

LE RENDEZ-VOUS INTERNATIONAL  
CONFÉRENCES | ATELIERS | EXPOSITION

THE INTERNATIONAL MEETING  
CONFERENCE | WORKSHOPS | EXHIBITION

# Forum Teratec

*Unlock the future!*

## HPC SIMULATION BIG DATA

11 & 12 JUIN 2019  
JUNE 11 & 12

ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
PALAISEAU-FRANCE

PLATINUM SPONSORS



GOLD SPONSORS



SILVER SPONSORS



PARTENAIRE  
CAFÉ EUROPÉEN  
DE LA RECHERCHE



AVEC LE SOUTIEN DE



# Forum Teratec 2019

## Le HPC : une priorité pour l'Europe

La 14<sup>e</sup> édition du Forum Teratec, manifestation unique en Europe par son ampleur et sa qualité, a permis aux 1.300 participants d'accéder à une synthèse de l'état de l'art du calcul haute performance (HPC) et de la simulation numérique, mais aussi des technologies plus novatrices que sont le traitement du Big Data et l'apprentissage par les données (IA). Elle a aussi permis de constater que ces sujets sont devenus cruciaux pour les instances européennes ; qui mettent en place un programme d'ampleur, EuroHPC, qui a terme représentera un investissement de plus de 6 milliards d'Euros.

Axé sur le calcul haute performance (HPC) et la simulation numérique, ainsi que sur le traitement du Big Data et l'apprentissage par les données (IA) dans ces domaines, le Forum Teratec a regroupé sur deux jours : des sessions plénières ; des ateliers thématiques et applicatifs ; une exposition regroupant matériels, logiciels et services, ainsi que la remise des Trophées de la Simulation numérique.

Pour sa 14<sup>e</sup> édition, cette manifestation unique en Europe a rassemblé, cette année encore à l'École Polytechnique, plus de 1 300 participants venus de l'Europe entière. .



Les sessions plénières de la première journée ont marqué l'engagement des institutions européennes autour de ces technologies, dont le développement et la maîtrise seront au cœur de la compétitivité de nos entreprises pour les années à venir. Une transition digitale qu'il est impératif de réussir dans tous les domaines, qu'il s'agisse de l'aéronautique et du spatial, de l'automobile et de la mobilité, de la santé ou de la production industrielle. Des sessions plénières qui ont aussi permis de découvrir les technologies en cours de développement, telle l'exascale, qui permettront de relever ces défis

## FAIRE DE L'EUROPE L'UN DES LEADERS DU HPC

En ouverture des sessions plénières, Daniel Verwaerde, nouveau président de Teratec, a rappelé le contexte actuel du calcul haute performance (HPC) et de la simulation numérique, puis évoqué les nouvelles perspectives qui se présentent. « La révolution numérique en cours impacte tous les secteurs économiques. Elle est boostée par le développement rapide des technologies de traitement du Big Data et d'apprentissage par les données, dont les performances seront décuplées avec l'arrivée rapide de machines exascales. Une révolution numérique que les instances européennes ont décidé de faciliter en investissant massivement à travers le programme EuroHPC, pour faire de l'Europe l'un des leaders mondiaux du HPC. C'est ce que la Commissaire européenne à l'économie et à la société numériques, Mariya Gabriel, nous expliquera plus avant dans cette matinée ».

Outre les traditionnelles utilisations du HPC dans les domaines industriels, de la santé, des services ou de la défense, toujours plus gourmandes en performances, il a mis en avant l'évolution sociétale (changement des manières de vivre, de se former, de penser, de se soigner...), ainsi que l'évolution environnementale (réchauffement climatique, raréfaction des ressources naturelles, agriculture toujours plus intensive, Smart Cities...), qui créent de nouveaux besoins accroissant considérablement la demande en calcul haute performance et en analyse des données haute performance (HPDA). « Des nouveaux usages qui nécessitent des moyens de traitement, tant matériels qu'applicatifs, de 2 à 3 ordres de grandeur plus puissants que ceux aujourd'hui disponibles, mais que l'Europe entend nous apporter à travers le programme EuroHPC ».

## IL N'Y A PAS D'INDUSTRIE FORTE SANS NUMÉRIQUE



**Philippe Varin**, Président de **France Industrie**, est ensuite venu exposer quelles sont les conditions pour que l'industrie française réussisse sa transition numérique. « Depuis 20 nous avons connu une désindustrialisation de la France, puisque l'industrie est passée sur cette période de 20 à 12 % du PIB, alors que de son côté l'Allemagne est restée stable à 23 %. Ce qui représente la destruction d'un million d'emplois industriels. Heureusement ce déclin est enravé depuis 2 ans. Mais s'il y a un début d'embellie, il faut rester vigilant et avoir comme obsession la compétitivité. L'industrie, les Régions, l'Etat et l'Europe sont tous mobilisés pour aller dans ce sens, avec la définition de 9 chaînes de valeurs stratégiques, dont l'une est dédiée au HPC ».

Il a aussi rappelé le paradoxe français en termes de numérique : « Nous avons en France les meilleurs cerveaux, les meilleurs intégrateurs, les meilleurs fournisseurs de solutions et nous sommes la "start-up nation". Pourtant, sur les 25 000 PME et ETI industrielles seulement 20 % ont établi un diagnostic numérique et sont entrées dans une première phase de numérisation. Et dans les têtes des 16 filières industrielles que nous avons identifiées, seules l'aéronautique, l'automobile et l'électronique ont mis en place des plates-formes numériques. Ce qui n'est pas brillant ! D'ailleurs la France est classée en 18<sup>e</sup> position par l'Union Européenne sur la pénétration du numérique dans l'industrie. Il faut donc mutualiser les développements des briques de base entre les filières pour rattraper notre retard et créer rapidement les plates-formes numériques qui nous manquent. 5 ou 6 filières devrait y arriver d'ici la fin de l'année ».

Au plus proche du terrain, France Industrie s'est fixé un objectif de 10 000 PME et ETI diagnostiquées d'un point de vue numérique, avec un budget de 80 M€ venant de BPI sous le pilotage des régions. Des aides sont aussi prévues pour leur mettre le pied à l'étrier lors de leurs premiers pas vers des outils numériques (calcul/simulation, robotique, 5G...).

Mais ce passage au numérique ne se fera pas sans les hommes. « Il faut travailler à la fois sur : les compétences des salariés en analysant finement les besoins des filières industrielles et en les formant au plus juste ; l'appétence en donnant aux jeunes l'envie de travailler dans l'industrie ; l'accès aux emplois industriels à la fois en termes de transport, de logement, de mobilité, etc. ».

Enfin, l'Europe doit continuer à jouer son rôle en termes de connectivité, de standardisation des données et de cybersécurité, avec la participation accrue des industriels français dans les groupes de travail et les comités de normalisation. « Autant de sujets cruciaux car il n'y a pas de pays fort sans économie forte, il n'y a pas d'économie forte sans industrie forte et il n'y a pas d'industrie forte sans numérique », a conclu Philippe Varin.

## VERS UN NOUVEAU BUSINESS MODEL AUTOUR DE LA DONNÉE SPATIALE



Parmi les multiples secteurs industriels, le spatial est soumis à un véritable bouleversement avec l'arrivée de nouveaux acteurs dont les principaux sont issus du développement d'internet. Un phénomène baptisé **NewSpace** qui aiguillonne les acteurs en place. **Jean-Yves Le Gall**, président du **CNES**, est venu expliquer comment l'Europe spatiale réagit pour rester aux avant-postes de cette industrie.

« Le NewSpace est souvent défini par 3 affirmations : l'apparition de l'innovation dans un domaine spatial dominé par des agences sclérosées par de grandes entreprises qui travaillent plus comme des arsenaux que comme des start-ups ; un financement privé, avisé et performant, au lieu et place d'un investissement public jugé dépassé et improductif ; le règne affirmé des start-ups de la Silicon Valley, qui suppléeraient les dinosaures de la vieille économie ».

Des affirmations qui sont loin de la vérité. « Depuis le début de la conquête spatiale à la fin des années 50, les différentes agences spatiales n'ont cessé d'innover pour relever la multitude de défis auxquels elles ont été confrontées.

Et c'est toujours le cas puisqu'en novembre dernier la sonde **InSight** s'est posée sur Mars avec à son bord le sismographe français **SEIS** développé par le **CNES** pour sonder le cœur de cette planète. Peu de temps avant, le robot **Mascot** développé par le **CNES** et son homologue allemand le **DLR**, s'est posé sur l'astéroïde Ryugu. Des exemples qui rappellent que l'innovation est au spatial, ce que la recherche est pour la science, c'est-à-dire un moteur indispensable et que le NewSpace n'en a pas le monopole ».



Du côté de l'investissement privé, plus de 80 % du chiffre d'affaires de l'industrie spatiale provient de la commande publique, qu'il s'agisse des puissances spatiales affirmées ou de celles émergentes de l'Inde, de la Chine, du Japon, de l'Australie ou des Emirats Arabes Unis.

« Enfin, le mythe des start-ups changeant le monde est battu en brèche par la réalité des chiffres. Selon les données statistiques américaines, les start-ups américaines représentent 3 % de l'emploi total de cette économie et détruisent autant d'emplois qu'elles en créent. Et force est de constater que si elles innoveront fortement, elles s'associent à de grands groupes établis pour industrialiser et produire leurs innovations ».

On voit donc à travers ces trois aspects que l'on n'a pas attendu le **NewSpace** pour faire du spatial et que celui-ci ne change pas fondamentalement la donne. « Mais je n'ignore pas les évolutions en cours et entend pleinement profiter de

l'élan du **NewSpace**. Il fait partie de la 4<sup>e</sup> révolution industrielle décrite depuis 15 ans, caractérisée par la numérisation de l'économie et la mondialisation avec l'apparition de nouveaux acteurs aux côtés des acteurs établis ».

La numérisation a notamment permis de miniaturiser les satellites et ainsi d'en réduire le coût de mise en orbite. Si le satellite d'observation de la terre **Envisat**, lancé par l'Agence spatiale européenne (**ESA**) en 2002, pesait 7 tonnes, aujourd'hui les satellites du programme **Copernicus** pèsent 500 kg, en attendant l'arrivée prochaine de "nano-sat" de 50 à 100 kg. « Mais plus encore que la numérisation, ce qui compte et révolutionne notre industrie c'est la bonne donnée. Tant pour la télémédecine que pour le véhicule autonome, l'aménagement du territoire ou la gestion des ressources naturelles, la donnée spatiale donne un avantage compétitif décisif. D'une économie de l'offre (satellites et lanceurs) on évolue à grande vitesse vers une économie de la demande pilotée par la bonne donnée sur un marché rentable. Les satellites et lanceurs sont devenus des "utilities" pour la donnée. **Galileo** n'est plus une infrastructure de satellites, mais une offre de positionnement et de temporalité ».

Tout cela se fait dans un contexte de mondialisation, qui est une évolution structurante du secteur spatial. En 30 ans, on est passé de 4 agences spatiales (USA, URSS, Europe, Japon) à plus de 50. Le spatial est devenu un monde ultra-compétitif où finalement chacun se spécialise, apporte ses compétences et développe de nouveaux marchés.

Le but de la conquête spatiale est à terme de faire de l'homme une espèce multi-planète. S'il y a une forte probabilité que l'homme retourne sur la Lune dans la décennie 2020, il n'ira pas sur Mars avant la fin 2030 car il va falloir lui permettre de supporter un voyage, qui dans les conditions actuelles demande 2 ans.

Face à ces multiples évolutions, qui forment ce **NewSpace** définissant un nouveau Business Model autour de la donnée spatiale, comment les acteurs historiques comme le **CNES** vont devoir s'adapter ? « Nous allons apporter une réponse en 3 volets. Ils seront construits autour de notre excellence scientifique, autour d'une coopération internationale toujours plus active, et autour d'une intégration encore plus poussée de notre écosystème ».

Aujourd'hui un état ne peut plus financer seul les grandes missions scientifiques d'exploration et les systèmes orbitaux nécessaires. Ainsi, les USA proposent un gateway autour du système Terre-Lune, un partenariat public/privé mobilisant à la fois les partenaires historiques de la station spatiale internationale, sans doute l'Inde, peut-être la Chine et surtout les grandes entreprises mondiales. La France est le principal contributeur du budget de l'ESA et le **CNES** est aussi le partenaire de 5 autres grandes puissances spatiales : les USA pour le voyage sur la Lune ; la Chine autour de la science et l'astronomie ; l'Inde avec le climat et

les vols habités ; le Japon autour de Mars et la Russie avec les lanceurs. « Ces partenariats nous apportent beaucoup en élargissant notre base scientifique et économique, tout en nous permettant en tant que spécialiste de participer à des missions particulièrement ambitieuses ».

Enfin, il va falloir une intégration encore plus poussée de l'écosystème spatial français autour du CNES pour maintenir l'excellence française, tant scientifique qu'industrielle. « A cet égard le CNES collabore avec plus de 100 start-ups et a su transférer un certain nombre de technologies, pour développer des activités aujourd'hui florissantes et créatrices d'emplois. Nous avons aussi des collaborations plus ciblées avec des Pôles de Compétitivité autour du numérique à Paris, de la santé à Lyon et nous sommes implantés directement au contact des start-up sur le Campus Station F. C'est aussi la création d'un fonds d'investissement destiné à soutenir l'innovation dans le spatial ».

« Il n'y a pas d'opposition entre le NewSpace et les Agences Spatiales en place, mais cette compétition mondiale nous oblige à nous réinventer et à continuer à innover, tout comme nous l'avons fait depuis 60 ans et le numérique est un atout pour cela ».

## DE GRANDS ORDINATEURS POUR DE GRANDS RÊVES EUROPÉENS



Malheureusement, suite aux récentes élections européennes, **Marya Gabriel**, la Commissaire européenne à l'économie et à la société numériques, n'a pu quitter Bruxelles, mais elle a tenu à faire une communication vidéo spécifique pour le Forum Teratec.

« Le calcul haute performance est au cœur de mes préoccupations en tant que Commissaire européenne. Ces technologies revêtent une importance stratégique pour la compétitivité et la capacité d'innovation de notre Union. Le contexte est simple. Dans un monde de plus en plus concurrentiel, l'avantage compétitif actuel s'appelle maîtrise du Big Data, Intelligence Artificielle, capacité d'innovation et productivité industrielle. Tous ces aspects ont un socle commun, le calcul



haute performance. Mais le contexte est également préoccupant. L'Europe n'est plus le terrain de jeu privilégié de ces grandes avancées technologiques, qui lui permettraient d'être à la pointe des développements industriels, mais aussi de la recherche scientifique en médecine personnalisée, en climatologie, ou la conquête de l'espace. En résumé, les grands rêves nécessitent de grands ordinateurs ».

« C'est pourquoi l'Europe en a fait l'une de ses priorités. Nous devons nous doter des infrastructures nécessaires ainsi que des chaînes de valeur en amont, c'est-à-dire des technologies sous-jacentes dont nous avons perdu le leadership, tout en s'assurant de leur bonne exploitation en aval. C'est la recette de notre autonomie du 21<sup>e</sup> siècle face aux USA, à la Chine et au Japon. Actuellement notre capacité de calcul est de la moitié de celle des américains ou des chinois, alors que la demande ne cesse de croître ! ».

« C'est pourquoi l'Europe a entrepris un vaste chantier depuis début 2018. La première étape, peu visible mais très structurante, a été de nous doter d'une structure légale, afin de pouvoir travailler concrètement. C'est EuroHPC. Sur cette base 4 chantiers sont en cours :

- Tout d'abord et pour la première fois l'Europe a mutualisé ses ressources pour acquérir ses premiers supercalculateurs, afin de les mettre à disposition des chercheurs, qu'ils soient universitaires ou industriels. Deux d'entre eux devraient être parmi les 5 à 10 machines les plus puissantes du monde.
- Deuxièmement, nous devons nous assurer que l'Europe conserve son avance en termes de logiciels applicatifs pour ces super-machines. Si nous sommes champions dans des domaines tels que le changement climatique, l'exploitation des ressources naturelles, ou le développement de nouvelles médecines, nous devons nous assurer qu'il en sera de même pour l'Intelligence Artificielle ou l'internet des objets (IoT).
- Troisièmement, l'Europe doit renouer avec l'excellence dans la chaîne d'approvisionnement qu'elle maîtrisait il y a encore peu. Il faut que ces supercalculateurs soient basés sur de la technologie européenne. Le défi est de taille puisque nous évaluons actuellement cette part à seulement 5 %. C'est notamment l'initiative de processeur européen à faible consommation.

• *Finally, it will be necessary to ensure that these supercomputers are available to all (SMEs, ETI, research...) and that the improvement of human capacities to master these processes through a fine mesh of centers of competence is also to sensitize potential users who often ignore them. The role of Teratec will be fundamental for this in France.*

*This is translated by the mobilization of 1.4 billion Euros over the period 2020/2021 and 5 times more over the period 2022/2026. (see our enclosed n.d.l.r.) European autonomy is essential, both on the scientific and industrial plan. Our citizens will be the first beneficiaries in terms of better medicine, safer products and a society more in line with the major challenges of our era, including climate change.*

Un discours mobilisateur très volontariste qui donne une véritable feuille de route pour les années à venir dans le domaine du HPC. C'est certain l'Europe a une véritable ambition politique dans ce domaine. L'auditoire ne s'y est pas trompé et a largement applaudi cette présentation.

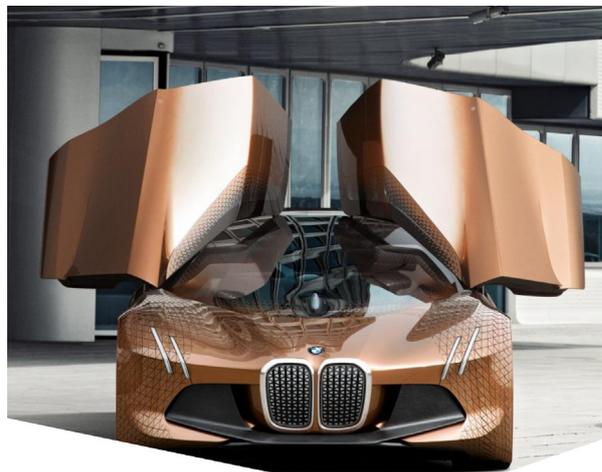
## PRÉPARER L'ARCHITECTURE INFORMATIQUE DES VÉHICULES POUR L'AUTONOMIE ET L'ÉLECTRIFICATION



S'il est bien un secteur en pleine mutation que le HPC, le Big Data et l'apprentissage par les données vont révolutionner, c'est celui de la mobilité et notamment de l'automobile, forçant les constructeurs à développer de nouvelles architectures pour leur électronique embarquée. C'est ce qu'est venu expliquer **Matthias Traub**, Head of Automotive IoT and E/E architecture chez **BMW**.

« *Nous avons lancé en 2015 le programme **Number One > Next** pour refondre complètement l'architecture numérique de nos véhicules, afin de les préparer pour 2025 aux besoins futurs de connectivité et de conduite autonome* ». La connectivité s'entend entre le véhicule et les infrastructures, entre différents véhicules et entre le véhicule et l'internet pour de multiples services partagés. De même, l'électrification et la gestion de l'énergie des batteries, ainsi que la

conduite autonome vont fondamentalement faire évoluer l'informatique embarquée dans les véhicules. « *Nous lancerons en 2021 un véhicule autonome de niveau 3 utilisant cette nouvelle architecture, qui est aussi prévue pour accepter les niveaux 4 et 5 dès que ceux-ci seront suffisamment fiabilisés pour être mis dans le domaine grand-public* ».



Cette évolution majeure implique de revoir les processus de développement matériels et logiciels, tant en interne que chez les fournisseurs tiers. « *Jusqu'à maintenant chaque partie, voir chaque département d'un constructeur, avait sa solution spécifique pour répondre aux défis auxquels ils était confrontés. Ce qui ne facilitait pas l'intégration, même s'il existe des standards propres à notre industrie tel **Autosar**. C'est pourquoi nous avons dû définir une architecture structurée homogène, ainsi que les technologies à utiliser, basée les standards informatiques actuels utilisés pour les Smartphones ou la connectivité dans le Cloud. Ce qui nous a obligés à définir de nouvelles méthodes de développement plus agiles pour faire face à l'évolutivité de ces standards* ».

« *Nous avons une approche en trois étapes. Bien que nous soyons une compagnie établie depuis longtemps avec des "legacies" et des problèmes de compatibilité, nous avons choisie une Greenfield Approche, qui n'hésite pas à remettre en question les architectures antérieures. En deuxième lieu, nous sommes partis de ce que ces architectures antérieures avaient pu nous apprendre. Enfin, la nouvelle génération d'architectures est développée sur la base de l'actuelle, mais en y intégrant notre vision du futur* ».

Cette nouvelle architecture doit satisfaire de nombreux challenges en termes : de coût ; d'apports pour le client ; de compatibilité ; d'adaptation à différentes gammes ; de standardisation et réutilisation de blocs fonctionnels ; d'économie d'énergie pour ne pas pénaliser l'autonomie ; de testabilité ; de sécurité par conception ; de possibilité d'évolution au fil du temps une fois en clientèle.

« En abandonnant des développements individuels de modules intégrables dans une architecture unifiée au profit d'un développement global plus homogène, nous réduisons de manière significative le cycle total de développement, tout en proposant une architecture compatible avec nos différentes lignes de produits **BMW Auto** et **Moto, Mini** et **Rolls-Royce** ».

« Au-delà de l'utilisation des micro-contrôleurs et des micro-processeurs, dont le rapport coût/performance augmente sans cesse, les architectures informatiques hybrides permettent une allocation économe en énergie des performances nécessaires par une interaction optimale de processeurs à usage général (GPP), d'accélérateurs matériels dédiés (HWA), par exemple pour les fonctions basées sur l'Intelligence Artificielle, et de matrices de portes programmables par l'utilisateur (FPGA), permettant d'up-grader les systèmes tout au long de leur vie. De plus, une composition optimale au niveau du système pourrait être obtenue en pratiquant le co-design de matériel/logiciel ».

« Le gros challenge pour nous est de passer d'une société de développement de produits essentiellement mécaniques au développement de produits ayant une très forte composante numérique. C'est pourquoi nous sommes largement impliqués dans un certain nombre d'initiatives numériques européennes **Horizon2020**, telles la **European Processor Initiative (EPI)**, visant à développer un processeur HPC d'usage général qui pourrait, entre autres, trouver sa place dans l'automobile dès 2021 ».

## PASSER DE LA MÉDECINE CURATIVE À LA MÉDECINE PRÉVENTIVE

Nouveauté de cette 14<sup>e</sup> édition du Forum Teratec, la matinée des plénières a été close par une table ronde sur le thème **Ma santé et le numérique**, animée par la journaliste **Sophy Caulier**. Elle a ainsi reçu : **Jean Michel Rondeau**, Project Manager, **Atos** ; **Jacques-Charles Lafoucrière**, Department Leader, **CEA** ; **Thierry Pellegrino**, VP & General Manager of HPC, **Dell EMC** ; **Jean-Luc Assor**, Worldwide Manager Hybrid HPC/HPC Cloud, **HPE** ; **Valère Dussaux**, Directeur du secteur Santé et Sciences de la vie pour l'Europe de l'Ouest, **Intel**.

Un chirurgien opère avec l'aide de la réalité augmentée, un pharmacien vérifie la compatibilité des traitements prescrits à un patient donné, un malade suit un traitement pour une maladie chronique en restant à son domicile, un médecin expert assiste à distance un collègue dans un camp de réfugiés... Les technologies numériques vont permettre la mise en place de la e-santé et de la médecine personnalisée. Ces applications traiteront d'importants volumes de données dont il faudra garantir la sécurité physique et logique.

La puissance de calcul est clé dans ce domaine, tout comme les technologies de stockage (mémoire à accès rapide, stockage longue durée...) sans oublier le logiciel.



Mais il faudra simplifier à l'extrême pour garantir l'adoption des applications par les personnels de santé. De même, il va falloir former aux nouveaux métiers que la santé numérique nécessite comme, par exemple, des experts en génomique, capables de déchiffrer les résultats d'analyse du génome. Il faudra également former à l'intelligence artificielle les médecins et les soignants, afin qu'ils appréhendent ces outils de manière pragmatique et leur fassent confiance tout en gardant un regard critique.

Le numérique n'exclut pas la dimension humaine de la relation patient/médecin, loin de là ! C'est un moyen de mieux traiter le patient, de manière individualisée, de préciser le diagnostic, d'accélérer la mise au point d'un traitement, bref de faire évoluer la médecine curative d'aujourd'hui vers une médecine préventive. Ce qui, de fait, pourrait contribuer à réduire les coûts du système de santé.

## LES GPU BOOSTENT LES APPLICATIONS DE L'IA

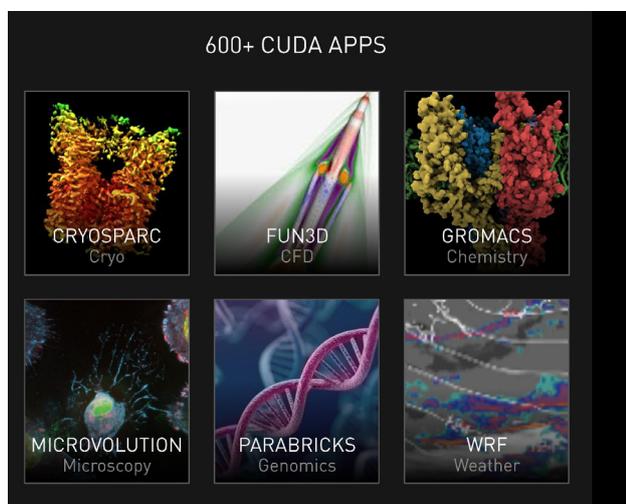


À la reprise des sessions plénières de l'après-midi, **Marc Hamilton**, Vice-President, Solutions Architecture & Engineering de **Nvidia**, a exposé l'intérêt de l'accélération GPU pour traiter les masses de données utilisées par les applications utilisant l'Intelligence Artificielle.

« Les promesses de l'IA ont séduit de nombreux secteurs économiques (Smart Cities ; sécurité publique ; santé ; industrie ; transports...) et les start-ups y sont nombreuses. Il faut dire que d'après les experts les enjeux économiques

sont colossaux : 16 trillions de dollars pour le marché des produits domestiques de grande consommation ; la création de 58 millions de nouveaux emplois d'ici 2022 ; etc. Pour faire face aux énormes besoins de calcul que cela va générer très rapidement, nous avons annoncé début juin l'**Automatic Mixed Precision** pour le Deep Learning qui :

- Accélère les opérations gourmandes en calcul mathématiques, telles que les couches linéaires et de convolution, en utilisant des Tensor Cores ;
- Accélère les opérations limitées en mémoire en accédant à moitié moins d'octets par rapport à la simple précision ;
- Réduit les besoins en mémoire pour les modèles d'apprentissage, permettant ainsi des modèles plus grands ou des jeux de données plus grands ».



L'analyse de flots de données massif via des techniques de Machine Learning permet de créer des modèles pour l'Intelligence Artificielle. Encore faut-il avoir les moyens techniques pour les traiter rapidement. « Nous avons baptisé notre famille de GPU dédié à l'IA **SaturnV** et nous avons créé avec la plus grande infrastructure dédiée à l'IA. Elle dispose de 1 500 nœuds DGX équipés de 12 600 GPU répartis dans une demi-douzaine de centres de calcul pour une puissance globale de l'ordre 1,5 ExaFlop/s ». Des performances dont bénéficie déjà des secteurs comme la santé où un instrument peut générer 3 TB de données par jour et un hôpital 50 PB par an. « L'IA permet de faire face à la pénurie de spécialistes pour traiter et interpréter ces informations à travers le réseau **Clara AI**. Actuellement plus de 70 % des recherches menées à partir de données d'imagerie médicale dans le monde sont traitées via de l'IA. C'est aussi vrai dans le domaine de la recherche de molécules pour de nouveaux médicaments qui se fait à travers l'Atom Consortium ». Des structures dans lesquelles Nvidia est impliqué. Mais les GPU Nvidia ne servent pas qu'à créer des supercalculateurs, ils sont aussi intégrables dans de petits équipements comme les séquenceurs d'ADN portatifs de Oxford Nanopore.

D'autres plates-formes sectorielles utilisant l'IA sur des GPU sont aussi en cours de développement telles **Drive** pour le monde des transports, **Isaac** pour la robotique ou **Metropolis** pour les Smart Cities.

## LA DONNÉE EST AU CŒUR DE L'USINE DU FUTUR



L'industrie manufacturière avec le concept d'Usine du Futur ou de Smart Factory est aussi un grand utilisateur de données. C'est ce qu'est venu rappeler **Mustapha El Bouchouafi**, directeur général d'**Hexagon Manufacturing Intelligence**.

Hexagon trouve son origine dans les capteurs de mesure, notamment dans le domaine de la métrologie 3D de très haute précision, qui génèrent de très gros volumes de données. « Si depuis 2001, nous avons fait l'acquisition de multiples sociétés dans le domaine de la métrologie (**Brown & Sharp, Leitz, DEA, Tesa, Leica Geosystems...**), nous nous concentrons maintenant sur le traitement des données, afin de transformer les grandes quantités de données de fabrication en connaissances réelles, pour stimuler la productivité des entreprises. L'objectif étant d'arriver à des solutions de production intelligentes, intégrant des fonctionnalités de détection, de réflexion et d'action ».

Il s'agit en fait de fusionner les mondes réels et numériques. Ainsi les capteurs analysent en temps réel l'évolution du monde physique et créent un flot de données qui alimentent des logiciels de simulation, qui grâce au Machine Learning, auront acquis une expérience leur permettant d'agir en temps réel sur les process physiques pour garantir la conformité des pièces réalisées.

« Si nous savions faire après coup dans une salle de métrologie des mesures 3D sur des pièces réalisées pour analyser les dérives et corriger les paramètres d'usinage pour revenir à des pièces optimum, les outils dont nous disposons aujourd'hui nous permettent de faire ces mesures en temps réel en cours d'usinage directement sur la machine,

afin de corriger en permanence les paramètres d'usage pour garantir l'exactitude de chaque pièce usinée. C'est la qualité qui pilote la productivité de l'usine ». Une boucle vertueuse rendue possible par l'intégration dans le portfolio d'Hexagon des logiciels de **Vero Software, Q-Das, MSC Software** ou **Spring Technologies**.

« La complexité des pièces à réaliser et celle des machines-outils ne cesse de croître, l'introduction de processus additifs et hybrides s'impose, la disponibilité de ressources humaines compétentes diminue, la fabrication doit devenir plus agile en tenant compte de la disponibilité des ressources. Seule l'analyse des données à travers l'IA apporte les moyens pour accompagner cette démarche de transformation digitale ».

## DEMAIN, MOBILITÉ ET AUTONOMIE

L'après-midi s'est poursuivie avec la seconde table ronde animée par la journaliste **Sophy Caulier** sur le thème Demain, mobilité et autonomie. Elle y a accueilli: **Jean-Tomas Acquaviva**, Senior Researcher, **DDN Storage**; **John Morelle**, Business Development HPC Manager, **Bechtle**; **Ulrich Plechschmidt**, Worldwide Storage Marketing, **Cray Computer**; **Yossi Elbaz**, EMEA Director of Sales, **Mellanox Technologies**.



Les avancées en matière de calcul, d'apprentissage profond et la disponibilité des données ont redonné de la vigueur aux projets de transport autonome. Déjà des voitures sans conducteur sillonnent les routes de plusieurs villes américaines et transportent des passagers ou livrent des colis dans le cadre d'expérimentations... Des drones ou d'autres "véhicules" de livraison offriront peut-être bientôt une réponse au problème du "dernier km". En agriculture ou dans l'entretien des ouvrages d'art, les drones apportent des solutions efficaces pour optimiser l'arrosage ou assurer la maintenance.

Enjeux technologiques, économiques et sociétaux sont ici étroitement liés. Les technologies impliquées dans l'autonomie sont en partie disponibles ou vont l'être incessamment : communications sans fil, notamment la 5G, composants, capteurs, processeurs puissants et

moins énergivores. Reste à améliorer l'acceptabilité par les usagers, qui dépend de la confiance qu'ils accorderont aux véhicules autonomes.

Plusieurs aspects doivent encore être abordés. Quelle réglementation doit s'appliquer ? Comment concilier le trafic de véhicules autonomes avec celui des deux-roues, des piétons, des transports de livraison ? Comment automatiser le trafic en centre urbain dense ? Comment faire passer les expérimentations actuelles (campus, aéroports...) à l'échelle 1 ? Il faudra encore beaucoup de développements matériels et logiciels, mieux, il faudra du "co-design" qui associe développeurs matériels et logiciels afin d'accélérer les développements, mais surtout d'en assurer la cohérence.

## TRAITER TOUJOURS PLUS VITE UN VOLUME DE DONNÉES EXPONENTIEL



Après la pause, **Thierry Pellegrino**, VP & General manager of HPC chez **Dell EMC** est venu évoquer l'explosion des données et l'importance du HPC pour les traiter.

« La digitalisation grandissante est disruptive dans de nombreux domaines par rapport au monde traditionnel que nous avons connu. De grandes enseignes commerciales ont disparu ou sont en grandes difficultés à cause du commerce en ligne tel Amazon ; la chaîne qui propose le plus de chambres d'hôtel c'est booking.com ; les taxis disparaissent au profit de Uber ; les banques traditionnelles ferment leurs agences les unes après les autres, alors que les banques en ligne se développent. Tout cela a un point commun l'utilisation massive de données grâce à des performances informatiques en constante hausse, alors que les prix chutent ».

Les processeurs ne sont qu'une partie de l'évolution des matériels, qui porte aussi sur les architectures de systèmes, et les multiples technologies de mémoire qui donnent de la granularité et facilitent le calcul. De même pour les cartes réseaux **SmartNIC** (Network Interface Card) dotées d'un processeur **ARM** pour faire du calcul. Les GPU largement utilisés pour le calcul fortement parallèle sont

maintenant la coqueluche des applications d'IA. Enfin, les FPGA permettent de disposer rapidement de processeurs parfaitement adaptés à des traitements spécifiques, tandis que des processeurs spécialisés, tels Nervana de Intel ou ceux de Graphcore, vont permettre d'aller encore plus loin dans les performances de calcul.

« Cette évolution rapide des technologies va permettre de faire face à l'explosion des volumes de données et au temps toujours plus court laissé pour les traiter. En 2005, l'humanité a généré 0,1 ZB de données, en 2010 c'était 1,2 ZB, en 2015 8,5 ZB et il est prévu d'atteindre les 40 ZB en 2020. Parallèlement, plus la donnée est analysée vite plus elle a de valeur ».

« Le calcul a aussi changé passant du statut de créateur de données à celui de consommateur de données. Ainsi la définition même du HPC a évolué. Originellement cantonné au calcul pour des applications de conception, de prévisions météorologiques ou de prospection pétrolière, il a évolué vers des applications plus centrées sur les données, telles la génomique, la modélisation financière ou le traitement du signal, pour devenir le **High Performance Data Analysis (HPDA)** très utilisé en médecine personnalisée, en détection de fraude ou en intelligence économique. Enfin le HPC est maintenant aussi très utilisé pour le Machine Learning et le Deep Learning au cœur des applications d'Intelligence Artificielle ».



Un marché du HPC qui pèsera cette année environ 13,5 milliards de dollars en hausse régulière de 10 % par an. Mais on ne fait pas du HPC pour le plaisir de traiter des données. On le fait dans de multiples secteurs économiques pour leur ajouter de la valeur, afin de faire progresser la connaissance et mieux répondre aux attentes des utilisateurs, qu'il s'agisse de sciences de la vie ou de la terre, de recherche, de connaissance de l'univers, de défense, d'industries manufacturières, de finances ou de météorologie.

« Ainsi à l'**Institut Gustave Roussy**, premier centre européen de lutte contre le cancer, la capacité d'analyser le plus rapidement possible le génome humain est un facteur clé dans le traitement des patients. La mise en place d'une solution HPC a permis de multiplier par 8 le nombre de

génomés calculé par jour, accélérant la recherche sur les cancers pédiatriques, tout en réduisant les listes d'attente. Les échantillons de tumeurs prélevés sur le patient sont analysés pour en déterminer le profil moléculaire et quelles molécules sont atteintes. Cela permet de créer une thérapie personnalisée beaucoup plus efficace. Accessoirement, cela s'est fait en réduisant la consommation énergétique de 23 %, ce qui est non négligeable dans un secteur où les financements sont toujours trop justes ».

Dans un tout autre domaine puisqu'il s'agit de finance avec MasterCard, le **projet MosaicCrown** vise à anonymiser des données et à en sécuriser le partage entre de multiples acteurs. Une technique qui pourrait trouver de nombreuses applications dans de multiples secteurs. « Imaginez les progrès que pourraient faire les constructeurs automobiles si, pour développer leurs véhicules autonomes, ils avaient accès non plus aux seules données récoltées sur leurs propres véhicules d'essai, mais à l'ensemble des données récoltées par tous les constructeurs, après qu'elles aient été nettoyées des informations propriétaires propres à chaque constructeur ? »

En résumé, beaucoup de technologies sont déjà disponibles, pour analyser de façon rapide et intelligente d'importants flots de données. C'est critique pour l'avancement de la science et de la recherche. Et il existe des techniques permettant de les anonymiser pour les partager largement, afin de progresser encore plus vite la communauté.

## L'INNOVATION, FER DE LANCE DE LA DÉFENSE FRANÇAISE

C'est **Emmanuel Chiva**, directeur de l'**Agence de l'Innovation de la Défense (ADI)** au **Ministère des Armées**, qui a clos la session des plénières en expliquant comment la simulation, le HPC, et l'innovation font partie du fer de lance de l'autonomie stratégique de la France.

« Comme l'a dit la Ministre des Armées, innover est une question de survie. Effectivement ce n'est plus un choix mais une nécessité impérieuse, qui a été clairement identifiée dans la Loi de Programmation Militaire 2019/2025 pour garantir les finalités ultimes de notre politique de défense, c'est-à-dire la supériorité opérationnelle de nos forces et l'autonomie stratégique de la France, en restant dans le club très fermé des puissances militaires qui comptent dans le monde ».

Le monde change, avec une innovation civile qui n'a jamais été aussi rapide, dynamique et accessible. « A titre d'exemple, le constructeur chinois Huawei consacre chaque année 20 milliards de dollars à sa R&D, soit un plus de



la moitié du budget du Ministère des Armées français. Et c'est 15 B\$ pour Alphabet (Google) et 11 B\$ pour Apple. Alors que par le passé c'est par exemple la conquête de l'espace, lancée en octobre 1957 avec le Sputnik, et la lutte pour la suprématie technologique entre les USA et la Russie qui s'en est suivie, qui a tiré l'innovation civile et militaire pour des décennies. Aujourd'hui, il se lance des milliers de "Sputnik virtuels" tous les jours, tant par des états que par des industriels transnationaux, voire des investisseurs attirés par les retombées économiques espérées ».

Il faut donc tenir compte de ces signaux forts en termes d'innovation et tirer parti de ces avancées. « Nous devons capter cette innovation civile qui nous offre de remarquables opportunités avec néanmoins le risque du nivellement, car elles sont aussi disponibles pour nos adversaires. On trouve ainsi dans la bande sahélo saharienne des imprimantes 3D produisant des armes et des mines, ou des essaims de drones civils qui attaquent des bases russes au Moyen-Orient. Sans oublier les biotechnologies, la cyber-sécurité, l'intelligence artificielle et le HPC devenu facilement accessible à des groupes terroristes. Il faut donc innover autour de nos propres enjeux pour garantir notre indépendance et maintenir un tissu industriel et technologique de défense sur le long terme ».

Plusieurs démarches ont été engagées dont la modernisation de la **Délégation générale à l'Armement (DGA)** avec la création de l'Agence de l'Innovation de Défense dotée d'un budget annuel de 1,2 milliard d'Euros. Elle s'intéresse à tous les types d'innovations qu'il s'agisse de capter l'innovation civile, de préparer nos futurs systèmes d'armes ou de financer la recherche fondamentale. C'est un point de contact unique pour tous les innovateurs souhaitant travailler avec le Ministère des Armées.

Le premier travail de cette agence a été d'écrire un Document d'orientation de l'innovation de défense (**DOID**), qui décrit les objectifs à atteindre et les mécanismes qui permettront d'y parvenir. « La première des composantes du DOID, c'est détecter et capter l'innovation, car le déplacement vers le civil du centre

de gravité du développement des technologies, notamment dans le domaine numérique, nous impose de développer une stratégie qui vise à améliorer leur détection et leur captation en fonction de nos besoins. Ce sera fait à travers une cellule d'innovation ouverte qui participe à de multiples événements comme le **CES de Las Vegas**, **VivaTech** ou le **Forum Teratec**. Nous mettons aussi en place un réseau de "capteurs" et de référents pour compléter cette cellule ».

Autre élément l'**Innovation Défense Lab**, qui n'a pas pour vocation de remplacer les multiples Laboratoires existants au sein de l'écosystème du Ministère des Armées, mais de fédérer leurs travaux. Il est en cours de complément avec un système de maillage national de l'innovation, s'appuyant sur les clusters de la direction technique de la DGA et les centres d'expérimentation des armées. Enfin, l'Agence pilote aussi quatre opérateurs historiques : l'**Onera** ; l'**Institut de Saint-Louis** ; ainsi que les recherches duales du **CNES** et du **CEA**.

« La deuxième grande composante du **DOID** c'est susciter et orienter, en affichant de manière relativement transparente nos centres d'intérêt, nos besoins majeurs et en ayant une politique d'intervention active en finançant des projets par le biais d'appels thématiques ou d'acquisition d'études sur un certain nombre de spécifications pour diriger les efforts. On y retrouve les grandes thématiques : le système de combat aérien futur (**SCAF**) ; le porte-avions de nouvelle génération ; le char de combat du futur (**Main Ground Combat System - MGCS**) et puis le spatial, l'Intelligence Artificielle et le quantique ».



Le quantique est un sujet de rupture pour les capteurs, la cryptographie, le matériel et les logiciels, à tel point qu'une mission interministérielle a été mise en place pour déboucher sur une stratégie interministérielle avec au premier plan un volet défense.

« Nous souhaitons enrichir notre contribution à la recherche académique dans ce domaine, c'est-à-dire disposer d'un portefeuille d'actions de recherches scientifiques et techniques équilibré, qui inclut la DeepTech sur des sujets à très faible maturité, porteurs de rupture, comme le fait la Darpa américaine,

sans qu'il y ait pour le moment de débouchés militaires envisagés. Car le meilleur moyen de prévenir la surprise stratégique, c'est de la créer avant les autres ! »

Pour cela, l'AID va renforcer l'efficacité des instruments de soutien à la recherche académique, utiliser les établissements publics de recherche et tenir compte du foisonnement de start-up en raisonnant comme un investisseur pour savoir lesquelles accompagner. « Mais attention, il ne faut pas confondre innovation et "start-upisation", car ce n'est pas leur apanage. L'innovation est partout dans les grands groupes, les ETI, les PME, les laboratoires de recherche, et c'est tant mieux car le taux moyen de survie d'une start-up à 5 ans c'est 58 %.

Et c'est beaucoup plus faible dans le monde de la défense ! Il faut donc prendre en compte l'ensemble du paysage de l'innovation et profiter de ce darwinisme en détectant et en accompagnant les sociétés que l'on considère comme critique et aptes à survivre. Pour cela, nous allons donc lancer un appel à partenariats auprès des incubateurs et des financeurs, afin de travailler ensemble pour valoriser les différents leviers à notre disposition pour développer cette activité d'innovation ».



Dernière composante du DOID, exécuter, accélérer, passer à l'échelle et mettre en service. « Ca veut dire qu'il faut aller vite et accepter l'échec, ce qui est très nouveau dans la culture du ministère. Pour cela, il faut sélectionner et labelliser des projets, puis les accélérer grâce à la synergie de tous nos moyens, pour aller le plus vite possible pour intégrer l'innovation dans des programmes d'armement à longue durée de vie, via des architectures ouvertes. Nous allons aussi renforcer les coopérations internationales car finalement la France est regardée avec beaucoup d'intérêt dans des domaines tels que la science, les mathématiques, le numérique, le calcul ».

Dans ce contexte, les domaines de la simulation et du HPC sont centraux, au moment où une nouvelle stratégie en termes d'Intelligence Artificielle est lancée sous l'impulsion du Ministère des Armées. « C'est le moyen d'assurer la crédibilité de notre dissuasion. Ce sont des domaines d'excellence de l'écosystème français de l'innovation, par essence dual dont les retombées économiques vont profiter aussi bien à l'industrie de la simulation et du calcul qu'au domaine de la défense.

En termes d'IA, la vraie rupture c'est qu'aujourd'hui cela fonctionne. Les algorithmes sont connus depuis un certain temps, mais c'est la convergence entre la disponibilité de données massives, les algorithmes et une capacité de calcul permettant de les utiliser à leur pleine puissance, qui permet de parler de rupture. L'annonce récente par la Ministre de notre stratégie en la matière va se traduire par l'hébergement au sein de l'AID d'un directeur de projet IA au niveau ministériel, et d'une équipe de coordination des efforts en IA qui va se traduire par l'embauche d'environ 200 spécialistes avec environ 100 M€ par an de budget de fonctionnement ».

Un certain nombre d'actions sont déjà lancées tel le **projet Artemis** dont l'objectif est de fournir un démonstrateur de plate-forme sécurisée distribuée d'Intelligence Artificielle pour les besoins spécifiques des armées ou le **projet Man Machine Teaming (MMT)** où, dans le cadre de la définition du système aérien de combat du futur, on permet au pilote de dialoguer avec l'Intelligence Artificielle du cockpit du futur. Un système aérien cognitif qui associe industriels, laboratoires, start-up et PME.

L'AID a aussi lancé début 2019 une vague de projets accélérés sur quatre sous-thématiques en IA. 160 propositions ont été reçues en un mois, 8 projets ont été retenus et financés.

« Grâce à cette stratégie ambitieuse, avec le concours des écoles telles **Polytechnique**, et par une politique volontariste, la France compte bien restée une puissance scientifique et militaire de premier rang. Bien évidemment, compte tenu de la montée en puissance de l'AID, tout cela ne va pas donner des résultats immédiats, mais mon obsession aujourd'hui est de passer d'une logique de professions de foi aux premiers résultats tangibles, qui seront sans doute liés aux thématiques qui sont abordées lors de ce Forum, car l'Intelligence Artificielle, la simulation et le HPC sont des domaines d'excellence français. Ce n'est pas un hasard si la France est le deuxième pays en termes de médaillés Fields. Ce n'est pas un hasard si nous rassemblons aujourd'hui au sein de ce Forum une communauté de chercheurs, d'entrepreneurs, d'innovateurs, reflets du dynamisme de ce secteur en France ».

« Nous comptons sur vous tous pour nous aider à maintenir notre supériorité opérationnelle, notre autonomie stratégique et notre compétitivité économique. Sachez que l'AID se tient à vos côtés pour oser, imaginer et accélérer notre innovation au profit de tous ceux qui œuvrent pour notre défense et notre sécurité, pour le succès des armes de la France ».

## LES 5 LAURÉATS DES TROPHÉES DE LA SIMULATION NUMÉRIQUE

La journée s'est terminée par la remise des 5<sup>e</sup> Trophées de la simulation et des technologies numériques animée par **Stéphanie Mundubeltz Gendron**, rédactrice en chef de **l'Usine Digitale**.



### Trophée STARTUP

Sponsorisé par le **CEA**

Nominés : *Ambiciti, Hub Vacataire, Numix*

Lauréat : **Ambiciti** pour son application mobile ludique pour smartphone, **TeamShout Supporter**, qui permet au supporter, regardant un match, où qu'il soit dans le monde, de mesurer son soutien au club et de le transformer en une valeur pour lui et son club.



### Trophée PME

Sponsorisé par **Intel**

Nominés : *Mokili, Savoie Transmissions, Serious Factory*

Lauréat : **Mokili** pour **Emergencies**, système de modélisation et d'aide à la décision destiné au suivi en temps réel ou en anticipation de rejets atmosphériques toxiques et/ou explosifs, d'origine accidentelle ou malveillante, dans toute ville.



### Trophée Innovation

Sponsorisé par **Inria**

Nominés : *ESI Group, Solystic, Worldline*

Lauréat : **ESI Group** pour le développement d'un concept permettant une simulation prédictive, une maintenance prédictive utilisable et paramétrable en temps réel grâce aux Jumeaux numériques.



### Prix Co-Design

Nominés : *DC Brain / Daher Aerospace, Ingeliance Technologies / Laboratoire Jean Kuntzmann, Lieber-Aerospace / Jolibrain*

Lauréat : **Ingeliance Technologies** en collaboration avec **Laboratoire Jean Kuntzmann** pour le projet **Coll'hybrid** qui traite du développement et de l'industrialisation d'une bibliothèque de simulation open-source HySoP pour la résolution de problématiques spécifiques complexes en mécanique des fluides.



### Grand Prix du public

Sponsorisé par **Atempo**

Lauréat : **ESI Group** pour le projet **Hybrid Twin**. Dans un monde visant la personnalisation, le jumeau hybride allie prédiction, personnalisation et la connaissance apportée par la physique et les données.