



L'enjeu

Pour réduire le temps de mise sur le marché, optimiser la production et augmenter la durée de vie des produits, les partenaires industriels de MINES ParisTech souhaitent disposer d'une solution novatrice combinant la dynamique des fluides numérique et le Deep learning.

La transformation

MINES ParisTech a déployé une plateforme hybride basée sur un serveur IBM® Power® Systems AC922 doté de deux processeurs IBM POWER9™ et de deux cartes graphiques NVIDIA V100 combinés avec la technologie NVIDIA NVLink.

Les avantages pour MINES ParisTech:

2 fois plus
de puissance informatique
immédiate

La cohérence
CPU-GPU crée une
architecture hybride
exceptionnellement
performante

Accélère
la recherche industrielle
de haut niveau et aide
l'industrie dans sa
transformation digitale

MINES ParisTech

Aider l'industrie française à innover plus vite grâce à une infrastructure hybride haute performance

Fondée en 1783, MINES ParisTech est une des plus importantes écoles d'ingénieurs de France. Elle abrite 18 centres de recherche dédiés à cinq grandes thématiques : Sciences de la terre et environnement, Énergétique et procédés, Mécanique et matériaux, Mathématiques et systèmes, Économie, management et société. Plus de 1 280 étudiants y sont inscrits. Elle est implantée à Paris, Évry, Fontainebleau et Sophia Antipolis.

« Avec le Power AC922, nous leur proposons une approche qui combine la simulation numérique traditionnelle et le machine learning en temps réel pour innover plus vite et réduire le temps de développement de leurs produits. »

Elie Hachem

Professeur, Responsable du groupe Calcul
intensif et mécanique des fluides au CEMEF
MINES ParisTech

Partagez



Une collaboration efficace

MINES ParisTech est à l'origine du concept de recherche partenariale en France, orienté vers le monde économique et industriel. A ce titre, l'école entretient des relations étroites avec de nombreuses entreprises de premier plan. L'objectif de cette recherche est de contribuer aux progrès dans le monde industriel ; à leur tour, ces avancées susciteront de nouveaux domaines de recherche. Ce cercle vertueux offre des opportunités extraordinaires aux étudiants et aux chercheurs ainsi qu'un avantage compétitif indéniable aux entreprises qui participent à cette démarche.

Elie Hachem, Professeur, Responsable du groupe Calcul intensif et mécanique des fluides au CEMEF (Centre de mise en forme des matériaux), MINES ParisTech, explique : « Alors qu'elles participent activement à la transformation numérique de l'économie, les entreprises cherchent à optimiser les cycles de production, à réduire les temps de mise sur le marché, à transformer les processus de fabrication et à augmenter la durée de vie de leurs produits. Pour les aider à atteindre leurs objectifs, nous devons nous doter d'une nouvelle plateforme technologique capable de faire converger la mécanique des fluides numérique et le machine learning. »

Comme le fait remarquer Elie Hachem, cette convergence est une avancée logique : les simulations numériques classiques génèrent d'énormes volumes de données qui constituent le matériel de base idéal pour les algorithmes de Deep learning les plus récents. Du coup, au lieu d'être cantonné au sujet à l'origine de la recherche, le big data issu des simulations peut être réutilisé pour ouvrir la voie à de nouvelles idées.

Les travaux de recherche de MINES ParisTech sur la convergence de la mécanique des fluides numérique et le « machine learning » ont trois objectifs principaux. Tout d'abord, renforcer le potentiel de la mécanique des fluides numérique grâce à l'intelligence artificielle (IA) en améliorant la fiabilité des simulations et en les rapprochant de la réalité. Ensuite, perfectionner la modélisation prédictive en réinjectant les données des simulations classiques dans les algorithmes du Deep learning. Enfin, aller plus loin dans l'optimisation des contrôles dans l'industrie grâce à l'informatique hybride.

« Pour véritablement faire converger la mécanique des fluides numérique et le machine learning, nous avons besoin d'une plateforme hybride transparente offrant un même niveau de performance dans les deux cas », souligne Elie Hachem. « Nous voulions aussi une solution packagée facile à déployer et à maintenir par nos partenaires. »

Une solution exceptionnelle

Aidé par Carri Systems, son partenaire technologique de longue date, MINES ParisTech a déployé un serveur **IBM Power Systems AC922** constitué de deux processeurs IBM POWER9 et de deux processeurs graphiques NVIDIA V100 utilisant la technologie NVIDIA NVLink. NVLink est une technologie d'interconnexion directe GPU vers GPU qui offre dix fois plus de bande passante que le PCIe Gen 3, ce qui en fait une plateforme d'entraînement Deep learning ultra puissante.

« Nous avons choisi le serveur IBM Power AC922 pour trois raisons clés : sa faible empreinte au sol, sa performance hybride CPU-GPU et son évolutivité », ajoute Aurélien Larcher, Professeur assistant dans le groupe de recherche d'Elie Hachem. « Les nouveaux processeurs POWER9 nous ont permis de multiplier par deux notre puissance de traitement avant même d'avoir commencé à optimiser le code. Et les liens GPU marchent vraiment bien – c'est une solution hybride très équilibrée. Comme toujours, Carri Systems a fait du bon travail en nous aidant à tout mettre en route en moins d'une semaine. »

Conçu pour l'intelligence artificielle, le serveur IBM Power AC922 assure une telle cohérence CPU-GPU que la mémoire centrale peut être directement adressée comme s'il s'agissait de la mémoire GPU, ce qui accélère les traitements hybrides en réduisant les contraintes liées aux transferts de données et à la localité. Ce serveur constitue l'architecture centrale des supercalculateurs **Summit and Sierra** du Département américain de l'Energie, qui figurent dans le Top 500 de novembre 2019 des superordinateurs les plus puissants au monde.

MINES ParisTech a mis le serveur Power AC922 à la disposition des étudiants pour leurs travaux de recherche et du programme MINDS (MINES Initiative for Numeric and Data Science), soutenu par le CARNOT MINES, et, en particulier, du développement de nouveaux logiciels hybrides CPU-GPU destinés à l'industrie. Ce projet fédère 15 centres de recherche de MINES ParisTech et 6 autres institutions pour créer une plateforme d'intelligence artificielle sous la forme d'un service à la disposition de ses partenaires industriels.

« Le travail que nous faisons sur les architectures hybrides avec le Power AC922 nous aidera à améliorer la fiabilité des simulations tout en réduisant les temps de traitement, et à offrir ce type de service à toutes sortes d'entreprises », remarque Elie Hachem.

« C'est là une autre des raisons qui ont conduit à notre choix. Nous aurions pu développer notre propre serveur hybride mais cette approche aurait été très compliquée pour nos partenaires industriels qui auraient dû s'équiper d'une machine spéciale. L'IBM Power AC922 est un serveur compact pré-intégré et très puissant qui offre en plus l'avantage d'être conçu, standardisé et supporté sur le plan technique par une des plus grandes compagnies au monde. »

De nouvelles possibilités

Avec une mémoire centrale deux fois plus performante intégrée aux capacités des processeurs GPU, le serveur IBM Power AC922 dote MINES ParisTech d'une machine exceptionnellement puissante adaptée à la fois à la mécanique des fluides numérique et au « machine learning ». Outre la réduction du temps de traitement pour des travaux comme la simulation de la circulation d'air sur les composants d'un turboréacteur, la solution IBM permettra à MINES ParisTech de fournir de nouveaux outils de simulation numérique à ses partenaires industriels.

« Aujourd'hui, le délai de mise sur le marché d'une voiture est de l'ordre de quatre ans et de sept ans pour un avion », précise Elie Hachem.



« L'objectif des industriels est d'accélérer tout le processus de la conception à la production. Nos clients appartiennent à tous les secteurs d'activité, qu'il s'agisse du transport, de l'énergie, de la métallurgie, de l'industrie pétrolière et d'autres encore. Avec le Power AC922, nous leur proposons une approche qui combine la simulation numérique traditionnelle et le machine learning en temps réel pour innover plus vite et réduire le temps de développement de leurs produits. »

En combinant les traitements CPU et GPU au sein d'un seul système physique, MINES ParisTech compte réaliser des simulations à la fois plus rapidement et plus proches de la réalité ainsi que de meilleures optimisations avec l'analyse prédictive. Le but final est d'aider ses partenaires industriels à être plus efficaces sur le plan opérationnel et à réduire leurs temps de développement.

« Nos partenaires étant confrontés à des enjeux majeurs en termes de transformation numérique dans leurs process industriels, nous leur fournissons de nouveaux moyens pour améliorer leurs performances de façon significative ainsi que leurs capacités de simulation. »

Elie Hachem, Professeur, Responsable du groupe Calcul intensif et mécanique des fluides au CEMEF, MINES ParisTech

« Prenons comme exemple de l'architecture hybride la simulation d'un flux de chaleur dans un composant d'avion », dit Elie Hachem. « Pour garantir un fonctionnement sûr et maximiser sa durée de vie, il est important de minimiser les gradients de température et d'éliminer les points chauds. En combinant la dynamique des fluides numérique classique sur CPU avec un apprentissage profond renforcé sur GPU, nous pouvons rapidement nous concentrer sur les paramètres optimaux sans avoir à modéliser un grand nombre de scénarios. »

Le groupe CFL au CEMEF - MINES ParisTech a déjà établi un nouveau benchmark sur le contrôle de transfert thermique par convection forcée. L'objectif est de refroidir une pièce chaude à l'aide de trois buses d'entrée de section fixe, situées à la limite supérieure du domaine. La combinaison de la dynamique des fluides numérique et de l'apprentissage profond renforcé a permis de tester dynamiquement différentes positions des buses d'entrée tout en minimisant les gradients de température pour garantir un refroidissement homogène.

La figure 1 montre des instantanés du transfert thermique conjuguée et de l'écoulement des fluides selon différentes positions des trois buses d'entrée. Fait intéressant, on voit que la convergence est atteinte une fois que l'apprentissage profond renforcé superpose deux des trois buses d'entrée et les pousse contre les limites latérales, comme le montre la dernière sous-figure, ce qui se traduit par un refroidissement symétrique parfait du composant central.

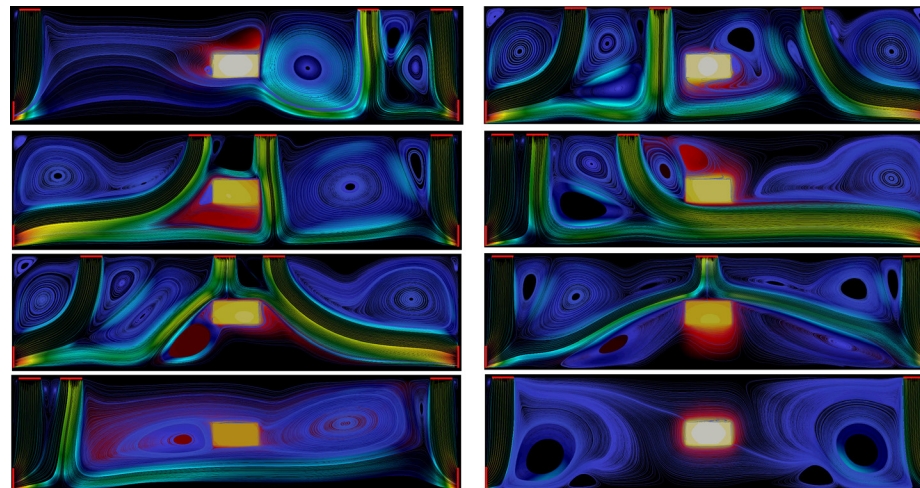


Figure 1

« Avec le serveur IBM Power AC922, le couplage CPU-GPU est réel et transparent, si bien que vous n'avez pas besoin qu'un cycle soit terminé sur l'un et d'attendre que l'autre s'achève », observe Elie Hachem. « Nos partenaires étant confrontés à des enjeux majeurs en termes de transformation numérique dans leurs process industriels, nous leur fournissons de nouveaux moyens pour améliorer leurs performances de façon significative ainsi que leurs capacités de simulation. »

Solutions

- IBM® Power® System AC922

Passez à l'étape suivante

Pour en savoir plus sur IBM Power, prenez contact avec votre ingénieur IBM ou un Partenaire IBM, ou rendez vous sur le site [/power](https://power.ibm.com)

Rejoignez-nous



© Copyright IBM Corporation 2020, IBM Corporation, 1 New Orchard Road, Armonk, NY 10504 U.S.A. Produced in the United States of America, July 2020.

IBM, the IBM logo, ibm.com, Power and POWER9 are trademarks of International Business Machines Corp., registered in many jurisdictions worldwide. Other product and service names might be trademarks of IBM or other companies. A current list of IBM trademarks is available on the Web at "Copyright and trademark information" at ibm.com/legal/copytrade.shtml.

This document is current as of the initial date of publication and may be changed by IBM at any time. Not all offerings are available in every country in which IBM operates.

The performance data and client examples cited are presented for illustrative purposes only. Actual performance results may vary depending on specific configurations and operating conditions. THE INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS PROVIDED "AS IS" WITHOUT ANY WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WITHOUT ANY WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND ANY WARRANTY OR CONDITION OF NON-INFRINGEMENT. IBM products are warranted according to the terms and conditions of the agreements under which they are provided.

The client is responsible for ensuring compliance with laws and regulations applicable to it. IBM does not provide legal advice or represent or warrant that its services or products will ensure that the client is in compliance with any law or regulation.

Actual available storage capacity may be reported for both uncompressed and compressed data and will vary and may be less than stated.



16034016FRFR-02

