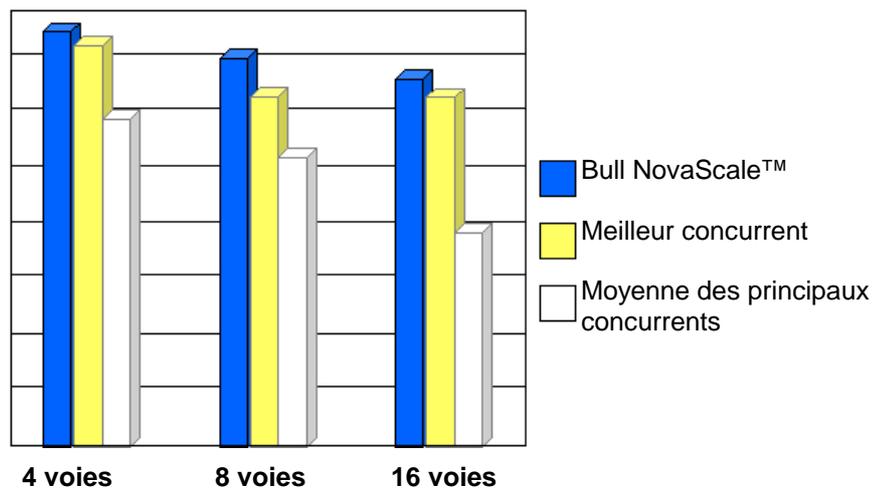


Figure 3  
Rapport performances / prix des systèmes (mai 2003)

Ce graphique prouve la validité de l'approche de Bull basée sur l'utilisation de composants standard pour bâtir une offre de calcul haute performance qui répond aux besoins de ce secteur de disposer de solutions offrant le meilleur rapport performance/prix.

## Des clusters de SMP pour des configurations de très grande puissance

Les serveurs de la gamme Bull NovaScale™ ont vocation à être configurés en cluster pour répondre aux besoins des applications nécessitant de très grande puissance de calcul. Bull a développé en relation avec ses partenaires des solutions de clustering offrant à la fois d'excellentes performances de communication entre les serveurs et un environnement complet de gestion qui permet d'assurer l'exploitation de l'ensemble des serveurs.

Comme l'évolutivité de l'architecture FAME offre une linéarité des prix entre les serveurs de 4, 8 ou 16 voies, il est possible, pour un même niveau de puissance, de choisir entre un cluster de nombreux serveurs compacts avec un nombre restreint de processeurs et un cluster composé d'un nombre plus réduit de serveurs puissants avec un nombre important de processeurs. Par exemple, un serveur 16 processeurs n'est pas plus cher que 4 serveurs 4 voies interconnectés.

Bull permet ainsi à ses clients de choisir la granularité des nœuds de leur système de calcul scientifique en fonction des besoins de leurs applications et non en fonction de considérations financières. Ceci est particulièrement intéressant pour les utilisateurs ayant des applications qui demandent des nœuds avec une capacité mémoire importante et une grande puissance locale. Cela permet aussi d'avoir des clusters de très grande puissance avec un nombre de nœuds relativement limité et donc une moindre complexité dans la gestion du cluster.

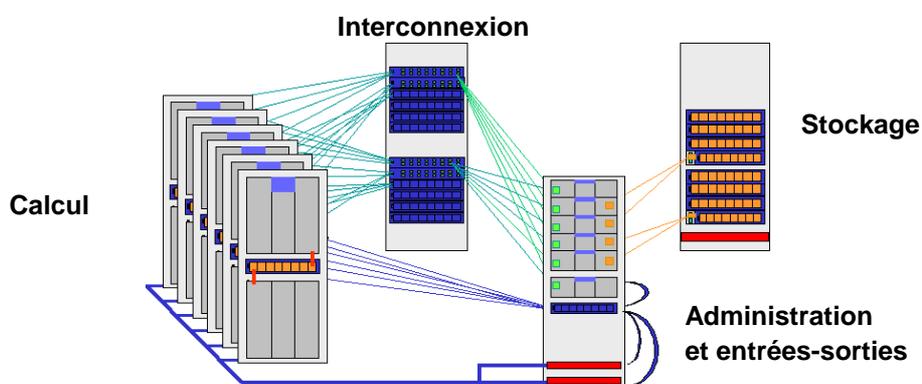


Figure 4 : cluster de serveurs à architecture FAME

Pour exploiter ces clusters, Bull a développé un environnement logiciel complet permettant de piloter l'ensemble de la configuration comme un système unique. Il intègre des fonctions de déploiement des logiciels sur les serveurs, de contrôle des ressources et de surveillance à partir d'une station d'administration centralisée. Les utilisateurs disposent d'une interface classique de gestionnaire de tâches assurant l'exécution sur le cluster de leurs travaux. L'ensemble de ces fonctionnalités, utilisant soit des logiciels Open Source soit des logiciels standard du marché, sont intégrées et optimisées pour permettre une exploitation aisée et performante des clusters Bull NovaScale™.

### **Une expérience de longue date dans les architectures de données**

Bull possède une grande expertise dans la maîtrise d'infrastructures informatiques complexes alliant puissance de traitement et gestion de données. Bull fournit depuis de nombreuses années des solutions ayant de fortes contraintes de performances et de disponibilité et possède une compétence approfondie dans le choix des architectures permettant d'optimiser la gestion des données.

Cette expérience est un atout important pour le domaine du calcul haute performance car on y trouve des problématiques d'équilibrage entre capacités de calcul, débits d'entrées-sorties et organisation de stockage hiérarchique. Bull propose ainsi pour ses clusters des logiciels de système de fichiers global et investit sur des solutions capables de prendre en compte les exigences de plus en plus élevées des grands centres de calcul, comme le système de fichiers Lustre.

### **Un environnement logiciel ouvert et standard**

Pour la construction de son offre de calcul haute performance, Bull a choisi de privilégier les logiciels ouverts et standard, du monde des logiciels libres ou provenant d'éditeurs indépendants. Les codes applicatifs peuvent ainsi avoir une durée de vie importante et les changements d'environnements matériels ont un coût réduit pour les équipes de chercheurs, les numériciens et les informaticiens puisqu'ils peuvent conserver le même environnement logiciel.

Très répandus dans la communauté du calcul haute performance qui a une forte tradition de développements coopératifs, les logiciels libres (Open Source) permettent de mutualiser les investissements nécessaires à la réalisation des applications et à l'apport de nouvelles fonctionnalités. Certains éditeurs indépendants proposent également des logiciels performants qui s'imposent comme des standards de fait. Ces logiciels sont disponibles sur la grande majorité des plates-formes. Les utilisateurs ont ainsi l'assurance que les produits seront maintenus à l'état de l'art et une réelle garantie de pérennité de leurs investissements.

Par contre, les logiciels propres aux constructeurs ne peuvent apporter cette garantie. Leur dépendance par rapport aux plates-formes et le risque de voir leur compétitivité décliner constituent le revers de leurs fonctionnalités qui peuvent être séduisantes à un instant donné.

### **Des logiciels optimisés sur les serveurs Bull NovaScale™, un fort engagement sur Linux®**

Les solutions que Bull a sélectionnées permettent aux utilisateurs de disposer d'un ensemble complet de logiciels innovants, ouverts et pérennes. Bull optimise ces solutions sur ses serveurs tout en préservant leur caractère ouvert et standard.

Bull a investi fortement pour permettre à Linux® de supporter les fonctionnalités demandées dans les solutions de calcul haute performance. Bull est un membre actif du projet Open Source Atlas qui regroupe les principaux acteurs du monde Linux® pour permettre l'exploitation de ce système sur les serveurs à base de processeurs Intel® Itanium®. Les équipes de Bull participent également à des projets comme Linux Test Project (garantie de la robustesse de Linux®) ou Linux Scalability Effort (support de grands serveurs SMP et NUMA) qui permettent aujourd'hui d'avoir une implémentation de Linux® répondant aux besoins du calcul haute performance.

**Une offre  
complète pour  
développer et  
mettre en œuvre  
les applications**

L'offre de calcul scientifique de Bull supporte l'ensemble des modèles de programmation parallèle notamment OpenMP et les bibliothèques PVM et MPI. Bull propose une version de MPI standard mais optimisée pour tirer parti de la puissance de l'architecture FAME des serveurs Bull NovaScale™. Pour exploiter le potentiel de l'architecture EPIC des processeurs Itanium® permettant l'exécution de plusieurs instructions en parallèle, le parallélisme doit être détecté et exploité au niveau du compilateur. Pour ces raisons, Bull propose les compilateurs d'Intel (C/C++ et Fortran) dont les équipes disposent de toutes les compétences et les connaissances sur l'architecture du processeur pour fournir des produits performants.

En complément aux compilateurs, les bibliothèques scientifiques permettent d'exploiter au mieux les performances des processeurs Itanium®. Bull propose la bibliothèque scientifique MKL d'Intel optimisée et la bibliothèque IPP (Integrated Performance Primitives) ainsi que des bibliothèques Open Source qui offrent une grande variété de fonctionnalités aux utilisateurs. L'environnement de calcul scientifique de Bull dispose aussi d'outils puissants de mise au point et d'optimisation des applications. S'appuyant sur des logiciels reconnus par l'ensemble du marché, comme Vampir ou TotalView®, ou des solutions Open Source intégrées avec les serveurs Bull NovaScale™, ces outils donnent aux utilisateurs de nombreux moyens pour exploiter au mieux la puissance disponible.

**Des centres  
de compétences  
dédiés au monde  
scientifique et  
technique**

Les solutions HPC de Bull sont supportées par des experts capables d'aider les utilisateurs à profiter au mieux des innovations mises à leur disposition. Les compétences traditionnelles de Bull sur les grands systèmes ont été renforcées par ses travaux dans le monde de l'Open Source et par des coopérations avec des acteurs du calcul scientifique et technique. Deux centres de compétences, autour des logiciels libres et du HPC, ont été créés pour aider les utilisateurs à tirer pleinement parti des solutions proposées par Bull.

**Optimiser les  
applications  
sur les serveurs  
Bull NovaScale™  
en incluant outils  
Open Source et  
solutions de  
stockage**

Même si les outils automatiques progressent constamment, la complexité des architectures des processeurs rend encore nécessaire une étape d'optimisation pour obtenir les meilleurs résultats possibles avec les applications. Au travers de ses coopérations avec des équipes de recherche universitaires et s'appuyant sur sa propre expérience, Bull offre des services de haut niveau pour que les applications des utilisateurs exploitent pleinement toute la puissance disponible en tirant parti des spécificités des processeurs de la famille Itanium® et de ses architectures.

L'engagement de Bull dans la communauté Open Source, sa connaissance des outils logiciels, son expertise dans la gestion de solutions incluant de très grands volumes de données et sa capacité à mettre en œuvre et à assurer le support de grands projets sont des atouts majeurs pour mettre en œuvre des solutions performantes, fiables et pérennes.

## *Un monde de solutions standard et ouvertes pour le calcul haute performance*

Avec les solutions de calcul haute performance proposées par Bull, les utilisateurs disposent d'une offre performante, au meilleur prix et avec la plus grande pérennité possible, celle apportée par les meilleurs standards du marché.

L'adoption de la famille de processeurs Itanium® d'Intel est un atout majeur, assurant le meilleur niveau de performance aujourd'hui et sur le long terme. Le développement d'une architecture innovante pour les serveurs Bull NovaScale™ répond parfaitement au besoin des utilisateurs de bénéficier de serveurs puissants, facilement administrables et intégrables dans des configurations larges, de type cluster ou au sein d'une grille.

Le choix d'un environnement logiciel ouvert et complet assure à ces utilisateurs de pouvoir profiter de leurs développements sur une longue durée et s'ils le souhaitent, de partager ces développements au sein d'une même communauté.

Les centres de compétences de Bull et les coopérations développées avec des centres de recherche renommés permettent d'apporter aux utilisateurs un très haut niveau d'expertise.

Bull, constructeur européen, est ainsi fier de pouvoir aider la société à progresser dans la compréhension et la maîtrise de l'environnement, à acquérir de nouvelles connaissances et à mettre au point des produits innovants et performants.





©Bull S.A., avril 2003

Bull S.A. est une société anonyme au capital de 163 585 100 euros - RCS Versailles B 642 058 739. Bull S.A. se réserve le droit de modifier ce document à tout moment et sans préavis. Toutes les marques citées dans ce document sont la propriété de leurs titulaires respectifs. Certaines offres ou composants d'offres décrits dans ce document peuvent ne pas être disponibles localement. Veuillez prendre contact avec votre correspondant Bull local pour prendre connaissance des offres disponibles dans votre pays. Ce document ne saurait faire l'objet d'un engagement contractuel.

Bull S.A. - 68 route de Versailles  
78430 - Louveciennes – France

**[www.bull.com](http://www.bull.com)**