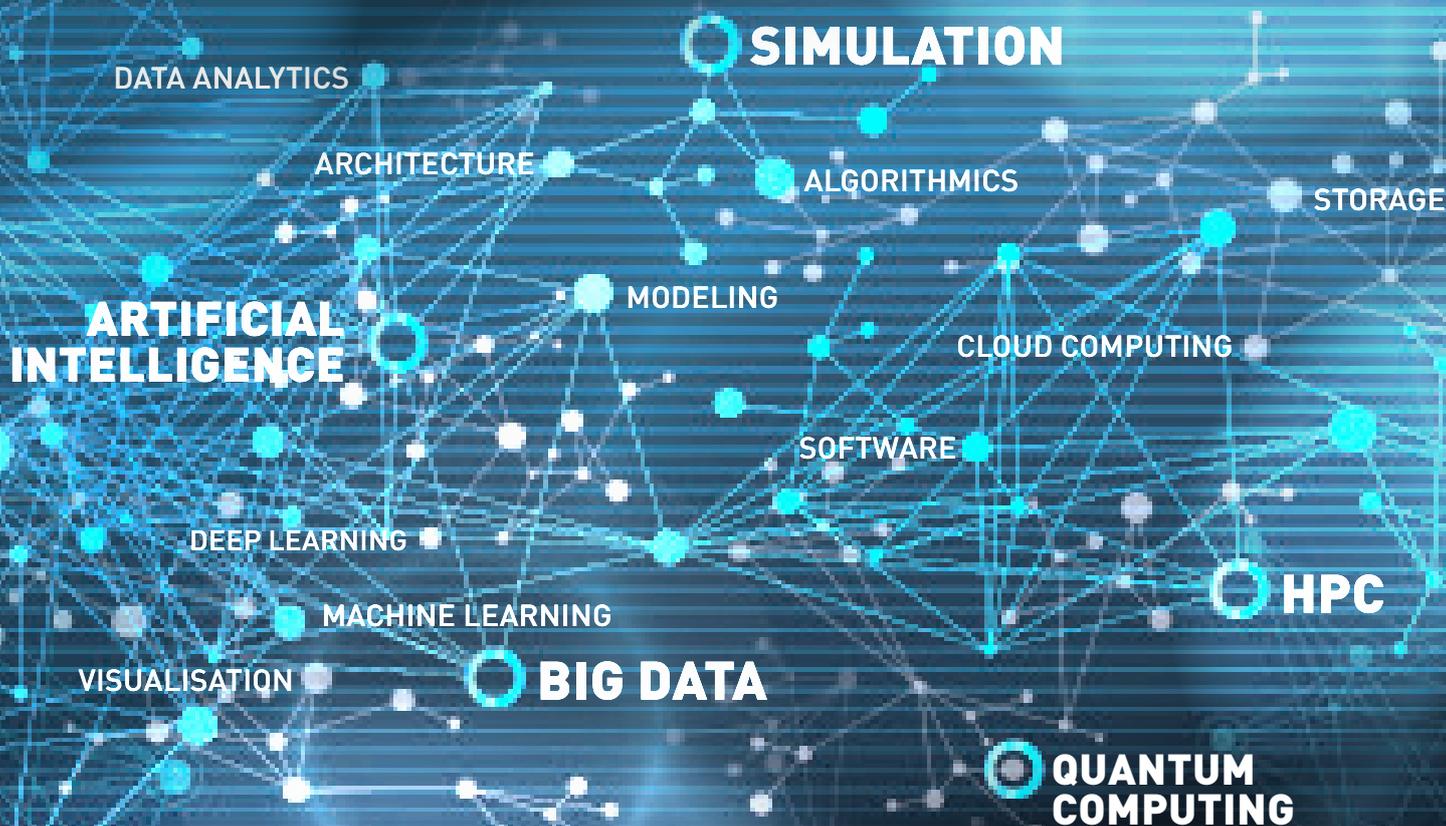




AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES



RAPPORT  
D'ACTIVITÉ  
2019



# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2019

<b>Éditorial du Président</b>	<b>4</b>
<b>1. Faits marquants de l'année 2019</b>	<b>6</b>
<b>2. Vie de l'association Teratec</b>	<b>8</b>
<b>3. Programmes &amp; Initiatives</b>	<b>10</b>
1. SiMSEO	
2. Initiatives industrielles	
<b>4. Technopole Teratec</b>	<b>17</b>
1. Campus Teratec	
2. Journée Etudiants du 28 novembre	
3. Séminaire NAG	
4. Plateau Atos	
5. TGCC	
<b>5. Laboratoires de Recherche Industrielle</b>	<b>25</b>
1. Laboratoire CESIMat	
2. Laboratoire Exascale Computing Research	
3. Laboratoire Atos Quantum	
<b>6. Projets de recherche industrielle</b>	<b>29</b>
Projet Mont-Blanc	
<b>7. Coopération européenne</b>	<b>32</b>
1. EuroHPC	
2. Centre de compétences	
3. Centres d'excellence	
Excellerat	
FocusCoE	
POP-2	
4. Plateforme ETP4HPC	
<b>8. Enseignement &amp; Formation</b>	<b>40</b>
MIHPS	
<b>9. Promotion &amp; Communication</b>	<b>41</b>
<b>10. Forum Teratec 2019</b>	<b>43</b>
1. Sessions plénières	
2. Trophées de la Simulation numérique	
3. Ateliers techniques & applicatifs	
4. Exposition	

## 2019, l'année où Teratec est montée

Les technologies pour le HPC/HPDA sont devenues, au fil des ans, des éléments incontournables pour le développement économique des nations, tout autant que pour leur souveraineté et pour la préparation de leur avenir. L'explosion des usages de ces technologies, en particulier dans l'Industrie, en est la principale raison.

Notre association est aujourd'hui une institution reconnue sur laquelle l'État français et la Commission européenne s'appuient pour développer une politique autonome en la matière. De fait, en une quinzaine d'années, la France puis l'Europe ont pris conscience de l'importance stratégique du HPC/HPDA pour tous les secteurs de la Société.

Teratec s'est beaucoup adaptée depuis sa création, mais ses deux fondamentaux sont restés les mêmes : anticiper et diffuser les utilisations des supercalculateurs dans l'Industrie et participer au développement d'une filière industrielle capable de concevoir et de produire ces technologies sur le sol français. Ces fondamentaux sont les deux axes qui sous-tendent aujourd'hui la politique européenne et française en la matière.

Un peu plus d'un an après le début du mandat de Président que vous m'avez confié, je pense que le moment est opportun pour vous livrer mon analyse de notre situation dans ce contexte international du HPC, et de partager avec vous les perspectives de Teratec. Le rapport d'activité de notre association, que nous publions lors de notre Assemblée générale de Février, me semble en être le bon média.

L'année 2019 a été une année particulièrement active, marquée à la fois par des résultats importants et par le démarrage d'actions nouvelles, grâce à la mobilisation de tous, membres et équipe des permanents. Les points les plus marquants, sur lesquels s'appuie notre bilan, sont les suivants :

- L'achèvement du **programme SiMSEO**, destiné à promouvoir l'usage des technologies de simulation dans les PME, les TPE et les ETI. SiMSEO a permis à plus de 360 entreprises des secteurs du Bâtiment et de la Production Manufacturière de se former et d'être accompagnées dans la numérisation de leurs outils de production.

Ces résultats sont particulièrement importants pour Teratec, car ils concrétisent l'un de nos objectifs fondamentaux, à savoir promouvoir l'usage de la simulation numérique. Ils montrent aussi que le tissu industriel français n'est pas en avance, par rapport à ses concurrents, en matière de Simulation, ce qui pourrait permettre à certains de nos membres « fournisseurs » de développer une offre vers ces entreprises.

- La dimension européenne de Teratec est désormais une réalité. Celle-ci s'est tout d'abord matérialisée par la participation active de Teratec à trois Centres d'Excellence lancés par la Commission Européenne : **FocusCoE**, **Excellerat** et **POP-2**. Par ailleurs, nous avons réussi à construire une relation forte avec la **Commission européenne**, par une action soutenue sur le projet européen de Centres de compétences et en étant la « cheville ouvrière » pour créer une Communauté des utilisateurs industriels européens du HPC.
- Depuis quelques années, les progrès en matière d'informatique quantique sont importants et notre initiative **TQCI** (Teratec Quantum Computing Initiative) a été largement reprise par la Commission parlementaire sur le sujet.
- Le **Forum Teratec 2019**, qui a été une réussite, est le rendez-vous annuel incontournable des professionnels utilisateurs et fournisseurs de technologies numériques pour le HPC, avec plus de 1 300 participants. Le Forum Teratec, par sa visibilité, concrétise le rôle fédérateur de l'association en matière de développement et d'utilisations du HPC en France.
- L'animation du **Campus Teratec**, mise en place en 2018, a pour objectif d'apporter quotidiennement du « lien humain », en particulier en donnant une meilleure visibilité aux équipes du Campus, à leurs compétences et à leurs activités. Le point d'orgue 2019 a été la journée d'accueil, par les entreprises du Campus, de 210 étudiants en dernière année d'école d'ingénieur ou de mastère, qui ont pu « mettre du concret » sur ce qu'ils ont appris et qui se sont vu proposer offres d'embauches, stages et sujets de thèse.

# dans le train du HPC de l'Europe

En 2020, nous devons continuer à développer la dimension européenne de Teratec tout en poursuivant les initiatives nationales. Ces dernières permettent en effet à nos membres d'anticiper les évolutions technologiques ou sociétales et d'en tirer parti. C'est pourquoi nos priorités pour 2020 sont :

- Concrétiser une ou plusieurs initiatives en lançant les étapes de réalisation. La tâche immédiate mais essentielle à réaliser, est de trouver des financements nationaux. Pour ce qui concerne TQCI, le rapport parlementaire ayant débouché sur la mise en place d'une taskforce intergouvernementale devant produire un plan d'actions et de financement, Teratec y apportera, dans toute la mesure du possible, sa contribution. Nous rechercherons par ailleurs des financements nationaux et régionaux pour l'initiative  **Systèmes autonomes** .
- Lancer la réalisation des affaires européennes élaborées en 2019. Teratec devrait être désigné comme le leader du  **Centre de compétences français** , et devrait participer au niveau européen à la coordination des 27 Centres de compétences. Au service des entreprises, tout spécialement celles utilisatrices, ce Centre de Compétences sera la passerelle, à une échelle européenne, entre les entreprises utilisatrices demandeuses de services et celles qui y apporteront des solutions. Par ailleurs, et conformément à la demande de la Commission, Teratec devra mettre en place un processus de structuration des entreprises utilisatrices européennes et proposer des solutions d'accès aux supercalculateurs d'EuroHPC, compatibles avec les contraintes des industriels.

Ceci nous amènera à renforcer l'équipe de Teratec pour réaliser ces nouvelles missions.

- Les actions d'animation du Campus Teratec seront poursuivies afin de répondre au mieux aux attentes des membres de Teratec et des entreprises du Campus. Et le Forum Teratec poursuivra son ouverture vers les start-up et l'Europe.

Toutes ces actions vont demander une forte implication de tous. Il est essentiel pour l'avenir du HPC européen, et le rôle de notre association en France et en Europe, que l'ensemble de nos membres participent activement à ces actions, afin que nous soyons une véritable force de proposition et d'action.

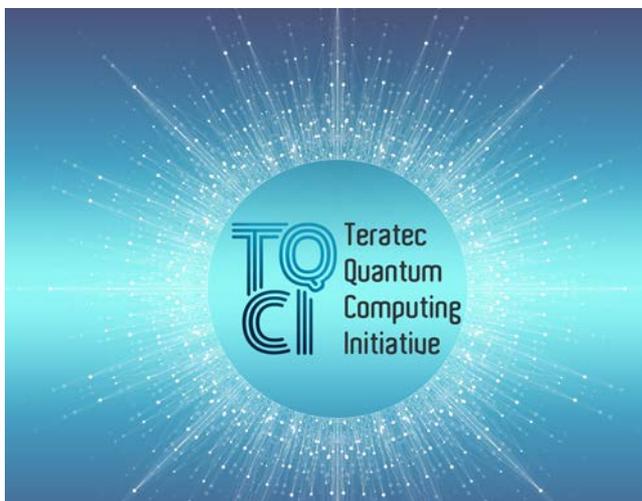
**Daniel Verwaerde**  
*Président de Teratec*



© Pascal Guillet - L'Usine Nouvelle



# 1 | Faits marquants de l'année 2019



- Réalisation du **premier séminaire TQCI** en avril consacré aux technologies matériels et environnement de programmation pour le calcul quantique.
- Participation active de Teratec aux Centres d'excellences européens **POP-2** (Analyses de performance des codes parallélisés), **Excellerat** (Ingénierie industrielle) et **FocusCoE** (Coordination et support des CoE HPC européens).
- Publication en avril 2019 du Supplément Simulation **Une année de simulation** réalisé avec *L'Usine Nouvelle* et *Industrie & Technologies* en partenariat avec Teratec.
- Intervention de Daniel Verwaerde à la conférence internationale **Quantum Computing Business** organisée par Bpifrance le 20 juin avec la participation d'Atos, EDF, Teratec et Total.
- Pour sa 14<sup>e</sup> édition, le **Forum Teratec** a accueilli plus de 1 300 professionnels venus assister aux sessions plénières, participer aux ateliers techniques et visiter l'exposition.
- La 5<sup>e</sup> édition des **Trophées de la Simulation Numérique** organisée en partenariat avec *L'Usine Digitale* a récompensé les champions de la simulation avec cinq Trophées : Start-Up; PME; Collaboration entre grande entreprise et PME; Innovation et le Grand Prix du Public.
- Teratec participe activement à la mise en place d'**EuroHPC** avec Daniel Verwaerde au sein de l'**INFRAG**, Infrastructure Advisory Board et Hervé Mouren au sein du Groupe Miroir qui coordonne les positions françaises.
- Préparation du futur **Centre de compétences français** qui sera animé par **Teratec** en liaison avec le **Cerfacts**. Le projet de Centre de compétences français a fait l'objet d'une proposition à la Commission (décision au printemps et mise en place en juin).
- En complément du Centre de compétences français, Teratec participera de façon active à la coordination de l'ensemble des **Centres de compétences européens** qui sera mise en place en parallèle.

→ À l'occasion de la remise du **Rapport Forteza** sur le Quantique le 9 septembre 2019, Daniel Verwaerde est intervenu sur les enjeux et les usages du Quantique et son déploiement dans les années à venir.

→ Clôture en septembre 2019 de **SIMSEO**, le programme d'accompagnement des PME à l'usage de la simulation avec 730 PME sensibilisées dans 45 villes de France, 360 PME accompagnées pour l'achat d'une des 77 offres de service de simulation proposées dans le domaine du BTP et de l'Industrie Manufacturière et 139 formations à l'usage déployées.

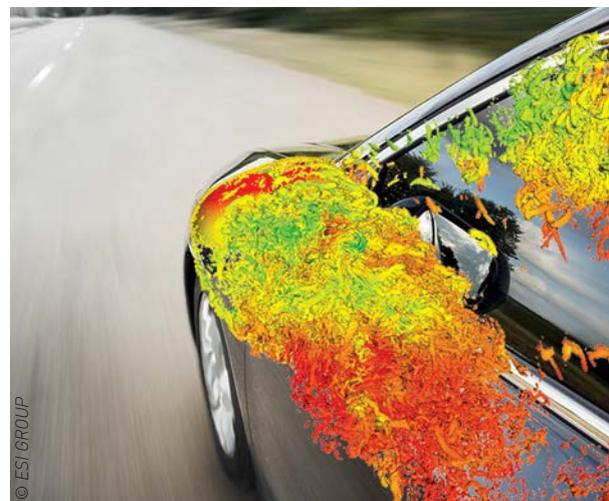
→ Teratec participe au projet **SESAME** sur le numérique pour le monde agricole qui a été retenu en septembre 2019 dans le cadre des Territoires de l'Innovation (PIA). Ce projet est porté par **Cœur d'Essonne Agglomération**.

→ Les entreprises du **Campus Teratec** ont ouvert leurs portes le 28 novembre à **210 étudiants** en dernière année de Master de l'**UVSQ** et de **ESILV** afin de les rencontrer, de leur faire découvrir leurs métiers et de leur proposer plus de **90 offres d'emplois**, de thèses et de stages dans les domaines de la simulation numérique, de l'Intelligence Artificielle et du Big Data.

→ Premiers retours d'expériences des partenaires TQCI notamment sur l'utilisation de la plateforme Quantum Learning Machine d'Atos ainsi qu'à l'utilisation des technologies du calcul quantique pour des applications de Machine Learning lors du **second séminaire TQCI** qui s'est tenu sur le Campus Teratec en novembre dernier.

→ Teratec a organisé le **2 décembre à Bruxelles** un séminaire regroupant autour de Teratec de grands industriels européens, la direction de la **DG Connect** et la gouvernance d'**EuroHPC**. Un accord est intervenu pour créer en 2020 une structure permanente qui sera intégrée en tant que partenaire d'EuroHPC comme l'**ETP4HPC** et **BDVA**.

→ Adhésion à Teratec de **5 nouveaux membres**, entreprises industrielles et technologiques.



## 2 | Vie de l'Association Teratec

### Le bureau de Teratec, élu lors de l'Assemblée Générale du 27 septembre 2018 :

- *Président* ..... Daniel VERWAERDE, *DVC*
  - *Vice-président* ..... Jean GONNORD, *CEA*
  - *Trésorier* ..... Hélène BRINGER-GARLAIN, *ATOS*
- 

### Le Conseil d'administration de Teratec :

- *ANSYS* représenté par Jacques DUYSSENS
  - *CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE L'ESSONNE* représenté par José RAMOS
  - *CŒUR D'ESSONNE AGGLOMÉRATION* représenté par Frédéric PETITTA
  - *CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'ESSONNE* représenté par Patrick IMBERT
  - *CS SI* représenté par Ghassan AZAR
  - *DASSAULT AVIATION* représenté par Michel PINGET
  - *DISTENE SAS* représenté par Laurent ANNÉ
  - *EDF* représenté par Stéphane TANGUY
  - *ESI-Group* représenté par Argiris KAMOULAKOS
  - *HEWLETT PACKARD ENTERPRISE* représenté par Hervé OHEIX
  - *INTEL* représenté par Jean-Laurent PHILIPPE
  - *NUMTECH* représenté par Pierre BEAL
  - *SAFRAN* représenté par Frédéric FEYEL
  - *UNIVERSITE DE VERSAILLES-SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES* représenté par William JALBY
- 

### L'équipe Teratec :

- Christian SAGUEZ - *Président d'honneur*
  - Hervé MOUREN - *Directeur*
  - Jean-Pascal JÉGU - *Directeur des opérations*
  - Karim AZOUM - *Directeur des programmes*
  - Maïke GILLIOT - *Chef de projet*
  - Samir BEN CHAABANE - *Directeur de projet*
  - Marie-Françoise GERARD - *Chef de projet*
-

## Teratec compte 87 membres à la date du 31 décembre 2019

### → Industriels utilisateurs

AIRBUS	FLYING WHALES
ARCELORMITTAL	L'OREAL
CEA	MICHELIN
CGG	NAVAL GROUP
DASSAULT AVIATION	SAFRAN
EDF	TOTAL
FAURECIA	

### → Entreprises technologiques

2CRSI	INTEL
ACTIVEEON	INTERFACE CONCEPT
AGENIUM SCALE	KITWARE
ALTAIR ENGINEERING	KAIROS
AMAZON WEB SERVICES	MELLANOX TECHNOLOGIES
ANEO	MICRO SIGMA
ANSYS	MICROSOFT
ARM	MSC SOFTWARE
AS + GROUPE EOLEN	NAG
ASPERITAS	NEC
ATEMPO	NUMECA INTERNATIONAL
ATOS TECHNOLOGIES / BULL	NUMTECH
BECHTLE	NVIDIA
CENAERO	OPENIO
COMSOL	PARATOOLS
CRAY COMPUTER	PNY
CS SI	REFLEX CES
DDN STORAGE	RESCALE
DELL	SCALIAN
DISTENE	SCALITY
DVC	TOTALINUX
EMG2	TWEAG
ESI GROUP	UCIT
FUJITSU	WESTERN DIGITAL
HEWLETT-PACKARD ENTERPRISE	XILINX
IBM	

### → Enseignement et Recherche

ANDRA	GENCI
CENTRALESUPELEC	GENOPOLE
CERFACS	IFP ENERGIES NOUVELLES
CNRS	INRIA
CSTB	INSTITUT MINES-TELECOM
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE	NAFEMS
DES MINES DE PARIS	ONERA
ECOLE NORMALE SUPERIEURE	UNIVERSITE DE REIMS
PARIS-SACLAY	CHAMPAGNE-ARDENNE
ECOLE POLYTECHNIQUE	UNIVERSITE DE VERSAILLES
ECOLE SUPERIEURE D'INGENIEUR	ST QUENTIN-EN-YVELINES
LEONARD DE VINCI	

### → Collectivités locales

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE L'ESSONNE
CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'ESSONNE
CŒUR D'ESSONNE AGGLOMERATION
VILLE DE BRUYERES-LE-CHATEL
VILLE D'OLLAINVILLE

## Nouveaux membres en 2019





**360 PME ACCOMPAGNÉES À L'USAGE DE LA SIMULATION NUMÉRIQUE, AU TRAVERS DES 77 OFFRES DE SERVICE SIMSEO**

« Les offres de services sectorielles » permettent d'assurer l'accès aux outils de simulation numérique et à la réalisation d'études, avec un accompagnement adapté. Les pouvoirs publics soutiennent financièrement les sociétés faisant appel à ces prestations avec un abondement pouvant atteindre 50 % des prestations, plafonnées à **10K€** SIMSEO a déployé **77 offres de service** métiers, adaptées à deux secteurs prioritaires :

- Secteur de la Mécanique et de l'Industrie Manufacturière où les entreprises doivent être accompagnées rapidement dans leur transition numérique

- Secteur de l'Industrie du bâtiment qui vit en ce moment une révolution avec l'arrivée de la maquette numérique

Les syndicats et les fédérations professionnelles ont été consultés afin d'identifier les besoins métiers et les domaines prioritaires des TPE et des PME. Les remontées du terrain des entreprises, lors des sessions de sensibilisation, ont été prises en compte. Ces 77 offres de services proposent des packs intégrant notamment les composantes : Audit; conseil; expertise technique; réalisation de projets pilotes; logiciels et formations à l'usage.

→ **Industrie Manufacturière : 52 offres de services déployées**

Nous avons déployé 52 offres de services de simulation numérique dédiées au secteur de la Mécanique et de l'Industrie Manufacturière. Ces 52 offres de services intègrent diagnostic, réalisation de projets pilotes, logiciels, et formations à l'usage. Elles couvrent les domaines de la conception (dimensionnement, conception et optimisation) et de la fabrication (procédés de métallurgie, d'injection plastique, de fabrication additive et de flux logistique ou de production) :



→ **Industrie du BTP : 25 offres de services déployées**

En étroite collaboration avec le **PTNB, UNSFA, CINOV, ADN, CAPEB**, et la **FFB**, **simSEO** a déployé **25 offres** de services de simulation numérique dédiées au bâtiment pour les **architectes et les bureaux d'études**. Ces offres de services, intégrant diagnostic, réalisation de projets pilotes, logiciels, et formations à l'usage, sont centrées autour de **5 domaines prioritaires**: Structure, Énergie, Acoustique, Éclairage, ACV (Analyse du cycle de vie)



→ Catalogues SiMSEO des offres de services de simulation

Deux catalogues présentant respectivement les 52 offres pour l'Industrie Manufacturière et les 25 offres pour le BTP ont été mis en place. Le catalogue de l'Industrie Manufacturière, parrainé par l'Alliance de l'Industrie du Futur, est préfacé par le Directeur Général de l'AIF: Tahar Melliti. Le catalogue dédié aux offres dans le secteur du BTP, parrainé par les organismes professionnels représentatifs du secteur: PTNB, UNSFA, CINOV, ADN, CAPEB, et FFB, est quant à lui préfacé par le Président du Plan Transition Numérique dans le Bâtiment: Bertrand Delcambre. Ces deux catalogues sont disponibles et téléchargeables à partir du site de SiMSEO: [www.simseo.fr](http://www.simseo.fr)



→ 360 PME accompagnées à l'usage de la simulation numérique, 139 formations à l'usage dispensées

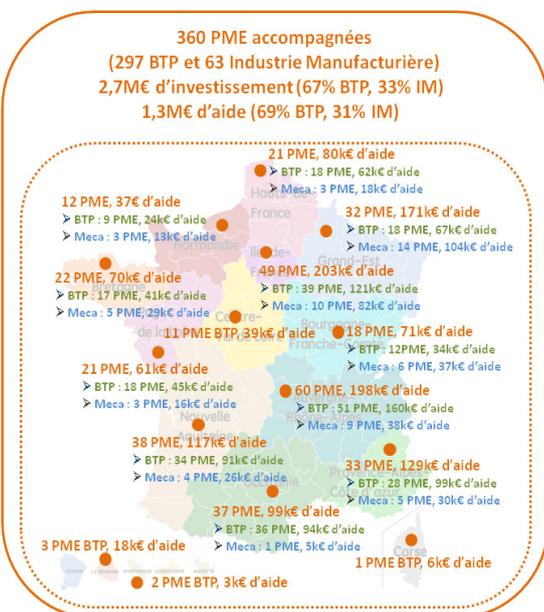
SiMSEO a accompagné **360 PME de l'Industrie Manufacturière, et du BTP** à s'équiper et à se former à l'usage de la simulation, ou dans la réalisation de projets pilotes, par le biais des 77 offres de services.

Cet engouement, démontre que les entreprises sont en train d'accélérer leur transition numérique, en se faisant accompagner pour intégrer des outils de simulation tout en se formant à l'usage. Sur les 360 clients de SiMSEO, 139 ont été formés à l'usage de la simulation sur les logiciels intégrés dans les offres de services. De plus 98% de ces clients sont des PME de moins de 50 salariés. Cette très forte dynamique démontre que nos PME sont en mutation, à la recherche des technologies de simulation adaptées à leur métier leur permettant d'optimiser et d'améliorer leur performance. La figure ci-dessous cartographie les PME accompagnées au travers des 77

offres de service dans le secteur de l'Industrie Manufacturière et du BTP. Au travers de ces offres variées et adaptées aux métiers, SiMSEO a eu un essor national touchant les PME de toutes les régions de France.

SiMSEO, au travers de ces 360 clients, recense les besoins techniques, région par région, dans les deux domaines ciblés: le BTP et l'Industrie Manufacturière. La carte ci-dessous illustre, pour les 13 régions et les 2 DROM de France, les besoins métiers prépondérants et exprimés au travers des 360 PME clientes. Cette cartographie « **besoin métier / région** » donne une bonne indication des besoins de la profession du **BTP** et de l'**Industrie Manufacturière**, exprimés au travers des 360 PME accompagnées.

On notera tout de même une très forte dynamique pour la région Auvergne Rhone-Alpes et l'île de France.



### → Conclusion

Teratec a diffusé, sur un plan national, l'importance et la nécessité de l'usage de la simulation numérique dans l'industrie. Au travers des 57 sessions de sensibilisation organisées dans 45 villes de France, nous avons sensibilisé plus 730 sociétés aux enjeux, aux technologies et aux usages de la simulation au travers d'exemples applicatifs et de témoignages et retours d'expérience de PME. Ces sociétés ont également découvert le programme SiMSEO et en particulier les offres de services métiers financées dans le cadre du programme SiMSEO.

**Le programme piloté par Teratec a été un succès national au vu des 360 PME accompagnées pour l'achat d'une des 77 offres de services de simulation et des 139 formations à l'usage déployées.**

Ces résultats ont été possibles car, nous avons dès le début, industrialisé au travers d'une plateforme la

gestion des offres de services au travers d'appel à propositions (sélection, labellisation et conventionnement) et la gestion des comptes clients des 77 offres labellisées et conventionnées. Cette plateforme, unique interface avec les offreurs, a ainsi permis de répondre, à toutes les demandes, dans les délais et avec rigueur tout en assurant une comptabilité fiable.

SiMSEO a été une réussite nationale et a largement dépassé les résultats attendus qui étaient à l'origine d'accompagner au maximum une centaine de PME. Cette initiative, sur deux domaines industriels, a été une belle preuve de concept de l'aide apportée à nos PME pour les accompagner dans l'amélioration de leur production numérique.

Ce projet a été clôturé le 30 septembre 2019 et les résultats ont été présentés à la DGE le 8 novembre 2019.

### À propos de SiMSEO

Dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'Intérêt « Diffusion de la simulation numérique dans l'industrie » du Programme Investissements d'Avenir, le secrétariat général pour l'investissement (SGPI) a confié à Teratec et Genci la mise en œuvre du programme SiMSEO permettant de diffuser l'usage de la simulation au sein des petites et moyennes entreprises au niveau national. Retrouvez toute l'actualité de SiMSEO sur : [www.simseo.fr](http://www.simseo.fr)

### → Contact Teratec

**Karim Azoum** [karim.azoum@teratec.fr](mailto:karim.azoum@teratec.fr)

Avec le soutien de :



## 3.2 Initiatives industrielles

Au cours de l'année 2019 Teratec a poursuivi l'élaboration et l'animation de plusieurs initiatives industrielles sur les thématiques suivantes :

- Calcul quantique (TQCI),
- Systèmes autonomes,
- Fabrication additive,
- Exploitation des données spatiales et ressources naturelles,
- Numérique et Agro-alimentaire,
- Santé et médecine personnalisée.



### → INITIATIVE TQCI - CALCUL QUANTIQUE

L'initiative TQCI a été principalement marquée par les événements suivants :

- Réalisation de deux séminaires scientifiques sur le Campus Teratec :

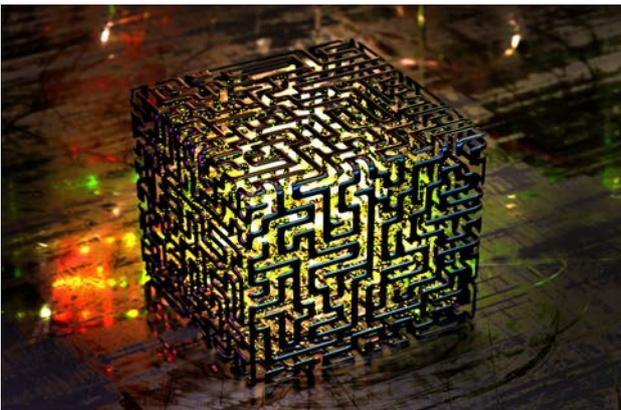
➤ Le 10 avril 2019 s'est tenu le premier séminaire TQCI consacré aux technologies - matériel et environnement de programmation - pour le calcul quantique.

Les Technologies Hardware : Supraconducteurs - Ions piégés - Semi-conducteurs.

L'environnement logiciel : Programmation quantique, aspects formels - La Plateforme QLM d'Atos - Programmer avec des qubits bruités - le défi NISQ (noisy intermediate-scale quantum)

➤ Le 14 novembre 2019, le second séminaire TQCI était consacré aux premiers retours d'expérience des partenaires TQCI, notamment sur l'utilisation de la plateforme Quantum Learning Machine d'Atos ainsi qu'à l'utilisation des technologies du calcul quantique pour des applications de Machine Learning.

Le succès des séminaires TQCI, qui ont réuni plus de 50 personnes à chaque fois, nous conduit à poursuivre ces



réunions fondées sur des retours d'expérience des partenaires sur des thèmes qui ont fait l'objet du programme scientifique, et sur les progrès technologiques dans les domaines Matériel, Logiciel, Architecture, Application. Deux séminaires sont prévus en 2020 sur les technologies et sur les applications. D'autres événements ont également eu lieu au cours de l'année 2020 :

- Atelier : Calcul quantique : pour quelles applications lors du **Forum Teratec** animé par Cyrille Allouche (Atos) et Henri Calandra (Total). Ce séminaire a réuni plus de 100 participants. Les présentations sont disponibles sur le site de Teratec.
- Intervention de Daniel Verwaerde à la conférence internationale **Quantum Computing Business** organisée par **Bpifrance** le 20 juin avec la participation d'Atos, EDF, Teratec et Total.
- Participation aux auditions de la mission parlementaire sur le calcul quantique animée par la députée Paula Forenza, Jean-Paul Herteman et Iordanis Keredinis.

Des réponses à des appels à projets pourront être organisées dans le cadre des suites de cette mission au niveau français et européen en bénéficiant des liens étroits de Teratec avec les institutions françaises et européennes. Dans ce cadre un premier draft de contenu scientifique a été élaboré et approuvé par les partenaires du TQCI sur le thème Développement technologique et expérimentation sur toute la chaîne du calcul quantique.

Par ailleurs, Teratec prépare l'élargissement de l'initiative TQCI à de nouveaux partenaires très intéressés par les applications du calcul quantique, qui permettront d'étendre les domaines de recherches et d'échanges entre les partenaires.

Teratec souhaite également favoriser la mise en place avec ses partenaires TQCI d'actions de formation dans ce secteur.

### SÉMINAIRE TQCI - *Teratec Quantum Computing Initiative* 14 novembre 2019 - Campus Teratec

Un nouveau séminaire TQCI réunissant les partenaires de l'initiative s'est tenu sur le Campus Teratec le jeudi 14 novembre.

Cette nouvelle rencontre, consacrée aux premiers retours d'expérience des partenaires TQCI, notamment sur l'utilisation de la plateforme Quantum Learning Machine d'Atos ainsi que sur l'utilisation des technologies du calcul quantique pour des applications de Machine Learning, a réuni plus de 50 personnes.



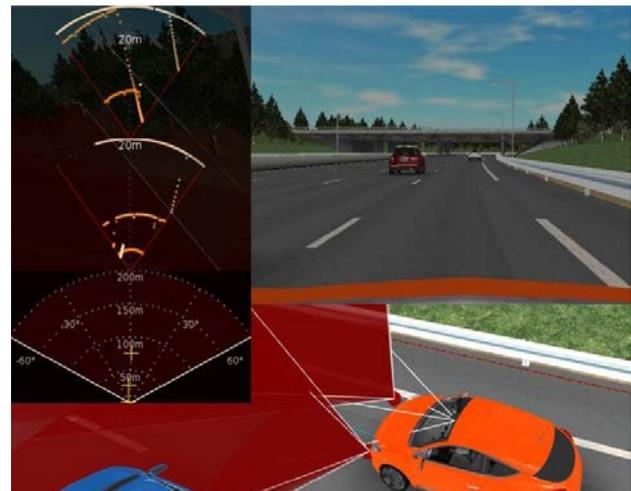
Les différents sujets qui ont été abordés sont :

- Le Quantum Computing dans le domaine de la Chimie avec l'utilisation des algorithmes VQE en Chimie quantique pour déterminer le niveau d'énergie de l'état fondamental par Elvira Shishenina, Total.
- L'étude de solutions basées sur le Quantum Deep Learning pour la Science des Matériaux par Boris Dorado, CEA.
- Le Quantum Computing dans le domaine de l'optimisation avec l'étude de l'efficacité d'algorithmes quantiques par rapport aux approches classiques par Charles Moussa, Total.
- Les problèmes d'optimisation combinatoire, «smart charging» des véhicules électriques et théorie des graphes par Marc Porcheron, EDF.
- L'implémentation d'un algorithme de simulation Hamiltonien et d'un solveur quantique pour l'équation des ondes, à l'aide du système Atos QLM par Adrien Suau, Cerfacs.
- Une approche Quantum Computing pour les Etudes Probabilistes de Sécurité par Mohamed Hibti, EDF.
- Des algorithmes de Quantum Computing pour les applications de Machine Learning non supervisé, méthode QEM (Quantum Expectation-Maximization) par Alessandro Luongo, Atos.

### → INITIATIVE SYSTÈMES AUTONOMES

Le groupe de travail a poursuivi ces actions pour l'élaboration de sa feuille de route sur deux orientations principales :

- La création d'un centre de ressources partagées pour les travaux de simulation et de validation ainsi que pour le stockage des données associées.
- La réalisation d'un ambitieux projet de recherche sur le thème de la validation des Systèmes Autonomes par simulation. Dans ce cadre une feuille de route détaillant le contenu scientifique et technique et les moyens à mettre en œuvre, a été initiée. Elle doit permettre de répondre aux différents appels à projets lancés dans les différentes initiatives nationales et européennes.



© ESI/Pro-SIVIC™



AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

# Le Campus Teratec : pôle européen HPCBIGDATASIMULATION

**Industriels.** De grands groupes, PME et Start-up y développent des activités couvrant toute la chaîne de l'informatique de grande puissance depuis les composants et les systèmes jusqu'aux logiciels et aux applications.

**Laboratoires.** Des laboratoires industriels de recherche travaillent au développement et à la maîtrise des technologies nouvelles du calcul intensif et du BigData et sur leur mise en œuvre.



- INDUSTRIELS UTILISATEURS
- ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES
- ENSEIGNEMENT & RECHERCHE

#### Contact & Informations

Jean-Pascal Jégu  
jean-pascal.jegu@teratec.fr • Tél. +33 (0)9 70 65 02 10  
Campus Teratec  
2 rue de la Piquetterie - 91680 Bruyères-le-Châtel - France

[www.teratec.eu](http://www.teratec.eu)

*Rejoignez-nous!*

# 4 | Technopole Teratec

## Un écosystème entièrement dédié aux technologies numériques, calcul haute performance, simulation numérique et Big Data

### 4.1 Le Campus Teratec

Situé au cœur de l'Essonne, à côté du Très Grand Centre de Calcul du CEA (TGCC), le Campus Teratec rassemble sur un même site : une pépinière et un hôtel d'entreprises dont la vocation est de favoriser l'accueil et le développement de jeunes sociétés; des entreprises technologiques; des laboratoires de recherche industrielle; des plateformes de services et des activités de formation.

Le Campus Teratec est un concept original qui regroupe en un seul lieu une somme de compétences unique en France et en Europe, tant dans les domaines du matériel (processeurs, architectures...), que des logiciels généraux et applicatifs, ou des services (R&D, exploitation, applications...) dédié au calcul haute performance, à la simulation numérique, au Big Data et à l'IA.

#### CAMPUS TERATEC

- Écosystème européen
- Simulation numérique et Big Data

#### TGCC

Très Grand Centre de Calcul du CEA

**Pépinière et Hôtel d'entreprises**  
spécialisés en simulation et modélisation

#### Laboratoires de recherche industrielle

- Exascale Computing Research Lab
- Extreme Computing
- CESIMat : Centre d'Expertise en Simulation des Matériaux
- Laboratoire européen Intel dédié au Big Data

#### Plateformes de services

- Savoir-faire simulation
- Savoir-faire métier

#### Enseignement et Formation

- Formations initiales
- Formations continues

#### Entreprises technologiques

Constructeurs, éditeurs, offreurs de services

### → LA PÉPINIÈRE ET L'HÔTEL D'ENTREPRISES

La Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Essonne accueille les PME et les entreprises innovantes en leur proposant une offre adaptée, un accompagnement sur mesure et des services de qualité, pour répondre au mieux à leur logique de croissance, dans un environnement technologique privilégié favorable au développement de leurs activités de simulation et de modélisation.

Ainsi, des sociétés, organismes et laboratoires comme **Avis Conseil, Assystem, AS+ Groupe Eolen, CESIMat, Distene, Egis, ETP4HPC, Exascale Computing Research, FullScale, Ingérop, Mantenna Expertise, Microtrans, Numtech, ParaTools, Sema Software, Synomen, Teratec, Wizyoo** poursuivent leur développement sur la pépinière du Campus Teratec qui propose des espaces privatifs aménagés de bon standing (fibre internet), accompagnés d'un service à la

carte leur permettant de choisir le niveau de prestations souhaité : meubles, parking, accueil et assistance, accès aux salles de réunion, accès à des moyens bureautiques mutualisés.



### → LES ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES

Des grandes entreprises et des PME, fournisseurs d'équipements, éditeurs de logiciels et offreurs de services, mènent sur le Campus Teratec des activités techniques et commerciales liées au HPC. Les compétences industrielles présentes couvrent l'ensemble de la chaîne de valeur depuis les composants et les systèmes jusqu'aux logiciels et aux services. Des sociétés comme **Bull/Atos,**

**CEA, Egis, ESI Group et Intel** ont implanté une partie de leurs activités sur le Campus Teratec.

La présence de Bull/Atos sur le Campus Teratec s'est renforcée avec l'installation dans les locaux de Bull de l'entité "**Extreme Factory**" en charge du développement des offres de "HPC-as-a-Service".

### → LES LABORATOIRES DE RECHERCHE INDUSTRIELLE

Plusieurs laboratoires de recherche dédiés aux architectures futures et aux ordinateurs exaflopiques, à la mise au point et la parallélisation des logiciels de simulation, à la conception de systèmes complexes, s'installent progressivement sur le Campus Teratec :

> Laboratoire **Exascale Computing Research (Intel - CEA - UVSQ)** pour relever les défis technologiques liés aux futures générations d'ordinateurs exaflopiques.

> Laboratoire **Extreme Computing (Bull - CEA)** sur le

développement et la performance des architectures et des systèmes à très hautes performances.

> Laboratoire européen **Intel** dédié au développement de solutions **Big Data**.

> Centre d'Expertise en Simulation des Matériaux **CESIMat (CEA, Faurecia, L'Oreal, Michelin, Safran)** visant à la création d'un institut à vocation industrielle dédié à cette activité.

### → PLATEFORMES DE SERVICES

Accessibles par tous les acteurs de l'industrie et de la recherche, ces plateformes qui intègrent un savoir-faire simulation et un savoir-faire métier ont pour objectif d'aider les entreprises d'un secteur déterminé à réaliser leurs travaux de conception et de simulation. Elles four-

nissent notamment aux PME/PMI les moyens de calcul, les logiciels et l'expertise technique nécessaires pour la réalisation de leurs projets, leur permettant ainsi de développer plus rapidement et plus facilement de nouveaux produits ou de nouveaux services.

### → ENSEIGNEMENT ET FORMATION

Grâce aux partenariats développés avec des universités, des grandes écoles et des industriels du domaine, des activités d'enseignement et de formation sont dispensées sur le Campus Teratec permettant aux étudiants,

ingénieurs et chercheurs de bénéficier des compétences et des expertises disponibles sur le site. Des formations continues « à la carte » sont également proposées en fonction des besoins des entreprises.

## → ACTIVITÉS SUR LE CAMPUS TERATEC

Tout au long de l'année, un certain nombre d'événements ont rythmé la vie du Campus Teratec. Ateliers, forums, séminaires, visites officielles, journée étudiants, etc., mais aussi des améliorations ont été apportées aux services proposés aux entreprises.

### Développement et animation du Campus Teratec

Initiée début 2017, une réflexion sur le développement et l'animation du Campus Teratec s'est concrétisée avec le soutien des pouvoirs publics par le renforcement de l'équipe et la structuration des différentes actions.

- Développement des relations inter-entreprises dans le Campus Teratec pour favoriser les synergies nécessaires, garantes du dynamisme d'un tel lieu.
- Création et animation de groupes de travail pour l'élaboration et l'accompagnement de nouvelles initiatives.
- Développement de la notoriété du Campus Teratec auprès des pouvoirs publics et du monde économique.
- Fourniture de services de proximité aux collaborateurs des entreprises et laboratoires installés sur le Campus Teratec.

### Le 28 novembre, 210 étudiants ont visité le Campus Teratec



Des entreprises du Campus Teratec ont ouvert leurs portes le 28 novembre à 210 étudiants en dernière année de Master des Universités de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (**UVSQ**) et Léonard de Vinci (**ESILV**) afin de les rencontrer, de leur faire découvrir leurs métiers et de leur proposer plus de 90 offres d'emploi, de thèses et de stages dans les domaines de l'informatique scientifique, de la simulation numérique, de l'Intelligence Artificielle, du Big Data, de la sécurité informatique, ...

### La création d'une initiative sur les compétences en Calcul Quantique

Sous l'égide de Teratec, conscient de l'importance que le calcul quantique va prendre dans les années à venir, un certain nombre d'industriels utilisateurs, d'offres de technologies et de centres de recherche ont décidé de se fédérer pour monter rapidement en compétences et développer le savoir-faire dans le domaine du calcul quantique. Cela se traduit par la mise en place de la TQCI : Teratec Quantum Computing Initiative.



### La Communication du Campus

Pour diffuser et faire circuler l'information au sein du Campus, plusieurs moyens ont été mis en place : des bulletins d'information à usage interne; des newsletters Campus Teratec largement diffusées; un site Web dédié accessible à tous, [www.campus-teratec.fr](http://www.campus-teratec.fr), l'édition

et la distribution d'une plaquette de présentation du Campus Teratec et un plan média.

Le Campus Teratec a bénéficié également de l'impact et des retombées des actions développées pour la promotion de Teratec, en particulier dans le cadre de participation à des événements professionnels et des conférences internationales ou au niveau du plan média.

### Rencontres inter-entreprises et Séminaires

- Dans le prolongement de l'année 2018, les réunions de présentation des entreprises et Laboratoires du Campus Teratec ont vu **AS+ Eolen**, **Mantenna** et **Distène** venir présenter leurs activités et leurs problématiques.
- Accessibles à tous, quatre séminaires **SISMA** (séminaires autour des méthodes numériques et des mathématiques appliquées) et trois séminaires **INHP@CT** se sont tenus sur le Campus Teratec au cours de l'année.
- Dans le cadre de l'initiative **TQCI** (Teratec Quantum Computing Initiative), deux séminaires scientifiques ont été organisés en avril et novembre 2019 sur le Campus Teratec. Le premier était consacré aux technologies (matériel et environnement de programmation) pour le calcul quantique. Le second séminaire a présenté les premiers retours d'expérience des partenaires TQCI, notamment sur l'utilisation de la plate-

forme Quantum Learning Machine d'Atos ainsi que l'utilisation des technologies du calcul quantique pour des applications de Machine Learning.

- **NAG**, éditeur de la célèbre Librairie Numérique NAG, a animé un séminaire sur l'optimisation mathématique le 10 octobre 2019 sur le Campus Teratec. Plusieurs dizaines de participants y ont découvert des méthodes de minimisation novatrices (SOCP, SDP) et l'intérêt de la différenciation algorithmique en tant que technologie associée.
- La **Journée CCRT** s'est tenue le 12 décembre dans le TGCC du CEA avec comme thème : **De la simulation aux premiers pas quantiques**. Une première partie a présenté les retours d'expérience et les cas d'usage du CCRT pour des partenaires comme l'**Ineris**, l'**IRSN**, **Soleil**, **Thales DM**, **Valeo** et le **CEA/DEN**. La deuxième partie a présenté les premiers pas du **Cerfacs**, d'**EDF**, de l'**IFPEN**, du **CEA/DAM** dans le domaine du quantique et en particulier sur le simulateur quantique **Atos (QLM)** du CCRT.

#### Amélioration des services aux salariés des entreprises

- **Transports** : un nouvel arrêt de bus et une augmentation de la fréquence des bus de la ligne 68-01 qui relie le Campus à la gare RER C de Bruyères-leChâtel. Une augmentation de la fréquence des bus 91-03 qui relie la gare de Briis-sous-Forge à Massy.
- Développement de la fibre optique sur le Campus Teratec.
- Repas de Noël et fête des voisins



#### Visites de représentants industriels et de délégations étrangères

Tout au long de l'année, des visites de la Technopôle Teratec ont été organisées. Des industriels utilisateurs, des entreprises technologiques, des représentants du monde académique, des organismes publics et des délégations étrangères ont ainsi pu découvrir les différentes activités se développant au sein de la Technopôle Teratec.

Les partenariats locaux se sont renforcés autour de projets communs sur le Campus Teratec (Cœur d'Essonne Agglomération, visite de AECE, projet d'Essonne Développement d'Etudiant Tour).



## 4.2 Journée Etudiants du 28 novembre CAMPUS TERATEC

Des entreprises du Campus Teratec ont ouvert leurs portes le 28 novembre à **210 étudiants** en dernière année de Master des Universités de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (**UVSQ**) et Léonard de Vinci (**ESILV**) afin de les rencontrer, de leur faire découvrir leurs métiers et de leur proposer plus de **90 offres** d'emploi, de thèses et de stages dans les domaines de l'informatique scientifique, de la simulation numérique, de l'Intelligence Artificielle, du Big Data, de sécurité informatique, ...



L'objectif était de permettre aux entreprises **AS+ Groupe Eolen, Atempo, Atos, CEA, Distene, Fullscale, Intel** et **Paratols** de présenter leurs savoir-faire et leurs dernières avancées en termes de Simulation, de HPC, mais aussi d'apprentissage par les données (IA) et de répondre à leurs besoins de recrutement.

Un **espace d'exposition** a permis aux étudiants de rencontrer ces entreprises, de découvrir leurs métiers grâce à des entretiens individuels, des démonstrations techniques et applicatives et de recevoir des propositions d'offres de stage, de thèse ou d'emploi.

En parallèle, **8 conférences métiers ou thématiques** étaient animées par ces entreprises du Campus Teratec dans l'amphithéâtre du TGCC du CEA.



- **Les Métiers de la simulation** par le **CEA**
- **Ingénieur HPC**, un métier multifacettes par Intel
- **Programmer un supercalculateur**, problématiques actuelles des modèles de programmation HPC par Paratools
- **Métiers d'ingénieur** support applicatif HPC, Développeur de code de calcul HPC, Consultant HPC par **AS+ Groupe Eolen**
- **Cybersécurité** : Sensibilisation aux vulnérabilités des systèmes industriels par le **CEA**
- **Atos Quantum R&D program**: motivation, philosophie & projects par **Atos**
- **Le maillage**, élément clef de la Simulation numérique : comment l'IA pourrait aider à automatiser les outils par **Distène**
- **Intel Docea Solutions** : Early virtual prototyping for the next generations of Intel products par **Intel**

Une visite des supercalculateurs du **CCRT** a été organisée par les équipes du CEA pour les enseignants de ces deux universités.

Devant le succès de cette première Journée ouverte aux étudiants, Teratec envisage de renouveler régulièrement l'opération.

## 4.3 Séminaire NAG du 10 octobre

Pour sa première action en tant que nouvel adhérent, NAG a animé un séminaire sur l'optimisation mathématique qui a eu lieu jeudi 10 octobre sur le Campus Teratec. NAG a ainsi pu partager avec des ingénieurs et des chercheurs de la communauté son savoir-faire



en matière de mise en œuvre de solveurs robustes et performants (la plupart d'entre eux sont inclus dans la Librairie NAG) et d'assistance à la résolution de problèmes d'optimisation complexes.

Le séminaire a permis aux participants d'en savoir plus sur certaines techniques modernes d'optimisation continue, comme l'optimisation sans dérivées, et sur des méthodes convexes de pointe, telles que SOCP (Second-Order Cone Programming) et SDP (Semidefinite Programming). Une introduction à la différenciation algorithmique a montré l'intérêt de cette méthode pour un calcul rapide et précis des dérivées d'un code, quand elle est appliquée à des problèmes d'optimisation.

Les participants ont pu apprécier la valeur du contenu technique présenté, ainsi que les échanges avec les experts de NAG. Au final ils seront repartis avec de nouvelles idées qui les devraient les aider à résoudre certains de leurs problèmes.

## 4.4 Le plateau Atos réaménagé

### LE PLATEAU ATOS RÉAMÉNAGÉ : DES ESPACES PLUS COLLABORATIFS INTÉGRANT LES DERNIÈRES TECHNOLOGIES

#### Un peu d'histoire...

Dès 2004, Atos (à l'époque Bull) est présent, tout d'abord, à travers les équipes d'administration de son supercalculateur **TeraNova** (~20 nœuds Itanium) dans le bâtiment du **CEA** (BARD).

En 2005, avec le déploiement du nouveau **supercalculateur Tera10** du CEA, les équipes du BARD s'agrandissent : support, administration, application management.

Le CEA souhaite promouvoir le site de Bruyères-le-Châtel comme pôle majeur de la simulation numérique.

En 2005, l'association **Teratec** voit le jour avec l'ambition de construire un bâtiment réunissant tous les acteurs de la simulation numérique.

#### Ré-aménagement du plateau Atos

Les clients se transforment, les métiers de l'IT évoluent et la digitalisation s'amplifie. Face à cette évolution, les espaces de travail Atos devaient s'orienter vers un usage Flex Office (multiplicité d'espaces, technologies de la mobilité, bureaux non-attribués, nouvelles pratiques...).

En 2010, la mise en place de la **plate-forme TERA 100** pour le CEA nécessite un renforcement des équipes Atos (arrivée d'équipes R&D).

En 2012, le **Campus Teratec** est construit regroupant toutes les équipes du BARD. Atos occupe le 1<sup>er</sup> étage de la première aile du bâtiment et bientôt arrivent les équipes R&D BXI, Infogérance, Support, Expertise et Delivery HPC.

Par la suite, les activités Atos s'étendent aux équipes de vente/avant-vente HPC, Centre de Services HPC, Mobull, Centre d'Expertise, Support International, Extreme Factory, R&D (Slurm, SCS, BXI, Firmware).

Un projet de ré-aménagement est lancé avec deux objectifs : favoriser la collaboration entre les équipes et améliorer le bien-être au travail.

L'accompagnement au changement doit être pris en compte dès la première phase du projet. Des groupes

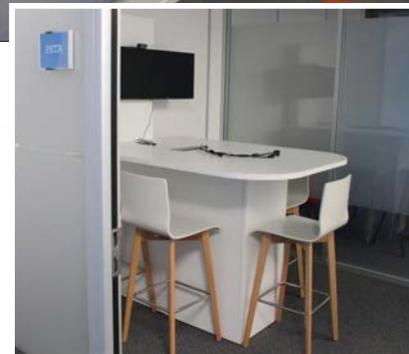
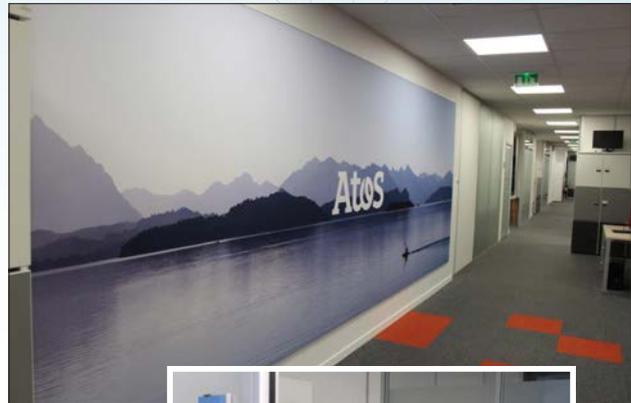
d'écoute et de co-conception sont constitués afin de travailler sur la cohérence de la multiplicité d'espaces (éviter, par exemple, de placer des commerciaux à côté d'une zone de Recherche & Développement).

Ces interviews permettent aussi d'identifier, d'une part, les attentes en espaces collaboratifs (ouverts ou cloisonnés) intégrant les dernières technologies : multimédia (pour les visioconférences), tableaux blancs numériques (schémas, croquis, petites notes que l'on peut envoyer par mail ou à l'imprimante), visuel management (suivi d'un sprint par une équipe scrum ou suivi d'une infrastructure de calcul par une équipe d'exploitation). Et d'autre part de définir les espaces de convivialité (importance de la salle de détente et de ses équipements), ainsi que la nécessité d'un show-room pour l'accueil des clients et le déroulement de séminaires ou forums.

Après quelques mois de travaux, les nouveaux espaces sont opérationnels et suffisamment dimensionnés pour accueillir nos nouveaux arrivants ; en effet, **nous recrutons en permanence sur notre site Atos du Campus Teratec** avec des besoins en ingénieurs et techniciens, tous passionnés par l'innovation actuelle et de demain.

Aujourd'hui, les technologies s'imbriquent, l'**Intelligence Artificielle**, le **Edge Computing** pour le traitement de la donnée et l'utilisation de la puissance de calcul

du HPC pour toutes ces nouvelles technologies font que les métiers n'ont jamais été si proches. Avec le réaménagement du plateau Atos du Campus Teratec, c'est cette dynamique qui a été construite. Fini les cloisons, les silos d'activités, place aux espaces et aux échanges.



### EDGE COMPUTING

Gérer l'explosion des données résultant notamment de la croissance exponentielle des objets connectés, représente aujourd'hui un défi majeur pour de nombreuses organisations. Cette nouvelle révolution impose de nouvelles architectures IT redéfinissant les rôles du Data Center et du Edge Computing, afin d'offrir les meilleures capacités de Machine Learning et d'analyse en fonction des besoins, au plus près de la source des données.

Pour exploiter et valoriser cette masse de données en périphérie (Internet des Objets - IoT), dans une ère post-cloud, Atos a conçu le serveur **BullSequana Edge**. Il permet d'optimiser l'inférence des modèles



les plus complexes d'Intelligence Artificielle ainsi que l'analyse, en temps réel, de gros volumes de données complexes, tout en sécurisant les données. Ceci, permettant des réactions et prises de décisions plus rapides, optimise les opérations notamment dans des environnements où les temps de réponse rapides sont critiques - tels que l'industrie 4.0, les véhicules autonomes, la santé et la sécurité des commerces et des aéroports. Les équipes Atos combinent dans la mise à disposition de cette solution leur expertise et expérience dans les domaines du cloud orchestré, du calcul haute performance, de la cybersécurité et de l'Intelligence Artificielle.

### INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les applications d'Intelligence Artificielle raisonnent, comprennent le contexte des situations comme des êtres humains, génèrent des hypothèses et disposent de fonctions d'auto-apprentissage pour développer toujours plus d'expertise.

Les équipes Atos ont développé **Codex AI Suite**, accélérateur d'Intelligence Artificielle. S'appuyant

principalement sur des fonctions de Machine Learning et de Deep Learning, elle permet de produire et déployer facilement et rapidement des applications d'Intelligence Artificielle sur tout type d'environnements. Les Data Scientists peuvent ainsi se focaliser sur leur fonction première, à savoir répondre aux demandes métiers.

## 4.5 TGCC - Très Grand Centre de calcul du CEA



Situé face au **Campus Teratec** avec lequel il constitue la **Technopôle Teratec**, le **TGCC** est une infrastructure capable d'héberger et d'exploiter des supercalculateurs parmi les plus puissants au monde. Il a été dimensionné pour accueillir les générations successives de supercalculateurs du Centre de Calcul Recherche et Technologie (**CCRT**) dédiés aux usages industriels – tel **Cobalt** – et de ceux dédiés à la recherche française et européenne – tel **Joliot-Curie**. Le TGCC propose également, de façon exceptionnelle, une solution d'hébergement pour des systèmes d'information d'autres organismes.

Hébergé depuis 2018 au TGCC, le supercalculateur Joliot-Curie, financé par **Genci** (Grand équipement national de calcul intensif) et co-conçu par **Atos-Bull** et les équipes du **CEA DAM Île-de-France**, répond aux besoins des communautés de recherche nationales et européennes. Sa puissance de calcul initiale est de 9,4 pétaflops. En 2019, une extension du calculateur a été financée dans le cadre du projet PPI4HPC. Cette extension lui a permis d'atteindre une puissance de plus de 22 pétaflops, le positionnant à la 59<sup>e</sup> place du Top 500 de novembre 2019.

### Plus d'informations :

[www-hpc.cea.fr/fr/complexe/tgcc-JoliotCurie.htm](http://www-hpc.cea.fr/fr/complexe/tgcc-JoliotCurie.htm)



© P.Stroppa / CEA



© P.Stroppa / CEA

## CCRT - Centre de Calcul Recherche et Technologie



Soutien majeur de l'innovation industrielle, le **CCRT** favorise les collaborations entre l'industrie et le monde de la recherche dans le développement des applications de simulation numérique et du Big Data. Il est situé dans les locaux du TGCC, qui fait partie de la Technopôle Teratec à Bruyères-le-Châtel.

Le modèle unique du centre s'appuie sur des contrats de partenariats pluriannuels, gages de la construction d'une collaboration solide et pérenne.

Deux nouveaux partenaires ont rejoint le CCRT en 2019 :

- en juin 2019, le groupe **Michelin** ;
- et en novembre 2019, l'entreprise pharmaceutique **Sanofi**.

Le CCRT compte aujourd'hui 20 partenaires (industrie et recherche) : **ArianeGroup, EDF, IFPEN, Ineris, Ingeliance, IRSN, L'Oréal, Michelin, Onera, Safran Aero Boosters, Safran Aircraft Engines,**

**Safran Helicopter Engines, Safran Tech, Sanofi, Synchrotron Soleil, Thales, Thales Alenia Space, TechnicAtome, Total, Valeo**, auxquels s'ajoutent trois directions opérationnelles du CEA (recherche fondamentale, énergie nucléaire, applications militaires).

Pour répondre aux besoins de l'ensemble de ses membres, le CCRT a augmenté la puissance de son calculateur Cobalt pour atteindre 2,4 pétaflops début 2019. Le CCRT dispose également d'un simulateur quantique Atos QLM30.

Depuis 2013, le CCRT est la plateforme centrale d'hébergement et de traitement des données de génomiques, issues du projet national **France Génomique**.

### Inra

Le TGCC héberge, dans le cadre d'une collaboration scientifique et technique, **CEA-Inra**, des équipements informatiques exploités par les équipes de l'Inra.

## 5.1 Centre d'expertise en simulation des matériaux (CESIMat)

**CESIMat**

La définition, l'évaluation et la mise en œuvre de matériaux performants sont une entreprise complexe et coûteuse, dans laquelle la simulation numérique joue un rôle de plus en plus important. De par sa capacité à intégrer les lois fondamentales de la physique via le traitement d'un nombre de degrés de liberté sans cesse croissants, elle fournit en effet des prédictions de plus en plus précises, que ce soit dans le domaine de la recherche de nouvelles formulations, de l'analyse des propriétés en fonctionnement ou des procédés de fabrication.

Ce mouvement accompagne le mouvement plus général de recours à la simulation numérique dans l'ensemble des processus industriels, avec cependant quelques particularités en ce qui concerne la simulation des matériaux. Ces derniers sont caractérisés par des propriétés très diverses et leur simulation intervient à plusieurs niveaux : la recherche de compositions ou de nuances aux propriétés spécifiées; les procédés de fabrication (impression 3D, soudure, coulage, autoassemblage, fonctionnalisation des surfaces); le comportement des matériaux en fonctionnement (normal ou accidentel) et la tenue au vieillissement.

Cette grande variété de propriétés et de besoins applicatifs a des conséquences dans le domaine des outils de simulation : il n'existe pas d'outil à tout faire, relativement universel permettant de simuler à la demande telle ou telle propriété, mais un ensemble de « briques de base », qu'il convient de faire progresser, tant sur le plan algorithmique que dans leur adaptation aux nouvelles générations de supercalculateurs, et d'assembler afin de simuler la propriété ou le processus recherché.

Il est donc nécessaire de réunir des équipes pluridisciplinaires, tant sur le plan scientifique (spécialistes des différentes échelles mises en jeu), que sur le plan technique (spécialistes de développement de codes adaptés au calcul haute performance).

C'est pourquoi, sous l'impulsion de **Teratec**, un consortium s'est constitué pour répondre à un appel d'offres « Calcul Intensif et Simulation Numérique », lancé dans le cadre des Plans d'Investissement d'Avenir (PIA). Ce consortium comprend le **CEA, Michelin, L'Oréal, Safran, Faurecia, Kitware, Paratools** et l'**École Centrale de Nantes**.

Le projet, intitulé **SMICE** (Simulation Matériaux Industrie Calcul Exaflop), se proposait de partager une partie de l'effort de R&D dans le domaine de la simulation des matériaux permettant ainsi aux industriels partenaires de partager des développements des codes de calcul sur des problématiques communes. Il a été construit autour de cas d'étude proposés par les industriels et a consisté à développer des outils numériques et informatiques pour valider ces cas.

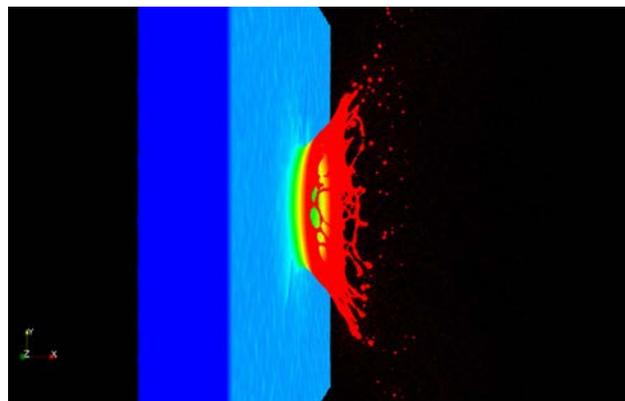
Le projet s'est terminé en novembre 2019 et a permis d'atteindre les objectifs scientifiques de départ qui concernaient :

- Le développement des codes de calcul « matériaux ».
- Les applications à la physique des polymères.
- Les applications à la physique des métaux.

Pour mener à bien ce projet, les partenaires industriels CEA, Michelin, Faurecia, Safran et L'Oréal, associés à Teratec, ont créé le Centre d'Expertise en Simulation des Matériaux (**CESIMat**) dont l'objectif est de partager dans un même lieu – le **Campus Teratec** – les compétences des industriels pour construire les outils logiciels nécessaires à la simulation des matériaux d'intérêt. Une partie des travaux du projet SMICE s'est donc déroulée dans les locaux du CESIMat. Des actions de développement, de formation et d'échanges s'y sont déroulées ces trois dernières années.

En particulier, le code de calcul de dynamique moléculaire **EXASTAMP** a été développé en partie dans le cadre du CESIMat : un premier travail a consisté à mettre en œuvre une méthode novatrice de raffinement de maillage adaptatif (système **AMR**) ainsi qu'une optimisation des structures de données pour utiliser au mieux les caches des processeurs. Les travaux ont aussi permis le développement d'un modèle d'exécution des calculs sous la forme d'un graphe de tâches pour augmenter significativement l'efficacité sur les machines massivement multi-cœurs (thèse **Raphaël Prat**). En parallèle, la conception d'un système de traitement in situ dans EXASTAMP a été menée à bien. On peut maintenant réaliser des traitements physiques de type diagnostique sur des cœurs (peu utilisés) d'un nœud de calcul en parallèle de la simulation (thèse **Estelle Dirand**). Enfin, l'architecture interne du code EXASTAMP a été adaptée et dispose désormais d'un nouveau type de particules que sont les polymères. Par ailleurs, un générateur de structures initiales de polymères représentatives de l'expérience a été développé et validé.

Le projet **SMICE** étant maintenant terminé, une réflexion est en cours entre les partenaires pour une évolution pérenne du CESIMat.



Impact d'une goutte d'étain liquide sur une plaque d'étain liquide.  
Calcul effectué avec EXASTAMP (656 millions d'atomes, 16 000 processeurs)

## 5.2 Laboratoire Exascale Computing Research

### RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EN MÉTHODOLOGIES ET APPLICATIONS LOGICIELLES POUR EXASCALE

Le laboratoire Exascale Computing Research (ECR) résulte d'une collaboration entre le CEA, l'UVSQ (Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines) et Intel. Ses équipes sont actives dans les réseaux de recherche orientés vers le parallélisme massif. L'équipe pluridisciplinaire travaille sur le site du Campus Teratec et s'appuie sur un cluster doté des architectures Intel les plus récentes. L'équipe ECR contribue régulièrement à l'organisation de séminaires et workshops afin de diffuser le plus largement

possible les méthodes et le savoir-faire développés en son sein. De plus l'ECR est impliqué via ses outils dans des projets européens : ainsi, l'outil d'évaluation de performance MAQAO (développé au sein d'ECR) est un des outils de référence utilisé au sein du centre d'excellence POP2<sup>1</sup>.

Au sein du laboratoire ECR, les équipes se partagent selon 3 grandes orientations, les outils de performance, la précision numérique et les supports exécutifs (runtime).



#### ACTIVITES DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

##### Outils d'analyse de performance

**MAQAO** ([www.maqao.org](http://www.maqao.org)) est un logiciel modulaire d'analyse de performances pour les applications HPC. Il permet d'effectuer des « diagnostics » très précis des différents problèmes de performance (vectorisation, cache, parallélisme) au sein d'une application et il fournit à l'utilisateur une synthèse des différentes analyses (via le module **ONE VIEW**) pour l'aider à sélectionner les optimisations les plus profitables.

En 2019, les travaux sur MAQAO ont porté en premier lieu, sur l'enrichissement des fonctionnalités : ainsi nous avons ajouté plusieurs analyses du comportement mémoire (calcul des trafics entre les différents niveaux mémoire et détermination des gains potentiels liés à l'utilisation d'instructions de *prefetch*). Ensuite nous avons intégré le calcul des séquences d'appel (*call chains*) qui permet de donner précisément l'ensemble du contexte lors d'un appel de procédure. Enfin nous avons introduit un mode d'exécution permettant d'exécuter et de comparer automatiquement différentes variantes d'exécution d'un code (par exemple, jeux de données d'entrée différents ou différentes techniques de découpage en sous domaines). Ensuite, nous avons fait un important investissement humain pour améliorer la facilité d'utilisation de MAQAO : tout d'abord, l'interface html a été restructurée de manière à améliorer la lisibilité des résultats, et les temps d'exécution (plus exactement le nombre de runs) de la chaîne complète d'analyse ont été améliorés d'un facteur 3, ceci en effectuant au sein d'un seul et même run un plus grand nombre d'analyses. Enfin, nous avons utilisé MAQAO pour optimiser un code de référence dans le domaine de la modélisation de structures électroniques par méthode de Monte-Carlo : **QMCPACK**. Ce code, très utilisé dans les labo-

ratoires américains a déjà fait l'objet d'une optimisation très poussée. En utilisant les outils MAQAO, nous avons pu pousser plus loin l'analyse des problèmes de performance, nous permettant d'améliorer entre 10 et 20 % (suivant l'architecture cible) le temps total d'exécution de l'application en monocoeur sur un jeu de données représentatif.

Depuis fin 2018, l'**UVSQ** a rejoint le projet Européen de Centre d'Excellence **POP2** (Performance Optimization and Productivity 2 : <https://pop-coe.eu/>). Ce projet vise à offrir aux utilisateurs de systèmes HPC tout d'abord un audit détaillé des performances de leurs applications et, ensuite, différentes solutions pour remédier aux limitations détectées et donc améliorer le rendement de leurs systèmes. Ce projet nous permet de tester et de valoriser intensivement nos outils.

L'équipe MAQAO du laboratoire ECR est un partenaire actif de la communauté **VI-HPS** ([www.vi-hps.org](http://www.vi-hps.org)) qui regroupe les principaux développeurs d'outils OpenSource d'analyse de performance (**TAU**, **ScoreP**, **Scalasca**, **Vampir**, ...). En 2019, l'équipe ECR de MAQAO a participé à trois « VI HPS Tuning Workshop » à Barcelone (BSC), Knoxville (UTK) et Jülich (JSC), offrant à des dizaines de développeurs de code HPC l'opportunité d'être formés à l'utilisation de MAQAO et de le tester directement sur leurs applications. Dans ces trois sessions, les retours d'expérience des participants ont donné d'excellentes appréciations (80 % d'indice de satisfaction) sur la pertinence et la qualité des diagnostics fournis par l'outil et ont classé MAQAO dans le trio de tête des outils à utiliser. Outre ces séminaires VI HPS, à l'invitation d'**Atos** et de **Cenaero**, nous avons effectué des sessions de formation aux outils MAQAO « on site » (Grenoble et Charleroi).

Enfin, **Youenn Lebras** a soutenu sa thèse en juillet 2019 portant sur **ASSIST**, un outil de restructuration automatique de code s'appuyant sur les diagnostics fournis par MAQAO pour sélectionner les transformations de code les plus efficaces.

### Précision Numérique

La simulation numérique à grande échelle pose très souvent des problèmes de compromis délicats entre performance et précision numérique. Pour permettre une exploration fine et précise de ces compromis, **Verificarlo** (<http://github.com/verificarlo/verificarlo>) permet de fournir une estimation de la précision numérique au sein de grands codes applicatifs. Il permet également l'optimisation de programmes grâce à l'utilisation de la précision mixte et de simuler des formats flottants sur mesure. Verificarlo s'appuie principalement sur l'arithmétique de Monte-Carlo où les opérateurs de calcul sont bruités pour modéliser les erreurs d'arrondi ou d'annulation, de manière stochastique. L'outil instrumente le code à la compilation, à travers une passe **LLVM** spécifique, et ceci sans avoir besoin de modifier le code source du programme. Cette facilité de mise en œuvre a permis d'analyser avec Verificarlo plusieurs codes industriels. Cette année, Verificarlo a été étendu avec le backend **VPREC** qui permet de simuler de manière transparente l'effet d'une réduction de précision. VPREC a permis d'obtenir des gains de performance en réduisant la précision<sup>2</sup> dans le calcul du gradient conjugué déflaté du code **YALES2** du code de combustion (**Coria-CNRS**). Verificarlo intègre de nouvelles fonctionnalités de traçage, d'instrumentation et de localisation d'erreurs fines. Cette année a aussi été l'occasion de largement diffuser notre outil à travers le document et la soutenance de thèse de Yohan Chatelain, de nombreux séminaires, deux écoles d'été, une formation VI-HPS, une formation IXPUG, et enfin deux publications scientifiques<sup>1-2</sup>.

### Modèles de programmation et d'exécution

Au cours de l'année 2019, l'équipe **Runtime ECR** a continué ses développements dans la plateforme parallèle Open Source **MPC** ([mpc.hpcframework.com](http://mpc.hpcframework.com)) selon plusieurs axes (court, moyen et long terme) : la correction de bugs ; l'ajout de fonctionnalités des standards actuels (**OpenMP 5.0**) ; le prototypage de futures fonctionnalités (**MPI 4.0**) ; le développement d'extensions propres.

Ces travaux ont contribué à la sortie de la version 3.3.1 de MPC le 03 juin 2019, comportant des améliorations de performances (latence améliorée sur les échanges de messages) et des corrections de fonctionnalités (script *mpirun*, algorithmes de collectives bloquantes et non-bloquantes).

La volonté de supporter les dernières versions du standard **OpenMP** a amené l'équipe à développer le support de l'interface **OMPT** dans **MPC**. Lors du développement de ce support, des extensions ont été réalisées et un outil a été développé pour permettre de détecter les problèmes dans les dépendances de tâches OpenMP. Ces travaux ont été publiés dans le workshop IWOMP<sup>3</sup>, spécialisé dans les problématiques liées à OpenMP. Une fois ces travaux accomplis, le support de l'interface OMPT apparue dans la version 5.0 du standard OpenMP a repris, et est actuellement en cours de finalisation.

Du côté de MPI, la sortie prochaine de la nouvelle version du standard (**MPI 4.0** est prévu en novembre 2020) a amené l'équipe à continuer de préparer cette version, en développant les nouvelles fonctionnalités prévues. Les communications collectives persistantes, basées sur les communications collectives non-bloquantes, ont été développées et optimisées pour obtenir de meilleures performances. Le support des communications collectives persistantes est complet, et la rédaction d'un article sur ces travaux est en cours.

Enfin, le reste de l'année a été consacré à la poursuite des travaux commencés en 2018 sur le partage de travail MPI en intra-nœud. Le prototype développé fin 2018 a été transformé en implémentation complète du partage de travail de boucles entre processus MPI sur un même nœud, intégrant le support exécutif et la gestion dans le compilateur des nouvelles directives permettant d'annoter ce partage de travail.

**Contacts :** [William.jalby@uvsq.fr](mailto:William.jalby@uvsq.fr)  
[Marie-christine.sawley@intel.com](mailto:Marie-christine.sawley@intel.com)

1-G. Kiar, P. de Oliveira Castro, P. Rioux, E. Petit, S. T. Brown, A. C. Evans, T. Glatard, *Comparing Perturbation Models for Evaluating Stability of Post-Processing Pipelines in Neuroimaging*, SC19 Workshop on Computation Reproducibility at Exascale, CRE (2019).

2-Y. Chatelain, E. Petit, P. de Oliveira Castro, G. Lartigue, D. Defour, *Automatic Exploration of Reduced Floating-Point Representations in Iterative Methods*, 25th International Conference on Parallel and Distributed Computing, Euro-Par (2019).

3-R. Bispo Vieira, A. Capra, P. Carribault, J. Jaeger, M. Pérache, A. Roussel, *Detecting Non-sibling Dependencies in OpenMP Task-Based Applications*, in 15th International Workshop on OpenMP, IWOMP (2019), pages 231-245, doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-28596-8\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28596-8_16)

4-Y. Lebras, W. Jalby, A. Charif Rubial *Combining static and dynamic analysis to guide PGO for HPC applications: a case study on real-world applications*, HPCS 2019, Dublin, July 2019

## 5.3 Atos Quantum : anticiper les futures applications compatibles avec des processeurs NISQ

# Atos

Un nouveau paradigme dans le calcul à haute performance tire bénéfice des propriétés physiques fondamentales de systèmes nanométriques appelés « bits quantiques » ou « qubits ». Les premiers prototypes d'accélérateurs quantiques, dits de type **NISQ** (Noisy Intermediate-Scale Quantum), pourront, dans les cinq prochaines années, être intégrés au sein de supercalculateurs, afin d'exécuter certaines tâches spécifiques bien plus rapidement que les calculateurs classiques. Un changement radical dans la conception d'algorithmes est néanmoins nécessaire pour utiliser ces nouveaux processeurs de manière optimale, ce qui en pratique demande un temps d'adaptation et de formation.

Atos se positionne parmi les leaders dans ce domaine en proposant dès à présent une solution de développement et de simulation unique, tournée vers les utilisateurs finaux, et qui s'inscrit de manière adéquate dans cette transition vers le calcul quantique NISQ : la Quantum Learning Machine (**QLM**).

En 2019, l'équipe de Recherche et Développement quan-



tique d'Atos a livré la première mise à jour majeure de ce produit. La nouvelle architecture propose un système de plugins, ainsi qu'une large collection de nouvelles fonctionnalités dans le domaine du calcul variationnel quantique, permettant une personnalisation de la compilation et de l'exécution de circuits quantiques pour différents cas d'utilisations.

**La modélisation de processus en chimie quantique** est l'une des premières applications qui devrait être accélérée grâce aux calculateurs NISQ. Des travaux fondamentaux en physique quantique ont permis de mettre en lumière une méthode pour décrire l'agencement électronique au sein de molécules en termes de qubits, permettant ainsi l'utilisation d'un accélérateur quantique pour estimer les niveaux d'énergies de molé-

cules complexes. La conception et l'optimisation de nouveaux algorithmes quantiques permettront à terme, par exemple, de comprendre l'interaction entre différentes molécules.

**L'optimisation combinatoire** est également un bon terrain de jeux pour le développement d'algorithmes NISQ où des processeurs à 100 qubits pourraient déjà s'avérer plus efficaces que leur pendant classique. Le problème du voyageur de commerce est un exemple de tels problèmes dont leur résolution constitue un enjeu crucial pour des secteurs aussi variés que la logistique ou la prise de décisions lors d'incidents techniques. Ceci implique de représenter ces problèmes sous la forme de graphes et de minimiser une fonction de coût associée, ce qui peut être mis en œuvre efficacement en la modélisant sous la forme d'une fonction quantique, appelée Hamiltonien, estimable sur un processeur quantique. Dans la dernière mise à jour de la QLM, Atos fournit ainsi des outils optimisés pour permettre le développement de telles méthodes de minimisation d'Hamiltonien.

Nombreuses applications possibles avec des processeurs NISQ ont en commun l'implémentation de méthodes variationnelles quantiques, qui peuvent être développées de manière indépendante par différents acteurs scientifiques et industriels. C'est pourquoi, en parallèle du développement continu de sa plateforme, Atos promeut la mise en place d'une **communauté** mixte autour de cette thématique. À travers l'organisation de workshops et la mise à disposition d'une QLM à ses différents partenaires, Teratec est un membre actif de cette communauté. Par ailleurs, Atos a l'objectif d'offrir un accès à **un accélérateur quantique** à l'horizon de 2023. La QLM constituera alors la porte d'entrée vers un tel système pour obtenir un gain conséquent en termes de puissance de calcul.

Atos est partenaire de l'initiative **TQCI** de Teratec et est représenté sur son site de Bruyères-le-Châtel par **Jean-Christophe Jaskula**.

**Contact** : [jean-christophe.jaskula@atos.net](mailto:jean-christophe.jaskula@atos.net)

# 6 Projets de recherche industrielle

Développées dans le cadre des programmes R&D nationaux (Pôles de compétitivité notamment **Advancity, Aerospace Valley, Astech, Cap Digital, EMC2, Medicen, Minalogic, Systematic Paris Region, Vegepolys...** et l'Agence Nationale de la Recherche (**ANR**) et européens (**PCRD, H2020, ITEA3**), les actions de R&D collaboratives impliquant **Teratec** et/ou ses membres ont été importantes et nombreuses au cours de l'année 2019.

---

Quelques exemples de projets en cours de développement ou terminés en 2019 :

**ASPIDE** : exAScale ProgramIng models for extreme Data procEssing

---

**BIGSTORAGE** : Storage-based Convergence between HPC and Cloud to handle Big Data

---

**BIOEXCEL-2** : Centre of Excellence for Computational Biomolecular Research

---

**CEOS** : Système fiable et sécurisé d'inspections d'ouvrages par mini-drone professionnel

---

**ChEESE** : Centre of Excellence for Exascale in Solid Earth

---

**CloudDBAppliance** : European Cloud In-Memory Database Appliance with Predictable Performance for Critical Applications

---

**CompBioMed-2** : A Centre of Excellence in Computational Biomedicine

---

**CYBELE** : Fostering precision agriculture and livestock farming through secure access to large-scale HPC-enabled virtual industrial experimentation environment empowering scalable big data analytics

---

**DEEP-EST** : DEEP - Extreme Scale Technologies

---

**DeepHealth** : Deep-Learning and HPC to Boost Biomedical Applications for Health

---

**DYNAMICITY** : La modélisation des choix individuels au service d'un territoire responsable

---

**E-CAM** : An e-infrastructure for software, training and consultancy in simulation and modelling

---

**ECOSCALE** : Energy-efficient Heterogeneous COmputing at exaSCALE

---

**ENABLE S3** : European Initiative to Enable Validation for Highly Automated Safe and Secure Systems

---

**EoCoE-II** : Energy Oriented Center of Excellence : toward exascale for energy

---

**EPEEC** : European joint Effort toward a Highly Productive Programming Environment for Heterogeneous Exascale Computing (EPEEC)

---

**EPI** : European Processor Initiative

---

**ESCAPE-2** : Energy-efficient SCalable Algorithms for weather and climate Prediction at Exascale

---

**ESIWACE-2** : Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe

---

**EXA2PRO** : Enhancing Programmability and boosting Performance Portability for Exascale Computing Systems

---

**EXCELLERAT** : The European Centre of Excellence for Engineering Applications

---

**EXDCI-2** : European Extreme Data & Computing Initiative

---

**FAIRCITY** : Mise au point d'un service de simulation 3D à haute résolution de la qualité de l'air

---

**FOCUSCOE** : Concerted action for the European HPC CoEs

**ICARUS** : Intensive Calculation for AeRo and automotive engines Unsteady Simulations

**INCAS** : Innovation de concepts atténuateurs

**LEGATO** : Low Energy Toolset for Heterogeneous Computing

**LEXIS** : Large-scale EXecution for Industry & Society

**M2DC** : Modular Microserver Data Centre

**MAESTRO** : Middleware for memory and data-awareness in workflows

**MANGO**: exploring Manycore Architectures for Next-GeneratiOn HPC systems

**MONT-BLANC 2020** : European scalable, modular and power efficient HPC processor

**POP-2** : A Center of excellence in computing applications - Performance Optimisation and Productivity

**RIHDO** : Radiomics and Integration of Heterogeneous Data in Oncology

**SAGE-2** : Percipient Storage for Exascale Data Centric Computing

**SMICE** : Simulation Materiaux Industries Calcul Exaflop

## Projet Mont-Blanc 2020<sup>1</sup>

Le projet **Mont-Blanc 2020** fait suite aux trois projets Mont-Blanc précédents, qui, partant dès 2011 d'une vision ambitieuse, ont largement contribué à l'émergence des processeurs **Arm** pour le calcul haute performance. Les trois partenaires clés de la saga Mont-Blanc (**Arm, Atos, BSC**) se sont à nouveau associés pour Mont-Blanc 2020, un projet cette fois focalisé sur le design d'un processeur, et dont les travaux de conception et de modélisation alimenteront le projet **EPI** (European Processor Initiative), en vue du développement d'un processeur européen, dédié au calcul haute performance ainsi qu'à d'autres marchés.

Mont-Blanc 2020 se situe donc au cœur même de la stratégie d'**EuroHPC** et de la Commission européenne visant à développer une industrie HPC européenne indépendante, basée sur des technologies nationales et innovantes.

L'objectif de Mont-Blanc 2020 est de commencer à développer des blocs technologiques modulaires (IP) pour un processeur HPC. Pour assurer sa viabilité économique, le projet s'articule autour d'une approche modulaire, qui permet d'envisager la création d'une famille de SoC (System-on-Chip) adressant différents marchés au-delà du HPC, tels que le « HPC embarqué » ou les véhicules autonomes.

### → Objectifs concrets du projet

- Définir une architecture de System-on-Chip à faible consommation visant l'Exascale ;
- Créer des composants technologiques clés innovants (IP) et proposer une spécification pour la mise en œuvre de la première génération de cette architecture ;
- Effectuer une démonstration des composants clés en se basant sur des applications réelles ;
- Explorer les possibilités de réutilisation des composants technologiques pour d'autres marchés que le HPC, grâce à des méthodologies permettant un meilleur déterminisme, en particulier pour les applications à criticités mixtes, où l'exécution garantie est aussi cruciale que les temps de réponse.



La plateforme d'émulation Mentor Veloce du CEA

## MONT-BLANC 2020

- **Porteur** Atos
- **Appel à projets** Horizon 2020
- **Date de début du projet** Décembre 2017
- **Durée du projet** 36 mois
- **Partenaires** Arm, Atos, BSC, CEA, Kalray, Jülich Research Centre, Semidynamics

Le projet s'attachera en particulier à répondre à trois défis technologiques pour atteindre les performances souhaitées en restant dans l'enveloppe énergétique visée :

1. Trouver le meilleur compromis entre largeur de vecteur, bande passante du Network-on-Chip et bande passante mémoire pour maximiser l'efficacité du processeur ;
2. Une interconnexion sur puce innovante (*on-die interconnect*) qui peut fournir suffisamment de bande passante aux processeurs, avec une consommation électrique minimale ;
3. Une solution de mémoire à large bande passante et à faible consommation avec suffisamment de capacité et de bande passante pour les applications Exascale.

Comme tous les projets Mont-Blanc précédents, Mont-Blanc 2020 disposera d'un prototype. Ce démonstrateur s'exécutera sur la plateforme d'émulation **Mentor Veloce** du **CEA**. L'émulation permet, au moyen d'une plateforme matérielle et logicielle, d'imiter le comportement physique d'un circuit intégré. Ainsi, les partenaires du projet pourront tester et valider leurs choix technologiques et la chaîne d'outils associée dans le cadre d'applications issues du monde réel, avant même que ces développements ne se retrouvent dans le silicium. Cette émulation permettra en particulier d'évaluer finement les futures performances du SoC conçu dans le cadre de Mont-Blanc 2020.



Pour plus d'informations sur le projet Mont-Blanc 2020 et ses résultats, rendez-vous sur <http://montblanc-project.eu/> sur Twitter @MontBlanc\_Eu ou sur LinkedIn [www.linkedin.com/company/mont-blanc-project](http://www.linkedin.com/company/mont-blanc-project)

# 7 | Coopération Européenne

Depuis le début de la décennie 2010, l'Europe a décidé de faire des technologies digitales HPC/HPDA et de leurs usages une de ses priorités. En s'appuyant sur les acquis du Programme Horizon 2020, elle a lancé trois grandes initiatives dans le domaine du Calcul Hautes-Performances qui sont : l'European Technology Platform for High Performance Computing (ETP4HPC), l'Important Project Common European Interest (IPCEI) et l'Entreprise Commune, la « Joint-Undertaking » EuroHPC, qui a été approuvée par le Conseil des Ministres des Etats-Membres du 28 septembre 2018.

De nombreux membres de Teratec participent à toutes ces initiatives, qui ont en commun de partager les orientations et les choix stratégiques de notre Association. C'est pourquoi en 2019, nous avons décidé qu'il fallait développer notre action vers l'Europe, qui est donc devenue une de nos priorités stratégiques.

L'année 2019 a vu le renforcement de notre collaboration avec la Commission Européenne et EuroHPC : Nous sommes désormais membres actifs de la Gouvernance de la Joint-Undertaking, et nous avons multiplié les réponses aux calls en provenance de Bruxelles, en particulier pour proposer de prendre le pilotage du Centre de Compétences qui sera, pour l'ensemble des industriels français, l'outil qui leur permettra de tirer bénéfice d'EuroHPC.

## 7.1 Teratec et EuroHPC



### LE PROJET STRATÉGIQUE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE POUR LE HPC

#### EUROHPC : UNE VOLONTÉ POLITIQUE FORTE DE REPLACER L'EUROPE DANS LA SPHÈRE DU HPC

Dès le début des années 2010, la Commission européenne a exprimé sa volonté de replacer l'Europe comme un « grand » du HPC au niveau mondial. Cette vision politique s'est concrétisée le 28 septembre 2018, lorsque le Conseil des Ministres européen a officiellement approuvé le projet **EuroHPC** de la Commission.

EuroHPC est un Plan d'investissement, conjoint avec les états-membres, pour bâtir une infrastructure européenne au meilleur niveau mondial pour le Calcul Hautes Performances (HPC), à partir d'une supply-chain européenne. Les missions assignées à cette structure sont, d'une part, d'acquérir des supercalculateurs européens et de construire des infrastructures de données et, d'autre part, de financer la recherche et l'innovation associées. EuroHPC donnera aux utilisateurs publics et privés européens le meilleur accès aux supercalculateurs, ce qui est l'élément essentiel pour soutenir l'innovation et la compétitivité des entreprises et de la recherche européennes.

EuroHPC est dotée d'un budget de 1 milliard d'Euros jusqu'en 2020, provenant pour moitié du budget

européen et pour moitié du financement des états-membres. Des ressources supplémentaires, à hauteur de 400 millions d'Euros devraient être apportées par les industriels

EuroHPC est dotée d'une structure de gouvernance que sont le « Governing-Board », le « Research and Innovation Advisory Group » et l'« Infrastructure Advisory Group ». Des membres de Teratec sont présents au sein de deux de ces groupes.

Pour les années à venir, la Commission **Von der Leyen** prévoit d'investir 2,7 milliards d'Euros dans EuroHPC. Ce budget sera doublé par les états-partenaires. Cet investissement est un élément du Programme **Europe Digitale** (2021-2027) décidé en mai 2018. Ce financement assurera l'accès des supercalculateurs de classe mondiale (situés dans le TOP 5), pour une large utilisation à la fois dans les secteurs public et privé, y compris les PME et les ETI. Une part significative de ces ordinateurs devra avoir été conçue et fabriquée en Europe, avec un maximum (tous à terme) de composants européens.



### Où en est EuroHPC ?

À ce jour, **EuroHPC** a atteint les objectifs qui lui avaient été assignés pour 2019 : la « *Joint-Undertaking* » a mis en place sa gouvernance, qui repose sur le Governing Board et sur les deux Advisory Groups. Chacun de ces deux groupes a produit une feuille de route stratégique, ayant permis de lancer à temps les actions prévues. Les principales sont :

- L'écriture des deux cahiers des charges en vue de la sélection des sites européens qui devaient accueillir d'une part les calculateurs Pré-Exascale et, d'autre part, ceux Pétascale, dès la fin 2020.
- La réalisation des deux appels d'offres sur la base de ces cahiers des charges, qui ont finalement permis de sélectionner non pas 2, comme initialement prévu, mais 3 sites Pré-Exascale (Italie, Espagne, Consortium emmené par la Finlande) et 5 sites Pétascale, alors que pour ceux-ci encore, 2 seulement avaient été planifiés. La Commission et le Governing Board d'EuroHPC ont ainsi voulu saluer les initiatives plus nombreuses que prévu marquant l'enthousiasme avec lequel les états européens ont accueilli cette initiative.
- Le lancement des appels d'offres pour l'acquisition des 8 supercalculateurs qui seront installés sur les sites retenus.
- L'élaboration du « Vision Paper » pour la décennie 2020. Co-écrit par les deux « Advisory Groups », ce Vision Paper définit les ambitions et les objectifs d'EuroHPC pour la décennie qui commence et dresse la liste des besoins que les partenaires européens voudraient satisfaire au travers d'EuroHPC. Il indique également les principales orientations technologiques que la recherche et l'industrie européenne dans le domaine du HPC pourraient suivre.

- Le lancement des appels à projets pour la mise en place des Centres de Compétences et des initiatives d'innovation, tant dans le matériel que dans les applications.

### Actions de Teratec dans le cadre d'EuroHPC

Certains membres de Teratec ont participé, aux côtés de la Commission européenne, à l'élaboration de la stratégie Européenne du HPC, ayant débouché sur la création de la Joint-Undertaking EuroHPC. Depuis que la gouvernance de cette dernière est en place, plusieurs membres de Teratec siègent dans les deux « Advisory Groups » et ont largement apporté leur expérience pour la rédaction des principaux documents stratégiques réalisés en 2019.

S'agissant de l'**ETP4HPC**, il est devenu l'un des membres « privés » du Research and Innovation Advisory Group (RIAG). Plusieurs membres de Teratec sont également membres de cet ETP, dont l'un en exerce la Présidence.

Après la création d'EuroHPC, la France a souhaité établir un « Groupe miroir » dont la mission est de coordonner les principaux acteurs français dans le domaine du HPC, afin de tenir une position nationale unifiée au Governing Board. Ce Groupe miroir réunit principalement les services des ministères et les organismes publics de recherche. Teratec est membre de ce Groupe miroir, notamment pour y faire valoir les intérêts des industriels, tant utilisateurs que pourvoyeurs de technologie.

Mi 2019, EuroHPC a lancé un appel d'offres (« Calls ») pour recevoir des propositions :

- De projets de développements technologiques,
- Pour la création de centres de compétences,
- Pour des actions de support des PME, pour l'usage du HPC.

## 7.2 Centre de compétences

Teratec a proposé une réponse à trois de ces « calls ». L'une pour la création du **Centre de Compétences français**, la seconde pour être l'un des centres « coordinateurs » au niveau européen des Centres de Compétences nationaux et la troisième pour participer à un programme de type « **Fortissimo** », d'aide aux entreprises pour l'accès à des supercalculateurs.

La Commission publiera ses décisions de sélection des réponses aux calls durant le premier semestre 2020.

Dans notre proposition, le Centre de Compétences national est piloté par **Teratec**, avec la collaboration du **Cerfacs** (co-pilote), de **GENCI** et de la **Maison de la Simulation** (CEA-CNRS-INRIA-Université d'Orsay-Université de Versailles St Quentin). Afin de bien répondre aux spécificités de chacune des filières industrielles françaises, **France-Industrie** est associée au Centre de Compétences. Ce dernier sera le point de contact unique entre les utilisateurs français et EuroHPC et assurera la coordination avec les Centres de Compétences des autres états partenaires d'EuroHPC.

La mission du Centre de Compétences national est d'apporter du service et du support aux différents utilisateurs français des supercalculateurs d'EuroHPC, en particulier les industriels et tout spécialement les PME. Ce Centre sera une sorte de « hub », chargé d'interfacer tous les utilisateurs lorsqu'ils formuleront un besoin et de leur apporter une réponse. Pour ce faire, Teratec identifiera les pourvoyeurs de technologies et de services susceptibles de répondre à ce besoin et mettra en contact les uns avec les autres. Le vocable « Services » recouvre de nombreux domaines, tels que la formation, le coaching ou encore des études techniques...

À la demande de la Commission européenne, Teratec s'est investie pour faire émerger un mécanisme d'expression des attentes et des besoins des utilisateurs industriels européens vis-à-vis de l'offre d'accès d'EuroHPC à

ses supercalculateurs. La réglementation de la Joint-Undertaking prévoit en effet que jusqu'à 20 % du temps calcul pourrait être utilisé pour des applications industrielles privées. Mais beaucoup reste à faire pour qu'il en soit ainsi, car jusqu'à aujourd'hui, les ordinateurs de la Recherche européenne et de GENCI en France n'ont pu être utilisés que de manière marginale (de l'ordre du pourcent du temps produit) par des industriels dans le cadre de projets de recherche soumis aux mêmes règles que la Recherche académique.

Suite à plusieurs consultations auprès de grands utilisateurs industriels européens, nous avons convenu avec la Commission d'organiser, à son profit, un workshop afin qu'elle puisse avoir connaissance des besoins et des demandes de la Communauté industrielle européenne utilisatrice du HPC.

La conclusion de ce Workshop qui s'est tenu à Bruxelles le 2 décembre 2019 a conduit la Commission à formuler trois demandes :

- Que ses services examinent si l'ensemble des besoins exprimés par les industriels est compatible avec l'actuelle réglementation d'EuroHPC. Dans le cas contraire, elle a souhaité que ces mêmes services étudient s'il est possible de faire évoluer cette réglementation ;
- Que **Teratec** et **HLRS** (Université de Stuttgart), qui s'est associé à l'organisation du Workshop, examinent la possibilité de donner une structure à la Communauté des utilisateurs européens afin que celle-ci devienne une entité légale « privée » permanente reconnue par EuroHPC ;
- Que Teratec et HLRS examinent toutes les autres solutions que celle actuellement mise en œuvre par EuroHPC pour satisfaire l'ensemble des besoins industriels qui ne peuvent pas être satisfaits.

## 7.3 Centres d'excellence

### Excellerat

THE EUROPEAN CENTRE OF EXCELLENCE  
FOR ENGINEERING APPLICATIONS

→ **Coordinateur** **Dr.-Ing. Bastian Koller**, Universität  
Stuttgart (DE)

→ **Partenaires du Projet**

- **Arctur** Racunalniski Inzeniring Doo (SL)
- **BSC** Barcelona Supercomputing Center (ES)
- **CERFACS** Centre Europeen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (FR)
- **CINECA** Consorzio Interuniversitario (IT)
- **DLR** Deutsches Zentrum Fuer Luft- und Raumfahrt (DE)
- **Fraunhofer Gesellschaft** zur Foerderung der Angewandten Forschung E.V. (DE)
- **HLRS** Universitaet Stuttgart (DE)
- **KTH** Kungliga Tekniska Hoegskolan (SE)
- **RWTH** Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen (DE)
- **SICOS** BW GmbH (DE)
- **SSC**-Services GmbH (DE)
- **Teratec** (FR)
- **The University of Edinburgh** (UK)

→ **Objectifs du projet**

**Excellerat** réunit l'expertise européenne nécessaire pour créer un Centre d'Excellence en ingénierie industrielle avec un large éventail de services, ouvrant la voie vers l'exascale, dans le cadre de la stratégie HPC impulsée par **EuroHPC**. À ces fins, Excellerat, qui a démarré en décembre 2018 pour une durée de 36 mois, s'appuie sur six applications de référence : **Nek5000**, **Alya**, **AVBP**, **TPLS**, **FEniCS**, **Coda**. Ces codes utilisés dans l'industrie constituent des candidats prometteurs pour exécution sur des démonstrateurs exascales, des systèmes pré-exascales, ainsi que des machines exascale.

→ **Activités menées en 2019**

En ce qui concerne le développement des codes, pendant cette première année du projet Excellerat, le focus a été mis sur l'amélioration des performances au niveau des nœuds et des systèmes, menant à des accélérations considérables (par exemple pour Nek5000, grâce à l'amélioration des performances de GPU).

Une grande attention a été portée sur la définition du portefeuille de services que Excellerat peut offrir à la communauté, à terme via un portail de services web. Ce portefeuille de services, qui sera encore affiné au cours des prochains mois, s'organisera autour des catégories principales suivantes : les services de conseil (transfert de savoir-faire) ; la mise à disposition d'outils spécifiques ; et l'hébergement des données.



→ **Site Internet**

[www.excellerat.eu](http://www.excellerat.eu)

→ **Reseaux Sociaux**

🐦 @EXCELLERAT\_CoE

🌐 <https://www.linkedin.com/company/excellerat>

→ **Contacts Teratec**

**Maike Gilliot** [maike.gilliot@teratec.fr](mailto:maike.gilliot@teratec.fr)

**Marie-Françoise Gerard** [marie-francoise.gerard@teratec.eu](mailto:marie-francoise.gerard@teratec.eu)



Présentation du projet Excellerat pendant le Forum Teratec 2019



All-Hands-Meeting à CINECA à Bologne du 5 au 7 novembre

Coté Teratec, nous mettons en place les interactions avec l'écosystème et les utilisateurs industriels en particulier. Cela se fait via les « Interest Groups » et des workshops dans des événements scientifiques et industriels. Ce travail sera intensifié en 2020, avec plus de présence et d'interactions avec des événements importants concernant l'ingénierie en Europe, comme la conférence **NAFEMS** qui se tiendra au mois de novembre 2020 à Barcelone.

## 7.3 Centres d'excellence

### FocusCoE

#### FOCUSCOE : CONCERTED ACTION FOR THE EUROPEAN HPC COES

→ **Coordinateur** **Dr. Guy Lonsdale**, Scapos AG (DE)

→ **Partenaires du Projet**

- **BSC** Barcelona Supercomputing Center (ES)
- **CEA** Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (FR)
- **ENEA** Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (IT)
- **Forschungszentrum Jülich GmbH** (DE)
- **HLR** Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart (DE)
- **KTH** Kuningla Tekniska högskolan (SW)
- **National University of Ireland** (IR)
- **PRACE** Partnership for advanced computing in Europe (BE)
- **Scapos AG** (DE)
- **Teratec** (FR)
- **University College London** (UK)

→ **Objectifs du Projet**

**FocusCoE** est une action de coordination et de support du programme **Horizon 2020**. Elle a pour objectif de permettre aux 10 Centres d'Excellence (Centers of Excellence, CoE), financés par Horizon 2020 de mutualiser certaines actions pour développer des applications exploitant efficacement les prochains systèmes HPC exascale. Démarré en décembre 2018 pour une durée de 36 mois, FocusCoE coordonne les interactions avec l'écosystème HPC, organise certaines activités communes, partage les meilleures pratiques et fournit des services de soutien aux CoE pour la promotion de leurs services et compétences.

**Teratec** apporte au projet son expérience et ses connexions vers le monde des utilisateurs industriels et académiques pour la promotion des offres de services des CoE. Teratec est notamment le coordinateur du work package « **CoE-Industry interaction** ».

→ **Activités menées en 2019**

Pendant cette première année du projet FocusCoE, l'assemblée de tous les CoE, le « HPC CoE Council » (**HPC3**) a été constituée. Cette assemblée définira la stratégie commune vers l'exascale des communautés applicatives du HPC. De plus, FocusCoE a organisé sur demande de la Commission un « comprehensive European stakeholder workshop on HPC training and skills development needs » à Bruxelles le 8 octobre 2019 pour mieux comprendre les besoins des académiques et des



→ **Site Internet**

[www.focus-coe.eu](http://www.focus-coe.eu)

→ **Réseaux Sociaux**

@FocusCoE

→ **Contacts Teratec**

**Maike Gilliot** [maike.gilliot@teratec.fr](mailto:maike.gilliot@teratec.fr)

**Marie-Françoise Gerard** [marie-francoise.gerard@teratec.eu](mailto:marie-francoise.gerard@teratec.eu)



*Tweet d'annonce de la participation des Centres d'Excellence européens du HPC, CompBioMed et POP, à l'évènement BIOFIT2019*



*Présentation des centres d'excellence européens du HPC au salon BIOFIT2019*

industriels (utilisateurs et fournisseurs de technologies) en matière de formations et de compétences nécessaires pour la recherche et l'utilisation du HPC aujourd'hui et dans le futur.

Concernant les liens envers les utilisateurs industriels, sous l'égide de Teratec, plusieurs initiatives ont été lancées, par exemple via des événements sectoriels ciblés. Cela s'est fait lors du **Forum Teratec 2019** (juin) et du salon **Biofit 2019** (décembre). Cette initiative sera étendue en 2020 avec la participation de FocusCoE au **SIMAI Congress** (15-19 juin 2020 à Parme, Italie), au salon pour la chimie **Expoquimia** (2-5 juin 2020 à Barcelone, Espagne) et avec une présence lors de la **Sustainable Energy Week** (22-26 juin 2020, Bruxelles, Belgique). Enfin, pour la communication et la dissémination vers un public plus large des CoEs du HPC, des « success stories » sont mises en avant pour créer une notoriété autour de la référence « **EU HPC CoE** »

## 7.3 Centres d'excellence

### POP2

#### THE EUROPEAN CENTRE OF EXCELLENCE PERFORMANCE OPTIMISATION AND PRODUCTIVITY

→ **Coordinateur Dr. Jesus Labarta**, Barcelona  
Supercomputing Center (ES)

#### → Partenaires du Projet

- **BSC** Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputacion (ES)
- **HLRS** Universitaet Stuttgart (DE)
- **JSC** Forschungszentrum Julich GmbH (DE)
- **NAG** Numerical Algorithms Group LTD (UK)
- **RWTH** Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen (DE)
- **Teratec** (FR)
- **UVSQ** Université de Versailles Saint-Quentin-En-Yvelines (FR)
- **IT4I** Vysoka Skola Banska - Technicka Univerzita Ostrava (CZ)

#### → Objectifs du projet

**POP2** «Performance Optimisation and Productivity» pour le HPC est un centre d'excellence du programme-cadre européen H2020. Il regroupe les meilleurs experts européens au niveau de l'analyse de performance des codes parallélisés. Suite à la réussite de sa première phase (2015-2018), ce projet a été renouvelé par la Communauté européenne pour 3 ans (Déc. 2018 – Nov. 2021). Ce projet propose des services gratuits à destination des développeurs, utilisateurs, vendeurs de codes et fournisseurs d'infrastructures HPC au niveau européen. Ce programme est transverse à tous les domaines d'activités et offre des services d'analyses de performance, des PoCs pour améliorer la performance des codes, ainsi que des programmes de formation pour maîtriser les outils d'analyse de performance et les bonnes pratiques en programmation parallèle pour une meilleure efficacité des calculs hautes performances.

#### → Activités menées en 2019

Le programme a démarré rapidement vu que les outils et les méthodes de travail étaient déjà maîtrisés depuis le premier programme POP. Teratec est impliqué dans le WP2 et est leader du WP3.

Le WP2 **Business Development** vise à développer le business du projet en recrutant des utilisateurs pour les services offerts par POP. Des objectifs fixés ont été définis en termes de nombre de prospects, et d'utilisateurs réels. Un objectif de PME utilisatrices a été également fixé. Ces objectifs sont répartis entre différents partenaires du WP2 : **NAG, Teratec** et **IT4I**. Durant cette première année, 630



→ **Site Internet** <https://pop-coe.eu/>

#### → Réseaux Sociaux

 @POP\_HPC

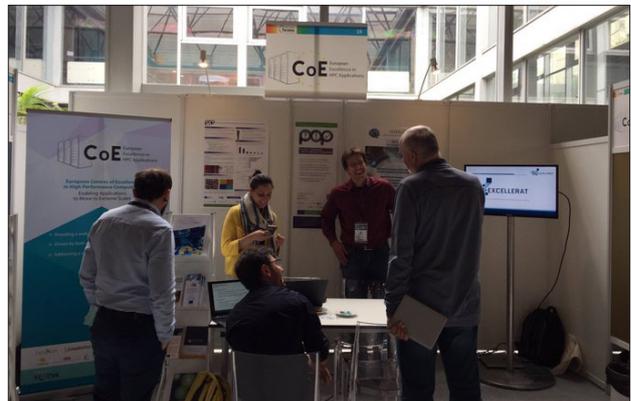
 LinkedIn group

 POPHPC YouTube Channel

#### → Contacts Teratec

**Samir Ben Chaabane** [samir.ben-chaabane@teratec.eu](mailto:samir.ben-chaabane@teratec.eu)

**Paul D'Escodoca de Boisse** [paul.descodoca@teratec.eu](mailto:paul.descodoca@teratec.eu)



POP2 présent au Forum Teratec 2019

prospects ont été contactés, dont 164 par Teratec respectant ainsi les objectifs fixés. Les secteurs d'activités des utilisateurs sont assez variés : ingénierie ; physiques ; mathématique et statistiques ; biologie....

50 analyses ont été réalisées ou sont en cours de finalisation (28 rapports d'analyse sont déjà produits) dont 10 analyses pour des PME. L'objectif fixé en termes d'analyses est également atteint.

Le WP3 **Customer Advocacy** consiste à vérifier la satisfaction des utilisateurs par rapport aux services identifiés pour leurs besoins futurs, mais aussi pour les services dont ils ont bénéficiés. Teratec a réalisé les questionnaires permettant de mener à bien cette tâche et les a implémentés sur la plateforme européenne **Eusurvey**. Les enquêtes ont été lancées pour les utilisateurs dont les analyses sont terminées et dont les rapports sont produits. L'analyse de leurs réponses montre une totale satisfaction des utilisateurs pour les services fournis par les experts de POP2, et pour les perspectives d'amélioration de la performance de leur code.

## 7.4 ETP4HPC

EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM  
FOR HIGH PERFORMANCE COMPUTING



L'année 2019 a été marquée par deux activités dominantes pour l'association ETP4HPC : d'une part la mise en place d'EuroHPC, et d'autre part les travaux de préparation et de rédaction de la production majeure d'ETP4HPC, le Strategic Research Agenda (SRA), qui identifie les domaines de recherche prioritaires pour la technologie européenne dans le domaine du calcul haute performance (HPC).

Ces deux sujets étaient au programme de la neuvième Assemblée Générale de l'association ETP4HPC, qui s'est tenue le 19 mars 2019 près d'Amsterdam.

### EUROHPC

**ETP4HPC** est l'un des deux membres privés du JU **EuroHPC**. À ce titre, l'association fait partie du Research and Innovation Advisory Group (**RIAG**), qui fournit un avis indépendant au Conseil d'Administration d'EuroHPC sur le programme stratégique de recherche et innovation. Le RIAG se compose de 12 membres, dont la moitié est nommée par les membres privés. ETP4HPC a ainsi nommé quatre membres du RIAG, ainsi que trois observateurs :

#### Membres du RIAG

- **Jean-Pierre Panziera, Atos**, président d'ETP4HPC, a également été élu président du RIAG
- **Axel Auweter, Megware**, membre du comité de pilotage (Steering Board) d'ETP4HPC
- **Dr Carlo Cavazzoni, Cineca**, membre du comité de pilotage d'ETP4HPC
- **Jean Gonnord, CEA**, Vice-président recherche du comité de pilotage d'ETP4HPC

#### Observateurs

- **Hugo Falter, ParTec**, membre du comité de pilotage d'ETP4HPC
- **Dr. Katerina Slaninová, IT4Innovations National Supercomputing Center**
- **Isabella Weger, ECMWF**

Les activités d'EuroHPC ont connu un rythme soutenu en 2019, preuve de la nouvelle dynamique européenne autour du HPC :

- Annonce le 7 juin des 8 sites qui vont héberger les 3 systèmes pre-exascale EuroHPC (Barcelone – Espagne, Bologne - Italie, Kajaani – Finlande) et les 5 systèmes petascale EuroHPC (Sofia - Bulgarie, Ostrava - Tchéquie, Bissen - Luxembourg, Minho - Portugal, Maribor - Slovénie)
- Lancement le 25 juillet 2019 des premiers appels à projets de recherche et innovation, qui reprennent largement les recommandations d'ETP4HPC.

### STRATEGIC RESEARCH AGENDA D'ETP4HPC

ETP4HPC a préparé en 2019 la quatrième édition de son SRA, la feuille de route technologique du HPC européen développée et maintenue avec le soutien du projet **EXDCI-2**. Cette édition, qui sera disponible en mars 2020, perpétue la tradition d'une approche structurée de l'identification des principaux objectifs de recherche.

Plus de 80 experts en HPC délégués par les membres d'ETP4HPC ont créé ce document en collaboration avec des leaders techniques externes représentant les domaines technologiques qui, avec le HPC, forment ce que nous avons appelé le **continuum numérique** (Digital Continuum). Ce nouveau concept reflète bien la tendance principale de ce SRA - il ne s'agit pas seulement de développer la technologie HPC, afin de construire des systèmes HPC européens compétitifs, mais aussi de faire fonctionner nos solutions HPC avec d'autres technologies connexes – le contenu de ce SRA est donc également le résultat de nos interactions avec le Big Data, l'Internet des objets (IoT), l'Intelligence Artificielle (AI) et les systèmes cyber physiques (CPS).

ETP4HPC a également poursuivi son rôle d'animateur de l'écosystème HPC européen à travers diverses autres actions :

- ETP4HPC a contribué de façon importante à l'action de coordination et de support **EXDCI-2** financée par le programme-cadre **H2020**. ETP4HPC s'appuie sur son équipe « Office » pour développer dans le cadre de EXDCI-2 différentes activités utiles à l'écosystème HPC européen.
- **EuroHPC Summit Week** : ETP4HPC était co-organisateur avec **EXDCI** et **PRACE** de cet événement phare de la communauté HPC européenne, qui a rassemblé plus de 360 participants à Poznan, en Pologne, du 13 au 17 mai 2019.

- Salons et Conférences : participation active à travers une session *Birds-of-a-Feather* sur l'efficacité énergétique et un stand qui mettait en avant quatre de nos membres PME à **ISC19** (Francfort, Allemagne), ainsi qu'une session *Birds-of-a-Feather* lors de la conférence **SC19** à Denver (Colorado, USA), qui a vu des échanges animés entre le public et un panel d'experts autour de la thématique de l'adaptation des applications aux architectures hétérogènes constamment changeantes.

ETP4HPC était également présent sur son propre stand au **Forum Teratec 2019** en juin, et partageait un stand avec EuroHPC au **Digital Excellence Forum @ ICT Proposers' Day 2019** à Helsinki (Finlande) en septembre.



Stand ETP4HPC sur le Forum Teratec 2019



Depuis 2016, Teratec travaille avec l'équipe « Office » de l'ETP4HPC sur la coordination des actions de l'ETP4HPC, dans son fonctionnement au quotidien et participe au projet EXDCI-2.

- L'une des activités principales portées par l'**ETP4HPC** dans le cadre d'**EXDCI-2** est notamment l'élaboration d'une feuille de route technologique HPC, la quatrième édition d'un « HPC Strategic Research Agenda », avec des actions de liaison au sein de la communauté HPC, et aussi avec nos partenaires de **BDVA** (<http://www.bdva.eu/>), **AIOTI** (<https://aioti.eu/>) et **HIPEAC** ([hipeac.net/](http://hipeac.net/)).

- L'ETP4HPC a aussi mené des actions vers des écosystèmes autour des technologies en amont du HPC, notamment la photonique et l'électronique.

- Toujours dans le cadre d'EXDCI2, l'ETP4HPC a mené un travail sur l'évolution de l'écosystème HPC en Europe au cours des dernières années, donnant

lieu au « *Annual Progress Monitoring Report* ». Ce travail est en lien avec le Partenariat Public-Privé qui s'est terminé en 2019.

- L'ETP4HPC a monté une action en mode « Preuve de Concept » avec pour objectif d'aider à l'émergence d'innovation dans les projets de recherche (<https://exdci.eu/hpc-spin-support>).

- Un dernier axe, mené conjointement avec le **CEA**, concerne les applications pour le HPC, en particulier les « anciens » codes industriels et académiques, dont une adaptation aux nouvelles architectures HPC est inévitable. L'objectif de cette étude est de comprendre l'effort nécessaire pour la migration de ces applications.

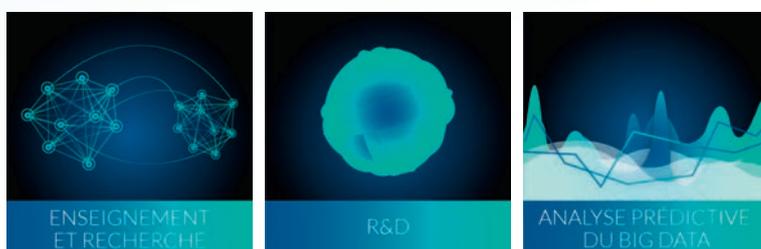
# 8 | Enseignement et Formation

## MENTION CALCUL HAUTE PERFORMANCE SIMULATION, UPSACLAY MIHPS - MASTER INFORMATIQUE HAUTE PERFORMANCE ET SIMULATION

La maîtrise de la simulation et du calcul Haute Performance devient un enjeu important pour la compétitivité des entreprises, qu'elles soient petites, moyennes ou grandes, par la réduction du temps et des coûts de conception d'un produit. La « révolution » Big Data a elle aussi intégré les aspects haute performance pour donner naissance au « High Performance Data Analytics ».

Le Master MIHPS, démarré en 2010, a été le premier en France à être entièrement dédié à la formation des cadres spécialisés dans ce domaine essentiel.

Par la maîtrise des techniques et des outils de l'informatique haute performance, les étudiants intègrent les dernières évolutions scientifiques majeures déterminées par l'importance croissante des outils de simulation et la puissance croissante des systèmes de calcul.



### ORGANISATION DU MASTER

Le Master est un cursus à part entière de deux ans. Ce Master s'adresse aux étudiants titulaires d'un diplôme équivalent à une Licence d'Informatique, de Mathématiques ou de Physique. Cette formation est constituée de quatre semestres d'études regroupés en deux années. La première année commune M1 prépare aux parcours différenciés de la deuxième année : M2 Informatique Haute Performance (depuis 2010) et M2 Simulation Haute Performance, qui vient d'ouvrir à la rentrée 2019 en collaboration avec l'**ENS Paris Saclay**. Le dernier semestre est essentiellement dédié à un stage dans l'industrie ou dans un laboratoire de recherche.

Depuis la rentrée 2016, ce Master est labellisé UP Saclay et a été intégré dans la mention Calcul Haute Performance, Simulation. Cette labellisation a été l'occasion d'associer l'**ENS Paris Saclay**, **Télécom Sud Paris**, le **CEA** (DAM et DSV) comme partenaires du Master. Ces partenaires nous ont amené de nouvelles compétences et nous ont permis d'ouvrir de nouveaux modules d'enseignement : Big Data, OS/RunTime haute performance, Modèles pour la Dynamique Moléculaire. Le Master est porté par plusieurs laboratoires aux compétences complémentaires : **LI-PARAD** (UVSQ), **Exascale Computing Research/ECR** (CEA, INTEL, UVSQ), **Samovar** (Télécom Sud Paris), **CMLA** (ENS Paris Saclay), CEA DSV, CEA DAM et la **Maison de la Simulation** (CNRS, CEA, INRIA, Université Paris Sud, UVSQ).

### BILAN 2019

La formation est récente, elle entre dans sa dixième année (la première promotion a été accueillie en septembre 2010). Avec un taux de réussite moyen autour de 80 % pour les sept premières promotions, le Master affiche un bon bilan. De plus, en conformité avec la finalité recherche et professionnelle du Master, la moitié des diplômés s'est engagée dans la voie de la recherche (avec une proportion importante de bourses CIFRE) et l'autre moitié occupe des emplois de cadre spécialiste en HPC, essentiellement dans l'industrie. La promotion 2019-2020 est constituée de 30 inscrits en première année et de 40 étudiants en seconde année.

Pour la rentrée 2019, le Master déménage et s'installe dans de nouveaux locaux : Bâtiment Rabelais, 9 Boulevard d'Alembert, 78280 Guynacourt. Nous avons aussi le plaisir d'accueillir **Patricia Benoit** qui a en charge le suivi de la scolarité des étudiants au sein de la mention Master CHPS.

Pour plus d'information sur le Master, consultez son site Web : [www.chps.uvsq.fr](http://www.chps.uvsq.fr)

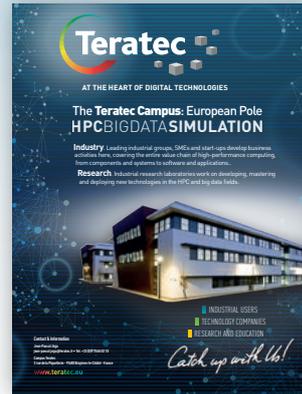


# 9 | Promotion & Communication

## LES SITES WEB

Teratec dispose de deux sites web, l'un sur l'association et ses travaux, l'autre sur le Campus et la vie des sociétés qui y sont hébergées.

- Le site **teratec.eu** présente l'objet de l'association, ses multiples activités, celles de ses membres, ses réalisations...
- Le site **campus-teratec.com** présente la vocation de cette pépinière d'entreprises, ses potentialités d'accueil, son actualité et celle de ses membres.



## NEWSLETTER TERATEC

La newsletter Teratec présente l'essentiel des actualités, nouveautés et événements en lien avec la simulation numérique et le Big Data communiqués par les membres. Elle fait également le point sur certains projets de R&D dans lesquels les membres et partenaires de Teratec sont impliqués, illustrant ainsi le dynamisme de notre écosystème. De nombreux liens redirigent sur des pages spécifiques du site Teratec.

Cette newsletter est diffusée sur un fichier nominatif de plus de 20000 professionnels français et étrangers issus de la communauté scientifique et industrielle, de la presse et des institutionnels avec qui Teratec est en liaison. En 2019, six numéros de cette newsletter bilingue ont été diffusés.



## PLAQUETTE ET DOSSIER TERATEC

Rééditée à l'occasion du Forum Teratec 2019, cette plaquette bilingue présente de manière synthétique les activités de Teratec et de son Campus, vecteur d'innovation et de compétitivité pour le HPC, le Big Data et la Simulation.

- Maîtrise technologique
- Recherche industrielle
- Diffusion dans l'industrie et les services
- Supports aux PME technologiques
- Enseignements et Formations
- Coopérations internationales

Un dossier constitué de fiches dédiées aux différentes activités de Teratec et de son Campus complète ce dispositif de communication.

## PARTICIPATION À DES CONGRÈS SCIENTIFIQUES ET SALONS PROFESSIONNELS

En 2019, Teratec a participé à de nombreux événements de la communauté scientifique et industrielle. Ces participations ont permis d'entretenir et développer des relations en cours, de promouvoir les différentes activités de l'association et de ses membres, de créer de nouveaux contacts dans une démarche partenariale et constructive.

## WEBTV TERATEC

La WebTV Teratec propose de retrouver toute l'actualité de HPC, du Big Data et de la Simulation numérique avec des Interviews et des témoignages, des interventions des pouvoirs publics, des comptes rendus du Forum Teratec, des débats entre les principaux acteurs, des analyses du marché.

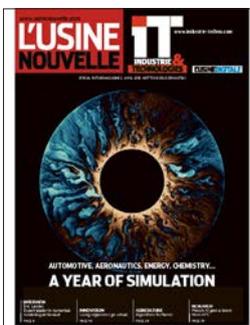
## RELATIONS PRESSE

Tout au long de l'année, Teratec a été en liaison avec les journalistes français et européens traitant des technologies numériques innovantes dans lesquelles l'association est partie prenante. Cela a permis de répondre rapidement à des demandes spécifiques pour trouver des experts ou des utilisateurs à interviewer, mais aussi de collaborer régulièrement sur des événements spécifiques ou des numéros spéciaux.



## CONTRIBUTION À L'ORGANISATION DU SUPPLÉMENT DE L'USINE NOUVELLE HORS-SÉRIE D'AVRIL 2019

### Une année de simulation



### SOMMAIRE

#### ENTRETIEN

Éric Landel, expert leader simulation et modélisation numérique de Renault

#### L'ESSENTIEL

Microsoft lance le prototypage en réalité virtuelle

Le Japon construit son processeur de supercalculateur

L'industrie européenne des puces à un tournant

De Buyer, la simulation comme moteur

#### DOSSIER

#### EN COUVERTURE

Le virtuel passe au vivant

#### MONDE VIVANT

Le nouvel horizon de la simulation

#### ENTRETIEN

Hugues Berry, directeur scientifique adjoint en santé et biologie à l'Inria

#### PHARMACIE COSMÉTIQUE

Simulation à tous les étages

#### AGRICULTURE

Des algorithmes pour les exploitations

#### ENQUÊTES

#### CALCUL

Le quantique entre dans l'industrie

#### RECHERCHE

L'IA française se dope au calcul intensif

#### SUPERCALCULATEURS

L'Europe passe à l'offensive

#### PORTFOLIO

La simulation dans tous ses états

En versions française et anglaise avec une diffusion de près de 55 000 exemplaires :

- 30 000 ex envoyés aux abonnés de L'Usine Nouvelle
- 5 000 ex envoyés aux abonnés d'Industrie et Technologies
- 20 000 ex mis à disposition des sponsors et de Teratec

1 mois de mise en avant auprès des 2 millions de visiteurs d'usinouvelle.com et d'industrie-techno.com.

Création d'une rubrique dédiée sur usine-digitales.fr (500 000 visiteurs par mois) et industrie-techno.com (130 000 visiteurs par mois).

**LE RENDEZ-VOUS INTERNATIONAL**  
CONFÉRENCES | ATELIERS | EXPOSITION

**THE INTERNATIONAL MEETING**  
CONFERENCES | WORKSHOPS | EXHIBITION



# Forum Teratec

Unlock the future!

**PLATINUM SPONSORS**

			
--	--	--	--

**GOLD SPONSORS**

				
---	---	---	---	---

**SILVER SPONSORS**

PARTENAIRE  
CAFÉ EUROPÉEN  
DE LA RECHERCHE



AVEC LE SOUTIEN DE



## 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'Ecole 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.

## 10.1 Sessions plénières

### Faire de l'Europe l'un des leaders du HPC

En ouverture des sessions plénières, **Daniel Verwaerde**, 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**, a rappelé 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 de 20 à 12 % du PIB. Ce qui représente la destruction d'un million d'emplois industriels. Heureusement ce déclin est enrayé depuis 2 ans. Mais il faut rester vigilant et avoir comme obsession la compétitivité. L'industrie, les Régions, l'État et l'Europe sont tous mobilisés 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 16 filières industrielles que nous avons identifiées, seules l'aéronautique, l'automobile et l'électronique ont mis en place des plateformes numériques ». De gros efforts restent donc à faire.

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

Les acteurs historiques du spatial sont aiguillonnés par de nouveaux entrants issus du monde internet. Jean-Yves Le Gall, président du CNES, explique comment l'Europe spatiale réagit face à ce "NewSpace" pour rester aux avant-postes de cette industrie.

« Le NewSpace est défini par 3 affirmations : l'innovation peine à venir d'Agences Spatiales sclérosées par de grandes entreprises, travaillant comme des arsenaux et non comme des start-up ; un financement privé, avisé et performant, au lieu d'un investissement public jugé dépassé et improductif ; le règne affirmé des



start-up de la Silicon Valley, qui suppléeraient les dinosaures de la vieille économie. Pourtant, depuis le début de la conquête spatiale les différentes Agences n'ont cessé d'innover, car l'innovation est au spatial, ce que la recherche est à la science, c'est-à-dire un moteur indispensable et le NewSpace n'en a pas le monopole, même s'il est totalement impliqué dans la 4<sup>e</sup> révolution industrielle, caractérisée par la numérisation et la mondialisation de l'économie ».

« Ce qui révolutionne notre industrie c'est la bonne donnée. Que ce soit en télémédecine, véhicule autonome, aménagement du territoire ou gestion des ressources naturelles, la donnée spatiale est un avantage compétitif décisif. D'une économie de l'offre (satellites et lanceurs) on évolue vite vers une rentable économie de la demande pilotée par la bonne donnée. 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 ».

Les acteurs historiques tel le CNES doivent s'adapter : « Nous apportons une réponse en 3 volets, autour de notre excellence scientifique, d'une coopération internationale toujours plus active, et d'une intégration encore plus poussée de notre écosystème. Il n'y a pas d'opposition entre NewSpace et Agences Spatiales en place, mais cette compétition mondiale nous oblige à nous réinventer en continuant à innover, et le numérique est un atout pour cela ».

## De grands ordinateurs pour de grands rêves européens

Marya Gabriel, Commissaire européenne à l'économie et à la société numériques, a fait une vidéo spécifique pour le Forum Teratec. « Le calcul haute performance (HPC) est au cœur de mes préoccupations, car il est stratégique pour la compétitivité et la capacité d'innovation de l'Union, dans un monde toujours plus concurrentiel, où l'avantage compétitif s'appelle maîtrise du Big Data, Intelligence Artificielle, capacité d'innovation et productivité industrielle. L'Europe doit être au cœur de ces technologies. Ces grands rêves nécessitent de grands ordinateurs ». « Nous devons nous doter des infrastructures nécessaires et en amont, des technologies sous-jacentes dont nous avons perdu le leadership, et nous assurer de leur bonne exploitation en aval. Il en va de notre autonomie face aux USA, à la Chine et au Japon ».

« Début 2018, l'Europe s'est doté d'une entité légale structurante, **EuroHPC**, avec 4 axes :

- Acquérir et mettre des supercalculateurs à disposition des chercheurs, universitaires ou industriels. Deux seront parmi les 10 machines les plus puissantes du monde.
- Conserver notre avance en termes de logiciels applicatifs pour ces machines. Si nous sommes champions dans certains domaines (climatologie, ressources naturelles, nouvelles médecines), nous devons nous assurer qu'il en sera de même pour l'Intelligence Artificielle ou l'internet des objets.



- Renouer avec l'excellence de notre chaîne d'approvisionnement. Ces supercalculateurs devront être basés sur de la technologie européenne. Un défi car nous sommes à 5 %.
- Mettre ces supercalculateurs à la disposition de tous (PME, ETI, recherche...), via un maillage fin de centres de compétence à même de sensibiliser des utilisateurs potentiels qui s'ignorent. Le rôle de **Teratec** sera fondamental pour cela en France.

L'Europe va mobiliser 1,4 milliard d'Euros sur la période 2020/21 et de 5 fois plus sur 2022/26. L'autonomie européenne est essentielle, autant sur le plan scientifique qu'industriel, pour que nos concitoyens en soient les premiers bénéficiaires dans de multiples domaines ».

## L'innovation, fer de lance de la défense française

**Emmanuel Chiva**, directeur de l'Agence de l'Innovation de la Défense (**AID**) au **Ministère des Armées**, a clos les plénières en expliquant comment la simulation, le HPC, et l'innovation sont au cœur de la défense de la France. « *L'innovation n'est plus un choix mais une nécessité impérieuse pour garantir les finalités ultimes de notre politique de défense : supériorité opérationnelle de nos forces ; autonomie stratégique de la France* ».

Plusieurs démarches ont été engagées dont la modernisation de la Délégation Générale à l'Armement (**DGA**) avec la création de l'AID 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.

Dans le Document d'orientation de l'innovation de défense (DOID), l'AID décrit les objectifs à atteindre et les mécanismes pour y parvenir. La première des composantes du DOID, c'est détecter et capter l'innovation, via une cellule d'innovation ouverte qui participe à de multiples événements.

La deuxième 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, tel le quantique, un sujet de rupture pour les capteurs, la cryptographie, le matériel et les logiciels. « *Nous souhaitons enrichir notre contribution à la recherche académique dans ce domaine* ».

Dernière composante du DOID, exécuter, accélérer, passer à l'échelle et mettre en service. « *Ça veut dire qu'il faut aller vite et accepter l'échec, ce qui est nouveau pour notre Ministère. Pour cela, il faut : sélectionner et labelliser des projets, les accélérer grâce à la synergie de tous nos moyens ; les intégrer le plus vite possible dans des programmes d'armement* ».

Dans ce contexte, la simulation et le HPC sont centraux. « *Ce sont des domaines d'excellence de l'écosystème français de l'innovation, dont les retombées économiques vont profiter aussi bien à cette industrie qu'au domaine de la défense* ».

## Préparer l'architecture informatique des véhicules pour l'autonomie et l'électrification

**Matthias Traub**, Head of Automotive IoT and E/E architecture chez **BMW**, a montré comment son entreprise repense l'architecture numérique de ses véhicules et ses méthodes de conception pour relever les défis de la connectivité, de la conduite autonome et de l'électrification.

« *Nous avons lancé en 2015 le programme Number One > Next pour refondre l'architecture numérique de nos véhicules et les préparer pour 2025 à ces défis. Dès 2021 un véhicule autonome de niveau 3 utilisera cette nouvelle architecture, qui acceptera les niveaux 4 et 5* ». Il a fallu revoir les processus de développement matériels et logiciels, en interne et chez les fournisseurs tiers. « *Nous avons défini une architecture structurée homogène, ainsi que les technologies à utiliser, issues des standards actuels des Smartphones ou du Cloud. Ce qui nous a obligés à créer des méthodes de développement plus agiles pour faire face à l'évolutivité de ces standards. En abandonnant des développements individuels de modules inté-*

*grables 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 commune à nos différentes marques* ».



## Les GPU boostent les applications de l'IA

**Marc Hamilton**, Vice-President, Solutions Architecture et Engineering de **NVIDIA**, a exposé l'intérêt de l'accélération GPU pour traiter les masses de données utilisées par les applications avec de l'Intelligence Artificielle.

L'IA séduit nombre de secteurs économiques (Smart Cities ; sécurité publique ; santé ; industrie ; transports...). Pour répondre aux énormes besoins de calcul que cela va générer, NVIDIA a annoncé en juin 2019 l'**Automatic Mixed Precision** pour le Deep Learning, qui accélère les opérations gourmandes en calcul mathématiques et réduit les besoins en mémoire pour les modèles d'apprentissage.

NVIDIA a aussi créé, à l'aide de ses GPU **SaturnV**, 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 1,5 ExaFlop/s. Des performances dont bénéficient déjà des secteurs comme la santé où un instrument peut générer 3 TB de données par jour. Mais ces GPU sont aussi intégrables dans de petits équipements comme des séquenceurs d'ADN portatifs.



## 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 de production. « *Nous nous concentrons maintenant sur leur traitement, afin de les transformer en connaissances réelles, pour stimuler la productivité des entreprises et faire face à la pénurie d'experts. L'objectif étant d'arriver à des solutions de production intelligentes, intégrant des fonctionnalités de détection, de réflexion et d'action* ».

Ainsi les capteurs analysent en temps réel l'évolution du monde physique et créent un flot de données qui alimente des logiciels de simulation. Ceux-ci, grâce à



Machine Learning, auront acquis une expérience leur permettant d'agir en temps réel sur les paramètres des process physiques d'usage pour garantir la conformité de chaque pièce usinée.

## Traiter toujours plus vite un volume de données exponentiel

**Thierry Pellegrino**, VP et General manager of HPC chez **Dell EMC** a évoqué la digitalisation croissante et disruptive de nombreux secteurs (commerce, hôtellerie, taxis, banques...), grâce à l'utilisation massive de données traitées par du HPC toujours plus performant et moins cher.

« *Mais le calcul est aussi passé du statut de créateur à celui de consommateur de données. Originellement cantonné aux applications de conception, prévisions météo ou prospection pétrolière, le HPC a évolué vers des applications plus centrées sur les données (géo-*



*mique, modélisation financière, traitement du signal...)* devenant le *High Performance Data Analysis (HPDA)* très présent en *médecine personnalisée, en détection de fraude ou en intelligence économique* ».

Le HPC, très utilisé pour le Machine Learning et le Deep Learning, ajoute de la valeur aux données, pour 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 météo.

## Table ronde 1

## Passer de la médecine curative à la médecine préventive



Jean Michel Rondeau,  
Project Manager, Atos



Jacques-Charles Lafoucrière,  
Department Leader,  
CEA



Thierry Pellegrino,  
VP et 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



Nouveauté cette année, 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 reçu : **Jean Michel Rondeau**, Project Manager, **Atos** ; **Jacques-Charles Lafoucrière**, Department Leader, **CEA** ; **Thierry Pellegrino**, VP et 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**.

Les technologies numériques vont permettre la mise en place de l'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, sans oublier le logiciel. Mais il faudra simplifier ces applications à l'extrême pour garantir leur adoption par les personnels de santé, et les former afin qu'ils appréhendent ces outils de manière pragmatique et leur fassent confiance tout en gardant un regard critique.

## Table ronde 2

## Demain, mobilité et autonomie



**Jean-Thomas 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



La seconde table ronde animée par la journaliste **Sophy Caulier** sur le thème *Demain, mobilité et autonomie*, a réuni : **Jean-Thomas 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 de disponibilité des données ont relancé les projets de transport auto-

nome. Les technologies impliquées dans l'autonomie sont en partie disponibles (communications sans fil, 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. Cela passera par la définition de règles d'usage et de priorité. Il faudra encore beaucoup de "co-design" associant développeurs matériels et logiciels, afin d'accélérer les développements, et surtout d'en assurer la cohérence.

## 10.2 Trophées de la Simulation numérique

### 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.



#### Trophée Co-Design

Nominés : **DC Brain / Daher Aerospace; Inge-liance Technologies / Laboratoire Jean Kuntzmann; Lieberman Aerospace / Jolibrain**

Lauréat : **Inge-liance 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.



## Partenaires des Trophées de la Simulation Numérique 2019



## Les Trophées de la Simulation Numérique sont organisés par :

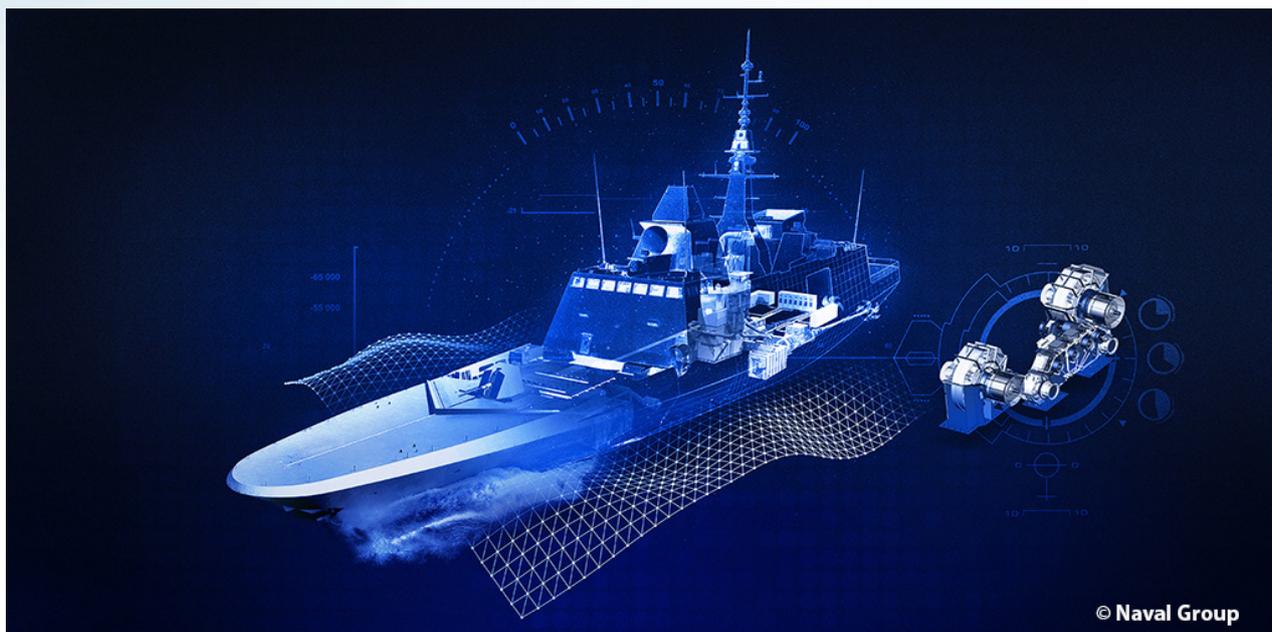
L'USINEDIGITALE



## 10.3 Ateliers techniques & applicatifs

La seconde journée du Forum Teratec a proposé 8 ateliers techniques et applicatifs pour bien appréhender les apports du HPC, de la simulation numérique, du Big Data et de l'apprentissage par les données (IA), au service de la compétitivité des entreprises.

Des experts internationaux de renom et des industriels ont présenté des mises en œuvre et des développements novateurs de ces technologies prometteuses permettant ainsi aux nombreux participants de se faire leur propre opinion sur les grands secteurs où ces technologies vont jouer un rôle de premier plan tels que la santé, les systèmes autonomes, l'environnement et la fabrication additive. Mais également sur les technologies innovantes qui se développent comme l'Intelligence artificielle et le Deep learning, le Digital Twin et le calcul quantique.



### Jumeaux Numériques : du « concept » à la mise en œuvre industrielle

Présidé par **Laurent Anne**, Co-founder and Sales Director, **Distene**

**Cet atelier a présenté une large gamme d'applications industrielles de cette approche et des avantages que l'on peut en attendre. À la fin de cet atelier, chaque participant a eu un bon aperçu des stratégies, de leur mise en œuvre, des défis et obstacles à surmonter, ainsi que des atouts du jumeau numérique, pour en élaborer une déclinaison répondant à ses objectifs industriels.**

Avec la participation de :

- **Jacques Duysens**, EMEA Business Development Director, **Ansys Inc**
- **Frederic Feyel**, Head of Modeling & Simulation Dept, **Safran**
- **Ludovic Stumme**, Responsable Secteur d'Activité Simulation, **Naval Group**
- **Francisco Chinesta**, Member of the Scientific Committee of **ESI Group**
- **Frédéric Gille**, Senior Business Developer, **3DS.Com/Simulia**
- **Patrice Hauret**, R&D Manager, Passenger Car Tires Pre-Development, Europe, **Michelin**
- **Salli Moustafa**, Computer scientist, Senior consultant HPC/HPDA, **Aneo** et **Matthieu Guillo**, Project Coordinator, **EDF**
- **Thibault Bourdel**, Pilote de la Transformation Digitale, **AREP**

Le concept du jumeau numérique n'est pas tout à fait nouveau. Les experts débattent encore de la définition exacte du Digital Twin, car il peut prendre de nombreuses formes, en fonction du secteur et du cas d'utilisation. Mais

tout le monde s'accorde sur l'expansion inévitable de son utilisation dans l'industrie, en tant que nouvelle façon d'interagir avec et d'anticiper le monde réel en créant une « bijection » numérique immersive et précise avec ce monde

réel. Les jumeaux numériques transforment les modèles de CAO auparavant «stupides» en composants de système dynamiques et vivants au cœur du jumeau, augmentant ainsi l'attrait du passage à l'acte et d'un tel investissement.

En 2018, **Gartner** les a classées parmi les 10 principales tendances technologiques stratégiques dans l'industrie. C'est vraiment l'enfant de l'Industrie 4.0 qui émerge de la maturité et de la fusion de technologies, telles que la simulation avancée, l'IoT, l'IA et bien d'autres comme le HPC qui permettent son existence.

Plutôt que de donner LA définition que les experts débattent encore, cet atelier adopte une approche empirique : on s'attachera plutôt à présenter une large gamme d'applications industrielles de ce que chacun d'entre eux appelle un «jumeau numérique» ou un «hybride numérique» et quels avantages ils attendent d'une technologie

aussi prometteuse. Des entreprises de divers secteurs industriels, tels que l'énergie, l'automobile, l'aérospatiale, le bâtiment et les principaux éditeurs de logiciels ont partagé leur expérience (et celles de leurs clients), incluant les obstacles à surmonter pour permettre une adoption généralisée, et les actifs et avantages attendus, voire même déjà acquis. Ils ont présenté des perspectives très différentes sur les défis actuels du développement du jumeau numérique en fonction de leur secteur et application, ainsi que différents points de vue sur l'avenir et l'évolution du jumeau numérique.

À la fin de cet atelier, chaque participant a un bon aperçu des stratégies, de la mise en œuvre et des atouts du jumeau numérique pour en faire sa propre définition et pour évaluer le niveau de complexité que nous atteignons actuellement en termes de technologie du jumeau numérique.



## Gestion et management des données

Présidé par **Jean-Yves Blanc**, Chief IT Architect, **CGG**

**Les simulations numériques, les grands dispositifs expérimentaux ou les réseaux de capteurs génèrent des quantités de données exponentielles. Leur gestion et leur management sont un défi pour de nombreux secteurs industriels et scientifiques. L'objectif de cet atelier a été de faire le point sur l'impact sur l'architecture des moyens de traitement et la conception des centres de calculs, ainsi que l'impact du HPDA dans la gestion des volumes de données.**

Avec la participation de :

- **Jean-Yves Blanc**, Chief IT Architect, **CGG**
- **Dania Kodeih**, Principal Program Manager, **Microsoft**
- **Callig Renaud**, Distinguished Technologist, **HPE**
- **Erick Marcade**, Director SAP Lab Paris, **SAP**
- **Michael Krajecki**, Professeur, **Université de Reims Champagne-Ardenne**

## Machine learning et Maintenance prédictive : enjeux et stratégie pour les filières industrielles

Présidé par **Erick Jonquière**, AFNet et **Jean-Laurent Philippe**, Intel

**Anticiper une panne, maîtriser l'arrêt des machines, augmenter leur durée de vie, diminuer les stocks de pièces de rechange... Voici les promesses de la maintenance prédictive, qui repose sur l'analyse des données liées au comportement des équipements via des algorithmes intelligents. Lors de cet atelier AFNeT/CNIS des acteurs industriels ont partagé leurs retours d'expérience riches d'enseignements.**

Avec la participation de :

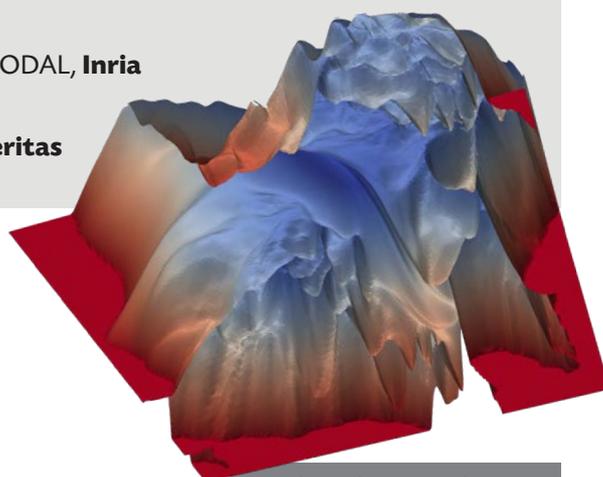
- **Nicolas Vayatis**, Directeur, **CMLA**
- **Jean-Laurent Philippe**, DGC Sales, Senior HPC Technical Sales Specialist, **Intel**
- **Vincent Thavonekham**, Cloud Azure strategy Manager, **Microsoft**
- **Frederick Vautrain**, Directeur Data Sciences, **Viseo**
- **Guilhem Villemin**, Directeur Technique, **Altametris**
- **Christophe Biernacki**, Responsable équipe de recherche MODAL, **Inria**
- **Margot Correard**, co-fondatrice **Diagrams Technologies**
- **Michel-Ange Camhi**, Group Chief Data Officer, **Bureau Veritas**
- **Serge Bonnaud**, Technical Leader, **IBM Europe**

Anticiper une panne, maîtriser l'arrêt des machines, augmenter leur durée de vie, diminuer les stocks de pièces de rechange... Voici les promesses alléchantes de la maintenance prédictive (ou prévisionnelle).

Pour anticiper de façon fiable les pannes des composants de machines, d'appareils et de véhicules, les entreprises doivent mettre en œuvre un cycle permanent de collecte, d'exploration et d'analyse des données. Il est important de recueillir les données là où elles sont générées, c'est-à-dire au plus près des composants eux-mêmes. Les capteurs installés à cet effet enregistrent le comportement des équipements sous la forme de données qui vont alimenter et enrichir le cycle d'analyse.

Le mot maintenance prédictive laisse imaginer des algorithmes super-intelligents capables de s'appuyer sur des milliards de données pour prévoir, voire empêcher une défaillance des mois à l'avance. Cette vision est assez loin de la réalité chez la plupart des industriels. « *Il ne faut pas être trop ambitieux dès le départ* ». Pour passer à la maintenance prédictive, il faut avant tout connecter ses machines à un système de collecte des données. Lorsque les machines sont connectées, elles envoient des données. Beaucoup de données. Le problème n'est donc pas tant leur quantité que leur qualité.

La grande quantité de données, associée aux capacités de traitement de plus en plus puissantes, permet de développer et d'exécuter des algorithmes à grande échelle, nécessaires pour exploiter pleinement le potentiel de l'Intelligence Artificielle. Mais certaines solutions logicielles recommandent, par ailleurs, d'utiliser en priorité les données existantes de l'architecture industrielle pour



Visualizing the Loss Landscape of Neural Nets - H. Li, Z. Xu<sup>1</sup>, G. Taylor, C. Studer, T. Goldstein, 2018

définir des modèles d'analyse pertinents plutôt que de multiplier les réseaux de capteurs au déploiement souvent complexe. Des modèles analytiques et des algorithmes de Machine Learning peuvent alors prévoir la probabilité d'une panne. Le but n'est pas de créer l'algorithme le plus perfectionné, mais d'implémenter un apprentissage machine réaliste et fonctionnel dans la chaîne opérationnelle.

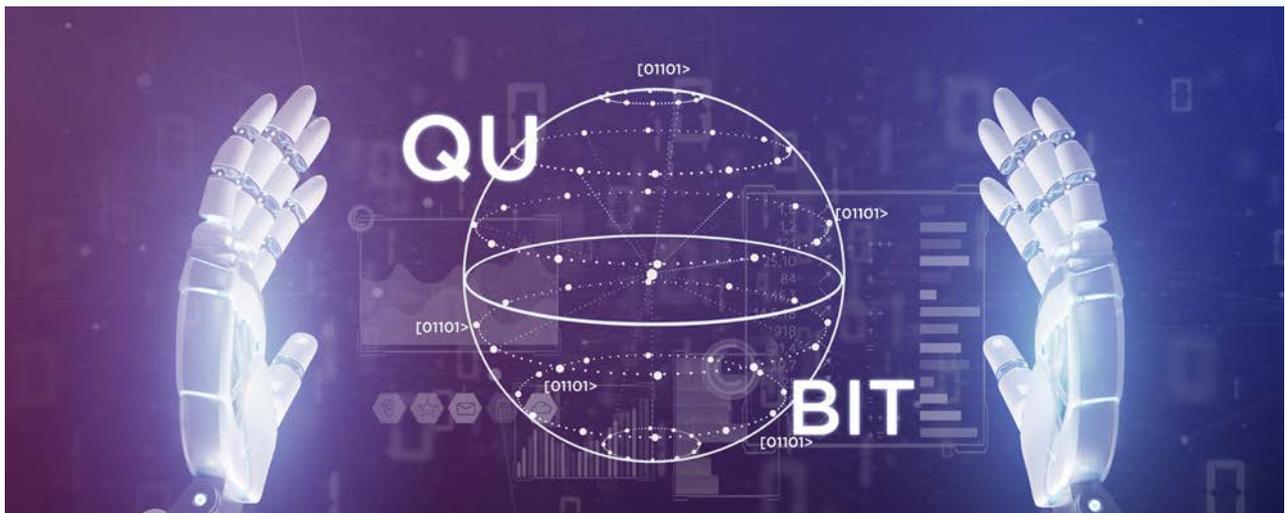
Une bonne mise en œuvre de cette maintenance prédictive reposant sur l'approche analytique de la donnée, nécessitera une vision globale de l'entreprise, une architecture de réseau solide pour traiter toutes les données au profit de la maintenance et une organisation fonctionnelle de cette maintenance. De plus l'intégration, avec les règles métier, est aussi importante que l'utilisation de modèles efficaces. En effet, elle permet aux entreprises de faire le lien entre les prévisions analytiques et les mesures recommandées pour la prise de décision.

Quid de l'avenir et des principales évolutions technologiques comme l'analytique augmentée et l'intelligence

continue qui combinent des techniques d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle pour transformer la manière dont le contenu analytique est développé, utilisé et partagé. D'ici 2022, plus de la moitié des nouveaux systèmes d'entreprise majeurs intégreront une intelligence continue qui utilise des données de contexte en temps réel pour améliorer les décisions. Enfin à quels facteurs les entre-

prises doivent-elles prêter attention pour tirer le meilleur parti du Machine Learning en maintenance prédictive ?

Lors de cet atelier **AFNet/CNIS** dans le cadre du Forum Teratec de nombreux acteurs, fournisseurs de solutions et utilisateurs industriels sont venus témoigner et partager sur le sujet leur propre retour d'expérience riche d'enseignements.



## Calcul quantique : pour quelles applications ?

Présidé par **Cyril Allouche, Atos** et **Henri Calandra, Total**

**La conjugaison du calcul quantique et des supercalculateurs va bouleverser le monde du calcul. Cet atelier a présenté l'état actuel des investigations sur les domaines d'applications qui risquent d'être impactés par le calcul quantique, tels que : équations aux dérivées partielles (EDP) ; optimisation combinatoire ; inversion de systèmes linéaires ; science des matériaux ; chimie ; Intelligence Artificielle...**

Avec la participation de :

- **Cyril Allouche**, Fellow, Head of the Atos Quantum R&D Program, **Atos**
- **Iordanis Kerenidis**, Directeur de recherche, **CNRS**
- **Adrien Suau**, Research Engineer, **Cerfacs**
- **Charles Moussa**, Quantum Computing Scientist, **Total**
- **Simon Martiel**, Senior Expert, **Atos Quantum Lab**
- **Ivano Tavernelli**, senior researcher, **IBM Research** (Zurich)
- **Henri Calandra**, Expert in numerical methods and HPC for Geoscience, **Total**

Les deux dernières années ont vu se multiplier les annonces autour des ordinateurs quantiques et des différentes technologies explorées. Alors que de nombreux acteurs de la recherche et de l'industrie s'intéressent et investissent dans les ordinateurs quantiques, une question s'impose : pour quelles applications, quels usages ? Il est évident que le calcul quantique, intrinsèquement parallèle, va donner accès à des puissances de calcul inimaginables avec les supercalculateurs actuels.

Mais quelles sont les applications qui vont pouvoir en bénéficier ?

Cet atelier s'est attaché à présenter l'état actuel des investigations sur les domaines d'applications qui risquent d'être bouleversés par le calcul quantique, tels que : équations aux dérivées partielles (EDP), optimisation combinatoire, inversion de systèmes linéaires, science des matériaux, chimie, intelligence artificielle...



## Numérique et médecine de précision : des projets à la réalité

Présidé par **Christophe Calvin**, Responsable Secteur Informatique, Simulation, HPC et Données, **CEA**

**L'exploitation des données de santé par des outils numériques toujours plus performants a ouvert la voie à une médecine de précision personnalisée. Cet atelier a présenté des exemples d'outils numériques en cours de développement ou d'ores et déjà opérationnels pour la médecine personnalisée, dans des applications telles que le traitement du cancer du sein ou l'aide aux chirurgiens en cours d'opérations.**

Avec la participation de :

- **Christophe Calvin**, Responsable Secteur Informatique, Simulation, HPC et Données, **CEA**
- **Nicolas Garcelon**, Responsable de la plateforme Data Science d'Imagine – **Institut des maladies génétiques** & Co-fondateur de la startup **codoc**
- **Alain Livartowski**, Directeur-adjoint des Data - Ensemble hospitalier - **Institut Curie**
- **Emmanuel Bacri**, Head of Health/Data projects, **Ecole Polytechnique**
- **Brigitte Seroussi**, Maître de conférences - Praticien hospitalier, Sorbonne Université, **APHP**
- **Nicolas Lomenie**, PhD, Associate Professor. Maître de Conférences Informatique, HDR, **Université Paris Descartes** et **Damien Dubuc**, Solution architect HIPE software, **Aneo**
- **Florian Bernard**, co-founder & CEO, **Nurea**

L'exploitation des données de santé et les outils numériques ont ouvert la voie à une médecine de précision et personnalisée. Le Forum Teratec, au travers de ses ateliers thématiques, a depuis de nombreuses années présenté différentes initiatives et projets sur ce thème.

L'objectif de cet atelier d'une demi-journée pour l'année 2019, a été de présenter des exemples d'outils digitaux en cours de construction ou d'ores et déjà opérationnels pour la médecine personnalisée.

Les sujets abordés ont couvert des thèmes très divers comme des outils numériques d'aide à la décision dans le

traitement du cancer du sein ou pour les chirurgiens en cours d'opérations.

Différentes plate-formes numériques ont illustré la pertinence des outils d'analyse sur des bases de données cliniques pour l'aide au diagnostic et au traitement personnalisé.

Enfin le projet national **Health Data Hub**, dont l'ambition est de rendre accessible les données de santé pour booster la recherche basée sur la science des données et l'intelligence artificielle, a été présenté.



## Environnement, ressources naturelles et changement climatique

Présidé par **François Robida**, Directeur de programme, **BRGM**

**Dérèglement climatique et raréfaction des ressources naturelles imposent une transition environnementale sans précédent où le traitement de volumes considérables de données donne naissance à des systèmes numériques de prévision et d'aide à la décision. Cet atelier a fait le point sur les grands enjeux associés et sur les nouvelles technologies (IoT, Simulation, HPC, HPDA, IA,...) utilisées par les principaux acteurs du domaine.**

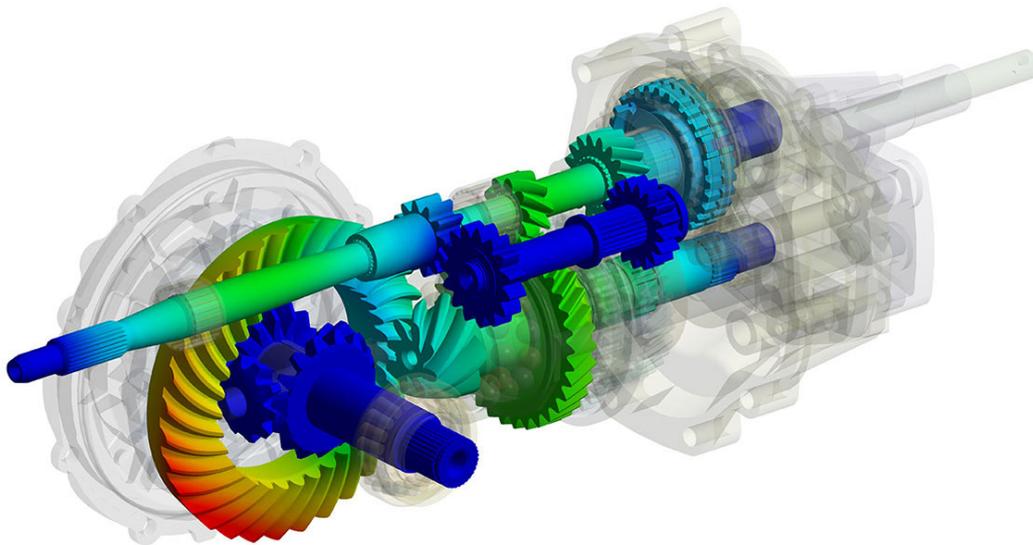
Avec la participation de :

- **François Robida**, Directeur de programme, **BRGM**
- **Pierre Pernot**, Directeur Partenariats, Communication et Digital chez **Airparif**
- **Pascal Decaux**, Head of growth and marketing, **Verteego**
- **Frédéric Derkx**, Directeur Modélisation, **ForCity**
- **Duccio Piovani**, Head of Research, et Alexander Usoltsev, Lead Computer Vision Scientist, **namR**
- **Pierre Cotty**, Directeur du département Infrastructures de Recherche et Systèmes d'Information, **Ifremer**
- **Florent Brenguier**, Sismologue et Fondateur de la startup **Sisprobe**, **Universite Grenoble Alpes**

Le dérèglement climatique mondial, la raréfaction des ressources naturelles engage la société dans une transition environnementale sans précédent qui est clairement porteuse d'enjeux sociétaux, mais également source d'innovation et de développements technologiques. La prévision, les outils d'aide à la décision et l'accès facilité à des quantités considérables de données et à des moyens de calculs importants, jouent un rôle majeur afin d'apporter des solutions aux grands défis liés notamment au

changement climatique, à la gestion de l'eau, à la gestion raisonnée des ressources minérales, aux nouveaux besoins énergétiques, aux risques naturels, aux pollutions des sols et des eaux. C'est là tout l'enjeu des systèmes numériques de prévision mis au point ces dernières années.

L'objet de cet atelier a été de faire le point sur les grands enjeux associés et sur les nouvelles technologies (IoT, Simulation, HPC, HPDA, IA,...) utilisées par les principaux acteurs du domaine.



© ANSYS Mechanical FEA

## Fabrication Additive et Matériaux Composites : simuler est indispensable

Présidé par **Dominique Ghiglione**, Direction de la Recherche et des Programmes, **CETIM**

**En créant la matière en même temps que la pièce, la fabrication additive métallique et la mise en œuvre des matériaux composites imposent le recours à la simulation numérique. Elle est garante de pièces répondant au cahier des charges et des process de fabrication adéquats. Cet atelier a fait le point sur les dernières avancées dans ces domaines à travers des interventions d'industriels et d'universitaires.**

Avec la participation de :

- **Dominique Ghiglione**, Direction de la Recherche et des Programmes, **CETIM**
- **Yancheng Zhang**, Chargé de recherche CEMEF, **Mines ParisTech**
- **Alexandre Hiricoiu**, Ingénieur d'application fabrication additive, **Ansys**
- **Yéli Traore**, Responsable process, **Styx Technologies**
- **Nicolas Carrere**, Expert de la mécanique des matériaux composites, **Safran**
- **Johann Rannou**, Ingénieur de recherche, **ONERA**
- **Luisa Silva**, Directrice de l'Institut de Calcul Intensif, **Ecole Centrale de Nantes**

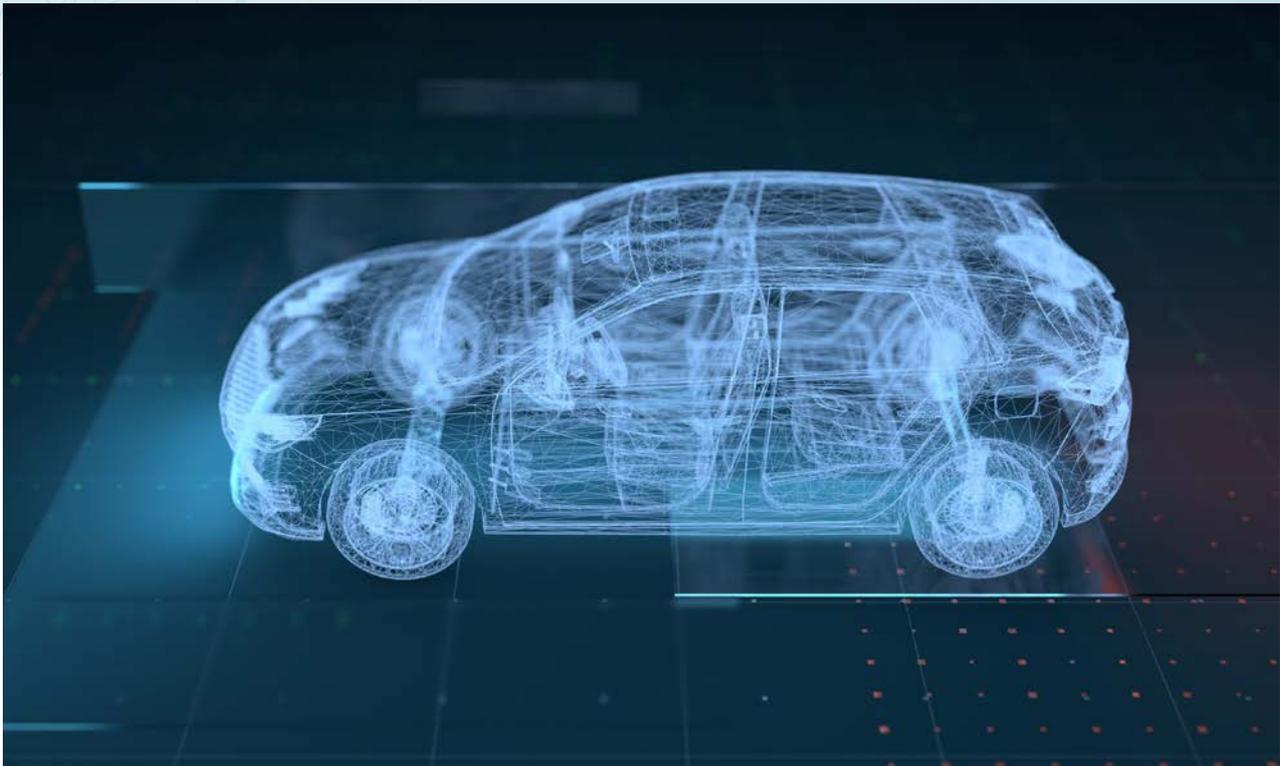
L'industrie manufacturière vit une véritable révolution ! Après des siècles de mise en forme de matériaux existants pour obtenir les pièces dont elle a besoin, elle commence à utiliser en série la fabrication additive où la matière est créée en même temps que la pièce.

Les matériaux composites utilisés jusque-là pour de la petite série (aéronautique, naval...) font leur entrée dans la production de masse telle l'automobile.

Le prototypage rapide jusque-là cantonné à la réalisation de maquettes 3D en résine, passe au stade de la fabrication additive où les pièces sont réalisées dans la bonne matière, avec notamment une très forte poussée de l'impression métallique.

Deux évolutions majeures qui seraient impossibles sans l'apport des technologies numériques (CAO, Calcul/Simulation...) qui permettent d'une part, de créer une pièce répondant au cahier des charges, et d'autre part de mettre au point les process de fabrication assurant en temps réel la réalisation parfaite de la pièce conçue.

L'objectif de cet atelier a été donc de faire le point sur les dernières avancées en termes de simulation à travers des interventions d'industriels et d'universitaires travaillant dans les domaines de la fabrication additive métallique et des matériaux composites.



## Les systèmes autonomes

Présidé par **Gilles Le Calvez**, Directeur de programme, **VEDECOM**

**Qu'il s'agisse du domaine automobile, aéronautique, ferroviaire ou naval, les systèmes autonomes peuvent bénéficier de collaborations, tant sur des briques technologiques nécessaires à la réalisation de leurs missions, que sur des méthodes et outils à mettre en œuvre, de leur conception à la mise en service. Cet atelier a abordé des exemples à travers les retours d'expériences de nombreux acteurs.**

Avec la participation de :

- **Gilles Le Calvez**, Directeur de programme, **Vedecom**
- **Eric Landel**, Expert leader modelisation et simulation numérique, **Renault**
- **Samia Ahiad**, System et Validation Metier Manager, **Valeo**
- **Damien Laval**, Scientific computation strategy manager, **Naval Group**
- **Luca Castignani**, Autonomous Driving Strategist, **MSC Software**

Les systèmes autonomes sont un sujet intéressant de multiples secteurs, dont le domaine automobile (voitures autonomes et transports publics, logistique), le domaine aéronautique (les drones), le domaine ferroviaire (dont le métro est précurseur) ou le domaine naval.

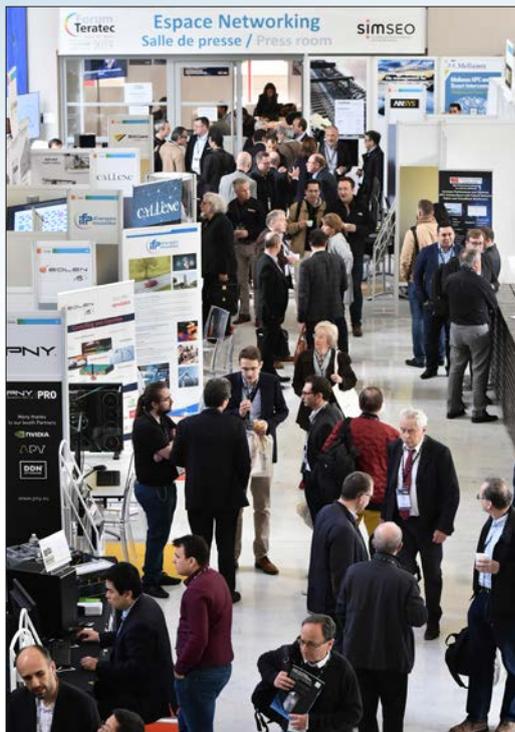
Bien qu'ayant des cas d'usage avec des spécifications qui diffèrent, tous ces secteurs peuvent bénéficier de collaborations tant sur des briques technologiques nécessaires à la réalisation des missions (localisation, perception, compréhension et prise de décision, connectivité...) que des méthodes et outils à mettre en œuvre de la conception à la mise en service.

Quelques exemples ont été abordés lors de cet atelier :

- Identification des situations «à risque» avec collecte et analyse des données et création de scénarios pouvant être «joués» en simulation ou en environnement contrôlé pour tester le comportement des algorithmes dans des situations critiques (eg. projet MOOVE)
- Fonctions de localisation «GPS» ou «GPS denied»
- Perception et fusion de données.

## 10.4 Exposition de matériels, logiciels, services, R&D

Plus de 60 acteurs majeurs du monde du HPC, du Big Data, de la simulation numérique et de l'apprentissage par les données (IA) étaient présents sur l'exposition. Une occasion unique pour les 1 300 participants de découvrir et d'évaluer les dernières avancées, initiatives et innovations que fournisseurs et intégrateurs de solutions matérielles, logicielles et de services ainsi qu'universités et laboratoires de recherche proposaient en matière d'informatique de grande puissance et de simulation numérique haute performance, afin de rester à la pointe de la compétitivité.



### Matériels : de la puce au Data Center

Les dernières technologies matérielles en termes de traitement, de gestion, de stockage, de visualisation et de diffusion de données sur les stands étaient exposées sur une vingtaine de stands.

### Logiciels : du système à l'applicatif

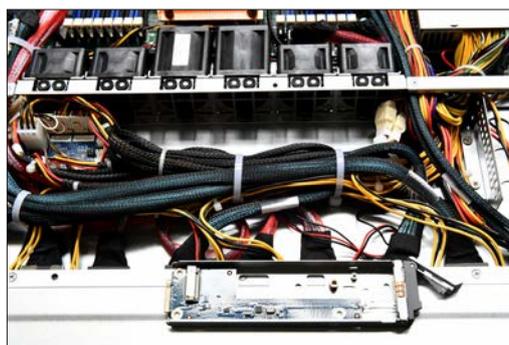
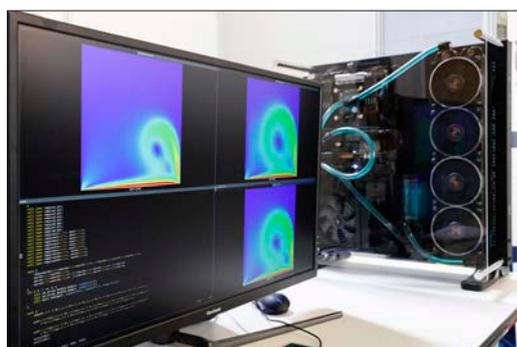
Tous les logiciels, qu'ils soient systèmes pour la gestion de données ou applicatifs pour la modélisation et la simulation numérique haute performance, étaient présentés par une vingtaine d'éditeurs.

### Services : du conseil à l'exploitation

De la réflexion en amont du projet au service à la demande, en passant par la définition des moyens matériels, logiciels et humains à mettre en œuvre pour résoudre des problèmes de simulation numérique, toutes les activités de service étaient exposées sur une trentaine de stands de prestataires.

### R&D : universités, industriels et start-up main dans la main

La recherche est fondamentale pour faire avancer la technologie. C'est ce qu'ont montré la vingtaine d'universités, de centres de R&D, de grandes entreprises et de start-up présentes.





## Liste des exposants directs

- 2CRSI
- ACTIVEON
- AGENIUM SCALE
- AS+ GROUPE EOLEN
- ALTAIR ENGINEERING FRANCE
- AMIES
- ANEO
- ANSYS France
- ARM
- ATEMPO
- ATOS
- BECHTLE DIRECT
- BIG STORAGE Project
- CEA DAM
- ChEESE Project
- COMSOL France
- CRAY COMPUTER
- CYLLENE
- DASSAULT SYSTEMES
- DDN STORAGE
- DELL
- EMG2 / BITTWARE
- ESI GROUP
- ESIWACE Project
- ETP4HPC
- EUROPEAN HPC CENTRES OF EXCELLENCE
- EUROPEAN PROCESSOR INITIATIVE
- EXASCALE COMPUTING RESEARCH LAB
- Fondation Mathématique Jacques Hadamard
- FUJITSU SYSTEMS Europe
- GENCI
- HEWLETT PACKARD ENTERPRISE
- IFP ENERGIES NOUVELLES
- INRIA
- INTEL CORP.
- LEGATO Project
- M2DC Project
- MELLANOX TECHNOLOGIES
- MICRO SIGMA
- MICROSOFT
- MINES PARISTECH
- MONT-BLANC Project
- MSC SOFTWARE
- NEC
- NEWNET / QUOBYTE
- NEWNET / WESTERN DIGITAL
- NVIDIA
- OPENIO
- PARATOOLS
- PNY TECHNOLOGIES
- RESCALE
- SAFRAN ENGINEERING SERVICES
- SUSE SOFTWARE
- TECHNICAL SYSTEMS INTEGRATORS
- TERATEC
- TOTALINUX
- T-SYSTEMS
- TWEAG
- Ucit
- UTOPIAE Project
- WESTERN DIGITAL
- XILINX

## Café Européen de la Recherche : découvrez le futur !

En partenariat avec **Inria**, Teratec a proposé un espace dédié aux projets et initiatives de recherche européens dans les domaines de la simulation numérique, du HPC, du Big Data et de l'apprentissage par les données (IA), afin de leur permettre de présenter leurs travaux en cours et de favoriser les échanges et les synergies avec les mondes industriel, technologique et académique présents sur le salon.

Avec la participation de :

- **BIG STORAGE** - Storage-based Convergence between HPC and Cloud to handle Big Data
- **CHEESE** - Center of Excellence in Solid Earth
- **ESIWACE** - Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe
- **EPI** - European Processor Initiative
- **LEGaTO** - Low Energy Toolset for Heterogeneous Computing
- **M2DC** - Modular Microserver Data Centre
- **MONT-BLANC 2020** - Mont-Blanc 3
- **UTOPIAE** - Uncertainty Treatment and Optimisation in Aerospace Engineering



Le Café Européen de la Recherche 2019 est sponsorisé par :

*Inria*

# Forum 2020 Teratec

*Unlock the future!*



SIMULATION  
BIG DATA  
HPC  
IA

ECOLE POLYTECHNIQUE PALAISEAU-FRANCE

16 & 17 JUIN

JUNE 16 & 17

- > Pour être sponsor ou réserver un stand
- > Pour proposer une communication dans le cadre des ateliers
- > Contact : [jean-pascal.jegu@teratec.fr](mailto:jean-pascal.jegu@teratec.fr)



#### **Teratec**

Campus Teratec  
2 rue de la Piquetterie  
91680 BRUYÈRES-LE-CHÂTEL  
FRANCE

---

Tél. +33 (0)9 70 65 02 10  
infos@teratec.fr  
www.teratec.eu

#### **Contacts**

---

**Daniel VERWAERDE,**  
*Président*

---

**Christian SAGUEZ,**  
*Président d'honneur*

---

**Hervé MOUREN,**  
*Directeur*  
herve.mouren@teratec.fr

---

**Jean-Pascal JÉGU**  
*Directeur des opérations*  
jean-pascal.jegu@teratec.fr

---

**Karim AZOUM,**  
*Directeur des programmes*  
karim.azoum@teratec.fr

---

**Maike GILLIOT**  
*Chef de projet*  
maike.gilliot@teratec.fr

---

**Samir BEN CHAABANE**  
*Directeur de projet*  
samir.ben-chaabane@teratec.eu

---

**Marie-Françoise GERARD,**  
*Chef de projets*  
marie-francoise.gerard@teratec.eu

---

**Paul D'ESCODECA DE BOISSE,**  
*Ingénieur d'affaires*  
paul.descodeca@teratec.eu

**www.teratec.eu**