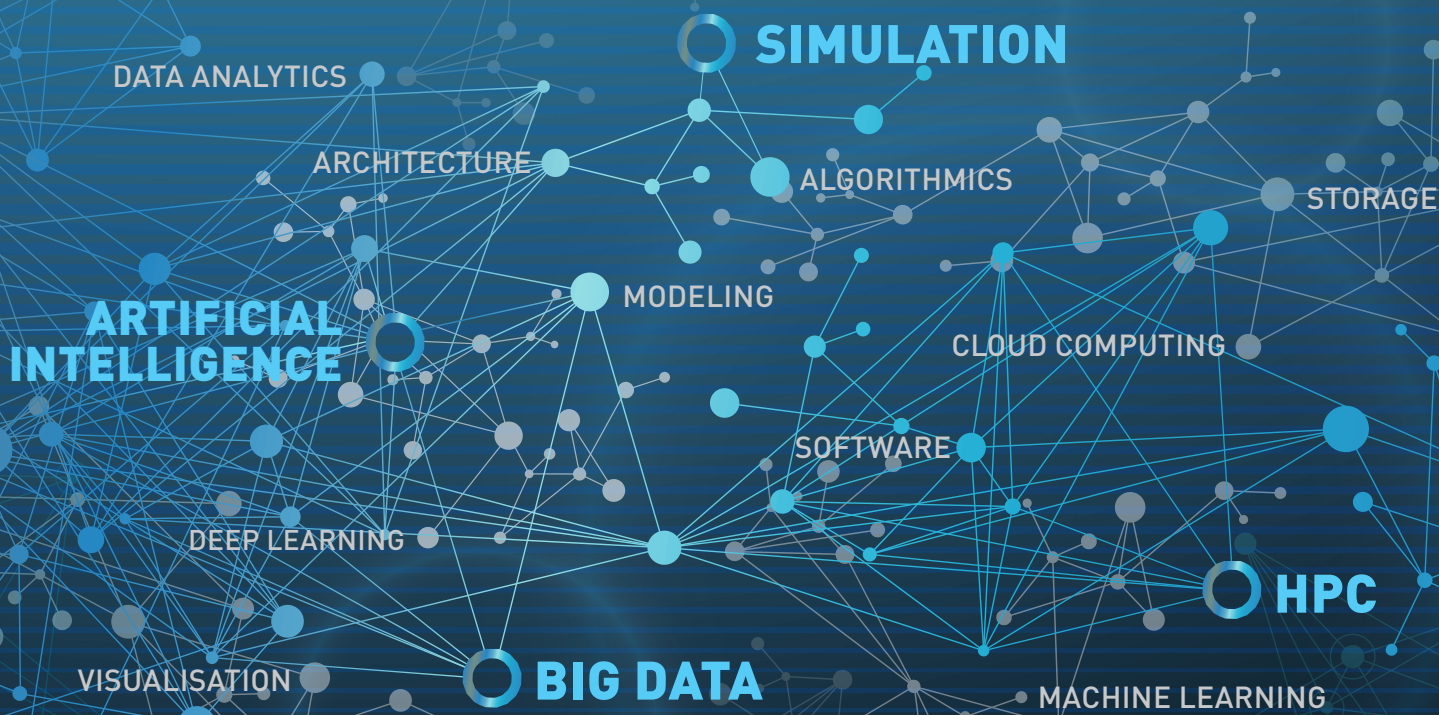




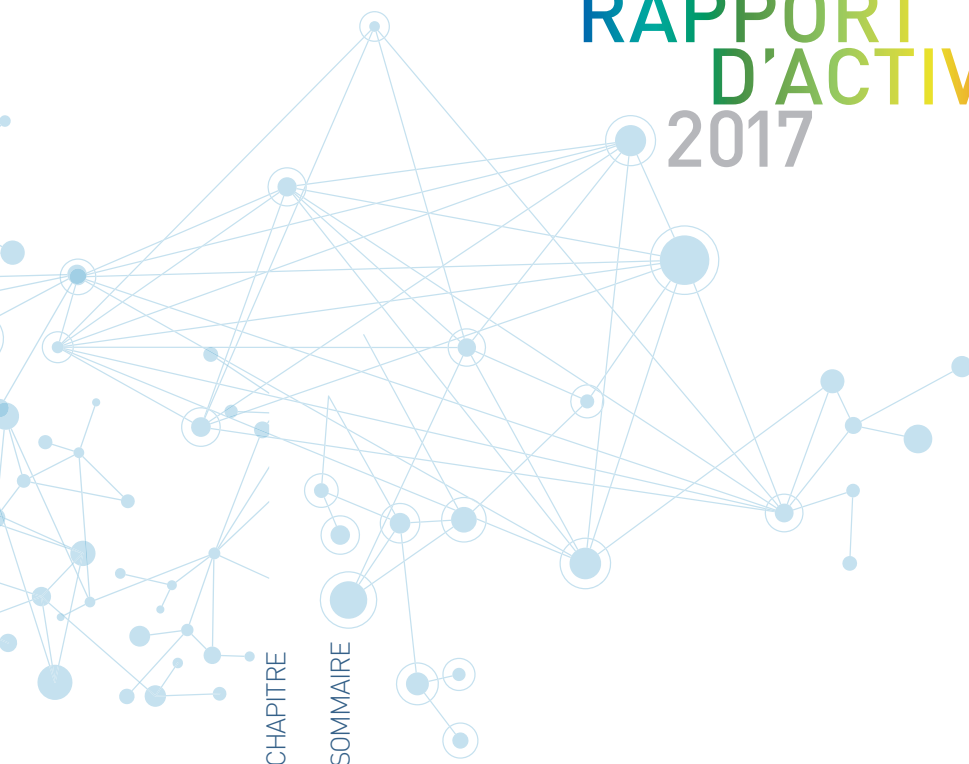
AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES



RAPPORT
D'ACTIVITÉ
2017



RAPPORT D'ACTIVITÉ 2017

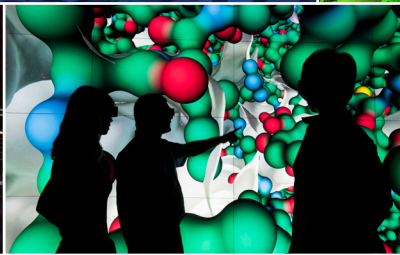
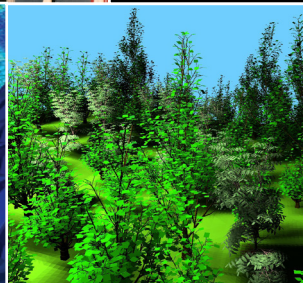
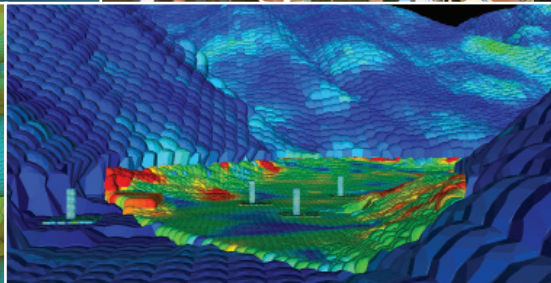
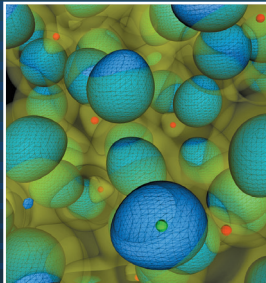
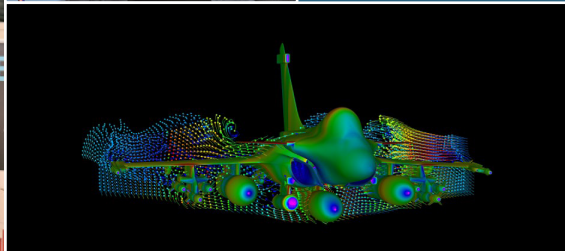
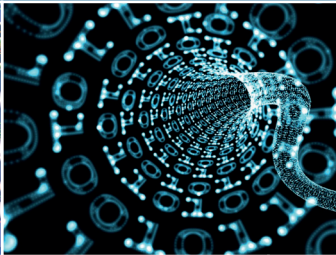
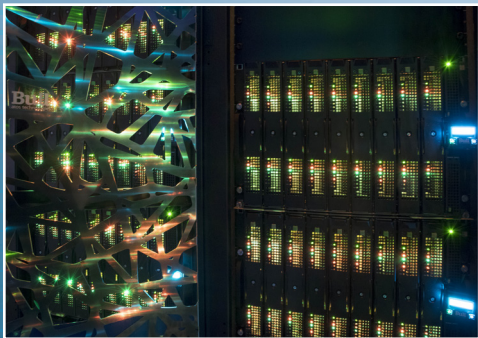


CHAPITRE

SOMMAIRE

PAGE

	Éditorial du Président	<u>4</u>
1	Faits marquants de l'année 2017.....	<u>7</u>
2	Vie de l'association	<u>8</u>
3	Programmes et Initiatives.....	<u>10</u>
4	Technopole Teratec.....	<u>15</u>
5	Projets de recherche industrielle	<u>22</u>
6	Laboratoires de recherche industrielle.....	<u>30</u>
7	Coopération internationale.....	<u>34</u>
8	Enseignement et Formation	<u>37</u>
9	Promotion et Communication.....	<u>39</u>
10	Forum Teratec 2017	<u>41</u>



Éditorial du Président

Le 6 juillet 2017, les membres du Conseil d'administration de l'association Teratec m'ont fait l'honneur de m'élire Président. Je les en remercie vivement. Je tiens à rendre hommage à Gérard Roucairol, mon prédécesseur, qui a permis à l'association, au cours de ses mandats, de se développer fortement en étant reconnue comme interlocuteur majeur dans le secteur du calcul haute performance.

L'année 2017 a été marquée par un dynamisme particulièrement important, grâce à l'implication de chacun, membres de l'association et équipe des permanents. Il convient tout particulièrement de citer les points suivants :

- La participation active dans les grandes initiatives européennes en cours de préparation, notamment **IPCEI** (*Important Project Common European Interest*) et **EURO-HPC** en interaction forte avec l'**ETP4HPC**.
- Le développement très fort des actions pour promouvoir l'usage des technologies de simulation et d'apprentissage par les données avec deux programmes que nous ont confiés les pouvoirs publics : le lancement de 10 challenges numériques dans le cadre du programme **DataPoC**, et la mise en place des premières offres de services pour les PME dans les domaines du Bâtiment et de la Mécanique, dans le cadre du programme **SiMSEO** qui a déjà permis, en quelques mois, d'apporter un soutien à plus de 70 PME.
- Le **Forum Teratec** qui, en accueillant autour des conférences, des ateliers thématiques et de l'exposition plus de 1300 participants, confirme le rôle fédérateur de l'association en étant un des événements majeurs en Europe dans ce secteur.

Les Technologies de Calcul Haute Performance (HPC) et d'apprentissage par les données (HPDA) sont au cœur des grands enjeux de notre société, tant pour la compétitivité et les capacités d'innovation de nos entreprises que pour la modernisation des services publics et la vie quotidienne de chacun. Dans ce cadre, il convient de poursuivre les efforts entrepris pour garantir notre maîtrise technologique, pour en assurer un usage optimal dans tous les secteurs de l'économie et pour créer une dynamique entrepreneuriale fortement créatrice d'emplois et de valeur. C'est au cœur de ces enjeux que Teratec souhaite poursuivre ces actions en 2018 :

- En participant à la mise en place de grandes initiatives industrielles nationales et européennes dans tous les secteurs de l'économie.
- En développant de manière importante les activités collaboratrices au sein du **Campus Teratec**.
- En internationalisant fortement les activités de l'association par la participation active aux grandes initiatives notamment européennes.

Toutes ces actions demanderont une forte implication de chacun. Mais elles sont essentielles pour assurer à notre pays une place de premier plan mondial dans un des secteurs clés de la société de demain. La France dispose de toutes les compétences pour réussir. Teratec, au service de ces membres, participera avec dynamisme et enthousiasme à cette ambition pour répondre à ces formidables enjeux.



Christian Saguez
Président de Teratec



AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

HPCBIGDATASIMULATION

Les clés du futur

Teratec fédère les acteurs majeurs du monde industriel et de la recherche pour...

- assurer la maîtrise des technologies numériques au profit des entreprises et des organisations,
- faire progresser la recherche industrielle française et européenne en associant fournisseurs et utilisateurs,
- diffuser ces technologies dans l'ensemble du tissu économique, PME, ETI et grandes entreprises.

- 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

Rejoignez-nous!

1 Faits marquants de l'année 2017

- Le 2 mars 2017, **Teratec** rassemblait à la BPI 150 start-up afin de lancer **10 challenges numériques DataPoC**. Le 18 avril 2017, 10 lauréats étaient déjà sélectionnés. En quelques mois, 10 startup mettaient en œuvre leur PoC autour du Big Data et de l'IA.
- Installation de nouvelles entreprises et de laboratoires de recherche communs sur le **Campus Teratec**.
- Le Centre d'excellence européen **POP** (Performance Optimisation and Productivity) est toujours à l'œuvre pour aider les développeurs de programmes à forte intensité de calculs à accélérer leur exécution pour que les utilisateurs puissent traiter des modèles plus grands ou plus complexes en moins de temps et à moindre coût.
- Publication en avril 2017 du supplément Simulation « **Auto, Aéro, Naval, Spatial,... Simuler le tout électrique** » réalisé par *L'Usine Nouvelle* en partenariat avec Teratec.
- Après avoir poursuivi ses actions de sensibilisation sur toute la France, le **programme SiMSEO** termine l'année 2017 avec le **déploiement de 77 offres de service dans les industries manufacturières et le BTP**. En quelques mois, **SiMSEO** a déjà accompagné 79 PME à l'usage de la simulation numérique dans le BTP.
- Pour sa 12^e édition, le **Forum Teratec** bat les records d'affluence avec la participation de plus de 1300 professionnels venus assister aux sessions plénières, participer aux ateliers techniques et visiter l'exposition.
- Teratec est associé à la préparation et au lancement du **programme EuroHPC** qui sera la grande initiative structurante de la Commission Européenne sur la période 2018 - 2026.
- La 3^e 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 de la Simulation.
- Election du nouveau Conseil d'administration de Teratec lors de la **24^e Assemblée générale** de Teratec le 6 juillet 2017, nomination de son nouveau Président, Christian Saguez et intervention d'Hervé Meteyer et Gary Norden, Direction Générale des Entreprises (Ministère de l'Economie et des Finances) qui ont présenté deux initiatives européennes dans le domaine du HPC, **IPCEI** et **EuroHPC**, mises en place pour construire l'EDI (European Data Infrastructure).
- Une demi-douzaine de journalistes d'**InfoPro Digital**, premier groupe français d'information et de services professionnels, représentant l'hebdomadaire **L'Usine Nouvelle** et le site **L'Usine Digitale**, sont venus en octobre à la rencontre de Teratec, du CEA et des entreprises hébergées sur le Campus Teratec. Quelques jours plus tard, une délégation d'une douzaine de **dirigeants des instances européennes** (Commission européenne, Parlement européen, Conseil européen...) a visité le Campus Teratec et le TGCC.
- Le Projet ITEA **COLOC** (The COncurrency and LOcality Challenge), démarré en juillet 2014, s'est terminé en novembre 2017 avec succès. Réunissant des acteurs majeurs du HPC fortement motivés, ce projet a relevé une grande partie des défis liés à la localité des données dans les infrastructures HPC modernes.
- **Adhésion** à Teratec de dix nouveaux membres, entreprises industrielles, technologiques, PME et universités.

2 Vie de l'association

Le bureau de Teratec, élu lors de l'Assemblée Générale du 6 juillet 2017 :

- *Président*..... Christian SAGUEZ, *CYBELETECH*
 - *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 AGGLOMERATION* représenté par Olivier LEONHARDT
 - *CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'ESSONNE* représenté par Patrick IMBERT
 - *CS SI* représenté par Ghassan AZAR
 - *DASSAULT AVIATION* représenté par Gérard POIRIER
 - *DISTENE SAS* représenté par Laurent ANNÉ
 - *EDF* représenté par Stéphane TANGUY
 - *ESI-Group* représenté par Argiris KAMOULAKOS
 - *HEWLETT PACKARD ENTERPRISE* représenté par Frédéric LEONETTI
 - *INTEL* représenté par Jean-Laurent PHILIPPE
 - *NUMTECH* représenté par Pierre BEAL
 - *SAFRAN* représenté par Pierre GUILLAUME
 - *UNIVERSITE DE VERSAILLES-SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES* représenté par William JALBY
-

L'équipe Teratec :

- Hervé MOUREN - *Directeur*
 - Jean-Pascal JÉGU - *Directeur des opérations*
 - Karim AZOUM - *Directeur des programmes*
 - Maïke GILLIOT - *Chef de projet*
-

Teratec compte 92 membres à la date du 31 décembre 2017

→ Industriels utilisateurs

AIR LIQUIDE
AIRBUS
AIRBUS GROUP
ARCELORMITTAL
CEA
CGG
DASSAULT AVIATION

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE
FAURECIA
L'OREAL
MICHELIN
SAFRAN
TOTAL

→ Entreprises technologiques

2CRSI
ACTIVEEON
ALINEOS
AS+ GROUPE EOLEN
ALLINEA SOFTWARE
ALTAIR ENGINEERING
ALTRAN
ALYOTECH
ANEO
ANSYS
ATEMPO / ASG TECHNOLOGIES
ATOS
BRIGHT COMPUTING
CADLM
CARRI SYSTEMS
CENAERO
CLUSTERVISION
CS SI
COMSOL
CRAY COMPUTER
CYBELETECH
DDN STORAGE
DELL
DISTENE
EMG2
ENGINSOFT
ESI GROUP
FUJITSU

HEWLETT-PACKARD ENTERPRISE
IBM
INTEL
INTERFACE CONCEPT
KITWARE
MATHWORKS
MELLANOX TECHNOLOGIES
MICRO SIGMA
NEC
NICE SOFTWARE
NOESIS SOLUTIONS
NUMECA INTERNATIONAL
NUMSCALE
NUMTECH
NVIDIA
OPENTEXT
OPTIS
PANASAS
PARATOOLS
PNY
QUASARDB
REFLEX CES
SCALITY
SEAGATE TECHNOLOGY
SOGETI HIGH TECH
TELLMEPLUS
TOTALINUX
TRANSTEC

→ Enseignement et Recherche

ANDRA
CENTRALESUPELEC
CERFACS
CNRS
CSTB
ENS DES MINES DE PARIS
ENS DE CACHAN
ECOLE POLYTECHNIQUE
ECOLE SUPERIEURE
D'INGENIEUR LEONARD DE VINCI
GENCI

GENOPOLE
IFP ENERGIES NOUVELLES
INRIA
INSTITUT MINES-TELECOM
NAFEMS
ONERA
UNIVERSITE DE REIMS
CHAMPAGNE-ARDENNE
UNIVERSITE DE VERSAILLES
ST-QUENTIN-EN-YVELINES

→ Collectivités locales

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

Nouveaux membres en 2017



3 Programmes et Initiatives

SiMSEO : Programme d'accompagnement des entreprises à l'usage de la simulation numérique

SENSIBILISER – ACCOMPAGNER – DÉPLOYER



Les nouvelles technologies, les nouveaux usages, ainsi que toutes les exigences liées à la maîtrise des risques et aux réductions des délais et des coûts, obligent nos TPE et PME à revoir leur manière de concevoir et de produire, en déployant des stratégies numériques. Si certaines PME ont déjà entamé leur transition, d'autres se posent des questions quand à l'adoption de ces nouvelles technologies dans leur métier : Quels logiciels, quelles compétences, quelle organisation, quel financement ?

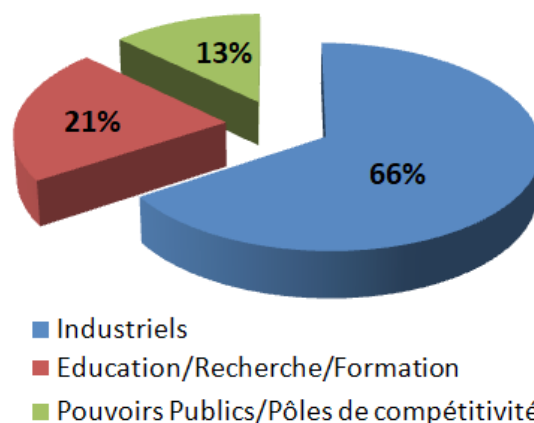
C'est pour répondre à ces questions que nous avons lancé SiMSEO : le programme d'accompagnement des industriels à l'usage de la simulation. L'objectif est d'aider les TPE et PME à accélérer leur transition numérique afin d'utiliser des outils de simulation pour améliorer leurs performances et résultats. SiMSEO est un programme national centré sur la sensibilisation, la formation, l'accompagnement technique par le biais d'offres de services sectorielles et sur mesure. Notre objectif est de rendre plus accessibles les outils de simulation numérique aux TPE et PME afin d'en accélérer leur usage. Ce programme financé dans le cadre du **Programme Investissements d'Avenir** est coordonné par Teratec et **Genci**.

**200 ENTREPRISES SENSIBILISÉES EN 2017 :
18 SESSIONS DE SENSIBILISATION DANS 18 VILLES**

En 2017, SiMSEO a organisé **18 sessions de sensibilisation** dans **18 villes de France** et a sensibilisé plus de **200 sociétés** aux enjeux, aux technologies et usages de la simulation numérique appliquée aux secteurs de l'ingénierie manufacturière et du BTP. Lors de ces sessions SiMSEO apporte les éléments clés aux dirigeants d'entreprises afin de les aider à comprendre, utiliser et intégrer au sein de leurs entreprises, les outils numériques les plus adaptés à leurs besoins. Des retours d'expériences de PME sont mis en avant. Nous présentons également les trois volets du programme (Formation, Offres de service sectorielles, Accompagnement de proximité) ainsi que l'aide financière dont elles peuvent bénéficier. Les participants sont essentiellement des industriels.

En 2 ans SiMSEO a rencontré plus de **460 sociétés dans 35 villes de France** et les a sensibilisé aux enjeux, aux technologies et aux usages de la simulation numérique appliquée à leur métier. En 2018, SiMSEO continuera son déploiement et organisera une vingtaine de sessions de sensibilisation dans toutes les régions de France.

Typologie des entreprises et organismes sensibilisés en 2017





FORMATION À L'USAGE DE LA SIMULATION ET À SON DÉPLOIEMENT

Le premier module de formation intitulé « Transformation digitale et mise en place d'un outil de simulation numérique » a été déployé par notre partenaire l'IRT SystemX et est opérationnel depuis avril 2017, avec un référencement **Datadock**. Cette formation généraliste centrée sur la simulation numérique, apporte les éléments clés sur l'organisation et la structuration de la transition numérique et son déploiement dans l'entreprise.

Module : Transformation digitale et mise en place d'un outil de simulation numérique

- Apports du numérique et de la simulation dans un projet d'entreprise
- L'intérêt commercial et la Proposition de Valeur
- Modèle opérationnel et performance
- Construction de votre projet d'entreprise
- Feuille de route à un an de votre projet

- Mise en application sur votre cas
- Préparation au cahier des charges
- Vérification de la cohérence de votre feuille de route



Référencement Datadock

Dirigeants / Comité Exécutif
Travaux sur cas personnes présentes

Livrables

- Slides
- Document auto-administré amenant à un autodiagnostic

Entre 3 et 5 PME's par session

Dirigeants / Comité Exécutif

Travaux sur cas dédié à un projet d'une PME

2016	
Lieu	Date
Evry	24/05/2016
Paris	16/06/2016
Palaiseau	28/06/2016
Palaiseau	29/06/2016
Strasbourg	05/07/2016
Méaulte	22/09/2016
Bordeaux	27/09/2016
Meaux	27/09/2016
Pau	28/09/2016
Bidart	28/09/2016
Toulouse	29/09/2016
Rennes	19/10/2016
Mulhouse	08/11/2016
Caen	09/11/2016
Le Mans	15/11/2016
Orléans	17/11/2016
Grenoble	22/11/2016
Grenoble	22/11/2016
Montpellier	29/11/2016
Villepinte	07/12/2016
Villepinte	08/12/2016
Nancy	08/12/2016
Sophia Antipolis	13/12/2016
Toulon	13/12/2016
Marseille	13/12/2016
Reims	15/12/2016

2017	
Lieu	Date
Mirecourt	16/02/2017
Méaulte	02/03/2017
Rouen	30/03/2017
Metz	04/04/2017
Nogent	12/04/2017
Bellignat	11/05/2017
Laval	16/05/2017
Nantes	16/05/2017
Laon	23/05/2017
Brest	07/06/2017
Carros	13/06/2017
Mulhouse	15/06/2017
Lille	29/06/2017
Marignane	21/09/2017
Toulon	21/09/2017
Strasbourg	26/09/2017
Auxerre	28/09/2017
Pau	19/10/2017

LES OFFRES DE SERVICE SECTORIELLES :

« Les offres de service sectorielles » permettent d'assurer l'accès des TPE et PME aux outils de simulation numérique, à la réalisation de projet pilote et à la formation à l'usage, 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 10 K€. Deux secteurs applicatifs particulièrement demandeurs et matures ont été ciblés :

- Secteur des industries du bâtiment qui vit en ce moment une révolution avec l'arrivée de la maquette numérique
- Secteur de la mécanique et de l'industrie manufacturière où les entreprises ont besoin d'être accompagnées rapidement dans leur transition numérique

En 2017, dans ces deux secteurs, nous avons lancé des appels à proposition et mis en place les offres de service labellisées.

→ 25 OFFRES DE SERVICE DE SIMULATION DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT POUR LES ARCHITECTES ET BUREAUX D'ÉTUDES

Depuis novembre 2017, en étroite collaboration avec le **PTNB**, **UNSFA** et **CINOV**, **SiMSEO** a déployé **25 offres** de service de simulation numérique dédiées au bâtiment pour les **architectes et les bureaux d'études**. Ces offres de service, intégrant diagnostic, réalisation de projet pilote, logiciel, et formation à l'usage, sont centrées autour de **5 domaines prioritaires** :

- Structure
- Éclairage
- Énergie
- ACV (Analyse du cycle de vie)
- Acoustique



En 2 mois seulement, SiMSEO avait déjà accompagné **65 PME** en France (Architectes et Bureaux d'Études) à s'équiper et à se former à l'usage de la simulation par le biais de nos offres de service. Cet engouement démontre que les entreprises du BTP accélèrent leur transition numérique, en se faisant accompagner pour intégrer des outils de simulation tout en se formant à l'usage. Cette très forte dynamique montre que le BTP est en mutation, à la recherche des technologies de simulation adaptées à leur métier leur permettant d'apporter optimisation et performance à leurs clients.

Un catalogue des offres de service du BTP a été mis en place avec le parrainage des organismes professionnels représentatifs du secteur : **PTNB**, **UNSFA** et **CINOV**.

→ 52 OFFRES DE SERVICE DE SIMULATION DANS LE DOMAINE DE L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE

Depuis décembre 2017, nous déployons 52 offres de service de simulation numérique dédiées au secteur de la mécanique et de l'industrie manufacturière. Ces 52 offres de service intègrent diagnostic, réalisation de projet pilote, logiciel, et formation à l'usage. Elles couvrent les domaines de la conception et de la fabrication.

Conception : Dimensionnement, conception et optimisation

- > Systèmes mécaniques (pièces, outillages et systèmes)
 - Mécanique : assemblages soudés, boulonnés et vissés, tenue, vibrations, réduction de masse
 - Cinématique : dispositifs articulés
 - Fluide : Formes et écoulements / CFD
 - Thermique: Transfert...

> Les polymères et élastomères

Fabrication

- > Les procédés de production: fonderie, emboutissage, soudage, usinage
- > Les procédés d'injection plastique
- > Les procédés de fabrication additive
- > Les flux logistiques ou de production

Un catalogue des offres de service de la mécanique et de l'industrie manufacturière sera édité en 2018. Les premiers clients pourront donc bénéficier de ces offres dès janvier 2018.

À PROPOS DE SIMSEO :

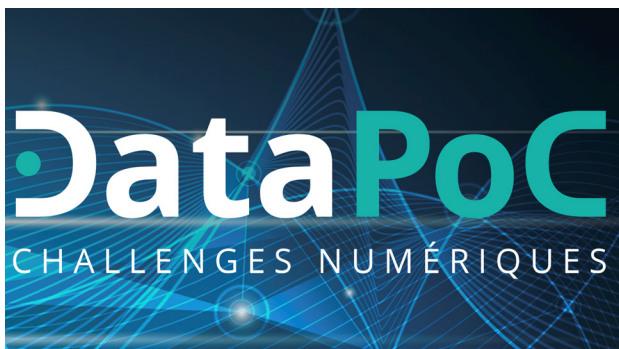
Dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'Intérêt « Diffusion de la simulation numérique dans l'industrie » du Programme Investissements d'Avenir, le Commissariat Général aux Investissements a confié à Teratec et Genci la mise en œuvre du programme SiMSEO permettant de diffuser l'usage de la simulation au sein des petites et moyennes entreprises au niveau national.

Retrouvez toute l'actualité de SiMSEO sur : www.simseo.fr

Avec le soutien de :



DataPoC : 10 Challenges Numériques, 10 PoC, 10 Lauréats



Dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'intérêt « Challenges Numériques » du Programme Investissements d'Avenir, le **Commissariat Général aux Investissements** a confié à Teratec la mise en œuvre, l'animation, le lancement et le suivi de 10 challenges numériques. Cette initiative a pour objectif de favoriser l'**open innovation** entre les grandes entreprises confrontées à des enjeux numériques et les Start-up ou PME fournisseurs de technologies innovantes. Ces défis visent à faire émerger des solutions de rupture et aboutiront à la réalisation d'une preuve de concept « PoC » qui serviront de première référence aux lauréats sélectionnés en leur permettant d'accéder plus rapidement au marché.

Teratec en partenariat avec ses sponsors applicatifs : **Airbus Safran Launchers, Alstom, Axereal, GE, Gemalto, Noriap**, et son partenaire technologique **Intel**, ont lancé 10 challenges numériques, dans les domaines technologiques du Big data, objets intelligents, prototypage et impression 3D, multitude et approches centrées utilisateurs. Ces challenges couvrent les grands secteurs applicatifs de : Ville et systèmes urbains, Agroalimentaire, Industrie manufacturière et Sécurité.



LES 10 CHALLENGES :

• Ville et systèmes urbains : Domaine de l'énergie

- > #1 : Outil d'aide à la décision à l'estimation d'un potentiel de flexibilité. (**General Electric**)
- > #2 : Outil de prévision multi-échelles temporelle et spatiale. (**General Electric**)

> #3 : Outil d'analyse multi-échelles spatiale et temporelle supportant le couple "agrégation - désagrégation". (**General Electric**)

• Ville et systèmes urbains : Domaine du transport

- > #4 : Simuler le taux de disponibilité opérationnel d'un système de transport urbain complexe. (**Alstom**)
- > #5 : Processus permettant de fiabiliser l'analyse de scène à partir d'une source vidéo. (**Alstom**)

• Industries agroalimentaires

> #6 : Réalisation d'un outil de simulation et prévision de quantité et qualité des récoltes de blé (**Noriap**)

> #7 : Réseaux de capteurs et technologies de l'internet des objets. (**Axereal**)

> #8 : Système applicatif décentralisé de consolidation et d'ajustement de la fertilisation azotée. (**Axereal**)

• Industries manufacturières

> #9 : Evaluation rapide et optimisation de la « printability » d'une pièce en fabrication additive métallique. (**Airbus Safran Launchers**)

• Sécurité

> #10 : Solution de gestion sécurisée de biens physiques. (**Gemalto**)

LANCEMENT DES 10 CHALLENGES :

Le 2 mars 2017, Teratec rassemblait, dans les locaux de Bpifrance, 150 start-up afin de lancer 10 challenges et le 18 avril 2017, 10 Lauréats étaient déjà sélectionnés pour financement. En quelques mois, 10 start-up mettaient en œuvre leur PoC autour du Big Data et de l'IA dans des domaines variés avec de prestigieux sponsors.



LES 10 LAURÉATS :

Sur les 33 dossiers reçus à cet appel à Challenges Numériques, le comité de sélection du programme DataPoC a désigné 10 lauréats sur la base des critères de sélection définis dans le règlement général des challenges numériques de DataPoC. Ces 10 Lauréats ont environ 12 mois pour réaliser leur PoC en proposant des solutions innovantes :

<p>#1 Outil d'aide à la décision à l'estimation d'un potentiel de flexibilité</p>	<p>#2 Outil de prévision multi-échelles temporelle & spatiale</p>
<p>#3 Outil d'analyse multi-échelles supportant le couple «agrégation -désagrégation»</p>	<p>#4 Simuler le taux de disponibilité opérationnel d'un système de transport urbain complexe</p>
<p>#5 Processus permettant de fiabiliser l'analyse de scène à partir d'une source vidéo</p>	<p>#6 Réalisation d'un outil de simulation et prévision de quantité, qualité des récoltes de blé</p>
<p>#7 Réseaux de capteurs et technologies de l'internet des objets</p>	<p>#8 Système décentralisé de consolidation et d'ajustement de la fertilisation Azotée</p>
<p>#9 Evaluation et optimisation de la printabilité d'une pièce en fabrication additive métallique</p>	<p>#10 Solution de gestion sécurisée de biens physiques</p>

LE PREMIER ATELIER TECHNIQUE DATA, IA & ARCHITECTURE :

Un atelier technique centré sur la Data, IA & Architecture, a été organisé par Intel le 13 octobre 2017 sur le Campus Teratec et a rassemblé une vingtaine de participants. Ce premier atelier a permis de donner une vue d'ensemble (technologies, workflow, Framework) du Machine Learning et du Deep Learning et d'aborder les choix d'architectures avec des experts Intel « Data Scientists » et « Architectes ». Cette première rencontre a également permis d'échanger sur les problématiques et besoins des lauréats afin de leur proposer des ateliers d'accompagnement spécifiques.

LA PREMIÈRE PREUVE DE CONCEPT :



See-d, la start-up Vannetaise lauréate du challenge #3, porté par **GE**, vient de finaliser son PoC en présentant ses résultats sur le développement d'IA destinée au pilotage des bâtiments intelligents pour en optimiser les performances énergétiques. Ces premiers résultats prometteurs vont être déployés prochainement.

Avec le soutien de :



Atelier Intel « IA & Architecture », 13 octobre 2017, Campus Teratec

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

Situé au cœur de l'Essonne, face au **Très Grand Centre de calcul du CEA (TGCC)**, le **Campus Teratec** rassemble sur un même site les éléments d'un écosystème entièrement dédié au calcul haute performance, à la simulation numérique et au Big Data avec une pépinière et un hôtel d'entreprises dont la vocation est de favoriser l'accueil et le développement de jeunes sociétés, avec des moyens et services mutualisés, 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...).

Campus Teratec

- Écosystème européen
- Simulation numérique et Big Data

TGCC

Très Grand Centre de Calcul du CEA

Pépinière & 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

Entreprises technologiques

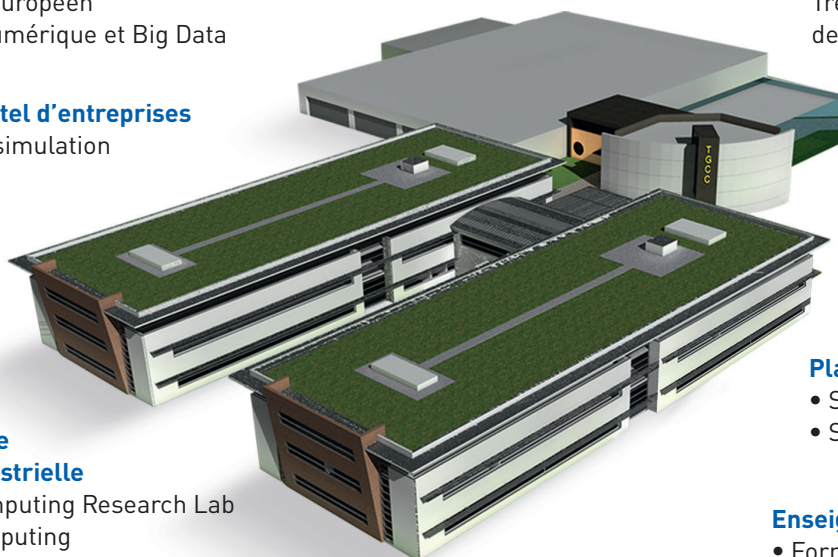
Constructeurs, éditeurs, offreurs de service

Plateformes de Services

- Savoir-faire simulation
- Savoir-faire métier

Enseignement & Formation

- Formations initiales
- Formations continues



Le Campus Teratec est le cœur de l'écosystème français du HPC, de la simulation numérique et du Big Data, tant pour l'industrie, que les sciences de la terre et de la vie

ou les services commerciaux. Mais c'est aussi un lieu où vivent et travaillent déjà près de 300 personnes.

La pépinière et l'hôtel d'entreprises

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

Ainsi, des sociétés, organismes et laboratoires comme **AS+ Groupe Eolen, Atem, CESIMat, Clustervision, Cybeletech,**

Distene, Egis, ETP4HPC, FullScale, Mantenna Expertise, Microtrans, Numtech, Nvidia, Paratools, RTSolutions, Sema Software, Teratec et Wizyoo ont rejoint la Pépinière et ont trouvé en s'installant sur le Campus Teratec, des espaces aménagés et privatifs de bon standing (câblés-téléphonie), 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 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 couvriront 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 sur les architectures futures et les ordinateurs exaflopiques, sur la mise au point et la parallélisation des logiciels de simulation, sur 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.

→ **Intel** renforce sa présence sur le Campus Teratec par l'installation du laboratoire européen dédié au développement de solutions **Big Data**.

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

Plateformes de service

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 auront pour objectif d'aider les entreprises d'un secteur déterminé à réaliser leurs travaux de conception et de simulation.

Elles fourniront 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 seront 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 » seront également proposées en fonction des besoins des entreprises.



© CEA/CADAM



© CEA/CADAM

La vie sur le Campus Teratec

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.

La première étape a consisté en l'élaboration d'une stratégie de développement du Campus Teratec selon 4 axes :

- Développement des relations inter-entreprises dans le Campus Teratec pour favoriser les synergies nécessaires et 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

Fin 2017, certaines de ces pistes ont déjà été amorcées avec la réalisation d'une première réunion de prise de connaissance, la constitution d'un groupe de travail pour l'animation du Campus Teratec constitué de représentants des sociétés **Intel, Bull-Atos et Mantenna**, une réflexion sur la fourniture de nouveaux services aux collaborateurs du Campus Teratec mais également au personnel du **CEA**, la création d'une newsletter dédiée aux activités

sur le Campus Teratec et diffusée sur les fichiers de Teratec (18 000 contacts). Autant d'actions appelées à se développer en 2018...

Les Ateliers Formation Teratec

Ces ateliers, animés par des membres de Teratec, ont pour objectifs de présenter leurs dernières innovations, de donner des cas concrets de leur utilisation dans un contexte industriel et d'accompagner les participants dans leurs prises en main.

C'est également un moment de rencontres et d'échanges de la communauté Simulation et Big Data au sein de l'écosystème de Teratec.

Visites de représentants industriels et de délégations étrangères

Tout au long de l'année, des visites de la Technopole Teratec ont été organisées en particulier à l'occasion de séminaires organisés dans le **TGCC du CEA** ou de réunions stratégiques sur le Campus Teratec.

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 Technopole Teratec.

Séminaires d'Informatique Haute Performance

Le principal objectif de ces séminaires est de mettre en relation et favoriser les échanges entre les différents



Octobre 2017 - Les instances européennes en visite sur le Campus Teratec

Une délégation des instances européennes a visité en octobre 2017 un certain nombre d'entreprises et d'organismes français au fait des technologies numériques. À cette occasion, cette délégation a visité le Campus Teratec et le Très grand centre de calcul (TGCC).

Lors de sa venue au Campus Teratec, cette délégation d'une douzaine de dirigeants des instances européennes (**Commission européenne, Parlement européen, Conseil européen...**), emmenée par *Mario Campolargo*, Directeur Général Adjoint de la Direction générale de l'informatique (DIGIT) de la Commission européenne, a eu le droit à une présentation de Teratec et de ses programmes nationaux et européens dans le domaine du calcul haute performance. Elle a été suivie par une présentation du **CEA** sur sa stratégie française en termes de HPC. Plusieurs entreprises hébergées sur le Campus Teratec (**Atos, Intel, CEA/CESIMat, Cybeletech**) ont présenté ensuite leurs activités. Pour terminer, la délégation a visité les supercalculateurs du Très grand centre de calcul (**TGCC**) du CEA.

Plusieurs journalistes des rédactions de L'Usine Nouvelle et de L'Usine Digitale sont venus rencontrer Teratec sur son site de Bruyères-le-Châtel.

Quelques jours avant la venue de la délégation européenne, une demi-douzaine de journalistes d'InfoPro Digital, premier groupe français d'information et de services professionnels, représentant l'hebdomadaire *L'Usine Nouvelle* et le site *L'Usine Digitale* ont visité le Campus Teratec et le TGCC et ont rencontré certaines entreprises et laboratoires installés sur le Campus.

acteurs dans les domaines du HPC sur le Campus Teratec, ainsi que les partenaires industriels et universitaires. Une vingtaine de séminaires ont été organisés en 2017.

Communication du Campus Teratec

La promotion pour le développement du Campus Teratec a été assurée toute l'année grâce à l'animation d'un site internet spécifique (www.campus-Teratec.com), la diffusion de newsletters, 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.

Elaboration de nouvelles grandes initiatives industrielles au cœur du Campus Teratec

La mise en place d'initiatives importantes réunissant des grands industriels, des offreurs de technologie, et des centres de recherche, représente aujourd'hui l'un des axes prioritaires pour le développement des activités du Campus Teratec.

Ces projets porteront sur des domaines pour lesquels les besoins en simulation numérique sont forts, ils permettront d'implanter et de développer à Teratec des compétences exceptionnelles, indispensables pour les nouvelles applications des prochaines années. Les équipes constituées sur le campus en démultiplieront les savoir-faire et la notoriété.

Différents axes sont en cours de discussion. Parmi ceux-ci on peut citer de manière non exhaustive :

Systèmes autonomes

Les besoins en simulation numérique nécessaires notamment pour le développement des véhicules autonomes 4D sont considérables. Par exemple, il est nécessaire de réaliser plusieurs milliards de kilomètres d'essais dont un grand nombre pourrait faire l'objet de simulations dont l'importance et la complexité croissent avec le nombre d'éléments à prendre en compte, capteurs, conditions, infrastructures, modèles, ...

L'extension vers les systèmes autonomes, navals, ferroviaires, aériens rend encore plus nécessaire le développement et la maîtrise grâce à la simulation de toutes les composantes de ces systèmes.



Si vous ne pouvez pas lire ce message au format html, veuillez cliquer ICI

CAMPUS TERATEC® 91
BRUYERES-LE-CHATEL
ESSONNE | Décembre 2017

Découvrez le Campus Teratec

Le Campus Teratec est le cœur de l'écosystème français du HPC, de la simulation numérique et du Big Data, tant pour l'industrie, que les sciences de la terre et de la vie ou les services commerciaux. Mais c'est aussi un lieu où vivent et travaillent déjà près de 300 personnes. C'est pourquoi, afin d'animer cette communauté, nous avons décidé de publier régulièrement un newsletter dont voici le premier numéro.

Vous y trouverez un descriptif sur ce que le Campus et sa pépinière hôtel d'entreprises peuvent vous apporter que vous soyez un start-up, une petite entreprise en devenir ou déjà un grand acteur de ces domaines. Mais aussi des nouvelles sur la vie quotidienne du Campus : comptes-rendus des derniers événements qui y ont eu lieu ; interviews de responsables d'entreprises, nous expliquant leurs activités et leur intérêt pour le Campus ; etc.

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...).

C'est la certitude pour vous d'y trouver une synergie qui vous aidera à développer vos activités.

Rejoignez nous.

© CCEA

© Sotex

© Alis

Rejoignez la pépinière d'entreprises du Campus Teratec

Vous avez une idée géniale dans le domaine du HPC, de la simulation ou du Big Data, votre business model est viable, mais vous êtes empêtrés dans des problèmes logistiques. C'est peut-être le moment de vous intéresser à ce qu'une pépinière hôtel d'entreprises peut vous apporter au quotidien.

[Lire la suite >>>](#)

AS+ Groupe Eolen veut être au cœur de l'écosystème HPC

Béatrice Bréivet, Directrice Pôle HPC d'AS+ Groupe Eolen, nous explique pourquoi sa société est implantée sur le Campus Teratec et les avantages qu'elle y voit pour développer ses activités en synergie avec d'autres résidents.

[Lire la suite >>>](#)

L'équipe Mobull sur le Campus Teratec

Après les équipes Extreme Factory et Services HPC d'Atos, c'est désormais au tour de l'équipe Mobull d'Atos de prendre ses quartiers sur le Campus Teratec. Mobull est une solution ingénieuse de Data Center intégrée dans un container. Cette solution sur mesure lancée par Bull et Serveware en 2009 équipe des dizaines d'organisations en France et dans le monde.

[Lire la suite >>>](#)

© Sotex

© Altair SystemConcept TopThreeQuarter

© Bull-JACO - Image Credit STTC

ParaTools promeut deux technologies réseau et runtime novatrices

ParaTools a organisé le 9 novembre dernier un atelier sur le Campus Teratec autour de deux technologies françaises et singulières en plein essor dans le domaine du Calcul Haute Performance : le runtime MPC et son implémentation MPI thread-based ; les réseaux rapides basés sur Portals 4.

[Lire le compte-rendu >>>](#)

Altair démontre son offre HPC dans le Cloud

Le 30 novembre dernier a eu lieu sur le Campus Teratec un atelier consacré aux nouvelles solutions Cloud pour la simulation numérique et le HPC, proposées par Altair. Il a réuni une vingtaine de participants issus de différents secteurs qui ont échangé fructueusement lors des différentes présentations.

[Lire le compte-rendu >>>](#)

Le portail HPC web XCS d'Atos facilite l'accès au Deep Learning

Le nouveau portail HPC web "Bull Extreme Factory Computing Studio (XCS)" d'Atos est déjà installé dans de nombreux centres de calcul pour faciliter le contrôle des travaux de simulation numérique et l'accès aux ressources HPC. Il est maintenant également utilisé pour faciliter l'accès au Deep Learning.

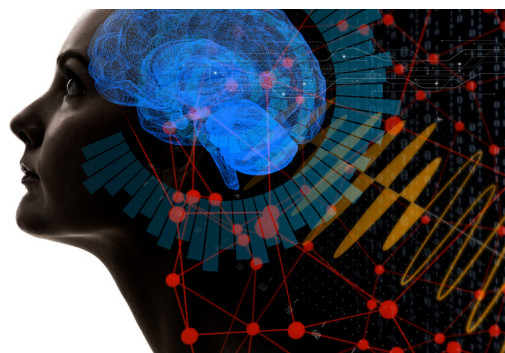
[Lire la suite >>>](#)

comme objectif de réduire d'un facteur 100 les temps de résolution. Et dans ces conditions, au-delà de l'indispensable optimisation des algorithmes et accroissement des moyens de calcul, il est maintenant nécessaire d'intégrer les technologies du Machine Learning afin de mieux tirer profit de l'expérience.

Groupe de recherche et d'expérimentation dans le domaine du calcul quantique

L'évolution des technologies développées pour les simulations numériques, par exemple dans le domaine des géosciences, montre que les besoins en calcul devraient augmenter de façon considérable, de 1 à 2 ordres de magnitude par rapport à la puissance installée aujourd'hui.

Dans ce cadre, il est important d'explorer en détail les capacités potentielles offertes par le calcul quantique et les modalités de leur mise en œuvre dans des secteurs tels que la propagation des ondes, l'imagerie sismique.



Ressources naturelles

La gestion, et la protection des ressources naturelles sont un enjeu critique. Parmi les domaines concernés on retrouve par exemple l'air, l'eau, les sols et terres agricoles et sylvicoles, les espaces maritimes... Ces sujets sont indispensables dans le cadre du développement durable et la prévention des risques.

Avant-Projet et Simulation numérique

Dans la phase d'avant-projet l'usage des technologies HPC et HPDA va être de plus en plus indispensable. Comment élaborer de façon efficace un nouveau système, à partir d'une base de connaissance intégrant l'excellence des outils métiers et l'innovation tout en prenant en compte toutes les contraintes futures de la conception, à la réalisation et du suivi.

UNE NOUVELLE EQUIPE ATOS SUR LE CAMPUS TERATEC

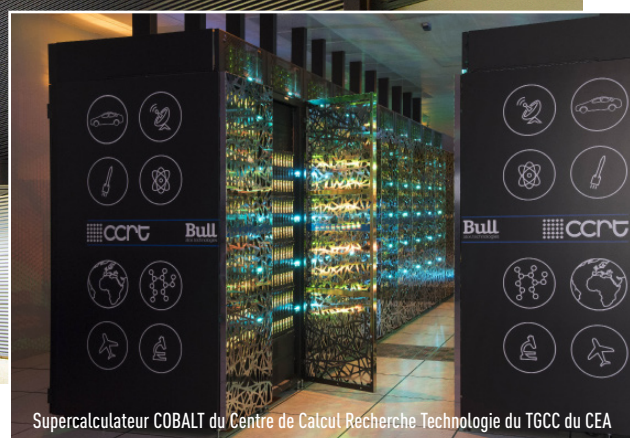
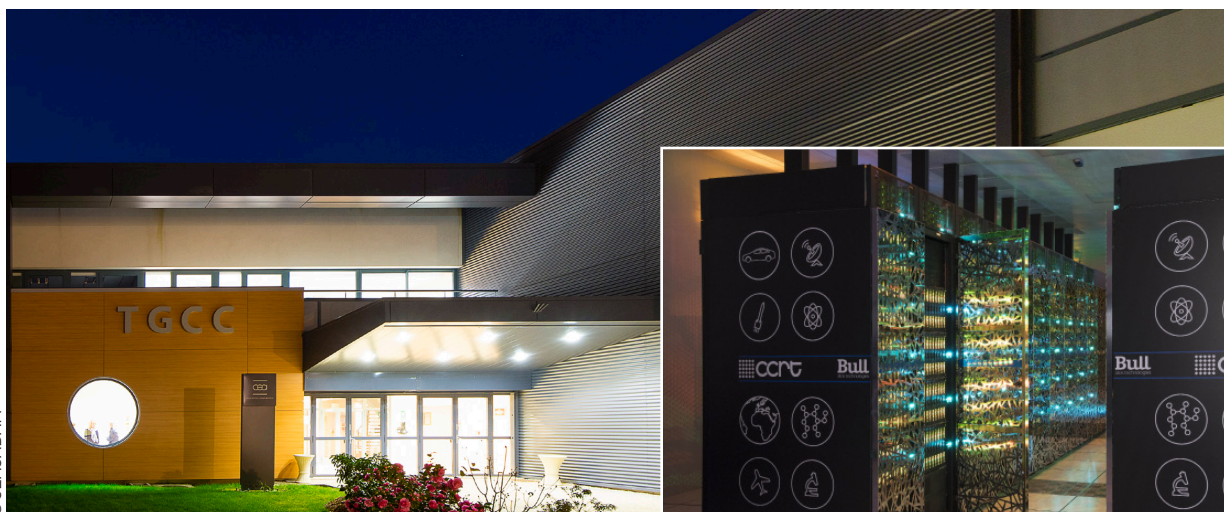
Après les équipes **Extreme Factory** et Services HPC d'**Atos**, c'est désormais l'équipe **Mobull** d'Atos qui a pris ses quartiers sur le Campus Teratec. Mobull est une solution ingénieuse de data center intégré dans un container. Cette solution sur mesure lancée par **Bull** et **Serviware** en 2009 (déjà !) équipe des dizaines d'organisations en France et dans le monde (Brésil, République Tchèque, Belgique, Afrique...).

Un Mobull est un container de type marine en acier de six ou douze mètres de long. Tout le savoir-faire de l'équipe Mobull consiste à mettre en œuvre des technologies simples et robustes pour aménager ce container en fonction des besoins du client, afin d'en faire un Data Center éco-efficace. Cela nécessite des compétences pointues à la fois en matière de technologies de haute performance, de refroidissement d'équipements informatiques et d'aménagement de Data Center.

Mobull permet de mettre en œuvre rapidement une nouvelle salle informatique, en s'affranchissant des

contraintes liées à la construction d'une salle informatique « en dur ». En outre, l'équipe Mobull implémente la solution de refroidissement optimale en fonction du matériel retenu, de la localisation géographique, et de toute autre contrainte du client. Free cooling, Direct Liquid Cooling, porte arrière refroidissante... tout est possible puisqu'on part de zéro.





Supercalculateur COBALT du Centre de Calcul Recherche Technologie du TGCC du CEA

TGCC - Très Grand Centre de calcul du CEA

Situé face au Campus Teratec avec lequel il constitue la Technopole Teratec, le **TGCC** est une infrastructure capable d'héberger des supercalculateurs parmi les plus puissants du monde. Elle a été dimensionnée 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 **Curie** - tout en offrant une flexibilité pour d'autres usages comme l'hébergement d'autres types d'équipements informatiques - tel ceux de l'**Inra**.

En 2017, le TGCC a fait peau neuve au niveau de son environnement de stockage global pour calculateurs HPC. Conçu dès sa création autour d'une architecture centrée sur les données, il propose, dès fin 2017, de nouvelles infrastructures de stockage haute performance. Il sera ainsi prêt pour l'arrivée du nouveau calculateur, successeur de Curie. Ce dernier, d'une puissance de calcul crête d'environ 9 Pflop/s, financé par **GENCI** et fourni par **Atos/Bull** est en cours d'installation au TGCC. Il devrait être accessible pour des grands challenges courant avril 2018.

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 Technopole 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.

En 2017, l'**IRSN** - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire - ainsi que l'**ONERA** ont rejoint le cercle des partenaires du CCRT. Il compte aujourd'hui 16 membres (industrie et recherche) : **ArianeGroup**, **EDF**, **IFPEN**, **Ineris**, **IRSN**, **L'Oréal**, **ONERA**, **Safran Aero Boosters**, **Safran Aircraft Engines**, **Safran Helicopter Engines**, **Safran Tech**, **Synchrotron Soleil**, **Thales**, **Thales Alenia Space**, **Technicatome**, **Valeo**, auxquels s'ajoutent trois directions opérationnelles du **CEA** (recherche fondamentale, énergie nucléaire, applications militaires).

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 de l'**Inra**. Une première tranche a été installée en 2015, puis une seconde en 2017 dans des salles informatiques reconfigurées pour l'**Inra**.



L'équipe du TGCC dans la salle des Supercalculateurs du TGCC



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

Rejoignez-nous!

5 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 2017.

Quelques exemples de projets en cours de développement ou terminés en 2017 :

- **ANTAREX** : AutoTuning and Adaptivity appRoach for Energy efficient eXascale HPC systems
- **CAVIAR** : Calcul VibroAcoustique linéAire
- **COLOC** : The COncurrency and LOcality Challenge
- **DYNAMICITY** : La modélisation des choix individuels au service d'un territoire responsable
- **EoCoE** : Energy Oriented Center Of Excellence for computing applicationse
- **ELCI** : Environnement Logiciel pour le Calcul Intensif
- **ESCAPE** : Energy-efficient Scalable Algorithms for Weather Prediction at Exascale
- **ESiWACE** : Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe
- **EVE** : Développement d'un logiciel innovant d'aide à la décision pour diminuer les apports d'eau à la parcelle agricole
- **FAIRCITY** : Mise au point d'un service de simulation 3D à haute résolution de la qualité de l'air
- **GEOLYTICS** : Plateforme d'analyse et de prévision des besoins et des intentions de déplacements multimodes sur l'ensemble du territoire métropolitain
- **GRIOTE 2** : Intégration de données biologiques à très grande échelle
- **ICARUS** : Intensive Calculation for AeRo and automotive engines Unsteady Simulations
- **INCAS** : Innovation de concepts atténuateurs
- **INTERWINE** : Programming Model INTeroperability ToWards Exascale
- **MACH** : MAssive Calculations on Hybrid systems
- **MONT-BLANC** : European Approach Towards Energy Efficient High Performance
- **OPTIDIS** : Optimisation d'un code de dynamique des dislocations
- **POP** : Performance Optimization and Productivity
- **RetinOptIC** : Dépistage massif automatisé de la Rétinopathie Diabétique
- **READEX** : Runtime Exploitation of Application Dynamism for Energy-efficient eXascale computing
- **RIHDO** : Radiomics and Integration of Heterogeneous Data in Oncology
- **SAGE** : StorAGe for Exascale Data Centric Computing
- **SMART AGRICULTURE SYSTEM** : Conception et développement d'un système de prévision de rendement et d'aide à la décision par modélisation dynamique au niveau parcellaire
- **SMICE** : Simulation Matériaux Industrie Calcul. Exaflop
- **VIPES** : Virtual Integrated Platform for Embedded System

Projet COLOC

THE CONCURRENCY AND LOCALITY CHALLENGE



Date de démarrage du projet : ITEA 2 – Call8

Durée du projet : 40 mois : juillet 2014 – octobre 2017

Labellisation : Systematic

PARTENAIRES : Atos-Bull (Coordinateur), Dassault Aviation, Efield AB, INRIA, Scilab Enterprises, FOI (Swedish Defence Research Agency), Teratec, UVSQ (Université de Versailles St-Quentin-en-Yvelines)

COLOC, un partenariat réussi !

Le Projet ITEA **COLOC** (The COncurrency and LOcality Challenge) démarré en juillet 2014 s'est terminé avec succès en octobre 2017. Réunissant des acteurs majeurs du HPC fortement motivés, ce projet a relevé une grande partie des défis liés à la localité des données dans les infrastructures HPC modernes, permettant ainsi aux applications de calcul intensif d'exploiter pleinement la puissance de ces systèmes à fort parallélisme et de plus en plus hétérogènes.

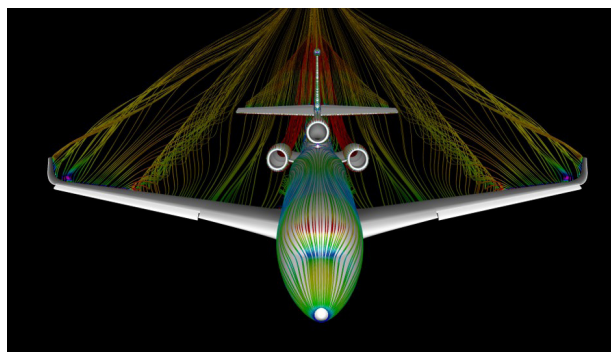
Un des principaux résultats des efforts de recherche effectués dans le cadre de ce projet par l'**INRIA Bordeaux** est de pouvoir maintenant modéliser avec le logiciel **Hwloc-Netloc** toute la complexité de l'infrastructure (nœuds de calcul et réseau d'interconnexion) d'une plateforme de calcul parallèle. Le modèle obtenu permet donc de visualiser la topologie de très grandes plateformes telles que la machine **CURIE** du **GENCI** (5 000 nœuds de calcul et 800 connecteurs réseau) ou la machine **Thianhe-2** (18 432 nœuds et 577 connecteurs réseau). De plus, une interface (API) a été développée pour fournir les informations de topologie aux outils de gestion des ressources tels que **SLURM** (adapté pour cela par **Bull**) et de gestion des tâches tels que MPI qui, connaissant les volumes de données échangées entre tâches, peuvent placer ces tâches de façon optimale pour réduire le coût de ces échanges.

Une autre avancée remarquable a été la poursuite du développement par **UVSQ** et **Dassault-Aviation** (DA) du mécanisme '**Divide & Conquer**', qui a permis de résoudre

les problèmes de localité des données et de synchronisation des tâches parallèles, et ainsi d'augmenter grandement la 'scalabilité' du solveur CFD **Aether** de DA. De plus l'implémentation asynchrone des échanges de données en utilisant **GasPI** (Global Address Space Programming Interface) a permis de diviser d'un facteur deux à quatre le temps des communications dans l'algorithme **MLFMM** (Multilevel Fast Multipole Method) utilisé dans le logiciel de simulation électromagnétique de DA. Tous ces résultats ont été démontrés sur des cas d'usage de taille industrielle et parfois à la limite des moyens actuels de simulation de DA.

Au niveau de l'infrastructure, les défis du Big Data et de l'Exascale ont conduit Bull à développer les **Proxy-IO**, une nouvelle approche pour traiter les entrées-sorties massives. Ce mécanisme permet à la fois de réduire les activités d'entrée-sortie sur les nœuds de calcul, donc d'augmenter la puissance de calcul, d'agréger les données transférées, d'augmenter la 'scalabilité', de faire de l'encryptage et de la compression, et de réduire de façon significative le temps de reprise suite à un incident.

Par ailleurs, UVSQ a enrichi **MAQAO**, son logiciel d'analyse et d'optimisation de performance, pour permettre de faire des diagnostics plus précis sur les problèmes d'accès aux données : impact de la latence, impact des mécanismes 'Out-of-Order', etc.

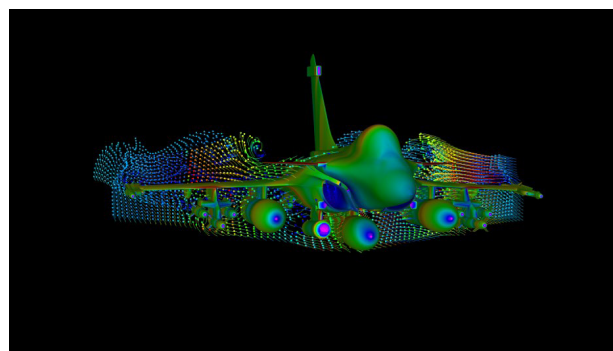


Lignes de flux à l'arrière du jet d'affaires F8X, en configuration d'atterrissage à basse vitesse, calculées par le logiciel de CFD. © Dassault Aviation

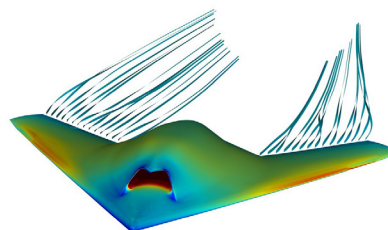
Pour sa part, notre partenaire suédois **ESI/Efield**, qui développe des logiciels de CEM (simulation électromagnétique), a également pu valider et mettre à profit les avancées décrites ci-dessus ainsi que la plateforme commune du projet : il a réussi à réduire le temps d'exécution de son algorithme MLFMM de 60 %, à multiplier par 3 la taille des problèmes traités, et l'application qui ne pouvait pas s'exécuter de façon efficace sur plus de 12 cœurs est maintenant capable d'exploiter une architecture distribuée de 240 cœurs. Des résultats similaires ont également pu être obtenus avec d'autres applications : possibilité de traiter des modèles 3 fois plus importants (30 millions d'inconnues) avec la méthode des éléments finis (FEM) pour la simulation d'un four micro-ondes destiné à polymériser des composites ; et réduction de 70 % du temps d'exécution d'un calcul de FDTD (résolution d'équations différentielles pour la simulation d'antennes). Tous ces développements sont désormais intégrés dans la version commerciale du logiciel '**CEM One**' qui reste ainsi très compétitive.

Autre défi posé par le comité ITEA : étendre les bénéfices des avancées du projet aux utilisateurs non-experts en HPC. C'est ce qu'a réussi à faire notre partenaire **Scilab** (intégré récemment au groupe ESI) en développant un Front-End web (une interface) qui permet aux utilisateurs qui utilisent le logiciel Scilab pour faire du calcul numérique de bénéficier via le Front-End des fonctions HPC du Scilab Cloud sans avoir à acquérir de compétences particulières en HPC. Ils peuvent ainsi par exemple facilement activer un logiciel de simulation de CFD, tirer profit du solveur MUMPS (mumps-solver.org) développé en partie par l'INRIA pour résoudre des problèmes complexes, et faire exécuter leurs calculs sur une plateforme parallèle puissante équipée de processeurs tels que les GPU via le module SciCUDA.

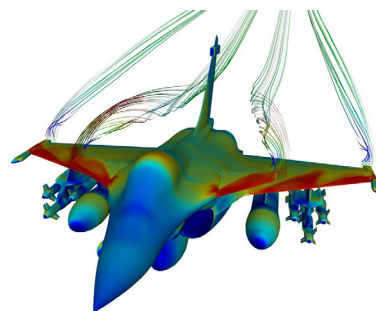
En résumé, le projet COLOC a permis de faire de grandes avancées dans la gestion de la localité des données, l'optimisation de l'usage des ressources des supercalculateurs, et l'efficacité des applications. Un nouveau pas a été franchi pour relever les défis de l'Exascale et des Big Data tout en facilitant l'accès de ces fonctions à un plus grand nombre d'utilisateurs. Lors de la revue finale du projet, les reviewers et les membres du bureau ITEA ont salué la réussite de ce projet, en particulier l'étroite coopération entre les labos et les industriels qui a permis aux partenaires industriels du projet (ATOS-Bull, Dassault Aviation, Scilab, ESI/Efield) d'intégrer rapidement les résultats dans leurs produits et d'en faire bénéficier leurs clients. ▶



Structures complexes du flux aérodynamique généré par un Rafale équipé de ses charges externes, calculées par un outil de CFD. Surface de distribution des lignes de flux et des vitesses (nombre de Mach). © Dassault Aviation



Analyse aérodynamique du démonstrateur du drone neuRONE réalisée en CFD. © Dassault Aviation



Structures complexes du flux aérodynamique généré par un Rafale équipé de ses charges externes, calculées par un outil de CFD. Zoom sur les principaux vortex, avec la surface de distribution des vitesses (nombre de Mach). © Dassault Aviation



Projet MONT-BLANC

Porteur : Atos / Bull

Appel à projets : Horizon 2020

Date de début du projet : Octobre 2015 (phase 3)

Durée du projet : 36 mois

Partenaires du projet : ARM, AVL, BSC, Bull/Atos, CRNS (Centre national de la Recherche Scientifique) / LIRMM, ETH Zurich, HLRS, Université de Cantabrie (Santander), Université de Graz, Université de Versailles Saint Quentin

Le projet **Mont-Blanc** a connu en 2017 une activité intense. La conférence de clôture de la phase précédente Mont-Blanc 2 en janvier a été l'occasion d'une annonce majeure, celle du choix du processeur **Arm 64-bit ThunderX2** de **Cavium** pour le prototype développé dans le cadre de Mont-Blanc 3. Ce prototype est installé dans le centre de recherche et développement d'**Atos** aux Clayes sous Bois, et comprendra à terme 48 nœuds de calcul, soit 96 processeurs Cavium® ThunderX2, ou 3000 cœurs. Il a été baptisé **Dibona**, d'après l'aiguille Dibona dans les Alpes françaises.

Bien que n'étant pas l'objectif final du projet Mont-Blanc, Dibona est un outil essentiel qui permettra aux partenaires du projet d'étendre leurs recherches, de valider les modèles de performance Mont-Blanc, et de mettre à l'épreuve la complétude et l'exploitabilité de la solution Mont-Blanc. La nouvelle la plus enthousiasmante concernant ce prototype est arrivée en juin : Dibona ne va pas rester à l'état de prototype, puisqu'Atos a décidé d'en faire un produit qui sera commercialisé au sein de sa gamme de supercalculateurs BullSequana, sous le nom de modèle **BullSequana X1310**.

En novembre, à l'occasion de la conférence **SC17** qui s'est tenue à Denver, Colorado, Mont-Blanc a eu l'honneur de recevoir un prix décerné par **HPCwire**, le site d'information spécialisé bien connu de la communauté HPC : prix de la rédaction pour la meilleure collaboration HPC (académie/ gouvernement/ industrie). Ce prix constitue



une reconnaissance de l'effort collectif et visionnaire des partenaires pour démontrer la viabilité de la technologie Arm pour le calcul haute performance, et pour développer l'écosystème logiciel HPC adapté aux processeurs Arm. En 2011, au tout début du projet Mont-Blanc, la vision des partenaires du projet était loin d'être partagée par tous. Mais la récente vague d'intérêt pour les processeurs Arm au sein de la communauté HPC a démontré la pertinence de l'approche Mont-Blanc.

Il est à noter que le BullSequana X1310 d'Atos dérivé du prototype Mont-Blanc a lui aussi été récompensé d'un prix **HPCwire**, le prix de la rédaction pour l'un des « 5 produits ou technologies à suivre ».

Tout au long de l'année, les partenaires du projet ont été présents sur de nombreuses conférences, avec des papiers scientifiques et des présentations invitées pour faire connaître les recherches et les avancées de Mont-Blanc. C'est ainsi que l'**Université de Cantabrie** et **BSC** ont vu leur papier scientifique « FlexVC : Flexible Virtual Channel Management in Low-Diameter Networks » récompensé par le prix du meilleur papier scientifique dans la session architecture, à la conférence **IPDPS** qui a eu lieu début juin à Orlando en Floride.

Plus d'informations : <http://montblanc-project.eu/> ou [@MontBlanc_Eu](https://twitter.com/MontBlanc_Eu)

1. Mont-Blanc 3 est un projet financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne aux termes de l'accord de convention n° 671697

2. Editors' Choice: Best HPC Collaboration (Academia/Government/Industry): Mont-Blanc, European R&D projects investigating a new type of energy-efficient computer architecture for HPC, leveraging Arm processor.

3. Editors' Choice award - Top 5 New Products or Technologies to Watch

Projet POP

PERFORMANCE OPTIMISATION AND PRODUCTIVITY
A CENTER OF EXCELLENCE IN COMPUTING APPLICATIONS



Programme : EU H2020

Call : e-Infrastructures EINFRA-2015-1

Durée du projet : 30 mois : octobre 2015 – mars 2018

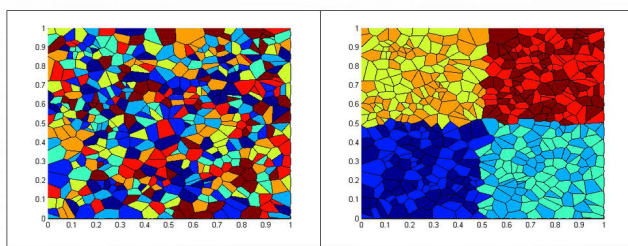
PARTENAIRES : BSC (Barcelona Computing Center), HLRS (High Performance Computing Center Stuttgart of the University of Stuttgart), JSC (Jülich Supercomputing Centre), NAG (Numerical Algorithms Group), RWTH (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen), et Teratec (avec 2 tierces parties : l'INRIA et le CNRS)

COORDINATEUR DU PROJET : Prof. Jesus Labarta (BSC)

Email : pop@bsc.es

OBJECTIF DU PROJET

L'évolution rapide de la complexité et de l'hétérogénéité des infrastructures HPC impose la modernisation du code des applications de calcul intensif, à défaut de quoi, ces applications restent incapables d'exploiter la puissance de telles infrastructures, constituent un handicap pour les applications qui s'exécutent en même temps sur ces systèmes, et causent des pertes d'énergie. Conscients du fait que la modernisation de code n'est pas une tâche facile et que les développeurs de ces applications, des experts dans leur domaine, consacrent en priorité leur temps à l'extension des fonctions de leurs applications plutôt qu'à leur adaptation, les partenaires du projet **POP** ont proposé à la Commission Européenne la création d'un Centre d'Excellence dont l'objectif est de fournir des services d'experts pour analyser les performances d'une application, expliquer son comportement et proposer des solutions devant permettre de résoudre les problèmes identifiés.



Initial work/data distribution over sockets (left) compared to the optimized distribution (right).

Ces services sont destinés à tout type de client : industriel, centre de recherche, ou université ; et s'appliquent aussi bien à un logiciel libre qu'à un logiciel propriétaire.

Ces analyses sont réalisées sur le système du client avec des outils tels que **Paraver**, **Dimemas**, **Scalasca**, **Vampir**, **SimGrid**, etc. que les partenaires maîtrisent parfaitement : BSC et JSC en particulier ont fait, et continuent de faire, d'importants efforts de R&D sur ces outils d'analyse et les méthodes associées, tout en contribuant aux comités de standardisation qui définissent les évolutions des modèles de programmation MPI et OpenMP. De plus, la plupart des partenaires opèrent de très grandes infrastructures HPC dans le cadre du projet **PRACE** et offrent l'accès aux ressources ainsi qu'un support efficace aux utilisateurs.

Les experts de POP proposent également de valider certains types de modification de code sur un module représentatif du code de l'application, ce qui constitue une preuve-de-concept, mais l'essentiel du travail de modernisation du code est à réaliser par le client en suivant les recommandations faites par les experts de POP.

Pour aider ces clients, diverses formations sont proposées aussi bien pour leur permettre d'utiliser eux-mêmes les outils d'analyse de performance, d'interpréter les résultats (les traces) générés par ces outils, et d'identifier le type de modifications à faire dans le code pour le rendre plus efficace.

Enfin, une enquête de satisfaction est systématiquement réalisée avec un questionnaire, suivi si besoin d'une interview du client, pour s'assurer de la qualité des services rendus par POP, et pour identifier les possibilités d'amélioration de la qualité et de l'efficacité de ces services, car le but ultime est de pouvoir pérenniser l'activité du Centre d'Excellence au-delà du projet, c'est-à-dire de façon autonome (sans subvention).

L'amélioration des applications permettra à la recherche et à l'industrie d'être plus productives (réduction de gaspillage de temps et d'énergie, etc.), d'améliorer la qualité de leurs résultats, et ainsi de rendre la recherche et l'industrie plus compétitives.

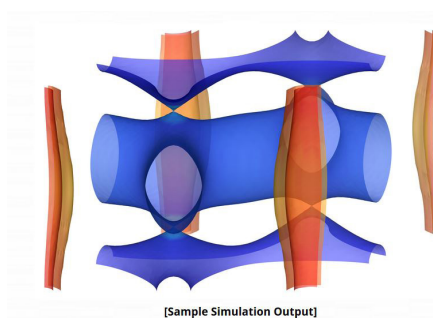
RÉALISATION 2017

Parmi nos clients, localisés un peu partout en Europe, 25 % sont des industriels et le reste des laboratoires de recherche ou des universités.

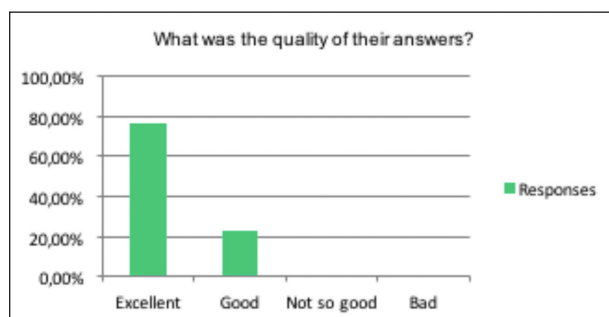
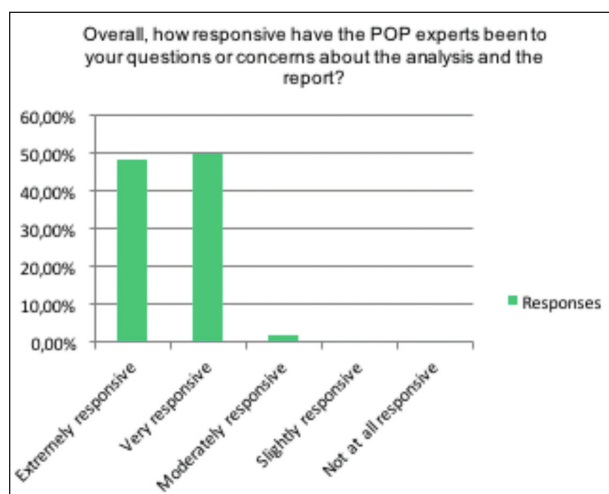
Fin 2017, les experts du projet POP avaient déjà analysé environ 130 applications pour identifier les éventuels problèmes liés à la parallélisation, à l'équilibrage de la charge répartie sur les différents processeurs, au transfert de données entre tâches, etc.

Chaque client a reçu un rapport d'analyse qui décrit la nature et l'amplitude des problèmes de performance décelés ainsi que des conseils pour modifier le code. Pour une quinzaine de clients, une étude plus approfondie, appelée **Performance Plan**, a été réalisée pour donner des recommandations de modification de code plus précises et évaluer le gain de performance correspondant. Enfin, dans une douzaine de cas, lorsque le type de modification à faire était moins évident, une PoC (preuve-de-concept) a été proposée pour valider le type de modification recommandée sur une partie du code de l'application ou sur une séquence de code similaire. Cela a chaque fois conduit à des résultats très intéressants, par exemple 5 fois plus rapide sur le module optimisé et 2 fois plus rapide sur l'ensemble de l'application une fois modifiée par le client selon le modèle proposé. Plus généralement, c'est la 'scalabilité' de l'application qui est grandement améliorée. Plusieurs témoignages sont visibles sur le blog et dans la Newsletter trimestrielle à laquelle vous pouvez vous abonner.

En 2017, une série de webinaires a été mise place pour élargir et renforcer notre audience. quatre d'entre eux ont été réalisés avec succès et plusieurs sont d'ores et déjà programmés pour 2018. Plus de détails peuvent être trouvés sur le site web de POP, y compris l'enregistrement des webinaires.



De son côté, Teratec, qui est, en particulier responsable du WP2 – Customer Advocacy (en association avec l'INRIA qui participe en tant que tierce partie associée à Teratec) a systématiquement demandé aux clients qui ont bénéficié d'au moins un service POP de remplir le questionnaire



de satisfaction suivi pour plusieurs d'entre eux par une interview par téléphone pour mieux comprendre leurs attentes et pouvoir ainsi améliorer nos services. 100 % des clients se sont déclarés satisfaits ou très satisfaits des services dont ils ont bénéficié. Beaucoup d'entre eux ont participé à la mise en œuvre des outils d'analyse de performance avec l'expert de POP pour collecter les données et demandent une formation pour pouvoir vérifier par eux-mêmes, qu'après modification, leur code a bien les performances attendues. De nombreux clients souhaitent aussi acquérir une meilleure maîtrise de la programmation parallèle avec MPI, OpenMP,...

Teratec est aussi responsable d'une contribution dans le WP4 - Analyse, confiée au **CNRS** qui participe aussi en tant que tierce partie associée à Teratec et qui a maintenant plusieurs audits à son actif.

Enfin, Teratec, qui est au cœur du réseau des acteurs HPC français et européens, est naturellement aussi chargé d'une part importante de la communication et de la dissémination des résultats. Cela se fait non seulement via la newsletter et le site web Teratec mais aussi en présentant POP dans différents événements, en particulier le Forum annuel de Teratec.

Alors si vous pensez que le code de votre application n'est pas optimal, n'hésitez pas à solliciter notre aide en créant une requête, c'est gratuit. ▶

Projet SMICE

SIMULATION MATERIAUX INDUSTRIES CALCUL EXAFLOP

SMICE

Date de démarrage du projet : 15 novembre 2015

Durée du projet : 48 mois

Labellisation : PIA Calcul Intensif et Simulation numérique

Partenaires : CEA, École Centrale de Nantes, Faurecia, Kitware, L'Oréal, Michelin, Paratools, Safran-tech.

OBJECTIF DU PROJET

Le projet **SMICE** (Simulation Matériaux Industrie Calcul Exaflop), vise à fournir aux entreprises partenaires des outils de simulation numérique des matériaux, à la fois adaptés à leurs besoins (au travers de cas d'usage spécifiques) et aux calculateurs hautes performances actuels et à venir. Dans ce type de contexte industriel, la simulation des matériaux impose nécessairement une approche multi-échelle, afin de modéliser la conception, les procédés de fabrication, les matériaux en fonction et leur vieillissement.

Une approche multi-échelle réussie doit se développer suivant deux directions :

- l'amélioration des codes spécifiques à chaque échelle
- leur assemblage dans diverses « chaînes » de calcul visant à résoudre une classe particulière de problèmes.

Pour ces deux points, il est nécessaire de s'appuyer sur des moyens de calcul haute performance, tant sur le plan matériel que sur le plan logiciel. Ceci impose de développer des outils innovants de modélisation et de simulation et de les adapter aux nouvelles architectures HPC, et de se doter d'outils d'analyse et de visualisation des données.

Les couplages d'échelles nécessitent le développement de méthodes d'identification de modèles, les échelles inférieures jouant le rôle de données expérimentales. À ce stade, l'apport de données expérimentales sur des éprouvettes bien calibrées pourra intervenir pour valider les développements des codes numériques.

L'ensemble de la démarche sera validé par des « uses cases » représentatifs, pris en compte dès le début du projet. Ces uses cases, portent tant sur des applications à la matière molle (Pneumatiques, Cosmétiques, Équipement Automobile) ainsi qu'à des applications relatives aux métaux (Aéronautique, Automobile).

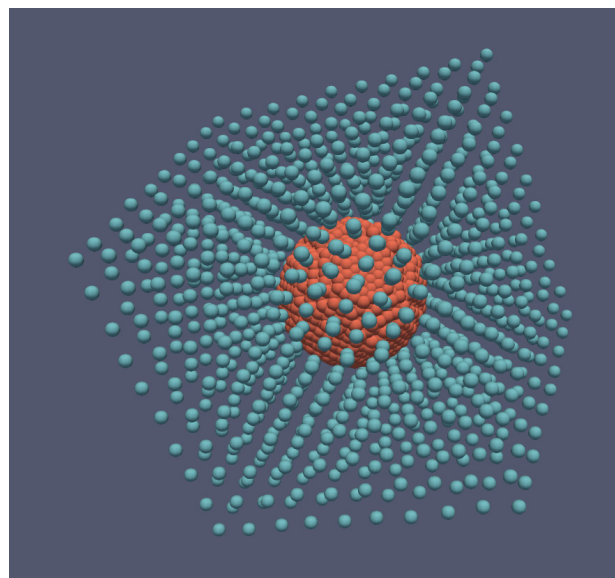
AVANCEMENT

Les principaux points d'avancement en 2017 concernent :

- L'adaptation des codes de calcul aux (futures) machines exaflopiques de type « many-core » :

o les travaux sur le code de structure électronique ab initio **ABINIT** ont consisté à étudier les possibilités d'évolution de la structure interne d'ABINIT et les différentes façons de « cacher » ces évolutions aux fonctionnalités des couches hautes du code. Les premiers résultats sur la détermination des états propres sont très encourageants.

o Le code de dynamique moléculaire classique **ExaStamp** a fait l'objet d'évolutions importantes. Une méthode basée sur le raffinement adaptatif hiérarchique de maillage (oct-tree adaptive mesh refinement ou AMR) a été testée avec succès. L'architecture interne du code ExaStamp a été adaptée et dispose désormais d'un nouveau type de particule que sont les polymères, ce qui a permis de développer des méthodes de changement d'échelle de type « bottom – up » entre dynamique moléculaire atomistique (MD) et dynamique des particules dissipatives (DPD) afin de pouvoir traiter des systèmes polymères et surfaces inorganiques. La dynamique des enchevêtrements dans les polymères a pu être modélisée par le développement du code **SLIPLINK** permettant de réaliser des simulations de polymères à temps long en utilisant une technique



© CEA

initialement développée par un changement d'échelle de type « top-down ».

o Pour ce qui concerne la modélisation mésoscopique des métaux, un modèle de comportement poly-cristallin avec changement de phase a été développé. Par ailleurs, le code **Coddex** de plasticité poly-cristalline a fortement évolué dans ses structures internes afin qu'il puisse accueillir un parallélisme de thread efficace ainsi que la possibilité de vectoriser un maximum d'opérations.

- L'analyse et la visualisation des données :

o La conception d'un système de traitement in-situ dans ExaStamp a bien avancé. L'idée est de réaliser des traitements physiques de type diagnostique sur des cœurs (peu utilisés) d'un nœud de calcul en parallèle de la simulation. Par ailleurs un nouveau langage spécialisé pour le traitement de la sortie standard a été développé. Il permet de structurer avec un effort réduit les sorties d'un programme parallèle. Enfin, des modifications ont été introduites dans le code **Paraview** afin de pouvoir visualiser des molécules.

- Les applications à la matière molle et aux métaux :

o Les premiers éléments d'une étude multi-échelle permettant de modéliser les propriétés optiques de films cosmétiques complexes ont été mis en place.

o Une technique originale de synthèse de polymères (dite synthèse in-situ) permettant à moindre coût d'obtenir des structures relaxées topologiquement en accord avec les données expérimentales et les modèles théoriques (longueur de chaînes, taux de réticulation, etc.) a été mise au point.

o L'étude multi-échelle de greffage de polymères sur des nanoparticules de silice a été initiée : génération et relaxation de la surface de silice, génération de polymère libre et greffé, etc...

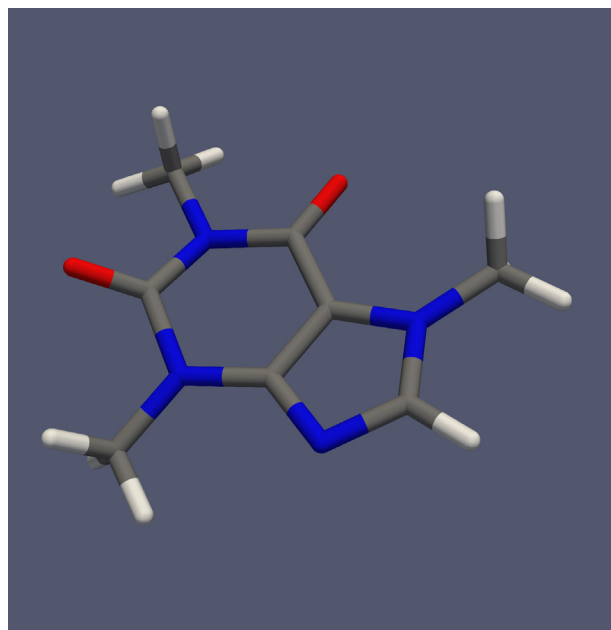
o Des simulations de dynamique moléculaire pour l'étude de systèmes membranaires de mixtures d'alcools gras ont été effectuées : étude de l'influence de la température et de la variation du taux d'hydratation en particulier.

o L'implémentation d'un générateur de milieux fibreux numériques à microstructure contrôlée (fraction volumique, taille des fibres et orientation) a été effectuée et interfacée avec la librairie massivement parallèle **ICI-tech**, pour sa prise en compte lors de calculs éléments finis sur des polymères renforcés avec ces architectures.

o Une méthode originale de recherche de matériaux nouveaux a été mise au point. Elle est basée sur un outil qui contrôle et gère une série de calculs ab initio automatiquement, associé à une méthode de type « cluster expansion ».

o Un modèle de plasticité couplé aux transitions de phase, cohérent sur le plan de la thermodynamique, a été défini. Cette étape a permis de démontrer le rôle dominant de la plasticité lors de la transition cubique centrée vers la phase hexagonale dans le fer.

o Un montage spécifique pour l'observation expérimentale des effets mécaniques d'un changement de phase à l'échelle des grains a été développé. ▀



SMICE – molécule1_liquorice

© CEA

6 Laboratoires de recherche industrielle

LABORATOIRE EXASCALE COMPUTING RESEARCH



RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT EN MÉTHODOLOGIES ET APPLICATIONS LOGICIELLES POUR EXASCALE

Contact : marie-christine.sawley@intel.com

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. ECR fait partie des **Intel Data Center Pathfinding Europe labs**, installés en France, Belgique, Espagne, Allemagne, Suisse et Grande Bretagne, qui hébergent des projets collaboratifs sur les architectures innovantes pour le HPC ou pour l'analyse de données massives.

Un des grands défis des prochaines années pour préparer le passage à des systèmes présentant des millions de cœurs de calcul reste toutefois l'optimisation de l'interaction entre les différentes couches logicielles (en particulier applicatives) et le matériel, ce qui exige de travailler sur plusieurs fronts : d'une part, en développant des outils sophistiqués pour analyser le comportement des différentes unités du cœur de calcul et du réseau de communication et d'autre part, en travaillant directement au niveau de l'application Data Science ou HPC afin de lever des verrous de passage à l'échelle. Cette expertise à la croisée entre les outils et l'orientation pour la réécriture de codes pour bénéficier au mieux des nouvelles architectures se trouve au cœur de la collaboration ECR.

ACTIVITES DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

• MAQAO

MAQAO (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 2017, les travaux sur MAQAO ont porté en premier lieu sur l'enrichissement des fonctionnalités : ainsi nous avons d'abord ajouté un module d'analyse de la localité (On line Locality Evaluator : OLE) fournissant au développeur une étude précise de l'utilisation de la hiérarchie mémoire par un fragment de code à l'intérieur d'une application. Ensuite nous avons augmenté les capacités de synthèse de ONE VIEW (module permettant d'enchaîner l'exécution des différents modules de MAQAO et d'agrèger l'ensemble des mesures effectuées). D'une part, nous avons amélioré l'ergonomie en fournissant des tableaux de synthèse au format HTML permettant une navigation simple dans l'ensemble des résultats et d'autre part nous calculons, pour chacune des boucles de l'application cible, l'impact sur le temps d'exécution, d'optimisation telles que vectorisation ou blocking. Cette fonctionnalité est essentielle pour guider efficacement le développeur dans son travail d'optimisation. Enfin, nous avons développé un module de transformation automatique de code (ASSIST). Celui-ci, dans une première passe (exécution de l'application), récupère les analyses de différents modules MAQAO et ce, pour en déduire un ensemble de transformations qui sont appliquées, dans une deuxième passe, sur le code source. Les premiers résultats obtenus ont permis de valider ASSIST sur des applications réelles et d'obtenir automatiquement des gains de plus de 10 % sur une exécution complète.



Juin 2017, visite des groupes de CFD de CERFACS; CORIA ET CENAERO à ECR

Enfin, les composants majeurs de MAQAO ont également été mis à jour pour supporter les spécificités des nouvelles générations de microprocesseur **XEON** (Skylake) et **Xeon PHI** (KNL) et testés sur des applications partenaires.

L'équipe MAQAO à l'UVSQ est un partenaire actif de la communauté **VI-HPS** (www.vi-hps.org) qui regroupe les principaux développeurs d'outils Open Source d'analyse de performance (**TAU**, **ScoreP**, **Scalasca**, **Vampir**,...). En 2017, l'équipe MAQAO a participé à 2 VI HPS Tuning Workshop à Aix la Chapelle et à Teratec, 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 les deux sessions, les retours d'expérience des participants ont donné d'excellentes appréciations 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.

• VERIFICARLO

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. Verificarlo s'appuie sur l'arithmétique de Monte Carlo où les opérateurs de calcul sont bruités pour modéliser les erreurs d'arrondi ou de cancellation, 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. En 2017, Verificarlo a été étendu avec des fonctionnalités de traçage qui permettent d'analyser les problèmes de pertes de précision tout au long de l'exécution et ce sur des codes complexes comme le logiciel **ABINIT**. Verificarlo et son application au code **EuroPlexus** ont été présentés au forum Teratec (http://www.teratec.eu/forum/atelier_8_01.html).

• Modèles de programmation et d'exécution

L'optimisation des supports exécutifs en contexte calcul hautes performances est critique car ils assurent le lien entre le matériel et les applications. Le support exécutif MPC (<http://mpc.hpcframework.com>), initialement développé au **CEA**, a été construit avec pour objectif de faciliter le développement et l'optimisation d'applications

parallèles sur clusters de machine multi/many core. MPC fournit de manière unifiée les modèles de programmation et les implémentations MPI et OpenMP classiquement utilisées par les applications parallèles. MPC propose aussi un écosystème HPC avec un allocateur mémoire multithread/NUMA, un support des threads utilisateur (debugger, compilateur GCC étendu), des extensions compilateur pour le partage de données, etc. MPC propose aussi une intégration avec des modèles de programmation plus récents comme **Intel TBB**.

Durant l'année 2017, l'équipe Runtime ECR a continué ses développements dans la plateforme parallèle Open-Source MPC. Une partie de ces travaux a donné lieu à la sortie de la version 3.2 comportant de nouvelles fonctionnalités (intégration de GCC version 6.2.0, support des tâches avec dépendances OpenMP, support de MPIT et des communications unidirectionnelles RMA, ...). Le reste de l'année a permis de se focaliser sur différents aspects : optimisations pour processeurs **Intel Xeon Phi KNL**, meilleur support de l'interface avec le compilateur Intel et développement d'un outil de détection du placement des threads/processus. Ce dernier permet alors de vérifier l'utilisation des ressources en termes de placement des processus MPI et threads OpenMP à travers un algorithme automatique ou une interface basée sur l'outil **HWLOC**.

ACTIVITES D'ANIMATION SCIENTIFIQUE/ DISSEMINATION

• Computational Fluid Dynamics (CFD) Dungeon

En juin 2017, des experts de CFD du **CERFACS**, **CORIA**, **Cenaero**, **CEA**, **Université de Versailles Saint Quentin** (UVSQ) et d'**Intel** ont animé une semaine intensive, dédiée exclusivement à des trainings et sessions pratiques. Pour les codes sélectionnés, **YALES2**, **AVBP** et **ARGO**, l'objectif premier était d'améliorer leurs performances sur les processeurs Intel® Xeon Phi™ et Intel® Xeon® Scalable avec les outils les plus avancés. Il s'agissait aussi de préparer à une diffusion plus large, au vu de l'impact de ces codes, par exemple dans la constitution de la plateforme aéronautique du groupe technologique **Safran**.

Ce Dungeon a constitué un excellent test en grandeur nature, passé avec succès, pour l'ensemble des modules MAQAO. À la fin de cette semaine, les codes YALES2 et AVBP ont obtenu une très bonne efficacité sur les processeurs Xeon Scalable. Nous pouvons citer par exemple l'efficacité du solveur de gradient conjugué sur les processeurs Xeon Phi et Xeon Scalable qui a été multipliée d'un facteur

proche de 3 en utilisant la librairie de « load balancing » de l'UVSQ, **DC_lib**. Les équipes ont également mesuré une accélération constante de 40 % à l'échelle de 4 000 cœurs sur les nœuds E5 du processeur Xeon de CRIANN et ce pour des cas d'utilisation réels.

• 26^e VI HPS Tuning Workshop

Le consortium VI-HPS (www.vi-hps.org) regroupe les principaux centres académiques développant des outils d'analyse de performance : **Julich Supercomputing Center, Technische Universität Dresden, Universität Stuttgart, Technische Universität München, RWTH Aachen, Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines, Barcelona Supercomputing Center, Lawrence Livermore Laboratory, University of Oregon, University of Tennessee**. Depuis 2007, date de sa création, le consortium vise à promouvoir l'utilisation des outils développés par ses membres. Ainsi, tous les ans, il organise un workshop et un tutorial à la conférence SC (Supercomputing) et des Tuning Workshop (typiquement 2 à 3 par an). Ces derniers sont organisés sur un format de cinq jours au cours desquels non seulement les outils des différents

partenaires sont présentés mais aussi des sessions sont mises en place pour permettre aux participants de tester les outils sur leurs applications.

ECR a organisé la 26^e session de ce Tuning Workshop qui a eu lieu sur le site du **Campus Teratec** du 16 au 20 octobre (voir le programme détaillé sur <http://www.vi-hps.org/training/tws/tw26.html>). Le **CEA** a fourni l'infrastructure matérielle et notamment les machines INTI qui ont permis de mettre en œuvre l'ensemble des outils.

Ce Tuning Workshop a attiré 20 participants provenant non seulement du secteur académique (**CEA, Coria, Ecole Polytechnique, UVSQ, EPFL**) mais aussi industriel (**Eolen, Neoxia**). Les domaines applicatifs étaient très variés couvrant les domaines classiques tels que la CFD ou la dynamique moléculaire mais aussi Machine Learning et **Blue Brain Project**.



BULL EXTREME FACTORY S'ATTAQUE AU DEEP LEARNING

2017 a marqué un tournant pour l'équipe **Extreme Factory** d'Atos, installée de longue date sur le Campus Teratec. Elle a mis sur le marché une toute nouvelle version de son portail HPC web « Bull Extreme Factory Computing Studio (**XCS**) ». Porte d'entrée unique sur les environnements HPC, ce portail simplifie la prise en main et la gestion d'un centre de calcul, et permet aux scientifiques de se concentrer sur leurs problèmes métier, leurs calculs et leurs résultats. Outre une ergonomie revisitée, la nouvelle version est désormais également utilisée pour faciliter l'accès au Deep Learning. Toutes les fonctionnalités de XCS peuvent être étendues au domaine du Deep Learning pour permettre aux « Data Scientists » de charger et gérer les « Datasets », choisir les paramètres d'apprentissage des réseaux de neurones artificiels, lancer la phase d'apprentissage, suivre son évolution, puis procéder à des tests d'inférence et à la visualisation graphique des réseaux convergés.

C'est ainsi que la technologie Bull Extreme Factory d'Atos a été choisie pour assurer la partie « as a Service » du Cloud public de Deep Learning mis en place au Royaume-Uni dans le cadre du projet national « JADE »,

pour permettre à la recherche et à l'industrie britanniques de développer et tester des applications de Deep Learning et des preuves de concepts.

Ce savoir-faire d'Atos a rencontré un vif intérêt à la conférence **SC17**, où **Patrice Calegari**, HPC Solutions Architect & Product Manager et membre de l'équipe Extreme Factory d'Atos, a présenté « From HPC as a Service to Deep Learning as a Service » devant un public très intéressé.



CENTRE D'EXPERTISE EN SIMULATION DES MATÉRIAUX (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 (propriétés thermiques, acoustiques, magnétiques, mouillabilité, tenue aux chocs – matériaux composites collés –, tenue à la rupture – propagation de fissures –, propriétés tribologiques, propriétés de surface...) et leur simulation intervient à plusieurs niveaux : la recherche de compositions ou de nuances aux propriétés spécifiques, 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.

Du point de vue organisationnel, ceci pose un problème majeur : le ticket d'entrée dans le domaine est relativement élevé, et même les organisations ayant fait l'effort d'investir dans ce domaine ne peuvent couvrir l'ensemble du champ applicatif qui leur serait utile. En particulier, il est 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 propose de partager une partie de l'effort de R&D dans le domaine de la simulation des matériaux permettant ainsi aux industriels partenaires :

→ d'accéder à une expertise en simulation des systèmes d'intérêt au meilleur niveau mondial et permettre de former des spécialistes dans ces domaines.

→ de partager des développements des codes de calcul sur des problématiques communes.

→ de définir les meilleures stratégies combinant expériences et simulations validées.

→ de s'enrichir entre partenaires des retours d'expérience en simulation numérique de haute performance.

→ de fédérer et d'assurer la cohérence avec l'ensemble des autres actions conduites dans le domaine, en particulier pour répondre à des appels à projets communs entre les partenaires, au niveau national et international.

Le projet SMICE a été construit autour de cas d'étude proposés par les industriels, sur le mode : « *dans 3 ans je veux être capable de simuler telle propriété de tel matériau. De quels outils dois-je disposer pour y arriver ?* ». Ainsi, une quinzaine de cas d'étude ont été proposés ainsi que les développements numériques et informatiques à effectuer pour valider ces cas.

Les partenaires industriels CEA, Michelin, Faurecia, Safran et L'Oréal, associés à Teratec, ont créé une structure pérenne, appelée **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. Le CESIMat assure donc le pilotage et contribue à la réalisation des actions définies en commun entre les partenaires avec pour objectifs :

→ D'élaborer, coordonner et mettre en œuvre des projets de simulation du comportement des matériaux

→ D'enrichir les modèles de comportement

→ De savoir prendre en compte les matériaux complexes

→ D'améliorer le couplage entre les codes de design et les propriétés des matériaux.

Dans un premier temps, le CESIMat consiste en un accord de collaboration entre les partenaires. Les locaux sont installés sur le Campus Teratec et les équipes peuvent s'y retrouver pour mener à bien leurs actions communes.



7 Coopération internationale

Au-delà de l'implication de Teratec dans le Centre d'Excellence POP et sur la plateforme technologique européenne ETP4HPC lancée début 2014, Teratec a maintenu et développé en 2017 ses actions d'échanges et de coopération internationale.

La participation à SuperComputing (États-Unis) a permis de maintenir le contact avec nos principaux partenaires industriels et académiques étrangers et de participer à de nombreuses réunions d'échanges. Tout au long de l'année, nous avons reçu des entreprises et des délégations étrangères pour des échanges généraux ou, dans certains cas, pour des projets de développements en France, notamment dans le cadre du Plan de l'Economie de la Donnée.

ETP4HPC



En 2017 ETP4HPC a poursuivi son rôle d'animateur de l'écosystème HPC européen à travers diverses actions :

- **Contribution au Plan de travail HPC pour 2018-2020 dans Horizon 2020, refonte et actualisation du Strategic Research Agenda** :

comme lors des années précédentes, l'ETP4HPC a fourni à la Commission Européenne des recommandations sur les axes de recherche prioritaires pour les appels à projets HPC à venir. Cet effort couvre les technologies et les sous-systèmes pour le HPC, logiciel compris (appels **FETHPC**), ainsi que sur des projets d'intégration (« **Extreme Scale Demonstrators** »), la continuation des Centres d'Excellence, et enfin le développement global de l'écosystème. Les recommandations transmises à la Commission au cours de 2017 ont façonné les nouveaux appels à projets HPC publiés en octobre. Aboutissement de cette activité, la nouvelle version du Strategic Research Agenda (une 3^{ème} édition et refonte majeure) a été achevée en novembre ; les projets qui seront soumis lors du Work Programme 2018-2020 doivent suivre ses jalons et ses priorités.

- **HPC cPPP** : conjointement avec les Centres d'excellence, l'association ETP4HPC participe à la gouvernance du Partenariat Public Privé lié au HPC. L'objectif de ce cPPP (contractual Public Private Partnership) est une stratégie commune pour les technologies et les solutions HPC européennes ainsi que leurs applications et usages. Le rapport annuel du cPPP fait un point sur les avancées dans le domaine du HPC en Europe. Cette année le rapport a servi à une évaluation à mi-parcours, qui concernait en fait tous les cPPP liés à Horizon 2020. Le rapport publié en septembre rend un avis globalement favorable sur les

PPP, tout en reconnaissant leur caractère encore précoce, ce qui rend prématurée l'évaluation de leurs retombées socio-économiques.

- ETP4HPC a contribué de façon importante à l'action de coordination et de support **EXDCI** financé par le programme cadre **H2020**. EXDCI sert à développer différentes activités utiles à l'écosystème HPC européen, et finance notamment les efforts d'ETP4HPC sur la feuille de route (SRA) et sur les indicateurs de performance pour l'écosystème HPC en Europe.

- **HPC Summit Week** : En tant que partenaire de EXDCI, ETP4HPC a co-organisé la **European HPC Summit Week** en mai 2017 à Barcelone. Cet événement sera renouvelé en mai 2018 à Ljubljana.

- L'association ETP4HPC a tenu son Assemblée Générale le 21 mars 2017 à Munich.

- **Salon et Conférences** : participation active à travers un workshop à ISC17 (Francfort) ainsi qu'une session « Birds-of-a-Feather » lors de la conférence SC17 à Salt Lake City. Ces workshops portaient respectivement sur les usages industriels des « Extreme Scale Demonstrators » et sur l'avancée des projets **FETHPC** et **CoE** et leurs perspectives de collaborations internationales. L'ETP4HPC était présent sur son propre stand au **Forum Teratec 2017**.



ETP4HPC sur le Forum Teratec 2017

EXDCI



EXDCI est une action de support et de coordination financée par le programme européen **H2020**. L'objectif du projet, qui associe avec **PRACE** et **ETP4HPC**, les deux acteurs principaux du HPC en Europe, est de coordonner le développement d'une stratégie commune pour l'écosystème européen du HPC.

Parmi les éléments de stratégies et les actions menées dans le cadre du projet :

- la production et la mise en cohérence de recommandations de recherche (feuilles de route) pour les technologies et les applications du HPC,
- la mesure des progrès de la stratégie européenne en HPC,
- l'établissement et le développement de relations avec d'autres régions et continents ; en particulier dans le cadre des échanges **BDEC** (Big Data and Extreme-Scale Computing) entre Europe, USA, Japon et Chine
- le soutien au développement des compétences et des talents – un élément crucial pour la consolidation du HPC européen.

EXDCI complète les projets de recherche d'Horizon 2020, en se concentrant sur le développement d'un écosystème HPC européen qui soit globalement compétitif, en parfaite conformité avec la vision de la Commission européenne

construite sur les trois piliers du HPC : accès aux technologies, infrastructures de calcul et applications performantes.

EXDCI est à l'origine de la « **European HPC Summit Week** », désormais annuelle.

La conférence finale d'EXDCI s'est tenue à Barcelone en septembre 2017, un peu en avance de phase sur la fin de projet prévue début 2018.

Une suite à EXDCI, **EXDCI-2**, a été préparée et soumise en septembre 2017 pour financement dans Horizon 2020. Acceptée fin 2017, EXDCI-2 démarrera lors du premier semestre 2018, dans la continuité d'EXDCI - toujours coordonnée par PRACE, en binôme avec ETP4HPC.



EXDCI Final Conference, Barcelona, Septembre 2017

CENTRE D'EXCELLENCE POP



Le projet **POP** (Performance Optimization and Productivity) lancé en 2015 dans le cadre de **H2020** en tant que Centre d'Excellence Européen, réunit les principaux centres de calcul intensif européens : **BSC** (Barcelona Supercomputing Center – le coordinateur du projet) ; les grands centres allemands que sont **JSC** (Juelich Supercomputing Center), **HLRS** (Université de Stuttgart), et **RWTH** (Université d'Aix-la-Chapelle) ; **NAG** (Numerical Algorithms Group) au Royaume-Uni ; et **Teratec** en France qui travaille avec deux tierces parties : l'**INRIA** et le **CNRS**.

Ce projet résulte du constat que l'évolution rapide de la complexité et de l'hétérogénéité des infrastructures HPC impose la modernisation du code des applications de calcul intensif, à défaut de quoi, ces applications restent incapables d'exploiter la puissance de telles infrastructures, constituent un handicap pour les applications qui s'exécutent en même temps sur ces systèmes et causent des pertes d'énergie.

Conscients du fait que la modernisation de code n'est pas une tâche facile et que les développeurs de ces applications, des experts dans leur domaine, consacrent en priorité leur temps à l'extension des fonctions de leurs applications plutôt qu'à leur adaptation, les partenaires du projet

POP ont créé ce Centre d'Excellence (subventionné par la Commission Européenne) pour mettre leur expertise en termes d'analyse de performance et de modèle de programmation parallèle au service de ces développeurs.

Pour bénéficier gratuitement de cette expertise, il suffit de se connecter au site POP (<https://pop-coe.eu/>) qui décrit en détail les services proposés et de remplir un formulaire de demande. Fin 2017, environ 130 applications avaient été auditées avec pour certaines des services complémentaires tels qu'une preuve de concept sur une partie du code pour montrer le gain que l'on peut obtenir avec les modifications proposées. Le projet apparaît donc en mesure d'atteindre son objectif d'auditer 150 applications en 30 mois, c'est-à-dire à la fin du mois de mars 2018, et le suivi de l'analyse de satisfaction des clients réalisée par Teratec et l'Inria montre que 100 % des développeurs qui ont sollicité un ou plusieurs services POP sont 'très satisfaits' ou 'satisfaits' de l'aide qu'ils ont obtenue et de l'amélioration de la performance, le plus souvent en termes de 'scalabilité' et par conséquent de capacité à traiter des modèles plus grands ou plus complexes.

Forts de ces résultats, les partenaires ont commencé à rédiger une proposition **POP2** dans le cadre de l'appel à propositions 'Centres of Excellence for Computing Applications' qui clôturera le 22 mars 2018, afin de parfaire leur processus d'audit de performance et d'en faire bénéficier tous ceux qui n'ont pas encore pu le faire ainsi que ceux qui, ayant fait évoluer leur code suite à un audit, souhaiteraient refaire une analyse pour vérifier que leur code est maintenant optimal ou pour identifier d'autres possibilités d'amélioration.



Workshop dans le cadre du Big Data Value Forum

Du 21 au 23 novembre 2017, la Big Data Value Association (BDVA) a organisé, conjointement avec **Inria** et la Commission Européenne sa conférence annuelle, « **Big Data Value Forum** » au Palais des Congrès à Versailles. Dans ce cadre, Teratec avait la responsabilité de la session « Big Data – HPC » avec comme thématique les liens entre le HPC et le Big Data. Cette session a attiré une centaine de participants.

Dans une première partie **Jérôme Stoller (Atos-Bull)** a fait un point sur les architectures des futurs systèmes, et **Sai Narasimhamurthy** (ingénieur chez **Seagate** et coordinateur d'un projet Européen sur le stockage « **SAGE** ») a présenté les implications du Big Data sur les systèmes de stockage. Dans la deuxième partie, la session s'est concentrée sur quelques domaines applicatifs utilisant fortement le HPC et le Big Data : La recherche sur le climat et l'agriculture, secteur dans lequel l'usage du HPC et du Big Data sont récents. **Sylvie Joussaume**, chercheuse au **CNRS/IPSL**, a présenté les travaux menés à ce sujet dans le cadre de **ESIWACE**, un Centre d'Excellence sur la météo et du climat. Pour le domaine de l'agriculture, **Denis Wouters** (CTO of **CybeleTech**) a montré des applications et des usages du HPC et du Big Data pour l'agriculture.

8 Enseignement et Formation

SÉMINAIRES ET ATELIERS DE FORMATION TERATEC

Animés par des membres de Teratec, ces ateliers de formation ont pour objectif de présenter leurs dernières innovations matériels, logiciels ou services, de donner des cas concrets de leur utilisation dans un contexte industriel et d'accompagner les participants dans leurs prises en main.

PARATOOLS : Utilisation avancée et évolution d'un runtime MPI basé sur les processus légers

Jeudi 9 novembre 2017 - Campus TERATEC
Bruyères-le-Châtel



Cet atelier s'est adressé à des professionnels habitués à MPI souhaitant avoir des perspectives sur les évolutions du standard ainsi que sur les évolutions des implémentations MPI.

Une approche originale d'implémentation MPI, le « thread-based », a été présentée en détail, dans le contexte du runtime MPC développé par le **CEA**, en partenariat avec **ParaTools**.

Des évolutions futures, telles que l'arrivée de cartes réseau dédiées au MPI (telle que le **Bull BXI**) ont également été décrites du point de vue d'une implémentation MPI.

HPC et le cloud - Panorama des solutions offertes par Altair

Jeudi 30 novembre 2017 - Campus TERATEC
Bruyères-le-Châtel

Altair, grâce à ses deux nouveaux produits **PBScontrol** et **PBScloud.io**, permet de mettre en œuvre le scénario d'utilisation du Cloud qui correspond le mieux aux besoins des utilisateurs de HPC, que ce soit un Cloud privé, un Cloud hybride ou un usage complet dans le Cloud public.

En alternant des présentations de besoin et des démonstrations plus techniques, ce séminaire s'est adressé aussi bien à des responsables de solution HPC souhaitant prendre connaissance des possibilités offertes par le cloud, qu'à des administrateurs de clusters HPC en recherche d'informations plus techniques sur les produits d'Altair.



MENTION CALCUL HAUTE PERFORMANCE SIMULATION, UPSaclay.

MIHPS - MASTER INFORMATIQUE HAUTE PERFORMANCE et SIMULATION

Tous les grands secteurs de l'industrie et de la recherche utilisent maintenant la simulation numérique et l'informatique haute performance. La maîtrise de ces deux domaines devient ainsi 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 aux « High Performance Data Analytics »

Le premier master en France entièrement dédié à former des cadres spécialisés dans ce domaine essentiel a démarré en septembre 2010.

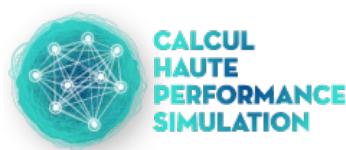
Par la maîtrise des techniques et des outils de l'informatique haute performance, les étudiants intégreront les dernières évolutions scientifiques majeures déterminées par l'importance croissante des outils de simulation et la puissance croissante des systèmes de calcul.



Présentation générale

Le master **MIHPS** avec son parcours informatique haute performance et simulation (IHPS) est un master à finalité professionnelle et recherche qui a pour vocation la formation de cadres scientifiques de haut niveau à même de maîtriser deux évolutions technologiques majeures : l'utilisation systématique du parallélisme (du processeur multi-cœur au supercalculateur) et l'utilisation de plus en plus importante et critique de la simulation numérique dans l'industrie et la recherche.

Une des caractéristiques majeures de ce master est de donner aux futurs diplômés un savoir-faire pluridisciplinaire, une maîtrise des techniques de programmation de l'informatique haute performance, une maîtrise des techniques de modélisation/simulation et une expertise en parallélisme au sens large.



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 M1 prépare aux parcours de la deuxième année : M2 Informatique Haute Performance (depuis 2010) et M2 Simulation Haute Performance (en cours d'élaboration). 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 2017

La formation est assez récente, elle entre dans sa huitième année (la première promotion a été accueillie en septembre 2010). Avec un taux de réussite moyen autour de 80 % pour les six 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 assure des emplois de cadre spécialiste en HPC, essentiellement dans l'industrie. La promotion 2017-2018 est constituée de 35 inscrits en première année (en progrès de 50% par rapport à l'année précédente) et 20 en seconde année. Enfin en 2017, le master s'est doté d'un site digne de ce nom : www.chps.uvsq.fr

9 Promotion et Communication

www.Teratec.eu

Le site www.Teratec.eu présente l'ensemble des activités de Teratec (promotion, activités R&D, formation, Forum Teratec, Campus...) ainsi que celles de ses membres et propose de nombreux liens vers des sites partenaires. Chaque membre a une page qui lui est entièrement dédiée pour la présentation de son entreprise, de ses activités et de ses produits/services. Les annonces produits et événements sont repris sur le site dans les rubriques Actus, Agenda et sur des pages dédiées.

Plaquette Teratec

Rééditée à l'occasion du Forum Teratec 2017, cette plaquette 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 Formation
- Coopérations internationales

Newsletter Teratec

La newsletter Teratec présente l'essentiel des actualités, nouveautés et événements en lien avec la simulation numérique et le Big Data et 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 18 000 professionnels français et étrangers issus de la communauté scientifique et industrielle, de la presse et des institutionnels avec qui Teratec est en liaison. En 2017, six numéros de cette newsletter bilingue ont été diffusés.

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...

<http://Teratec.lachaineindustrie.fr/>



Participation à des congrès scientifiques et salons professionnels

En 2017, Teratec a participé à de nombreux événements de la communauté scientifique et industrielle : Intel AI Day Paris - UK France Data Summit - Biologie et Médecine du futur- Comsol Days - Semaine de l'Industrie - Plénières TIC Santé - Plénière OCDS - Composite Innovation Day - HPE Technology & Solutions Summit (TSS) - Techinnov Events - Future@SystemX - Forum ORAP - #TechDay#list - JEC - HPC & OSL Technical Excellence Symposium - Conférence HPC Days in Lyon - ITEA Event / EUREKA Innovation Week - Convention annuelle Systematic Paris-Région - Conférence NAFEMS - ISC - Forum Teratec - Smart Manufacturing Paris-Saclay - Salons MtoM – Embedded

Systems - Deep Learning & Accélération GPU - Rendez-vous Carnot - Aerospace and Defense Days - European Big Data Value Forum - Journée Mésochallenges - Dell EMC Forum - Bâtiment Intelligent / Smartcity - Paris Open Source Summit - Journée Ambition PME - CSDM - Super Computing - MyCADDay - Journée scientifique CCRT

Ces participations ont permis d'entretenir et développer des relations en cours, de promouvoir les différentes activités de l'association et de ses membres et de créer de nouveaux contacts dans une démarche partenariale et constructive.

Relations presse

Tout au long de l'année, les moments forts de Teratec ont été l'occasion de communiquer avec la presse professionnelle et économique, industrielle et informatique, nationale et internationale.

Contribution à l'organisation du supplément de *L'Usine Nouvelle* Hors-Série d'avril 2017 n° 3418.

UTO, AERO, NAVAL, SPATIAL, ... SIMULER LE TOUT ELECTRIQUE



Sommaire

- Essentiel : Un an de simulation
- Concours : Diota, grand prix des trophées de la simulation numérique
- Entretien : Thierry Breton, PDG d'Atos
- Dossier objectif électrique
- Automobile : Gagner la course à l'autonomie
- Aéronautique : Cap sur l'avion électrique
- Spatial : Accélérer la mise sur orbite
- Naval : À la recherche de la compacité
- Maintenance : Jumeau numérique, ce frère protecteur
- Recherche : Au cœur numérique des IRT
- Energie : Les supercalculateurs au régime sec
- Success Story : The Cosmo Company modélise les systèmes complexes
- Portfolio : Trompe-l'œil
- Outil : Optimiser l'impression 3D

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

- 30 000 exemplaires envoyés aux abonnés de *L'Usine Nouvelle*
- 5 000 exemplaires envoyés aux abonnés d'*Industrie et Technologies*
- 20 000 exemplaires (10 000 en français et 10 000 en anglais) mis à disposition des sponsors et de Teratec
- 1 mois de mise en avant auprès des 1,5 million de visiteurs d'*usinenuouvelle.com* et d'*industrie-techno.com*

Annonces 2017 : **Altair - Atos - CEA - Comsol - ESI - Teratec**

Livre Blanc « Les clés du futur »

Édité à l'occasion des 10 ans de Teratec et de nouveau publié en 2017, cet ouvrage regroupe des contributions provenant de dirigeants de l'industrie et de la recherche couvrant à la fois les développements en cours et à venir dans le domaine du HPC, de la Simulation et du Big Data, ainsi que les enjeux en termes d'usage. On dispose en un seul ouvrage des points de vue d'**Intel**, d'**Atos**, de **ESI-Group**, d'**Ansys** ou de **Dassault Systèmes** mais aussi des utilisateurs les plus avancés, comme le **CEA**, l'**INRIA**, **Dassault Aviation** ou **Ubisoft**.

Des thématiques nouvelles sont également présentées comme la biologie par **Martin Karplus**, Prix Nobel de chimie, l'agriculture par **Xavier Beulin**, Président d'**Avril** et de la **FNSEA** ainsi que la vision des pouvoirs publics par **Robert Madelin**, Directeur Général à la Commission Européenne et **Louis Schweitzer**, Commissaire Général à l'Investissement.



10 Forum Teratec 2017

Mardi 27 juin Sessions Plénières

Défis technologiques et diversité des usages de la simulation et du big data

Beau succès pour le Forum 2017 où des ténors de la R&D et de l'industrie sont venus expliquer à plus de 1 300 auditeurs comment les technologies du Big Data, de la Simulation et du HPC pouvaient les aider à prendre le virage de la transformation numérique qui se présente à eux. Cela a aussi été l'occasion pour les pouvoirs publics européens d'affirmer leur soutien au HPC avec l'annonce du financement de l'achat de deux machines exaflopiques accessibles aux chercheurs et industriels européens d'ici 2023.



Une fois encore tout l'écosystème du calcul haute performance s'est donné rendez-vous pour la **12^e édition du Forum Teratec**, qui s'est tenu les 27 et 28 juin dans les prestigieux locaux de l'**École Polytechnique**. « Avec plus de 1 300 participants, 90 conférenciers internationaux et plus de 70 exposants, le Forum Teratec s'impose comme la manifestation européenne de référence dans le domaine du HPC », s'est félicité d'entrée de jeu **Gérard Roucairol**, le président de Teratec, avant de montrer comment l'usage du HPC est en train de bouleverser la façon dont on peut maintenant anticiper le comportement d'un système. « Si voici quelques années encore il fallait analyser les lois physiques qui régissaient un système pour en créer un modèle exact utilisable avec de multiples jeux de données pour en prédire le comportement à l'aide du HPC, aujourd'hui la collecte et l'analyse des "Big Datas" issues du système permet de créer des modèles prédictifs statistiques, auxquels pourront bientôt se substituer des réseaux de neurones entraînés par le HPC, qui créeront eux-mêmes le modèle et en déduiront le comportement à venir du système. Des voies qui seront utilisées conjointement pour accélérer le développement de produits et de services novateurs. Grâce au HPC, l'informatique va devenir prédictive et prescriptive dans tous les secteurs de la société ».

Autre sujet d'avenir pour le HPC, le "Blockchain" dont l'objet est de faire des inter-médiateurs démocratiques matériels, pour lesquels il faudra valider, grâce au HPC, l'identité numérique de l'ensemble des interlocuteurs qui veulent se servir de ces inter-médiateurs.

LE HPC RÉINVENTE LES MÉTIERS DES INDUSTRIELS



Norbert Luetke-Entrup, responsable de la technologie et de la gestion de l'innovation chez **Siemens**, est venu ensuite montrer comment le numérique révolutionne les métiers d'un des leaders de l'industrie électrique. « Tout comme aujourd'hui l'on n'achète plus un CD mais on écoute de la musique en streaming, l'industrie ne programme plus manuellement des machines déjà installées, mais optimise leur fonctionnement dès la phase de conception à l'aide de modèles comportementaux numériques. De même, l'utilisation de jumeaux numériques des installations industrielles, nourris par les données issues de milliers de capteurs connectés placés sur les installations réelles, permet d'effectuer au mieux une maintenance prédictive ».

La combinaison de l'Internet des Objets Industriels (Industrial IoT) avec l'analyse des "Big Data" va révolutionner de nombreux secteurs industriels, de la production

Un événement des :



Avec les soutiens de :



énergétique jusqu'à l'optimisation des équipements de traitement et des process médicaux, en permettant aux multiples composants d'un système de dialoguer en temps réel pour optimiser leur comportement individuel, afin de maximiser leur efficacité et leur robustesse globale.

« Nous avons déjà mis en place de tels systèmes novateurs sur les trains à grande vitesse de la **Renfe** en Espagne ou sur le Large Hadron Collider du **Cern**, pour en améliorer la disponibilité. Nous avons aussi équipé des turbines à gaz de centrales électriques de "systèmes apprenants" pour réduire leurs émissions de NOx de 15 à 20 % ». Une approche qui, à terme, pourrait déboucher sur la mise en place de nouvelles offres de services aux utilisateurs de la part des fournisseurs d'équipements.

C'est aussi une évidence pour **Alain de Rouvray**, Président Directeur Général de **ESI-Group**, qui en tant que fournisseur de solutions de simulation, a montré comment les industriels vont passer de l'ingénierie virtuelle immersive, au jumeau hybride optimisant la performance du produit dans son cycle de vie total, ce qu'il exprime à travers le passage du **PLM** (*Product Lifecycle Management*) au **PPL** (*Product Performance Lifecycle*). Une transition qui se fera en passant d'un prototype virtuel numérique sur lequel on simule des effets physiques pour certifier en amont le produit, à un jumeau numérique hybride qui, grâce à la remontée d'informations du terrain via l'Internet des Objets (IoT) et aux techniques d'Intelligence Artificielle (IA), de *Machine Learning* (ML) et de *Deep Learning* (DL), pourra s'auto-adapter en temps réel à de nouvelles conditions et optimiser son fonctionnement. « Cela permettra de passer d'un bon produit à la solution efficace et durable dans le temps qu'attendent les utilisateurs ».

UNE ÉVOLUTION DES MACHINES



Pour arriver à ces résultats, les machines vont aussi devoir s'adapter. C'est ce qu'est venu expliquer **Toshiyuki Shimizu**, Vice President of the System Development Division, Next Generation Technical Computing Unit de **Fujitsu**. Fournissant des supers-calculateurs depuis plus de 40 ans, le constructeur japonais a fait passer leur

puissance de 33 MFlops à plus de 10 PFlops pour les **K-Computers**. Mais pour aller plus loin encore, Fujitsu poursuit ses développements avec l'institut **Riken** autour d'un calculateur **Post-K**. « Notre objectif est de fournir une machine ayant de hautes performances applicatives, une faible consommation énergétique, une compatibilité ascendante des applications, une simplicité d'accès et une grande facilité d'utilisation. Pour cela nous avons opté pour un CPU propriétaire compatible avec l'architecture de **ARM** et un nouveau type de données, **FP16**, moins gourmand en énergie ».

L'ACCOMPAGNEMENT DE L'EUROPE



Des évolutions majeures dont les pouvoirs publics européens sont bien conscients, comme l'a expliqué **Khalil Rouhana**, Directeur-Général Adjoint de la **DG Connect** de la **Commission Européenne**. « La Commission a réaffirmé sa volonté de faire de l'Europe l'un des trois pôles mondiaux d'excellence en HPC d'ici 2020, lors du Digital Day qui s'est tenu à Rome en mars, en marge des cérémonies pour les 60 ans du Traité de Rome ». Cela se traduit par l'initiative **EuroHPC**, qui regroupe plusieurs états (Allemagne, Espagne, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal) pour acquérir et déployer une infrastructure de calcul exascale, qui soit accessible à la communauté scientifique, ainsi qu'aux partenaires publics et privés à travers l'Europe. Deux machines exascale devaient pour cela être acquises à l'horizon 2022-2023.

LES BIENFAITS DU HPC POUR LA SANTÉ



Afin d'illustrer les apports du HPC pour industriels, les intervenants de l'après-midi ont notamment illustré les avancées dans le domaine de la santé. Tout d'abord **Frank Garnier**, Président du Directoire de **Bayer**, a estimé que le HPC induisait quatre transformations majeures dans son groupe : Ouverture de nouveaux champs d'innovation dans les sciences de la vie via le "Big Data" ; Accélération du développement de combinaisons Produits-Services ; Développement de nouvelles approches (parcours de santé personnalisés ; économie de la fonctionnalité) ; Réconciliation de la société avec la chimie, la pharmacie et l'agriculture.

« Il s'agit d'une véritable révolution pour nous car depuis que la Terre existe, 4,6 milliards d'années, nous disposons de la même boîte à outils chimiques (ADN, ARN et protéines), mais depuis quelques années le numérique a changé la donne. Ainsi le séquençage de l'ADN, qui a demandé 15 ans d'efforts et 2,7 B\$ en 1990, se fait aujourd'hui en 2 heures pour moins de 1 000 \$! Un progrès considérable si l'on sait que les bactéries de notre intestin, qui régulent nombre de nos processus physiologiques, contiennent 150 fois plus de gènes que notre génome ».

On peut ainsi espérer que les techniques de simulation numérique vont permettre de réduire les cycles et les coûts de développement de nouvelles molécules. C'est indispensable quand on sait qu'il faut de 10 à 12 ans de développement et près de 300 M€ pour mettre sur le marché une nouvelle molécule, après en avoir synthétisé et testé près de 160 000. De même, l'analyse des "Big Data" issues d'images de microscopie va accélérer le phénotypage des molécules. Idem pour l'analyse des images 3D en fluorescence du comportement des cellules. En agriculture, l'analyse des images satellitaires des parcelles permet de détecter les carences et les maladies des plantes et de leur apporter m² par m² le bon taux d'engrais et de produits phytosanitaires. Et il en ira de même pour la santé humaine avec une médecine personnalisée beaucoup plus efficace.



C'est aussi ce qu'a démontré **Jay D Humphrey**, Professor of Biomedical Engineering à l'**Université de Yale**, pour qui les technologies numériques permettent de lutter de manière efficace contre l'une des principales causes

de mortalité, les maladies cardio-vasculaires. « Dans le cas de la formation de thromboses pouvant conduire à des ruptures d'anévrisme, le traitement des images IRM nous permet de recréer le modèle numérique du réseau sanguin d'un individu sur lequel on simule le flot sanguin à l'aide des équations de la mécanique des fluides. Un véritable défi pour le HPC puisque la simulation de 5 battements cardiaques demande un maillage de 5x10⁶ degrés de liberté, 104 pas de calcul et 5x10³ heures de CPU, qui ne génèrent pas moins de 50 GB de données ! Mais cela nous permet de comprendre la progression de ces maladies cardio-vasculaires et d'évaluer les risques pour les patients ».



Enfin, **François Andry**, Senior Director, Enterprise Architecture chez **Philips Healthcare**, a montré comment le Cloud a permis de créer une plate-forme facilitant le traitement performant des données de santé. Un problème d'envergure puisque ce ne sont pas moins de 190 millions de patients, dans plus de 100 pays, qui sont suivis tous les ans par des moniteurs Philips, ce qui génère 10 PB de données ! « Le traitement de ces données permet aux scientifiques de développer des traitements individualisés beaucoup plus efficaces, tenant compte de l'hétérogénéité génomique des individus ».

FACILITER L'INNOVATION



Pour conclure cette journée de séances plénières, **Hervé Mouren**, directeur de **Teratec**, a tenu à mettre en avant les PME, pour montrer que le HPC n'était pas qu'une affaire de grands groupes industriels.



Adeline Loison et **Alassane Cisse**, directeurs de **HLi**, un cabinet d'accompagnement des entreprises dans leur transformation numérique, ont ainsi montré comment ils utilisaient le *Machine Learning* pour aider leurs clients à piloter leur stratégie et prendre des décisions opérationnelles, à partir de données hétérogènes semblant a priori incohérentes. « *Trois types d'algorithmes d'apprentissage (supervisé, non supervisé et par renforcement) sont envisageables en fonction du problème et des objectifs attendus. Un moteur spécifique est ainsi créé et industrialisé pour chaque cas-client* ». Une technologie qui est utilisable dans de multiples secteurs (banque pour prévenir les fraudes, télécoms pour fidéliser les clients, industrie pour de la maintenance prédictive...).

Hervé Mouren a ensuite rendu hommage au **Cerfacts**, centre de recherche fondamentale et appliquée, spécialisé dans la modélisation et la simulation numérique, qui vient de célébrer ses trente ans. Sa directrice,



Catherine Lambert, en a présenté les activités de R&D, de développement de méthodes et d'applications dans les domaines de l'aéronautique, du spatial, du climat, de l'environnement et de l'énergie, ainsi que de formation.

Pour conclure, Hervé Mouren a montré comment les start-up travaillant sur les technologies de simulation et le HPC pouvaient aider les grands groupes à prendre efficacement le virage de la transformation numérique, qui aura à la fois un impact sur leur fonctionnement, mais aussi sur leurs produits et services, voire sur leur business model. « *C'est une solution très efficace car ces PME innovantes fournissent à la fois de la technologie, des compétences et facilitent la co-conception entre savoir-faire métier et savoir-faire technologique, afin d'accélérer l'innovation. L'illustration en est le challenge DataPoC où 10 PME ont répondu à 10 défis proposés par des grands groupes industriels. Et c'est notre rôle à Teratec de fédérer et d'animer cet écosystème innovant* ».

Interventions des sponsors du Forum Teratec 2017

PLATINUM SPONSORS



représenté par **Agnès BOUDOT**, Group VP, Head of HPC, ATOS



représenté par **Laurent VANEL**, Cognitive Systems Technical Leader, IBM



représenté par **Philippe TRAUTMANN**, EMEA sales director HPC & POD, HPE ENTERPRISE



représenté par **Cristel SAUDEMONT**, Global Account Director, INTEL



GOLD SPONSORS



représenté par

Didier JUVIN, *Chef de projet Simulation Numérique et Informatique, CEA*



représenté par

Bernard RANNOU, *HPC & Big Data Sales Manager, DDN France*



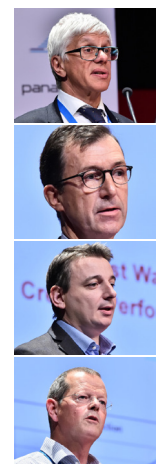
représenté par

Yossi ELBAZ, *Sr. Director, EMEA Sales, MELLANOX*



représenté par

Ulrich PLECHSCHMIDT, *Managing Director Cloud Systems HPC Storage Systems Sales, SEAGATE*



SILVER SPONSORS



représenté par

Hervé COLLARD, *Vice President of Product Management, ATEMPO / ASG TECHNOLOGIES*



représenté par

Pascal BARBOLOSI, *Vice President, EMEA Sales, CRAY COMPUTER*



représenté par

Alain WILMOUTH, *DG, 2CRSI*



représenté par

Marc MENDEZ-BERMOND, *Expert Solutions HPC, DELL*



représenté par

Pierre LAGIER, *Chief Technical Officer, FUJITSU*



représenté par

Philippe LAVOCAT, *PDG, GENCI*



représenté par

Philippe BRICARD, *Business Development & Alliances, NICE Software*



représenté par

Frédéric PARIENTE, *Business Development Manager, NVIDIA*



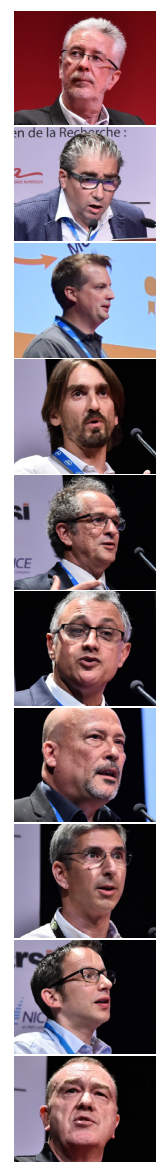
représenté par

Guillaume LORY, *Principal Solutions Consultant, OPENTEXT*



représenté par

Martin EVES, *VP Worldwide Sales & Field Operations, PANASAS*



Les 3^{èmes} Trophées de la Simulation numérique

Pour la troisième année consécutive, Teratec, en partenariat avec *L'Usine Digitale*, organisait les Trophées de la simulation numérique.

Organisé dans le cadre du Forum Teratec, ce prix récompense les meilleurs projets français en matière de HPC, de Simulation et de Big Data. Et ce, dans quatre catégories : Start-up, PME, Innovation et Collaboration. Sans compter le Grand Prix de la Simulation Numérique qui récompense le meilleur d'entre eux.

► Prix STARTUP

Sponsorisé par le CEA

Nommés : Dataswati, Marie Quantier, Strains

Lauréat : Strains



Start-up créée à Paris en 2014 par **Xavier Cespedes**, **Strains** a été récompensée pour sa solution **DS-Steel**. DS-Steel est un logiciel de Cloud-Computing permettant la CAO et le calcul de la résistance des détails et des connexions de charpente métallique par la méthode du « calcul à la rupture ». Une interface simple et fonctionnelle, et une méthode de résolution fiable, issue d'années de recherche avec l'**École des Ponts et Chaussées**. (Source *L'Usine Digitale*)

► Prix PME

Sponsorisé par Atempo d'ASG

Nommés : Cosmo Tech E-energy, Oreka

Lauréat : Cosmo Tech



Cosmo Tech a été plébiscité pour son application Asset Investment Optimization (**AIO**). Cet outil de modélisation et de simulation est capable de prendre en compte l'ensemble des interconnexions et des contraintes des systèmes complexes étudiés par la simulation d'une multitude de scénarios, et ainsi permettre aux dirigeants d'entreprise de prendre des décisions optimales.

Une technologie disruptive de modélisation et de simulation de systèmes complexes qui a déjà séduit de grands industriels français, comme **RTE**, **Veolia**, **SNCF**, **EDF**, **Total**, **Alstom** ou encore **Enedis**.

Née des recherches menées par **Michel Morvan**, ancien professeur à l'**ENS de Lyon** et fondateur de l'institut rhônalpin des systèmes complexes (**ixxi**), Cosmo Tech a développé son propre langage informatique de modélisation (**COSML** – Complex systems modeling language) (Source *L'Usine Digitale*)

Les Trophées de la Simulation Numérique 2017 sont organisés par :

L'USINEDIGITALE



► Prix Innovation

Sponsorisé par HPE

Nommés : CNRS, Edeis, Quantmetry

Lauréat : Quantmetry



Mené en collaboration avec l'Unité de Sénologie du **CHRU de Strasbourg**, le projet **LYPHOMETRY** de **Quantmetry**, initié au hacking health camp 2017, a fait l'unanimité. Il s'agit d'une solution permettant de prévenir le lymphoedème chez les patientes traitées pour le cancer du sein. Quantmetry a développé un manchon connecté en fibre conductrice permettant à la patiente de mesurer elle-même régulièrement le diamètre de son bras. L'ensemble, conçu autour d'une base **Arduino**, mesure l'étirement du matériau via la variation de tension électrique entre deux pins du manchon. Les informations sont ensuite transmises via Wifi sur un serveur Cloud certifié HDS. L'ensemble des données sont ensuite agrégées et compilées avant d'être transmises à la patiente (avec son accord), à son médecin et (si accord) à la communauté scientifique. Les données stockées sont protégées et sécurisées dans un e-coffre fort, l'anonymat des patientes préservé.

Un projet innovant dans le sens où il n'existe actuellement aucun moyen de détection autre qu'un gonflement important du bras, visible par soi-même ou des visites régulières chez le médecin qui compare la circonférence des deux membres de manière précise. *(Source L'Usine Digitale)*

► Prix Collaboration

Sponsorisé par INRIA

Nommés : L'Oreal, Lemma, Transvalor

Lauréat : Transvalor



Transvalor a été récompensée pour le projet **DIGIMU** (Développement d'un cadre innovant et global pour la modélisation des évolutions de microstructures intervenant lors des procédés de mise en forme des métaux), mené en collaboration avec **Mines ParisTech** et sept grands groupes industriels : **ArcelorMittal, Areva, AscoMetal, Aubert&Duval, CEA, Safran** et **Timet**.

Ce logiciel de simulation pour l'évolution microstructurale vise deux objectifs : « simuler les phénomènes locaux et hétérogènes ne pouvant être captés par les modèles d'ordre supérieur » et « améliorer les modèles à champ moyen utilisable pour des simulations à l'échelle d'une pièce industrielle ». *(Source L'Usine Digitale)*

► Grand Prix de la simulation

Sponsorisé par Cray

Lauréat : Quantmetry



Partenaires des Trophées de la Simulation Numérique 2017



Mercredi 28 juin 2017 Ateliers techniques et applicatifs

Technologies émergentes et nouveaux secteurs d'application du HPC et du Big Data

Animés par les principaux acteurs du marché et des experts reconnus, ces ateliers orientés usage ou technologie ont fait le point sur les technologies émergentes et sur de nouveaux secteurs d'application du HPC, de la simulation et du Big Data.

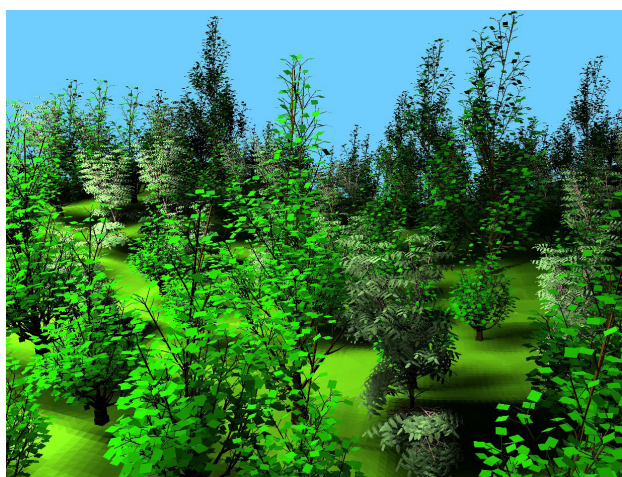
OUTILS NUMÉRIQUES DE SIMULATION ET BIG DATA POUR LE SUIVI DE PRODUCTION ET DE QUALITÉ EN AGRICULTURE

Présidé par Christian Saguez, Cybeletech avec la participation de Philippe Florentin, Noriap - Philippe Michonneau, SCARA - Suzanne Reynders, INRA - Pierre Varlet, ANPP

Face aux grands challenges (production, environnement, ressources naturelles...) auxquels l'agriculture doit faire face, les outils de simulation et du Big data apportent des innovations essentielles. Une des problématiques fortes est notamment à tous les niveaux du cycle de vie du végétal, de disposer des éléments permettant de garantir une production en quantité et qualité conforme aux différents besoins des acteurs de la transformation.

L'objet de cet atelier a été de faire un point précis sur les différents outils numériques de modélisation, simulation et apprentissage par les données disponibles actuellement et d'illustrer leurs apports à travers de différentes filières du végétal.

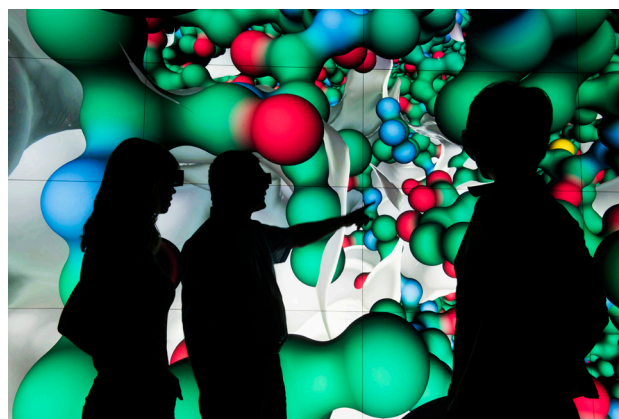
Dans ce cadre, les exposés ont abordé tout particulièrement deux secteurs importants : les grandes cultures et l'arboriculture en présentant des exemples concrets d'utilisation.



© INRIA

SANTÉ - PERSPECTIVES POUR UNE MÉDECINE PERSONNALISÉE EN 2025

Présidé par Claude Camozzi et Gérard Roucairol, Teratec avec la participation de Christophe Beroud, INSERM - Stéphane Avril, Mines Saint-Étienne - Michel Rochette, Ansys France SAS - Lulla Opatowski, UVSQ - Vincent Zoete, Université De Lausanne - Michel Masella, CEA



© INRIA

L'explosion du nombre et de la diversité des données médicales numérisées disponibles pour chaque patient combinées avec l'évolution des puissances de calcul accessibles créent de nouvelles conditions pour mettre en place des nouvelles démarches d'utilisation du calcul intensif qui devront contribuer à une prise en charge médicale plus précise, plus rapide, plus sûre, plus prédictive.

Quelques exemples de travaux de recherche en cours ont été examinés et ont contribué à illustrer comment la simulation, la conception de nouvelles molécules, l'aide à la décision thérapeutique, les traitements des grands nombres etc..., rendent effectives certaines pratiques de cette médecine mieux personnalisée que chacun souhaite pour le bien-être de tous les patients.

BLOCKCHAIN ET CHAÎNE DE VALEUR NUMÉRIQUE : FONDEMENTS, GOUVERNANCE, OPPORTUNITÉS

Présidé par Jean-Philippe Nomine, CEA/DAS, Sara Tucci et Gérard Canet, CEA/LIST avec la participation de Gérard Roucairol, Teratec - Michel Raynal, IRISA - Onder Gürçan, CEA LIST - Gilles DELEUZE, EDF R&D - Samira Rabaaoui, Université Claude Bernard Lyon 1 - Laurent Henocque, Université de la Méditerranée

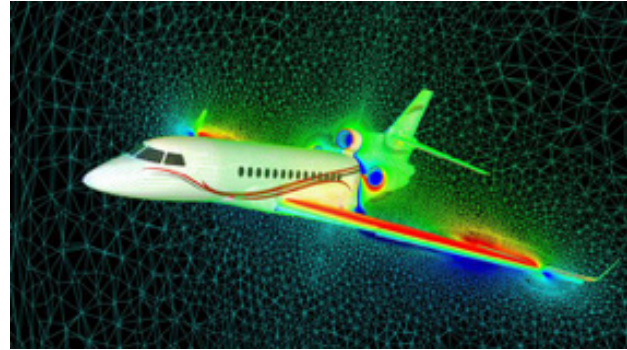


Les technologies de type blockchain, portées par une popularité grandissante, sont souvent considérées comme l'élément central d'une nouvelle révolution numérique après Internet. Cependant le paradigme sous-jacent n'est pas nouveau : il a été depuis 40 ans un objet d'étude privilégié de la communauté du calcul réparti. Cet atelier a permis de comprendre la blockchain comme objet technique, en offrant une vision précise de ses propriétés et limitations.

Après une présentation des fondements théoriques, les questions de gouvernance de ces réseaux distribués ont été examinées, et la place possible des grands centres de calcul – tels le TGCC. L'atelier a également couvert les points de vue des acteurs principaux de cette chaîne de valeur numérique : les grands groupes industriels, les PME qui réalisent des produits/services à forte valeur ajoutée sur la base des plateformes blockchain, et enfin le point de vue des développeurs de ces plateformes.

ÉVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT LOGICIEL HPC

Présidé par François Bodin, IRISA avec la participation de Cédric Andreolli, Intel - François Courteille, Nvidia - Olivier Barais, Université de Rennes 1 - Christian Pagé, CERFACS - Thomas Cadeau et Yiannis Georgiou, Bull/Atos

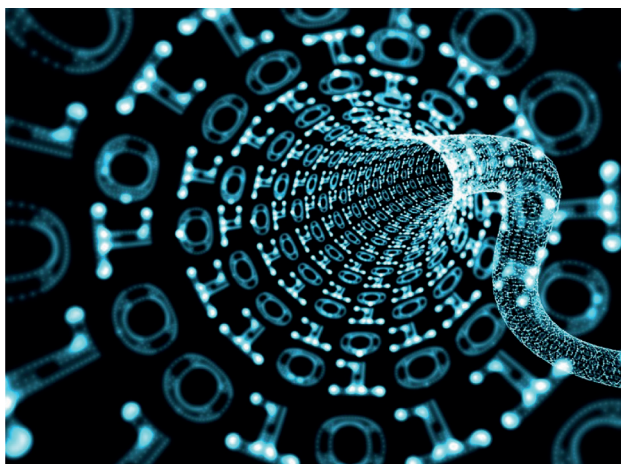


© Dassault Aviation

Le domaine du calcul haute performance est en mutation profonde pour d'une part, s'adapter aux ruptures technologiques de cette dernière décennie (architectures massivement parallèles et/ou hétérogènes, fin de la loi de Moore,...) et d'autre part, prendre en compte les besoins d'analyse de données. Pour les scientifiques, ceci se traduit par de nouveaux outils logiciels ainsi qu'une diversité plus grande des langages de programmation. Cet atelier a passé en revue quelques nouveaux outils logiciels pour le calcul numérique.

ALGORITHMES ET DEEP LEARNING, NOUVEAUX PARADIGMES ET CHALLENGES ?

Présidé par Laurent Cavelius, Tellmeplus et Christian Saguez, Teratec avec la participation de Benoit Pelletier, Atos - Rémi Coletta, Tellmeplus - Guillaume De Saint Marc, Cisco - Jean-Guillaume FAGES, COSLING - Alexandre Boulch, Onera - Laurent Doucet et Cyrille Vincey, Roland Berger



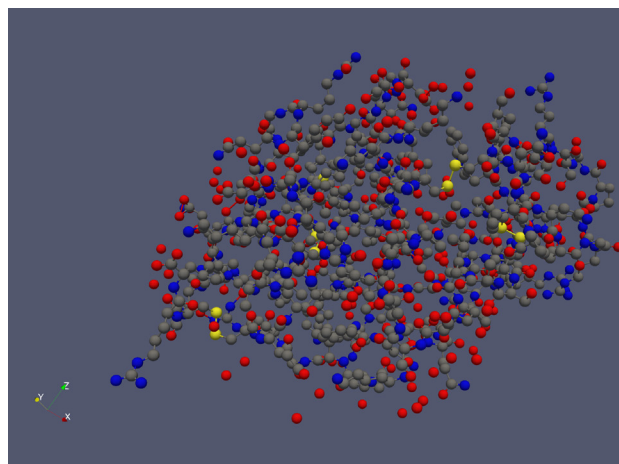
La loi de Moore, qui prédit une fin programmée de l'évolution de la puissance des systèmes informatiques, perd aujourd'hui de sa pertinence face aux nouvelles technologies informatiques. Parmi elles, on peut citer le High Performance Computing (HPC) qui permet une capacité exponentielle de calcul.

L'un des enjeux majeurs de ces nouvelles technologies émergentes est de permettre aux entreprises, tous secteurs confondus, de faire face au déluge informationnel du Big Data. Cette prolifération des données nécessite d'importante puissance de calcul pour collecter et analyser ce capital. C'est ce que l'on retrouve aujourd'hui sous l'appellation High Performance Data Analytics.

En réunissant scientifiques, fournisseurs et utilisateurs, cet atelier a abordé les conséquences du HPDA sur les modèles analytiques majeurs (algorithmes & Deep Learning), mais aussi d'en définir les nouveaux challenges, sous le prisme scientifique ou quelques cas d'usage.

LE BIG DATA APPLIQUE A LA SCIENCE DES MATERIAUX

Présidé par Gilles Zerah, CEA avec la participation de Alessandro De Vita, King's College London - Giovanni Pizzi, EPFL Lausanne - Olivier Coulaud, INRIA - Perlade Astrid, Arcelormittal - Claude Le Bris, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées - Christian Rey, Safran



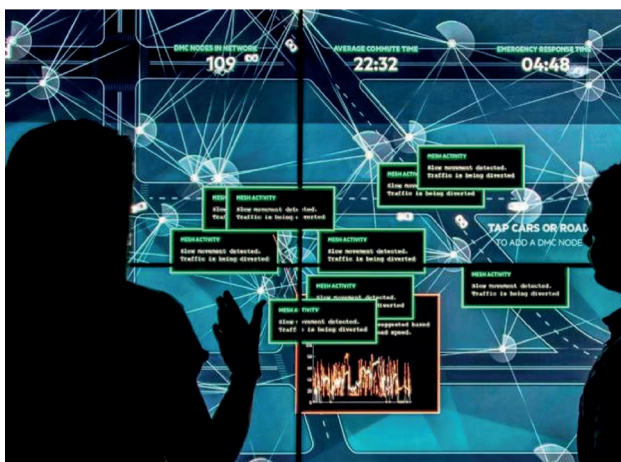
© CEA

La découverte de nouveaux matériaux ou de nouveaux arrangements de matériaux est un des enjeux majeurs de la recherche industrielle. Même si plusieurs centaines de milliers de matériaux sont « connus », la connaissance de leurs propriétés est largement lacunaire, pour ne rien dire de leurs assemblages, aux échelles microscopiques ou mésoscopiques.

Nous avons proposé d'explorer dans cette session comment la simulation numérique associée aux techniques de Big Data peut en accélérer la connaissance, ainsi que la découverte d'assemblages aux propriétés optimisées.

INTERCONNECT

Présidé par Guillaume Colin De Verdier, CEA avec la participation de Tony Ford, Cray - Patrick Demichel, HPE - John Swinburne, Intel - Neil Parris, ARM - Steve Fields, IBM - Fabien Locussol, Atos - Gilad Shainer, Mellanox

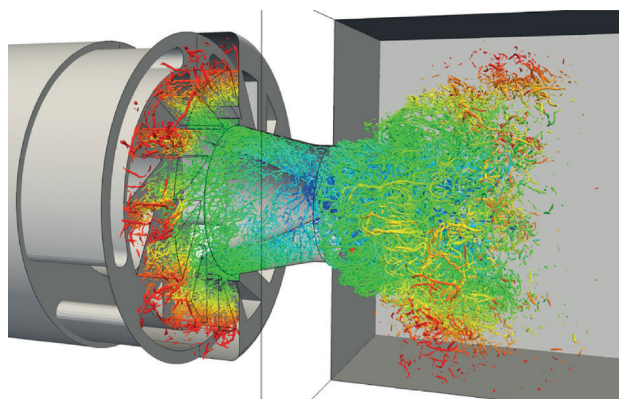


Les années passées ont confirmé la convergence du HPC et du Big Data (BD), maintenant dénommé HPDA. Quand le HPC produit de vastes volumes de données de simulation, le BD analyse de très grandes bases de données. Pour satisfaire les besoins de ces deux domaines, les fournisseurs de technologies essaient d'offrir les meilleures solutions pour réduire le coût du mouvement des données que ce soit en intra ou en inter nœud de calcul.

Cette session a présenté un panorama des derniers développements en matière d'interconnect au travers de présentations d'acteurs majeurs dans ce domaine.

PRECISION ET STABILITE NUMERIQUE DANS LES SIMULATIONS HPC

Présidé par Eric Petit, Intel avec la participation de Pablo Oliveira, UVSQ - Olivier Jamond, CEA - Arnault Ioualelen, Numalis - Franck Vedrine, CEA LIST - Wilfried Kirshenmann, Aneo - Luc Giraud, INRIA - Bruno Lathuiliere, EDF - Fabienne Jezequel, LIP6



L'évolution récente des systèmes HPC - parallélisme massif, cœurs tirant parti de la vectorisation, hiérarchies mémoire - et l'accroissement des capacités de calcul permet la simulation à plus haute résolution de temps physiques plus longs ; ces avancées posent toutefois un certain nombre de défis au-delà de l'aspect programmation parallèle. L'un de ces enjeux est la qualité numérique des simulations.

Que ce soit les questions de validité numérique du résultat, de la reproductibilité numérique d'une génération de système à l'autre ou d'un langage à un autre, de l'apparition de bugs liés aux particularités du format flottant ou bien encore de l'instabilité inhérente au problème simulé, le besoin d'outils et de méthodes devient critique.

Dans cet atelier, divers aspects du problème de l'arithmétique flottante en simulation numérique ont été explorés au travers d'outils et cas d'usage concrets.

Mercredi 28 et jeudi 29 juin 2017 Exposition

Présentation des dernières avancées matériels, logiciels, services et R&D en matière de simulation, HPC et Big Data

Les 27 et 28 juin, 70 exposants, dont 13 nouveaux venus, ont réservé leurs nouveautés et avant-premières pour les visiteurs à l'occasion du Forum

Supercalculateurs, suites logicielles, plateformes d'Intelligence artificielle, processeurs, solutions de simulation numérique, services pour le HPC et le Big Data, outils de Deep Learning... toutes les dernières technologies matérielles et logicielles en termes de traitement, de gestion, de stockage et de diffusion de données.

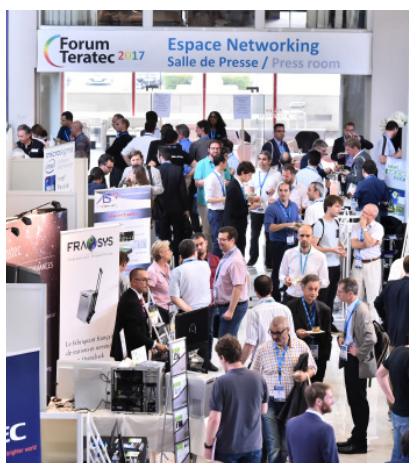
Matériel : de la puce au Data Center. Les dernières technologies matérielles en termes de traitement, de gestion, de stockage et de diffusion de données étaient exposées sur les stands d'une vingtaine d'exposants

Logiciels : du système à l'applicatif. Les logiciels, qu'ils soient systèmes pour la gestion de données ou applicatifs pour la modélisation et la simulation numérique hautes performances, étaient présents sur la quinzaine de stands des éditeurs.

Services : du conseil à l'exploitation. Des activités de service, de la réflexion en début de 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, ont été présentées sur une vingtaine 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'a montré la vingtaine d'universités, de centres de R&D, de grandes entreprises et de start-up présentes sur l'exposition.

- 2CRSI
- ACTIVEEON
- ALINEOS
- ALLINEA SOFTWARE
- ALTAIR ENGINEERING
- AMIES
- ANEO
- ANSYS FRANCE
- AS+ GROUPE EOLEN
- ATEMPO ASG TECHNOLOGIES
- ATOS / BULL
- BRIGHT COMPUTING
- CAFE EUROPEEN DE LA RECHERCHE
- CARRI SYSTEMS
- CEA
- CENAERO
- CLUSTERVISION
- COLOC PROJECT
- COMSOL FRANCE
- COSMO TECH
- CRAY COMPUTER
- CYBELETECH



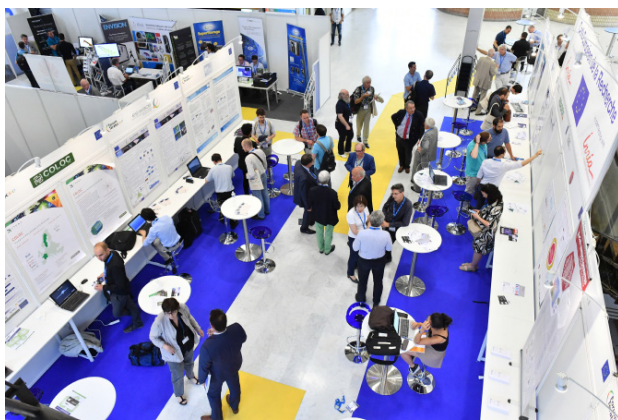
- DATASWATI
- DDN STORAGE
- DELL EMC
- DO
- DOTVISION
- EMG2
- EOCOE PROJECT
- ESCAPE PROJECT
- ESI GROUP
- ESIWACE PROJECT
- ESPACE DATAPOC
- ESPACE PROJETS COLLABORATIFS
- ETP4HPC
- EXASCALE COMPUTING RESEARCH LAB
- FUJITSU
- GENCI
- GROUPE HLI
- HPE
- HUAWAI
- IBM
- IFP ENERGIES NOUVELLES

- INRIA
- INTEL CORP.
- INTERTWINE PROJECT
- KEEPEN
- KITWARE
- LENOVO
- MELLANOX TECHNOLOGIES
- MICRO SIGMA
- MONT-BLANC PROJECT
- NEC
- NICE SOFTWARE
- NUMSCALE
- NVIDIA
- OPENTEXT
- PANASAS



- PARATOOLS
- PNY
- POP PROJECT
- READEX PROJECT
- REFLEX CES
- SAGE PROJECT
- SEAGATE
- SEE-D SAS
- SIMSEO
- SOGETI HIGH TECH
- TELLMEPLUS
- TERATEC
- TOTALINUX
- TRANSTEC

Les espaces thématiques ont, de façon pédagogique et très concrètement, complété l'offre sur le salon.



Le Café Européen de la Recherche

Teratec, en partenariat avec l'**INRIA**, propose un espace dédié aux projets et initiatives de recherche européens dans les domaines de la simulation numérique, du HPC et du Big Data afin de leur permettre de présenter leurs travaux en cours auprès du monde industriel présent sur le salon.



Sponsorisé par

Inria
INVENTEURS DU MONDE NUMÉRIQUE

- **ANTAREX** - AutoTuning and Adaptivity appRoach for Energy efficient eXascale HPC systems
- **COLOC** - The COncurrency and LOcality Challenge
- **EoCoE** - Energy Oriented Center Of Excellence for computing applications
- **ESCAPE** - Energy-efficient Scalable Algorithms for Weather Prediction at Exascale
- **ESiWACE** - Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe
- **INTERTWinE** - Programming Model INTeroperability ToWards Exascale
- **Mont-Blanc**
- **POP** - Performance Optimization and Productivity
- **READEX** - Runtime Exploitation of Application Dynamism for Energy-efficient eXascale computing
- **SAGE** - Percipient StorAGe for Exascale Data

L'Espace DataPoC



DataPoC
CHALLENGES NUMÉRIQUES

L'Espace DataPoC a présenté les 10 PME chargées de relever les 10 challenges numériques

lancés par Teratec en partenariat avec ses sponsors applicatifs : **Airbus Safran Launchers, Alstom, Axereal, GE, Gemalto, Noriap**, et son partenaire technologique **Intel**.

Ces 10 challenges portent sur les domaines technologiques du Big Data, objets intelligents, prototypage et impression 3D, multitude et approches centrées utilisateurs et couvrent les grands secteurs applicatifs : Ville et systèmes urbains, Agroalimentaire, Industrie manufacturière et Sécurité.

Cet espace a présenté les 10 lauréats sélectionnés : **Cenaero - Cosmo Tech - Cybeletech - Dataswati - Do - Dotvision - Groupe HLI - Keepen - Kitware - See-D SaS**

Espace Projets Collaboratifs

L'espace Projets Collaboratifs où des pôles de compétitivité ont présenté une sélection de projets de R&D nationaux entre industriels, fournisseurs de technologies et grands centres de recherche. Ces projets de recherche appliquée portent sur le développement de produits, procédés ou services susceptibles d'être mis sur le marché à court ou moyen terme. Cette sélection témoigne du dynamisme et de la diversité de la R&D des PME françaises ainsi que de l'excellence de la coopération entre les acteurs de l'innovation

Projets labélisés Advancity

- **Dynamycity** - La modélisation des choix individuels au service d'un territoire responsable
- **Faircity** - Mise au point d'un service de simulation 3D à haute résolution de la qualité de l'air
- **Geoltytics** - Plateforme d'analyse et de prévision des besoins et des intentions de déplacements multimodes sur l'ensemble du territoire métropolitain

Projets labélisés Astech

- **Incas** - Innovation de concepts atténuateurs
- **Icarus** - Intensive Calculation for AeRo and automotive engines Unsteady Simulations

Projets labélisés Medicen

- **RetinOpTIC** - Dépistage massif automatisé de la Rétinopathie Diabétique
- **Rihdo** - Radiomics and Integration of Heterogeneous Data in Oncology

Projets labélisés Systematic

- **Caviar** - Calcul VibroAcoustique linéAire
- **Mecasif** - Modèles réduits pour la Conception Amont de Systèmes Industriels Fiables
- **Musicas** - Méthodologie Unifiée pour la Simulation de l'Intégrité et de la Contrôlabilité des Assemblages Soudés
- **Vipes** - Virtual Integrated Platform for Embedded System

Projets labélisés Vegepolys

- **Advantage** - Maladies du bois de la vigne : Développement de nouveaux produits de protection et de services pour la mise en place d'une stratégie de protection durable, de la pépinière au vignoble.
- **Smart Agriculture System** - Conception et développement d'un système de prévision de rendement et d'aide à la décision par modélisation dynamique au niveau parcellaire. Application à la culture du blé grain et semence
- **Eve** - Développer un logiciel innovant d'aide à la décision pour diminuer les apports d'eau à la parcelle agricole
- **Griote2** - Intégration de données biologiques à très grande échelle

LE RENDEZ-VOUS INTERNATIONAL
CONFÉRENCES | ATELIERS | EXPOSITION

THE INTERNATIONAL MEETING
CONFERENCES | WORKSHOPS | EXHIBITION

19 & 20 JUIN 2018
JUNE 19 & 20

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PALAISEAU-FRANCE

HPC
BIG DATA
SIMULATION



**Forum
Teratec.fr**
LES CLÉS DU FUTUR
UNLOCKING THE FUTURE

PLATINUM SPONSORS



GOLD SPONSORS



SILVER SPONSORS



PARTENAIRE CAFÉ EUROPÉEN DE LA RECHERCHE





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

Christian SAGUEZ,
président
christian.saguez@orange.fr

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