

# Le calcul intensif, clé de la compétitivité des entreprises



Un livre blanc



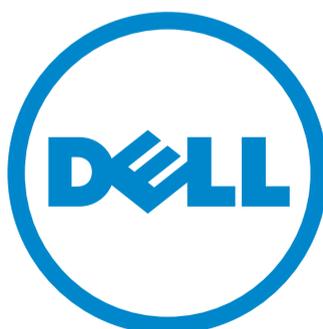


## Introduction

Jusqu'ici réservé à la recherche civile et militaire, le calcul intensif devient un facteur clé pour compétitivité pour l'entreprise. Ce que les scientifiques accomplissent avec lui dans de nombreux domaines de la physique et de la chimie, les ingénieurs du secteur privé peuvent désormais le mettre à profit pour réduire fortement les coûts de conception, améliorer les processus, innover sans contrainte et réduire sensiblement le *time-to-market*.

Le vecteur de cette nouvelle révolution industrielle, c'est la simulation numérique. Dans un contexte économique globalisé, elle est le différentiateur majeur des PME et ETI les plus performantes. Désormais accessible à tous les budgets et à toutes les compétences IT, son adoption bénéficie aujourd'hui de trois conditions favorables : la standardisation des technologies, une offre riche en matière d'applications métiers et l'apparition de solutions packagées immédiatement opérationnelles.

Les concepts de calcul intensif (alias HPC pour *High performance computing*) et de simulation numérique sont encore porteurs d'interrogations pour bon nombre de décideurs : intégration à l'existant, utilisations pratiques, aspects financiers... Ce livre blanc, conçu conjointement par Dell et Intel, a pour objet de les démystifier et d'en présenter des implémentations réussies. Nous vous en souhaitons une agréable lecture.



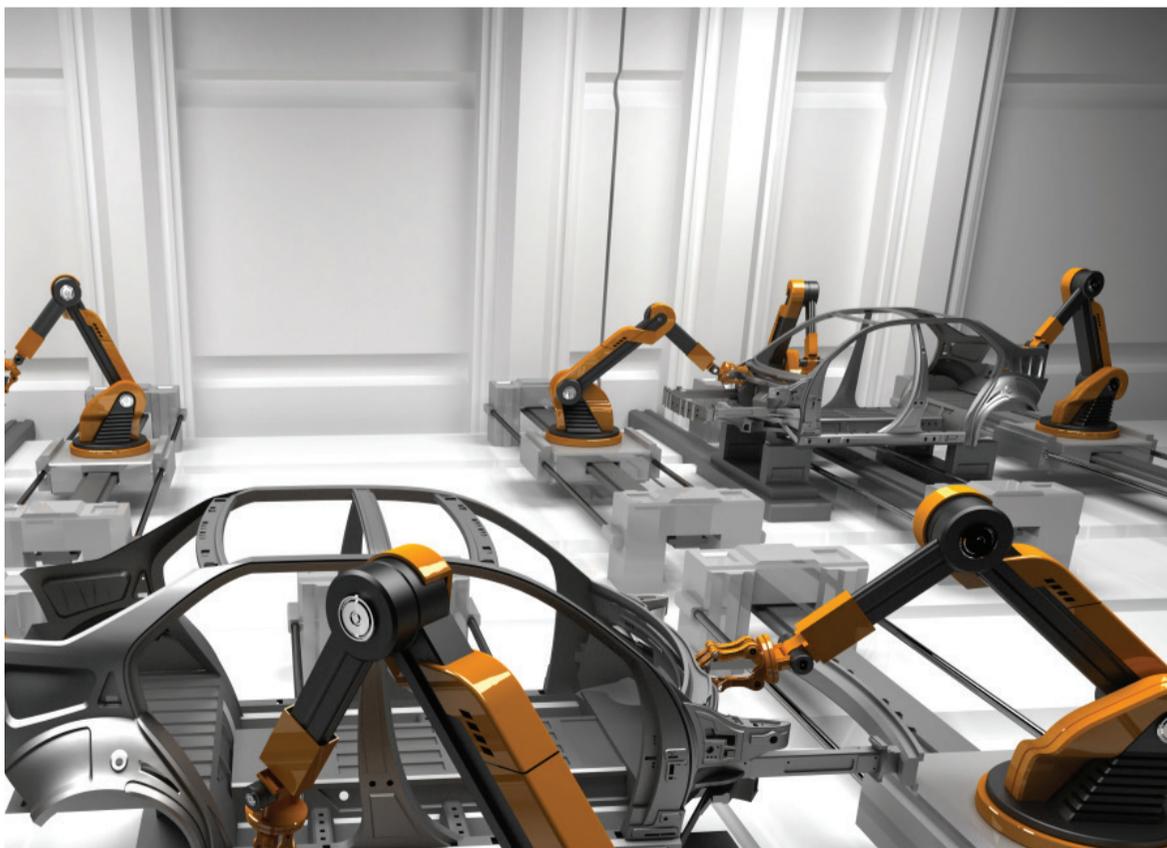
**Le pouvoir d'en faire plus**

# La simulation numérique, un pré-requis pour la performance industrielle

Le recours à la simulation numérique dans l'industrie n'est pas totalement nouveau. Depuis des décennies, les structures des barrages, des ouvrages d'art et des grands bâtiments sont calculées par ordinateur. Dès les années 80, l'industrie automobile s'est intéressée à son tour à la simulation. Sur ce marché ultra compétitif, les constructeurs luttent pour raccourcir le délai de conception des nouveaux véhicules. Ils ont ainsi misé sur la CAO, les plateformes PLM mais aussi le calcul. Par exemple, les célèbres crash-tests sont désormais simulés bien avant la construction des premiers prototypes physiques. La durée des phases de

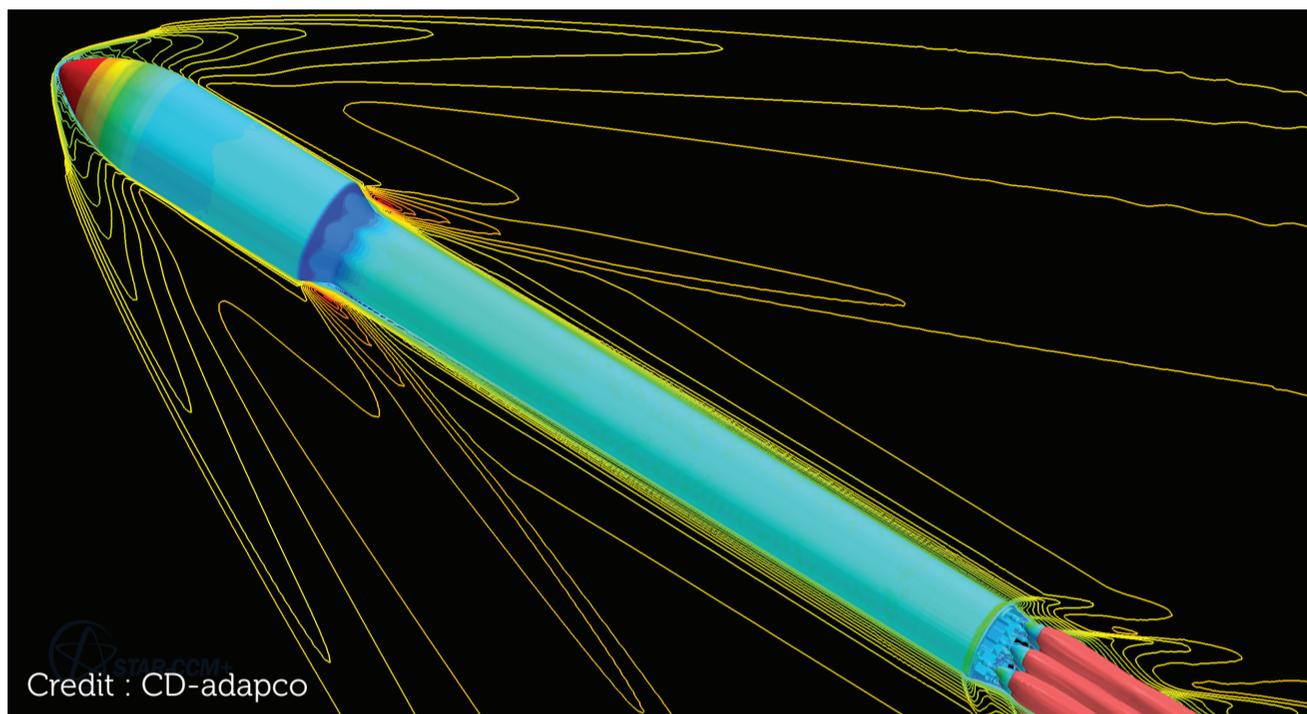
prototypage s'étant réduite de moitié, la simulation numérique s'est peu à peu généralisée à tous les aspects de l'ingénierie auto. Même le montage sur la chaîne de production est simulé numériquement avant l'installation du premier robot.

Si la simulation permet de raccourcir les cycles de développement dans l'automobile, les cosmétiques ou les biens de grande consommation, il est des secteurs où elle s'avère absolument incontournable. Impossible de dessiner un avion de ligne sans le recours massif à une soufflerie numérique : ce sont les calculs de mécanique des



fluides (CFD ou *Computational Fluid Dynamics*) qui permettent d'affiner l'aérodynamique jusqu'à ce qu'elle réponde au cahier des charges des constructeurs et aux multiples normes auxquelles ils sont soumis. De même, quand il s'agit de construire un paquebot de plusieurs centaines de mètres ou un sous-marin nucléaire, le prototypage physique n'est pas une option. Tout doit être modélisé, simulé et validé virtuellement pour que, dès le premier exemplaire construit, celui-ci réponde pleinement aux attentes des clients.

Aujourd'hui, la simulation numérique des matériaux ouvre de nouvelles perspectives à la plupart des activités industrielles. On utilise désormais la simulation des atomes et de leurs interactions pour concevoir les molécules de vos produits ménagers. C'est à partir de calculateurs que de grands constructeurs de pneumatiques déterminent les meilleurs composés pour les bandes de roulement de vos prochains pneus. Les équipementiers sportifs les plus connus testent des centaines modèles de raquettes de tennis ou de



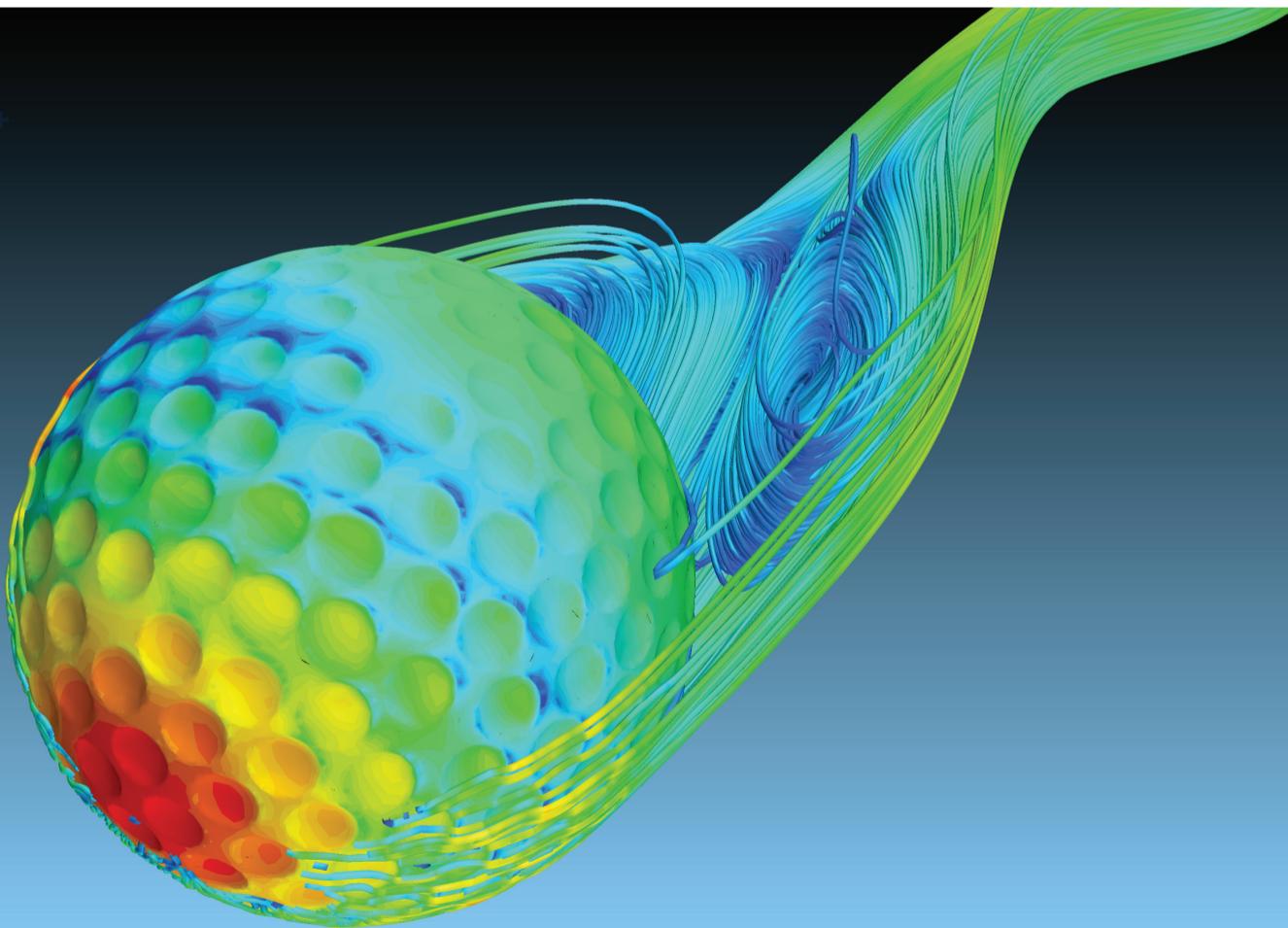
combinaisons de natation par semaine pour offrir à leurs champions et à leurs clients les outils grâce auxquels ils gagnent - régulièrement.

Ces exemples annoncent une certaine généralisation de la conception par simulation numérique, qui commence à toucher les PME et ETI les plus proactives en matière de compétitivité. Le phénomène est d'autant plus important que la simulation tend à converger avec d'autres applications telles que l'analytique et le Big Data. Le marketing est confronté à l'explosion du volume des données à analyser et doit lui aussi disposer d'infrastructures de stockage et de traitement capables de supporter ces grosses volumétries. Les besoins, pour diversifiés qu'ils soient, se rejoignent en matière d'infrastructure.

Communément admises, les vertus de la simulation impliquent le recours au calcul intensif, qui seul permet de les mettre en pratique. C'est lui qui donne les moyens à l'entreprise d'innover en réduisant ses coûts, de garder ses marchés en en conquérant d'autres. Face à cette exigence technologique, les nouvelles plateformes HPC packagées Dell à processeurs Intel jouent le rôle de facilitateur. Faciles à acquérir, à déployer et à utiliser, elles se caractérisent par une architecture x86 qui permet une intégration directe à l'informatique existante. Côté logiciel, les solutions HPC Dell offrent deux avantages décisifs. D'une part, elles bénéficient d'une pile middleware compo-

sée d'outils connus et reconnus, principalement d'origine Intel. D'autre part, Dell a qualifié les principales solutions de simulation numérique du marché sur l'ensemble de ses serveurs de calcul : Eclipse de Schlumberger, Abaqus de Dassault Systèmes ou encore les gammes Ansys et Autodesk – autant d'options susceptibles d'être mises en œuvre sans passer par une phase de tests longue et coûteuse.

Pour l'entreprise, cela signifie qu'après la prise de décision, une solution de simulation complète peut être opérationnelle en quelques jours, pour un budget contenu et des bénéfices immédiats. Voici comment...



Credit : CD-adapco

## Le calcul intensif, aujourd'hui au service de l'entreprise

On a changé d'époque. Grâce aux progrès réalisés par les scientifiques sur les supercalculateurs des centres de recherche, les technologies standardisées permettent aujourd'hui à l'entreprise d'acquérir, de déployer et d'utiliser facilement des serveurs de calcul pré-packagés.

Plus besoin de semaines ou de mois d'études pour créer une plateforme de plusieurs dizaines de nœuds. Plus besoin d'aménager une salle blanche spécialement pour sa mise en production. Grâce aux spécifications Intel Cluster Ready HPC et aux développements de l'architecture x86 – processeurs multi-cœurs Xeon et accélérateurs parallèles Xeon Phi – l'entreprise bénéficie aujourd'hui d'offres dédiées dès l'origine à la simulation numérique. Toutefois, si les aspects critiques de l'infrastructure matérielle sont définis – de la composition des lames de calcul aux interconnexions entre les serveurs et le stockage – seuls quelques construc-



teurs globaux sont à même d'apporter leur propre valeur ajoutée technologique. Et d'assurer l'ensemble des services d'intégration sans rupture aux SI existants. C'est à ce titre que le partenariat entre Dell et Intel joue un rôle moteur pour la démocratisation du HPC.

Les spécialistes le savent, l'aspect logiciel est déterminant dans la réussite d'un projet de calcul intensif. Dans ce domaine également,

Intel s'est révélé très actif ces dernières années. L'objectif déclaré était d'offrir à ses partenaires les plus proches une pile cohérente, dimensionnable et principalement Open Source. Outre sa participation au développement du noyau Linux, notamment pour en accroître les capacités en termes de nombre de threads gérées ou d'adressage mémoire, Intel fournit aux développeurs du monde entier des compilateurs et des outils de programmation parallèle devenus incontournables. C'est le cas des Intel Threading Building Blocks ou

encore de la fameuse MKL (Math Kernel Library), bibliothèque très utilisée en simulations. Intel intervient par ailleurs dans le projet OpenStack, plateforme de Cloud Computing devenue référence sur le marché, et édite sa propre distribution Hadoop, l'architecture aujourd'hui synonyme de Big Data pour le secteur privé.

L'engagement d'acteurs de la taille d'Intel et de Dell apporte un gage de pérennité à l'ensemble de ces solutions. En choisissant une plateforme Dell conforme au label Cluster Ready, l'entreprise a la garantie de disposer d'un système immédiatement opérationnel, extensible à volonté, facilement administrable et pleinement supporté. Un point qui fait toute la différence, notamment pour les PME et les ETI dont les moyens informatiques et financiers n'ont rien à voir avec ceux d'une multinationale. Grâce à ce type d'offres, franchir le pas du calcul intensif est aujourd'hui à la portée de tous les budgets et de toutes les compétences. Ce sont alors toutes les possibilités de la simulation numérique qui s'ouvrent à vous. Chacune dans leur domaine et avec leurs contraintes propres, les quatre *success stories* présentées dans les pages suivantes en sont l'illustration concrète...

### ■ L'architecture x86 domine le calcul intensif

Avec près de 90 % des calculateurs du Top500 mondial (dont les plus performants), la famille des processeurs et accélérateurs Xeon s'est aujourd'hui imposée dans le domaine du calcul intensif. Bien connue des entreprises, l'architecture x86 est un atout pour Dell, qui a toujours misé sur ses performances, sa pérennité et sa garantie d'évolutivité maîtrisée. A la différence de ses principaux concurrents, dont certains restent toujours positionnés sur des architectures processeur propriétaires, plus difficiles à intégrer et à l'avenir souvent incertain.



## Caterham F1 Team : le HPC sur tous les circuits

Née en 2010, la jeune écurie britannique Caterham F1 joue dès le départ la carte du calcul intensif. C'est pour elle le seul moyen de rivaliser avec les équipes les plus prestigieuses – et les plus richement dotées – du plateau. Selon ses dirigeants, cette approche se justifie dans tous les domaines, mais peut-être plus particulièrement sur le plan de l'aérodynamique, essentielle à la performance en course. Les voitures doivent en effet être améliorées entre chaque Grand Prix. Or, pour les ingénieurs de Caterham F1, les classiques essais en soufflerie s'avèrent insuffisants. C'est donc tout naturellement qu'ils se tournent vers la simulation, et plus particulièrement les calculs de CFD. L'objectif ? Pouvoir tester numériquement beaucoup plus de designs – et de détails qui font la différence – dans les délais très courts qu'impose le calendrier du Championnat du monde.

Après avoir choisi la solution Star CCM+ de CD-adapco pour implémenter sa soufflerie virtuelle, l'équipe acquiert un cluster constitué de 186 serveurs lame Dell PowerEdge M610, soit près de 1 500 cœurs de calcul. Cette puissance *compute*, parfaitement adaptée à ses contraintes logicielles, se complète de baies de stockage ultrarapides Dell PowerVault MD3200 et MD1200 offrant une capacité de l'ordre de 100 To. Le règlement du Championnat du monde de Formule 1 limitant la puissance exploitable à 40 Téraflops, les ressources sont sollicitées 24h sur 24, 7 jours sur 7. Sans défaillance.

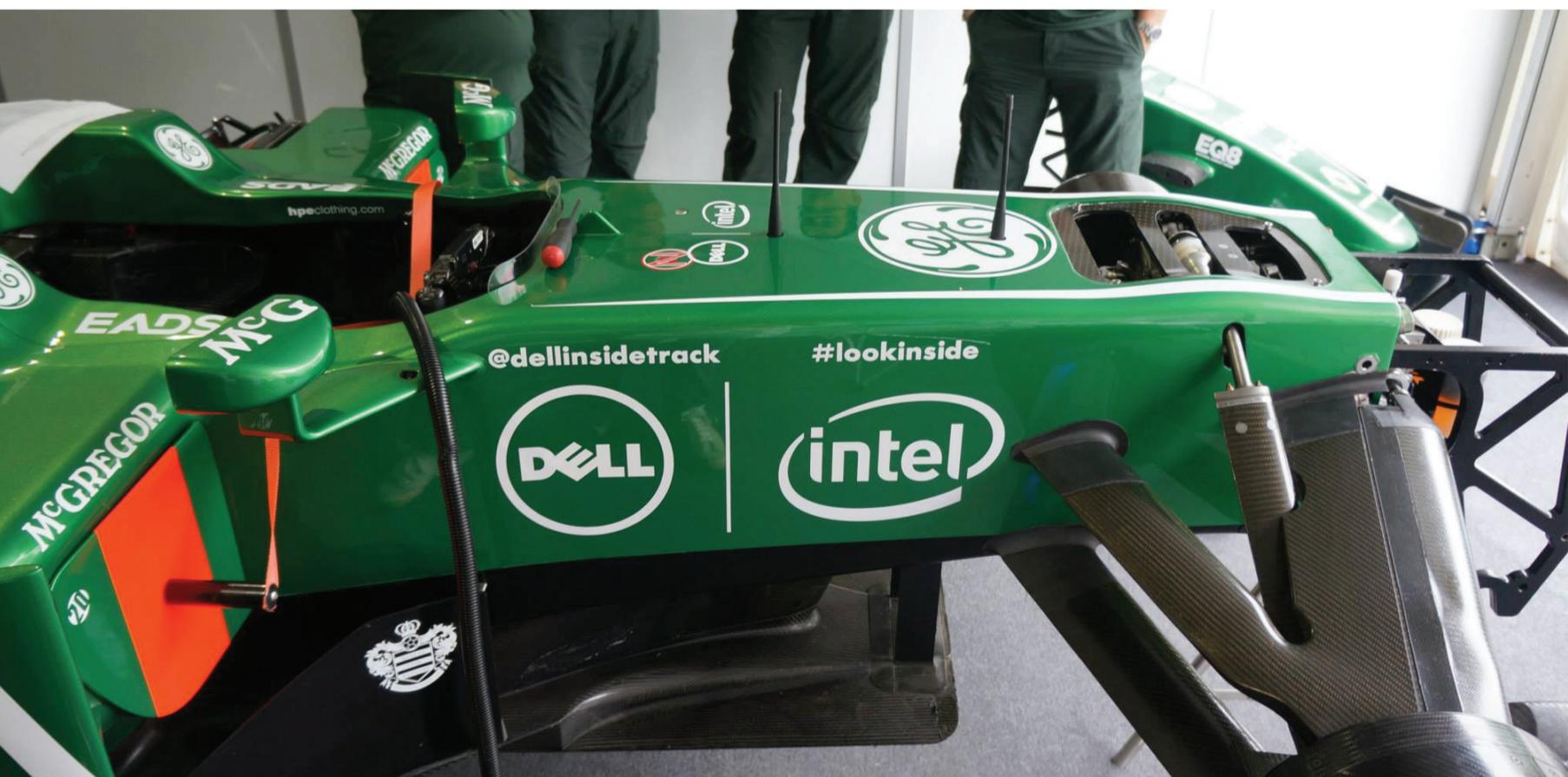
A cette problématique de calcul intensif s'ajoute une contrainte spécifique de traitement de l'information. Les Caterham sont en effet bardées de capteurs qui transmettent aux stands, en temps réel, une moyenne de 20 Go de don-



nées brutes pendant chaque course ou séance d'essais. Et sur chaque course, où qu'elle se dispute dans le monde, l'équipe doit apporter l'infrastructure nécessaire pour stocker et analyser les flux de données de ses deux voitures. C'est cette analyse qui permet aux ingénieurs d'optimiser les réglages de performance et d'endurance, puis d'interagir avec le pilote tour après tour.

Pour permettre à Caterham de relever ce défi, Dell est parvenu à regrouper dans un demi-rack standard toute l'informatique nécessaire : quatre serveurs Dell PowerEdge R210 et R710, un système de stockage Dell EqualLogic PS6000s et un système de bac-

kup Dell PowerVault TL2000. A la demande du client, l'accent a été mis sur la fiabilité. Par exemple, l'ensemble du stockage repose sur des disques SSD ultra-rapides offrant à la fois une plus haute densité et une excellente fiabilité. Le système doit en effet supporter une utilisation intensive mais aussi des transports incessants d'une piste à l'autre, sans compter les températures de fonctionnement parfois extrêmes sur certains circuits. Processus numériques intégrés, agilité de la structure, productivité de l'équipe : trois facteurs qui déterminent la compétitivité – au sens littéral du terme - d'une PME aussi innovante que peut l'être une écurie de Formule 1.



## Brembo : un industriel se convertit à la simulation



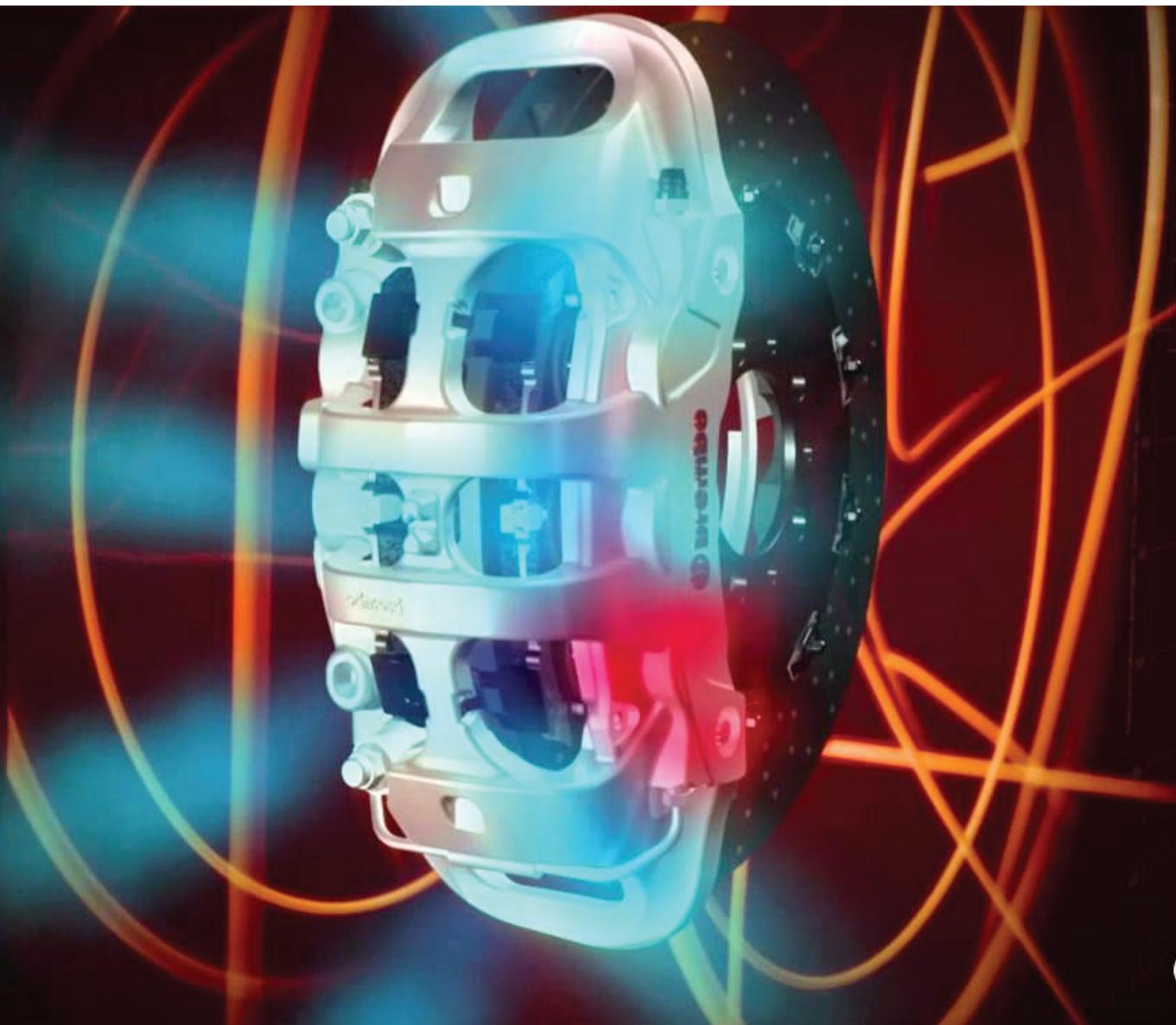
Bien connus des passionnés de mécanique, les systèmes de freinage Brembo équipent les véhicules de compétition les plus prestigieux mais aussi un grand nombre de voitures et de motos haut de gamme que l'on croise tous les jours sur la route. Brembo, c'est une équipe de 7 000 collaborateurs dans le monde et un chiffre d'affaires de 1,3 milliards d'euros en 2012. Mais malgré sa taille et sa réputation, l'entreprise milanaise est confrontée à une concurrence féroce.

Elle se doit de raccourcir le *time-to-market* de ses nouveaux produits tout en maintenant le niveau d'excellence qui a fait d'elle une référence incontestée. Un vrai défi alors que l'industrie automobile européenne souffre et que l'heure est à la réduction des coûts.

Pour résoudre cette difficile équation, Brembo a logiquement choisi d'abandonner les méthodes de conception traditionnelles pour passer à la simu-

lation numérique. Dans un premier temps, elle s'est équipée de deux serveurs Dell dotés de processeurs Xeon E5 et de disques SSD. Une fois validées l'approche HPC, ses ingénieurs, ravis de leur nouvelles méthodes de travail, ont spontanément demandé plus de ressources. Brembo a alors accru sa puissance installée en constituant un cluster comptant trois serveurs supplémentaires. Aujourd'hui, entre cinquante et cent personnes exploitent cette plateforme au quotidien, en utilisant des solutions de simulation standards : Nastran de MSC Software et Star CCM+ de CD-adapco. Un véritable changement de paradigme pour le constructeur, qui s'est aujourd'hui imposé sur l'intégralité de ses processus d'ingénierie.

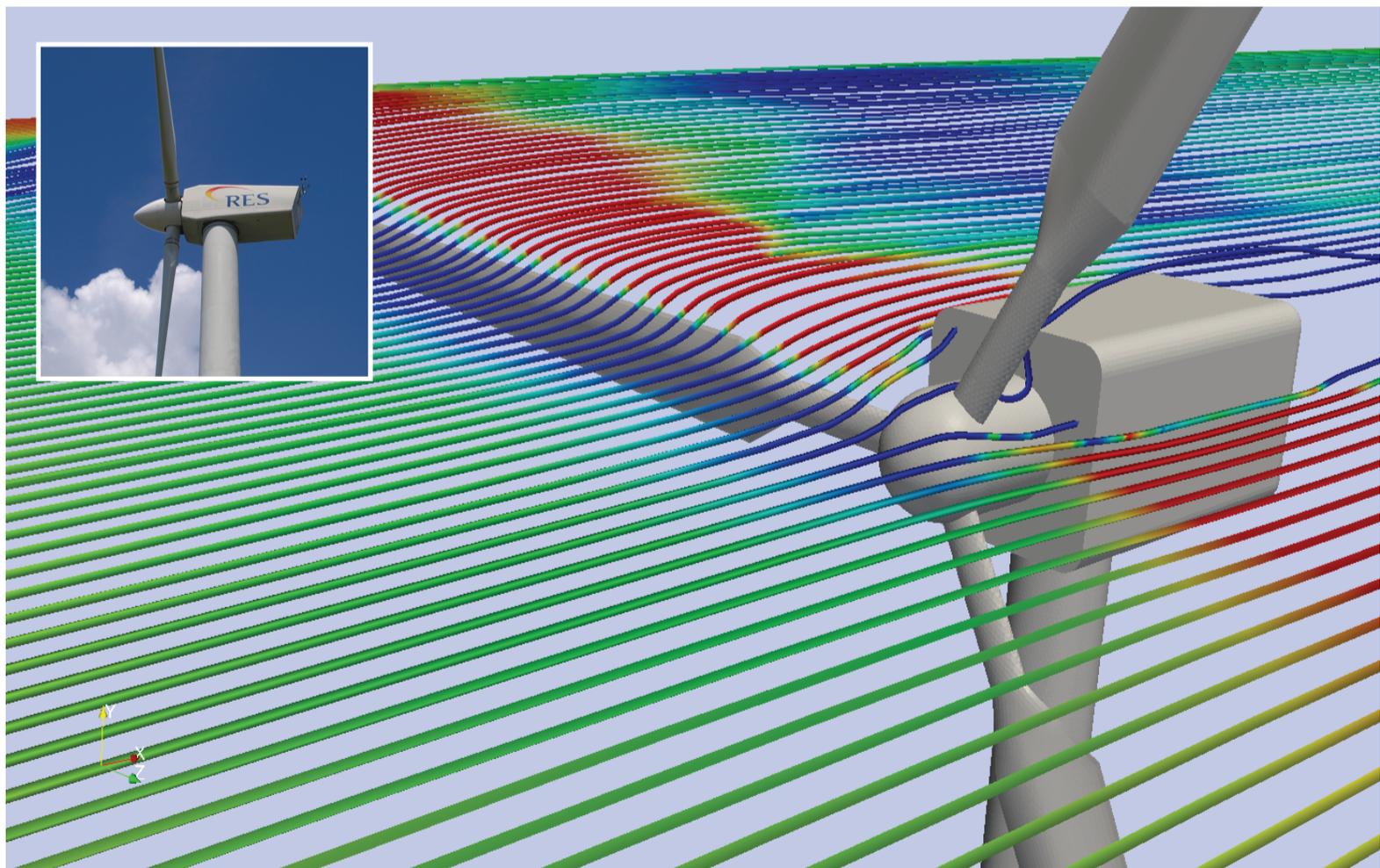
Pour Paolo Crovetto, DSI de Brembo, le gain dans le cycle de développement produit est évident : « 95 % des éventuels problèmes sur un nouveau design de frein peuvent être identifiés avant même les premiers essais sur route ». Pour ce faire, le bureau d'études réalise tous les jours une centaine de simulations, de la conception à l'analyse qualité. L'équipe bénéficie ainsi de capacités d'innovation et d'une réactivité technique maximales, ce que semblent apprécier les clients directs de Brembo que sont les constructeurs et les écuries de compétition. De plus, la consolidation des ressources de calcul sur un cluster unique a permis des gains de TCO grâce à une consommation électrique revue à la baisse et au regroupement des contrats de maintenance.



## RES : de nouveaux marchés grâce au HPC

ETI britannique filiale du Groupe Robert McAlpine, RES (Renewable Energy Systems) conçoit et exploite des fermes d'éoliennes et des fermes solaires partout dans le monde. Dans son giron, une petite centaine de sites de production d'énergie dont plusieurs en France (Languedoc, Cotentin, etc.). C'est d'ailleurs elle qui a été retenue pour la construction du champ d'éoliennes *offshore* au large de St-Brieuc, d'une capacité de 500 MW.

RES, qui ne compte « que » 680 employés, réalise des simulations très spécifiques dans le but de positionner les éoliennes le plus efficacement possibles, donc d'optimiser leur production. Pour cela, l'entreprise disposait jusqu'à récemment de trois serveurs Dell PowerEdge rackés. Mais pour partir à la conquête de marchés émergents à fort potentiel tels que la Turquie et l'Afrique du Sud, RES devait passer à la vitesse supérieure. Avec l'aide d'un



consultant Dell, une plateforme dédiée est rapidement conçue. Particularité de RES, l'entreprise est « *green* » par nature. En tant que partenaire, Dell a donc dû soigner particulièrement l'empreinte environnementale de la machine. Autre contrainte de taille, RES ne dispose pas de salle blanche. A l'impératif d'efficacité énergétique maximale s'ajoutait donc celui de la compacité, le calculateur devant être hébergé chez une autre société du Groupe.

Pour répondre exactement à ce cahier des charges particulièrement contraint, Dell propose un cluster de 16 serveurs PowerEdge M610 et une baie de stockage Dell PowerVault MD1000. Une fois la proposition acceptée, les choses ne traînent pas. La plateforme matérielle est déployée en deux jours. L'installation logicielle achevée en 72 heures. Et pour permettre à RES de gérer son cluster de façon totalement autonome, sans ressources humaines spécialisée HPC, Dell ajoute à l'ensemble sa solution Platform Cluster Manager. Résultat : RES travaille vingt fois plus rapidement. Une simulation des vents sur l'ensemble du territoire Turc est réalisée en deux à trois semaines contre une année entière auparavant. « *Une accélération remarquable, doublée d'un confort de travail maximal* » sou-

ligne Peter Stuart, directeur technique de RES. Quant à la consommation électrique de l'ensemble, elle a pu être réduite de 75 %. Une spirale vertueuse, particulièrement emblématique pour cette entreprise dont les technologies vertes sont toute la raison d'être.

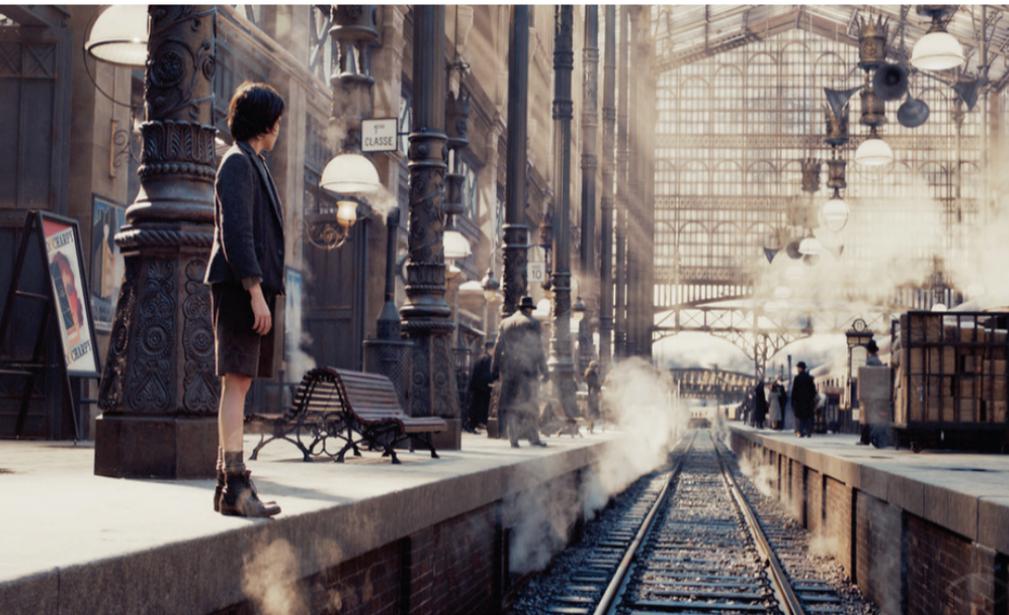
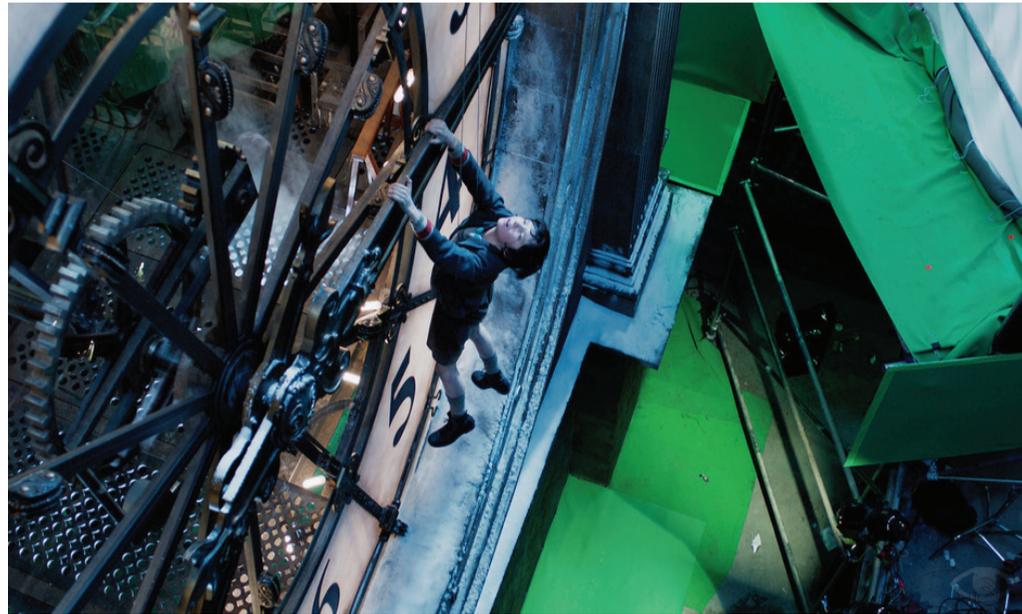
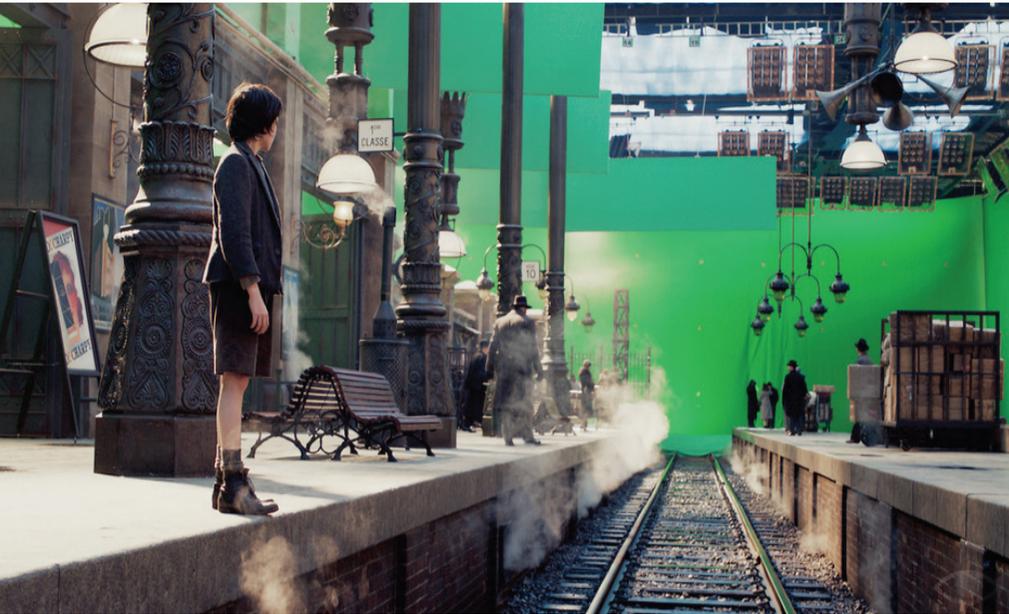


## Pixomondo : à la pointe de la création numérique

Les industries du cinéma, de la télévision et de la publicité sont aujourd'hui très exigeantes en puissance de calcul. La création d'images de synthèse leur impose en effet de disposer d'infrastructures de simulation puissantes, capables de suivre le rythme imposé par les productions. C'est la raison pour laquelle les studios se dotent de leurs propres clusters HPC. Il en va de leurs performances pures, mais également de la confidentialité des codes de rendu. Car tous développent leurs propres algorithmes, grâce auxquels ils peuvent proposer aux réalisateurs des effets spéciaux exclusifs.

Dernier exemple en date, Pixomondo, studio d'animation allemand, qui s'est vu confier les images de synthèse de la série Games of Thrones et du long métrage Star Trek Into Darkness. Pour ce dernier, l'équipe a dû modéliser puis générer numériquement pas moins de 343 scènes. Un tour de force réalisé en 11 mois grâce au talent de l'équipe et à la puissance de sa plateforme informatique. Si chacun travaille sur des stations Dell Precision T5500 et T5600, c'est la ferme de serveurs Dell PowerEdge R410, R620 et R720 qui fournit l'essentiel de la puissance de calcul et de rendu. Grâce à elle, toutes les pièces





de l'emblématique USS Enterprise ont pu être modélisées. C'est toutefois la poursuite entre le vaisseau du Capitaine Kirk et les trois vaisseaux Klingon qui a été la plus gourmande en calcul intensif. La scène, réalisée intégralement en images 3D, reléguerait presque les maquettes de Star Wars à l'état de reliques d'un monde disparu.

Pour Game of Thrones, unanimement reconnue comme une prouesse artistique, le challenge était peut-être plus dantesque encore : la saison 2 a

mobilisé pas moins de 358 artistes sur 518 scènes réalisées en seulement 22 semaines. Un record de productivité, auquel la disponibilité, la puissance et l'architecture technique de la plateforme HPC Dell ne sont pas étrangères. Le choix de technologies standards, dont les accélérateurs x86, a en effet permis aux ingénieurs de Pixomondo de capitaliser sur une large palette de bibliothèques de calcul et de simulation existantes, pour développer ensuite des codes propriétaires qui seront réutilisés sur les productions à venir...

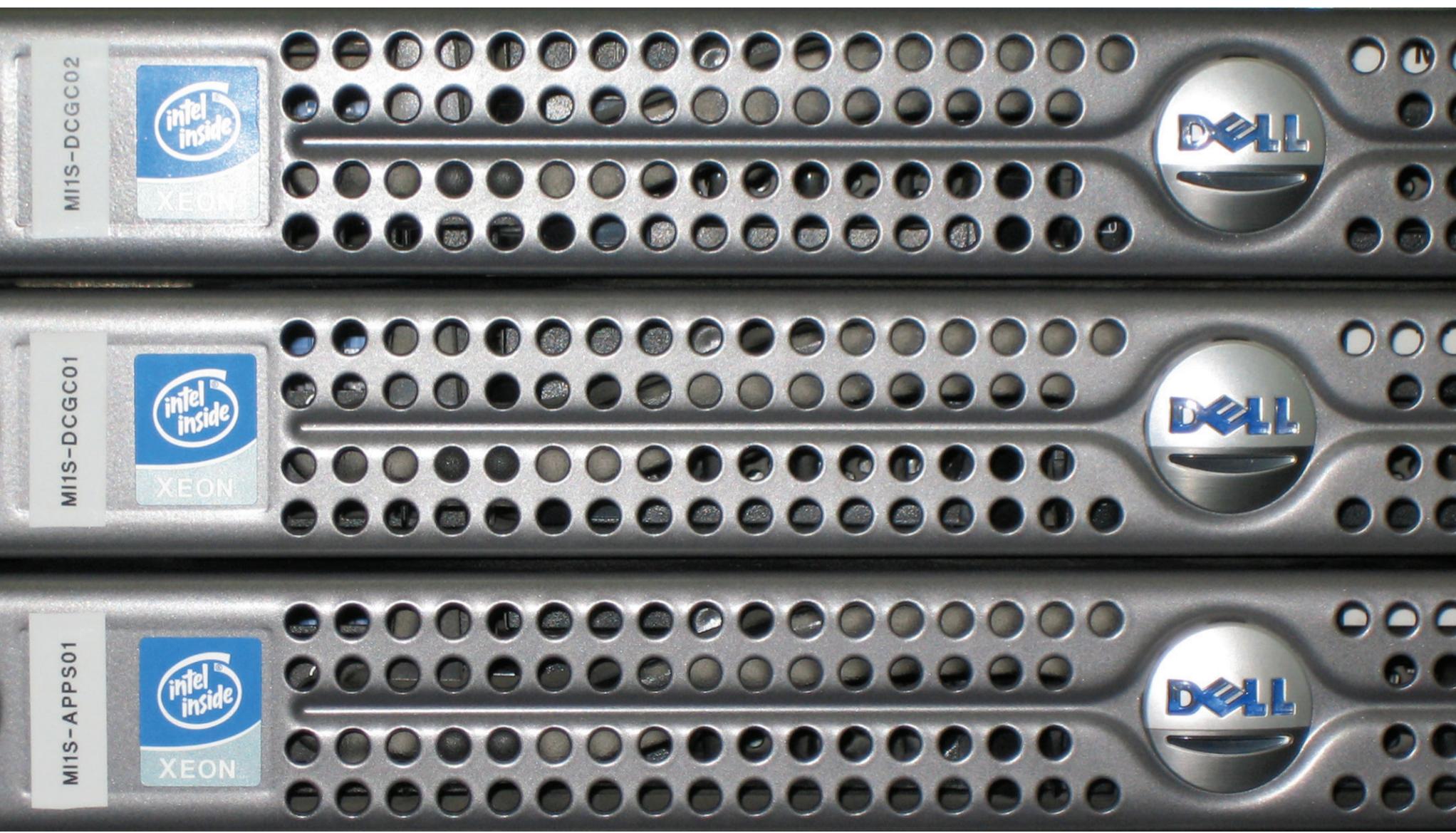


## Dell : des solutions HPC à haute valeur ajoutée

Comment répondre très précisément à la variété des besoins des entreprises en matière de calcul intensif et de simulation numérique ? En leur proposant un accompagnement global jusqu'à la mise en production de solutions sur mesure.

Pionnier du HPC en technologie x86, Dell dispose pour cela d'une cinquantaine d'experts mondiaux regroupés au sein d'un pôle de compétences dédié. Des experts très spécialisés, relayés par une importante équipe d'ingénieurs avant-vente. En France uniquement, environ 70 personnes sont à même de proposer des solutions de calcul haute performance clés en mains aux entreprises de toute taille.

Du point de vue industriel, peu d'acteurs de dimension mondiale ont réussi à bâtir une *supply chain* permettant la livraison et l'installation rapide d'un grand nombre de serveurs quels que soient les objectifs applicatifs. Parmi les exemples qui illustrent cette capacité exceptionnelle, celui du TACC (Texas Advanced Computing Center) est emblématique. C'est à Dell que le Centre a confié la réalisation de Stampede, un



supercalculateur de près de 10 Pétaflops. Numéro 6 du Top500 mondial, Stampede dispose d'une architecture x86 standard comptant pas moins de 6 400 nœuds de calcul et offrant 16 Po de stockage local et partagé. « Depuis la rédaction du cahier des charges jusqu'à la livraison de la machine, il ne s'est pas écoulé plus d'une année » souligne Marc Mendez-Bermond, Expert Solutions de Calcul Intensif chez Dell France. Une prouesse technique saluée par les initiateurs du projet et très appréciée par les scientifiques et ingénieurs qui ont le privilège de travailler sur la plateforme.



Selon la taille, l'activité et les contraintes techniques de l'entreprise, l'offre produit Dell s'articule autour de trois gammes de serveurs HPC pré-packagés : les PowerEdge R au format rack, les châssis lames PowerEdge M et les serveurs ultra-denses PowerEdge C, particulièrement adaptés aux applications de calcul intensif. Développé en moins d'un an, le PowerEdge C8000 est

### ■ Xeon Phi, le calcul intensif en mode x86

Dell est un des premiers fournisseurs globaux de solutions HPC à avoir opté pour des architectures intégrales processeurs + accélérateurs de calcul x86. Cette approche a le triple avantage d'accroître fortement la puissance disponible, de supporter un modèle de programmation universel et de contenir la consommation électrique. Grâce à la nouvelle architecture MIC (Many Integrated Cores) d'Intel, incarnée par la famille des accélérateurs Xeon Phi, l'entreprise dispose à moindre coût d'unités de calcul vectoriel SIMD 512-bits idéales pour les applications de simulation numérique en temps réel (calcul et rendu à l'écran).

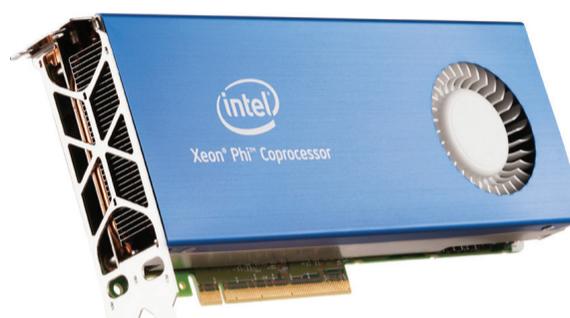
Techniquement, les accélérateurs actuels (nom de code « Knight's Corner ») bénéficient d'une gravure de 22 nm. Cette finesse permet d'aligner plus de 60 cœurs et jusqu'à 8 Go de GDDR5 sur une même carte PCI Express, pour une puissance totale maximale de 1 Téraflops par accélérateur. Si l'ajout d'un seul accélérateur à un serveur standard permet d'en booster les performances sur les applications x86, il n'y

souvent retenu sur les appels d'offres, notamment parce qu'il est capable d'accueillir jusqu'à 10 nœuds double sockets Xeon E5. Entre autres différenciateurs techniques, ses alimentations redondantes peuvent être intégrées ou externes et son câblage s'effectue en façade, ce qui autorise les installations « Fresh air » (refroidissement à l'air ambiant jusqu'à 40°C).

C'est ce type de serveur qui équipe Stampede. Dans cette implémentation, les nœuds ont été équipés de cartes Xeon Phi mais Dell propose également des accélérateurs de type GPU. « Les deux solutions ont chacune leurs avantages » précise Marc Mendez-Bermond. « L'offre doit s'orienter en fonction des besoins du client. Ainsi, l'accélération GPU va être très dépendante de l'application. Avec Xeon Phi, l'exécution du code développé sur Xeon E5 est quasi immédiate et son optimisation bénéficie ensuite indifféremment aux plateformes Xeon ou Xeon Phi, ce qui garantit la pérennité des efforts de développement. »

Fort de son savoir-faire unique dans le domaine des supercalculateurs, Dell s'affirme comme le fournisseur idéal pour les solutions de calcul de petite à moyenne envergure (de 10 à 1000 nœuds) à architecture x86 standardisée. A partir d'un catalogue exhaustif

a pas de limite théorique au nombre d'accélérateurs Xeon Phi pouvant être installé dans un cluster HPC. Le supercalculateur Thianhe-2, l'ordinateur le plus puissant aujourd'hui, en compte pour sa part plus de 48 000...



Pour servir tous les besoins en calcul intensif, Dell propose les accélérateurs Xeon Phi sur ses trois gammes de serveurs HPC. Le Dell PowerEdge R720 accueille jusqu'à 2 cartes Xeon Phi par nœud. Les Dell PowerEdge C6220 et C410x, quant à eux, acceptent jusqu'à 8 accélérateurs par nœud. Enfin, le serveur à haute densité Dell PowerEdge C8220x peut embarquer 2 Xeon Phi par nœud dans ses lames compactes.

de briques technologiques, toutes les configurations sont possibles. Outre les serveurs PowerEdge, elles peuvent inclure des baies de stockage PowerVault MD1200 (12 disques) à MD3260 (60 disques), des commutateurs réseau InfiniBand Mellanox ou Intel, et des commutateurs Dell PowerConnect ou Force10. Avantage déterminant pour ces solutions à la carte, de nombreuses options logicielles ont d'ores et déjà été qualifiées. Elles s'installent donc sans phase de validation, pour être opérationnelles immédiatement.

Outre les entreprises déjà citées, de prestigieuses références françaises attestent de la capacité de Dell à livrer rapidement des plateformes HPC sans

équivalent : parmi elles, l'IN2P3 (Institut national de physique nucléaire et de physique des particules), EDF Septen, le CNES, l'INRA, plusieurs grandes universités françaises, Mercator Ocean ou encore CGG Veritas...

C'est aujourd'hui aux PME et aux ETI de profiter de la démocratisation du calcul intensif, en particulier pour les applications de simulation numérique industrielles. Avec Dell, franchir le pas du HPC n'a jamais été plus simple. Ni plus sûr. Quelles que soient les particularités de votre solution, son acquisition, son intégration et son utilisation concourront de façon décisive à la compétitivité – c'est-à-dire au succès – de votre entreprise.

### ■ Tester le HPC en conditions réelles

Partenaire du Mésocentre de calcul aquitain (MCIA Bordeaux), Dell permet aux entreprises de tester leurs applications sur un système d'expérimentation équipé d'accélérateurs Xeon Phi. En fonction des résultats, des experts Dell sont disponibles pour contribuer à l'optimisation applicative et faire en sorte que la solution globale soit la plus performante possible.





Conception et réalisation : HPC Médias - +33 (0) 9 50 96 64 00



Copyright © Dell, 2013.

Ce livre blanc n'est diffusé qu'à titre informatif et peut contenir des erreurs typographiques ainsi que des imprécisions techniques. Son contenu est fourni en l'état, sans garantie expresse ni implicite d'aucune sorte.

Intel, le logo Intel et Intel Xeon sont des marques commerciales d'Intel Corporation aux États-Unis et dans d'autres pays.

Dell, le logo Dell, sont des marques déposées de Dell Corporation. Dell SA reconnaît n'avoir aucun titre de propriété sur les marques de commerce et les noms de marques autres que les siens.

Dell S.A. Capital : 1 676 939 €.

1 rond-point Benjamin Franklin, 34938 Montpellier - France.

N° 351 528 229 RCS Montpellier - APE 4651 Z.