



AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES



**RAPPORT
D'ACTIVITÉ
2018**





RAPPORT D'ACTIVITÉ 2018

CHAPITRE
SOMMAIRE

PAGE

	Éditorial du Président.....	4
1	Faits marquants de l'année 2018.....	6
2	Vie de l'association	8
3	Programmes & Initiatives.....	10
4	Technopôle Teratec.....	19
5	Projets de recherche industrielle	27
6	Laboratoires de recherche industrielle	34
7	Coopération européenne.....	38
8	Enseignement & Formation	46
9	Promotion & Communication.....	47
10	Forum Teratec 2018	49

Teratec renforce sa dimension européenne

Fin septembre 2018, l'Assemblée Générale de Teratec m'a élu en tant que membre du Conseil d'Administration et celui-ci m'a fait l'honneur de me désigner comme votre Président. Je vous en remercie tous vivement, et je tiens à vous assurer que je mettrai toute mon énergie et toute ma passion pour que Teratec poursuive son développement sur la trajectoire qui lui a été donnée, tout en s'adaptant aux opportunités d'aujourd'hui.

Je tiens, avant toute chose, à rendre hommage à **Gérard Roucairol** et à **Christian Saguez** qui ont piloté depuis 13 ans la construction « du Teratec » que nous connaissons aujourd'hui et qui ont largement œuvré pour que notre Association soit un organisme incontournable dans le paysage français du Calcul Hautes-Performances, le HPC, et de la Simulation Numérique.

Pour Teratec, l'année 2018 a été une année particulièrement active, marquée à la fois par de nombreux résultats et par le démarrage d'actions nouvelles, grâce à la mobilisation de tous, membres et équipe des permanents. Sans exhaustivité, on peut citer les points suivants :

- L'accomplissement des deux programmes pour promouvoir l'usage des technologies de simulation et d'apprentissage par les données que nous ont confiés les pouvoirs publics. Ainsi, dans le cadre des **Challenges numériques DataPoC**, les 10 preuves de concepts confiés à des startup ont été réalisés avec succès en co-élaboration avec de grands industriels, alors que pour le **Programme SiMSEO**, ce sont près de 200 PME du Bâtiment et du secteur de la Production Manufacturière qui ont été accompagnées à l'usage de la simulation numérique au travers des 77 offres de service proposées.

Ces deux Programmes me semblent particulièrement importants pour Teratec, car ils concrétisent l'un de nos objectifs fondamentaux, à savoir de promouvoir l'usage de la simulation numérique et, plus généralement, des technologies numériques auprès de toutes les entreprises, élargissant ainsi, au-delà du HPC, les catégories de technologies que nos membres « fournisseurs » peuvent développer.

- L'interaction forte avec les grandes initiatives européennes dans le domaine du Calcul Hautes-Performances, en particulier avec l'**ETP4HPC** (European Technology Plat-form for High Performance Computing, l'**IPCEI** (Important Project Common European Interest) et la future Entreprise Commune, la « Joint-Undertaking » **EuroHPC**, qui a été portée sur les « fonds baptismaux » le 28 septembre dernier ;
- Le **Forum Teratec** qui est désormais le Rendez-vous annuel incontournable des professionnels utilisateurs et fournisseurs de Technologies numériques, et tout spécialement HPC, en France, et l'un des deux plus grands évènements européens, avec plus de 1300 participants. Le Forum, par sa visibilité, concrétise le rôle fédérateur de Teratec en matière de développement et d'utilisation du HPC en France ;
- La mise en place d'une animation du **Campus Teratec**, pour créer un trait d'union à la fois entre les entreprises du Campus et entre le Campus et la Communauté de Communes qui nous a accueillis. Cette animation permet à la fois de créer un « lien humain » et de donner une meilleure visibilité aux équipes du Campus Teratec sur les compétences et les activités de leurs « voisins » : j'ai toujours pensé que les « machines à café » sont des lieux essentiels à la circulation de l'information, au bénéfice de tous.

Pour l'année 2019, il convient de se positionner face aux nouveaux enjeux de notre société et de l'évolution du paysage européen du High-Performance Computing. Ainsi, les technologies du Calcul Hautes-Performances et de stockage et d'apprentissage par les données (HPDA) sont désormais l'outil indispensable pour la compétitivité et les capacités d'innovation de nos entreprises, tout autant qu'un enjeu fort pour notre sécurité nationale ou notre vie quotidienne. Au niveau européen, le **démarrage fin 2018 de la Joint-Undertaking EuroHPC**, largement soutenue par notre pays, conduit Teratec à prendre une dimension européenne. C'est donc autour de ces deux grands enjeux que je propose de positionner les nouveaux axes d'action de Teratec pour 2019 et les années qui vont suivre :

- Poursuivre les travaux en groupe, en réunissant les membres qui le souhaitent au sein d'ateliers de « brainstorming » pour réaliser une prospective sur les thématiques à très forts enjeux, tels que la « **mobilité autonome** », le « **Quantum computing** » ou encore la maîtrise par la **Simulation numérique des procédés de fabrication de l'usine du futur**, ... ;
- En poursuivant, selon le rythme et les orientations qui seront définis par le Gouvernement et le Conseil National de l'Industrie, les **Programmes de promotion de l'usage des technologies de simulation et d'apprentissage par les données** à destination de toutes les entreprises qui en ont le besoin ;
- En renforçant très fortement notre action vers l'Europe. La Joint-Undertaking est en effet complètement dédiée au bénéfice de l'Industrie et de la Recherche Européennes, ce qui fait coïncider ses objectifs avec les nôtres, nationaux jusqu'à aujourd'hui. Afin d'ouvrir les super calculateurs aux entreprises utilisatrices, la Commission Européenne et EuroHPC ont fait appel à Teratec pour participer à la représentation des entreprises utilisatrices européennes.

Par ailleurs, le volet « Développement de la supply-chain des technologies numériques en Europe » d'EuroHPC ouvre une formidable opportunité pour tous les membres de Teratec qui sont pourvoyeurs de technologies.

Toutes ces actions vont demander une très forte implication de chacun. Il me semble essentiel à la fois pour nos économies nationale et européenne, mais aussi pour le rôle dans l'avenir de Teratec, que nous nous positionnions en étant force de proposition et en agissant concrètement pour le bénéfice de nos membres. Teratec sera ainsi le trait d'union de tous ses membres avec les instances tant françaises qu'européennes qui conduisent désormais une politique volontariste dans le domaine des technologies digitales et de leur emploi.

Daniel VERWAERDE,
Président de TERATEC



1 Faits marquants de l'année 2018

- Le 15 février, une délégation **d'une douzaine d'industriels**, membres de l'**AFNeT** (Association Française de référence du numérique dans les filières industrielles) a visité le Campus Teratec et le TGCC du CEA.
- Les 6 et 7 mars 2018 s'est tenu sur le Campus Teratec le **HPC User Forum**, organisé conjointement par Teratec, Hyperion Research et le CEA, autour de quatre sessions : Stratégies et visions pour le HPC en Europe, au Japon et aux USA - Les centres HPC pour les industriels - Les nouvelles applications pour le HPC - Les nouveaux développements pour le HPC et leurs applications.
- Fin de la première phase du **Centre d'excellence européen POP** (Performance Optimisation and Productivity).
- Publication en avril 2018 du supplément Simulation « **Les nouveaux usages de la simulation** » réalisé par L'Usine Nouvelle et Industrie & Technologies en partenariat avec Teratec.
- **Cédric Villani**, célèbre mathématicien français lauréat la Médaille Fields en 2010, député de la 5^e circonscription de l'Essonne et premier vice-président de l'OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), est venu le vendredi 15 juin visiter le Campus Teratec
- Pour sa 13^e édition, le **Forum Teratec** a accueilli plus de 1300 professionnels venus assister aux sessions plénières, participer aux ateliers techniques et visiter l'exposition.
- La 4^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 du Public.
- Christian Saguez, président de Teratec, et Jean-Marc Grognet, directeur général de **Genopole** ont signé le 19 juin 2018 une **convention de partenariat** pour développer leur collaboration autour d'axes stratégiques communs.
- Participation de Teratec à plusieurs groupes de travail organisés par la Commission Européenne pour la préparation du **programme EuroHPC** qui est la grande initiative structurante de la Commission Européenne sur la période 2018 – 2026.
- Élection du **nouveau Conseil d'administration de Teratec** lors de la 26^e Assemblée générale de Teratec le 27 septembre 2018, nomination de son **nouveau Président, Daniel Verwaerde** qui était jusqu'au printemps Administrateur général du CEA.
- Nomination de **Daniel Verwaerde** à l'**INFRA Advisory Board** d'EuroHPC et de **Hervé Mouren** au groupe **Miroir National** pour EuroHPC.
- Création d'un **centre de compétences en calcul quantique** en partenariat avec Total, Dassault-Aviation, EDF, Atos, le CEA, l'IFPEN, le CERFACS, les Universités de Paris 7 et de Reims.
- Le 2 octobre dernier, Teratec a organisé, en collaboration avec la CCI Essonne et le CEA, la **première Journée Portes Ouvertes du Campus Teratec** qui a accueilli 300 visiteurs professionnels.
- Après avoir poursuivi ses actions de sensibilisation sur toute la France, le **programme SiMSEO** termine l'année 2018 avec le déploiement de **77 offres de service** dans l'industrie manufacturière et le BTP. En quelques mois, SiMSEO a déjà accompagné **plus de 190 PME** à l'usage de la simulation numérique dans l'industrie manufacturière et le BTP.

- Présentation des résultats du programme SiMSEO lors du club Bim du 8 novembre, organisé par le Pôle Fibres-Energivie, lors du congrès Smart Manufacturing Meetings (S2M) du 31 mai et lors du congrès NAFEMS du 15 novembre.
- Réalisation des 10 preuves de concept lancées dans le cadre de l'initiative DataPoC. Une restitution de l'**initiative DataPoC** a été présentée lors d'un atelier organisé par le Secrétariat général pour l'investissement, la Direction Générale des Entreprises et Bpifrance, le 22 juin à Station F.
- Dans le cadre du programme H2020, **Teratec participe à 3 Centres d'Excellence** démarrés en décembre 2018 : **POP** (analyse et optimisation des codes pour les calculs parallèles), **Excellerat** (logiciels de calcul scientifique dans l'industrie manufacturière) et **FocusCoE** (Concerted action for the European HPC CoEs).
- Adhésion à Teratec de 8 nouveaux membres, entreprises industrielles et technologiques.



2 Vie de l'association

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

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

Le Conseil d'administration de Teratec :

- *ANSYS* représenté par Jacques DUYSSENS
 - *CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE L'ESSONNE* représenté par José RAMOS
 - *CŒUR D'ESSONNE AGGLOMÉRATION* représenté par Olivier LEONHARDT
 - *CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'ESSONNE* représenté par Patrick IMBERT
 - *CS SI* représenté par Ghassan AZAR
 - *DASSAULT AVIATION* représenté par Michel PINGET
 - *DISTENE SAS* représenté par Laurent ANNÉ
 - *EDF* représenté par Stéphane TANGUY
 - *ESI-Group* représenté par Argiris KAMOULAKOS
 - *HEWLETT PACKARD ENTERPRISE* représenté par José RORRIGUES
 - *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 :

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

Teratec compte 89 membres à la date du 31 décembre 2018

→ Industriels utilisateurs

AIR LIQUIDE	FLYING WHALES
AIRBUS	FAURECIA
ARCELORMITTAL	L'OREAL
CEA	MICHELIN
CGG	NAVAL GROUP
DASSAULT AVIATION	SAFRAN
ÉLECTRICITE DE FRANCE	TOTAL

→ Entreprises technologiques

2CRSI	IBM
ACTIVEEON	INTEL
ALTAIR ENGINEERING	INTERFACE CONCEPT
ANEO	KITWARE
ANSYS	MATHWORKS
ARM	MELLANOX TECHNOLOGIES
AS+ GROUPE EOLEN	MICRO SIGMA
ATEMPO	MICROSOFT
ATOS	NEC
ASPERITAS	NEWNET
BECHTLE	NICE SOFTWARE
BRIGHT COMPUTING	NUMECA INTERNATIONAL
CADLM	NUMSCALE
CARRI SYSTEMS	NUMTECH
CENAERO	NVIDIA
CLUSTERVERSION	OPENIO
COMSOL	OPTIS
CRAY COMPUTER	PARATOOLS
CS SI	PNY
DDN STORAGE	REFLEX CES
DELL EMC	RESCALE
DISTENE	SCALIAN
DVC	SCALITY
EMG2	SEAGATE TECHNOLOGY
ESI GROUP	SOGETI HIGH TECH
FUJITSU	TOTALINUX
HEWLETT-PACKARD ENTERPRISE	

→ Enseignement et Recherche

ANDRA	GENOPOLE
CENTRALESUPELEC	IFP ÉNERGIES NOUVELLES
CERFACS	INRIA
CNRS	INSTITUT MINES-TELECOM
CSTB	MINES PARISTECH
ÉCOLE POLYTECHNIQUE	NAFEMS
ÉCOLE SUPÉRIEURE	ONERA
D'INGÉNIEUR LÉONARD	UNIVERSITE DE REIMS
DE VINCI	CHAMPAGNE-ARDENNE
ENS DE CACHAN	UNIVERSITE DE VERSAILLES
GENCI	ST-QUENTIN-EN-YVELINES

→ Collectivités locales

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

Nouveaux membres en 2018



3 Programmes & Initiatives



Projet SIMSEO

SIMSEO : 700 ENTREPRISES SENSIBILISÉES À L'USAGE DE LA SIMULATION, 192 PME ACCOMPAGNÉES À L'INTÉGRATION D'OUTIL DE SIMULATION, 77 OFFRES DE SERVICE PROPOSÉES



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

700 ENTREPRISES SENSIBILISÉES : 54 ATELIERS DE SENSIBILISATION DANS 42 VILLES

En **2018**, SiMSEO a organisé **10 ateliers de sensibilisation** dans **10 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 comprendre, d'utiliser et d'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. Un focus particulier sur les offres de service est

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 quant 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 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.

réalisé ainsi que sur l'aide financière dont elles peuvent bénéficier. La typologie des participants est essentiellement des industriels.

En 3 ans, SiMSEO a organisé **54 ateliers** de sensibilisation, **dans 42 villes** de France, et a rencontré plus de **700 sociétés**. Ces ateliers ont permis de les sensibiliser aux enjeux, aux technologies et aux usages de la simulation numérique appliquée à leur métier. Ces rencontres ont également contribué à la réussite du dispositif notamment au travers de l'accompagnement de nombre d'entre elles sur l'acquisition d'offres de service SiMSEO. En 2019, SiMSEO continuera son déploiement et organisera des ateliers techniques centrés sur les offres de service SiMSEO.

2016

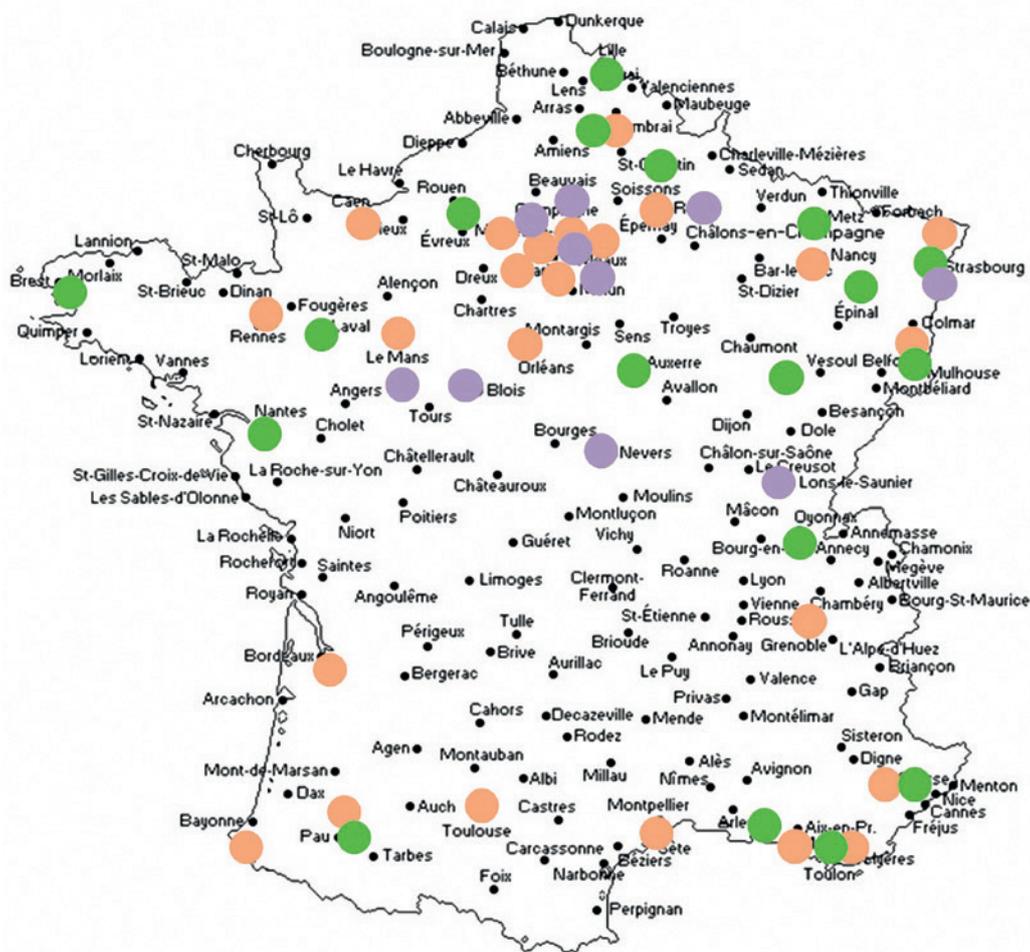
Lieu	Date
Evry	24/05/2016
Paris	16/06/2016
Palaiseau	28/06/2016
Palaiseau	29/06/2016
Strasbourg	05/07/2016
Méaulte	22/09/2016
Bordeaux	27/09/2016
Meaux	27/09/2016
Pau	28/09/2016
Bidart	28/09/2016
Toulouse	29/09/2016
Rennes	19/10/2016
Mulhouse	08/11/2016
Caen	09/11/2016
Le Mans	15/11/2016
Orléans	17/11/2016
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

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

2018

Meaux	26/03/2018
Saint-Quentin	17/04/2018
Lons-le-Saunier	23/05/2018
Le Mans	29/05/2018
Bruyères	02/10/2018
Chaville	07/11/2018
Strasbourg	07/11/2018
Blois	08/11/2018
Nevers	09/11/2018
Charenton	14/11/2018



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

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

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

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

3 Programmes & Initiatives

→ Industrie Manufacturière : 52 offres de service déployées

Nous avons déployé 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 projets pilotes, logiciels, et formations à l'usage. Elles couvrent les domaines de la

conception (dimensionnement, conception et optimisation) et de la fabrication (procédés de métallurgie, d'injection plastique, de fabrication additive et de flux logistique ou de production) :



→ Industrie du BTP : 25 offres de service déployées

En étroite collaboration avec le **PTNB**, **UNSA** 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 projets pilotes, logiciels, et formations à l'usage, sont centrées autour de **5 domaines prioritaires** : Structure, Énergie, Acoustique, Éclairage, ACV (Analyse du cycle de vie).



→ Catalogues SiMSEO des offres de service de simulation

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

→ 192 PME accompagnées à l'usage de la simulation numérique

En 2018, SiMSEO avait accompagné **40 PME de l'industrie manufacturière**, à s'équiper et à se former à l'usage de la simulation, ou dans la réalisation de projets pilotes, par le biais de nos **52** offres de service.

En 4 mois seulement, SiMSEO avait accompagné **152 PME du BTP** (Architectes et Bureau d'études), à s'équiper et à se former à l'usage de la simulation par le biais de nos **25** offres de service. Cet engouement, démontre que les entreprises du BTP sont en train d'accélérer leur transition numérique, en se faisant accompagner pour intégrer des outils de simulation tout en se formant à l'usage. Cette très forte dynamique démontre 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.

Les deux figures ci-contre cartographient les PME accompagnées à l'usage de la simulation dans le secteur de l'industrie manufacturière et du BTP. Au travers de ces offres variées et adaptées aux métiers, SiMSEO a eu un essor national touchant les PME de toutes les régions de France.

Un bilan des activités de SiMSEO a été présenté lors de la journée porte ouverte du Campus Teratec du 2 octobre 2018 et lors du congrès NAFEMS du 14 & 15 novembre 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 secrétariat général pour l'investissement (SGPI) a confié à Teratec et Genci la mise en œuvre du programme SiMSEO permettant de diffuser l'usage de la simulation au sein des petites et moyennes entreprises au niveau national. Retrouvez toute l'actualité de SiMSEO sur : www.simseo.fr



Industrie du BTP : 152 PME accompagnées en 2018



Industrie Manufacturière : 40 PME accompagnées en 2018



Avec le soutien de :



Challenges numériques DataPoC

DataPoC : 10 Challenges Numériques, 10 PoC, 10 Lauréats

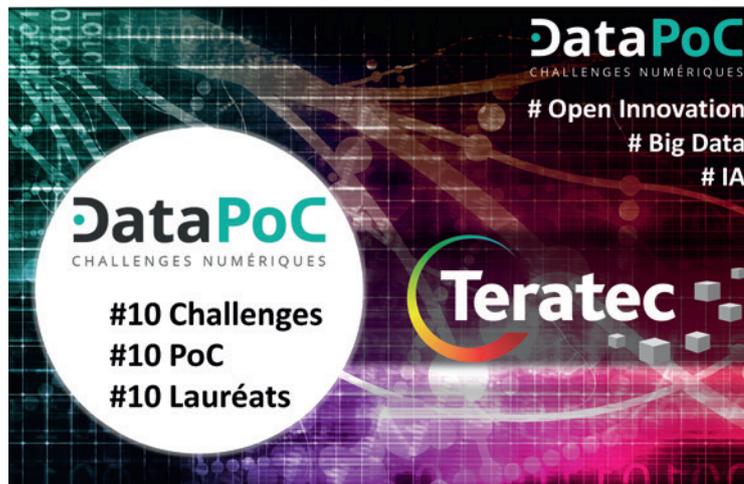
Le 2 mars 2017, Teratec rassemblait 150 startups afin de lancer 10 challenges, et le 18 avril 2017, 10 Lauréats étaient déjà sélectionnés. En quelques mois, 10 startups mettaient en œuvre leur PoC autour du Big Data et de l'IA dans des domaines variés avec de prestigieux sponsors.

En 2018, les 10 challenges, lancés, ont tous été réalisés avec succès par les 10 lauréats. Ces 10 PoC intégrant des solutions de ruptures, sont pour la plupart en train de passer à l'échelle et d'être utilisées par les sponsors.

Véritable accélérateur, DataPoC a permis à ces PME, en co-élaboration avec les sponsors, de déployer, dans divers domaines, des technologies et services autour de l'IA.

La genèse des challenges numériques

Dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'intérêt « Challenges Numériques » du Programme Investissements d'Avenir, le secrétariat général pour l'investissement (SGPI) 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 tous relevés, ont fait émerger des solutions de rupture et ont tous abouti à la réalisation d'une preuve de concept « PoC ».

L'initiative DataPoC

Teratec en partenariat avec ses sponsors applicatifs : Airbus Safran Launchers, Alstom, Axereal, GE, Gemalto, Noriap, et son partenaire technologique Intel, ont lancé en 2017, 10 challenges numériques, dans les domaines technologiques du Big Data, objets intelligents, prototypage et impression 3D, multi-échelles et approches centrées utilisateurs. Ces challenges couvrent les grands secteurs applicatifs de : Ville et systèmes urbains, Agroalimentaire, Industrie manufacturière et Sécurité.



La réalisation des 10 preuves de concepts

→ Ville et systèmes urbains : Domaine de l'énergie



> **Challenge #1 / GE – DotVision** : [Outil d'aide à la décision à l'estimation d'un potentiel de flexibilité](#)

Développement d'une plateforme IoT couplée à des capteurs auto-adaptatifs intégrant de l'IA dans les microcontrôleurs afin d'optimiser l'efficacité énergétique d'un site de production de GE.



> **Challenge #2 / GE – DO** : [Outil de prévision multi-échelles temporelle & spatiale](#)

Développement d'un outil prédictif qui base sa prédiction sur un mélange d'algorithmes d'IA, associé à des poids qui maximisent sur un espace-temps donné le ou les meilleurs algorithmes et minimisent le poids des autres.



> **Challenge #3 / GE – See-d** : [Outil d'analyse multi-échelles spatiale et temporelle supportant le couple « agrégation - désagrégation »](#)

Développement d'un outil de simulation, basé sur une approche déterministe et probabiliste, destiné au pilotage des bâtiments intelligents pour prévoir, anticiper et améliorer la performance énergétique.

→ Ville et systèmes urbains : Domaine du transport



> **Challenge #4 / Alstom – Cosmotech** : [Simuler le taux de disponibilité opérationnel d'un système de transport urbain complexe](#)

Développement d'un outil permettant de générer et de comparer différentes simulations de circulation de trains en mode nominal et en mode perturbé afin d'estimer le taux de disponibilité du système.



> **Challenge #5 / Alstom – Kitware** : [Processus permettant de fiabiliser l'analyse de scène à partir d'une source vidéo](#)

Développement d'un outil à base d'IA, permettant d'augmenter la fiabilisation des capteurs vidéo et donc de réduire les fausses alarmes grâce à la confirmation entre deux sources vidéo différentes.

→ Industries agroalimentaires



> **Challenge #6 Noriap - CybeleTech** : [Réalisation d'un outil de simulation et prévision de Quantité et Qualité des récoltes de blé](#)

Développement d'outils permettant d'anticiper les évolutions des cultures du blé en prenant en compte des faits réalisés (variété, densité, quantité d'azote...) et des faits probables (données météorologiques).



> **Challenge #7 / AXERREAL – HLI** : [Réseaux de capteurs et technologies de l'internet des objets](#)

Développement d'OAD pour le conseiller agricole afin de l'accompagner dans le choix de variétés, en maximisant rendement et qualité des récoltes, et en minimisant l'impact de conditions défavorables.

→ Industries agroalimentaires *suite*



> **Challenge #8/ AXEREAAL – Dataswati** : [Système applicatif décentralisé de consolidation et d'ajustement de la fertilisation Azotée](#)

Développement d'un outil d'IA permettant de faire des prédictions sur les reliquats azotés. Cet outil permet de connaître au plus tôt cette quantité, et pour toutes les parcelles, y compris celles ne faisant pas l'objet de mesures.

→ Industries manufacturières



> **Challenge #9/ CENAERO – ARIANE GROUP** : [Evaluation rapide et optimisation de la « printability » d'une pièce en fabrication additive métallique](#)

Développement d'un outil d'aide à la décision qui permet d'évaluer, d'optimiser et de garantir rapidement la « printability » d'une pièce en fabrication additive métallique.

→ Sécurité



> **Challenge #10/ GEMALTO – Keepen** : [Solution de gestion sécurisée de biens physiques](#)

Développement d'une solution (matériel et logiciel) innovante permettant de protéger les foyers grâce à un service de sécurité connecté et accessible qui intègre un boîtier alarme et télésurveillance avec liaison radio.

Ce dispositif qui est un succès total a permis de lancer très rapidement et en parallèle 10 challenges dans des domaines très variés. Renforcé par la sélection des lauréats sur des critères d'innovation et de capacité de réalisation, tous les challenges ont été relevés par les lauréats, en apportant des solutions de rupture en co-élaboration avec les sponsors.

Une synthèse des activités de DataPoC a été présentée à Station F, le 22 juin 2018, lors de la journée Challenges Numériques, organisée par le secrétariat général pour l'investissement (SGPI), la DGE et Bpifrance.

Avec le soutien de :



TQCI : Teratec Quantum Computing Initiative (Centre de compétence en calcul quantique)



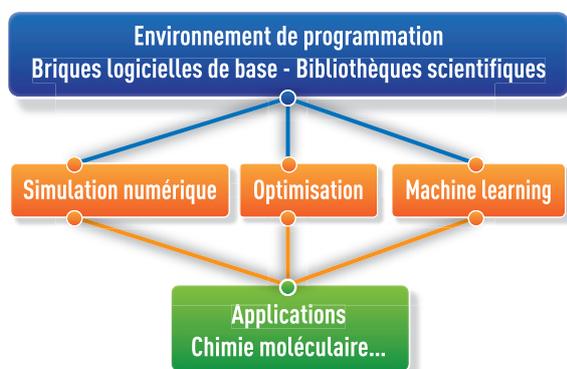
Les progrès récents dans le domaine des ordinateurs quantiques offrent de nouvelles opportunités dans l'exploration de la résolution de problèmes complexes. Qu'il s'agisse de fournir des solutions plus rapidement ou plus précisément, les algorithmes quantiques offrent de nouvelles méthodes de traitement de l'information qui tirent parti des phénomènes de mécanique quantique, notamment le tunneling, l'enchevêtrement et la superposition. Des travaux antérieurs ont établi (théoriquement) des accélérations substantielles des performances en adoptant des algorithmes quantiques pour des problèmes tels que la reconnaissance des modèles dans les tâches d'apprentissage automatique, le calcul des réactions chimiques et la recherche de données. Cependant, la compréhension des principes fondamentaux du calcul quantique et des modèles de programmation correspondants sont les conditions nécessaires pour résoudre les problèmes du monde réel.

L'objectif de l'initiative TQCI est de créer un écosystème dynamique fédérant utilisateurs, offreurs de technologie et centres de recherche pour monter rapidement en compétence et développer le savoir-faire dans le domaine du calcul quantique selon les axes suivants :

- Développement des actions de recherche en formulation mathématique, algorithmique et méthodes numériques
- Réalisation de cas d'usage et expérimentation
- Formation, information et animation de la communauté

Les partenaires de cette initiative sont : Total, Dassault-Aviation, EDF, Atos, CEA, IFPEN, CERFACS, IRIF- Paris7, URCA - Université Reims

Les travaux envisagés peuvent être schématisés comme suit :



Quatre thèmes principaux seront abordés :

1. Simulations numériques : Briques de base logicielles et bibliothèques mathématiques quantiques (solveurs linéaires, méthodes d'optimisation continue, systèmes

différentiels) - Validation sur des applications industrielles pour la résolution des systèmes différentiels et des EDP (Équations Dérivées Partielles)

2. Méthodes d'apprentissage, Machine learning et optimisation combinatoire
3. Développement d'applications : Modélisation moléculaire quantique
4. Modèles de programmation quantique, calcul quantique et calcul hybride



Les travaux débiteront par une phase dans laquelle les équipes de TQCI travailleront sur les outils logiciels de base pour pouvoir mettre en œuvre des applications industrielles sur ordinateur quantique.

Afin d'acquérir les compétences nécessaires ainsi que les méthodes et algorithmes de base pour le calcul quantique, les actions suivantes seront mise en œuvre :

→ Etude, conception et expérimentation des briques logicielles de base pour le développement d'applications en calcul quantique :

- Solveurs linéaires intégrant l'aspect valeurs propres
- Méthodes d'optimisation continue : méthodes de descente avec calcul de gradient, algorithmes génétiques – PSO

→ Validation de ces briques logicielles de base dans le cadre de deux applications représentatives des applications industrielles futures :

- Chimie moléculaire – cas de la molécule d'hydrogène
- Machine learning, réseaux neuronaux (apprentissage) et optimisation combinatoire

Ces applications seront testées et validées pour l'approche « Gate Base » sur le simulateur QLM d'Atos. Une veille technologique sera également effectuée pour l'approche DWAVE.

Le premier séminaire en 2019 se déroulera portera sur les thèmes « **Hardware et modèles de programmation** ». Il se tiendra à Bruyères-le-Châtel, dans les locaux du Campus Teratec.

Autres initiatives

Les technologies HPC/HPDA jouent un rôle de plus en plus important dans de nombreux domaines applicatifs. Ceci nécessite la mise en place au niveau national et au niveau européen de grandes initiatives industrielles regroupant utilisateurs, offreurs de technologie et centres de recherche académiques. Dans ce cadre Teratec a mené avec ses membres des travaux importants permettant de mettre en place différentes initiatives sur les thèmes suivants :

- Usage du calcul quantique avec le lancement annoncé lors du Forum Teratec 2018 du TQCI : **Teratec Quantum Computing Initiative**

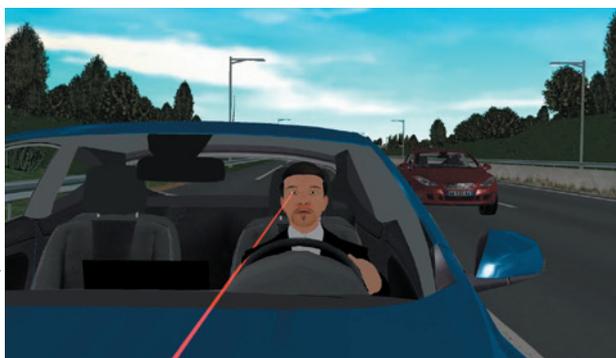
- **Systèmes autonomes et technologies HPC/HPDA**

D'autres actions sont en cours de réflexion avec nos partenaires, notamment sur trois thématiques importantes :

- Les **systèmes vivants** et la **médecine personnalisée** dans le cadre de l'accord signé avec la Genopole d'Evry.
- Passage à l'échelle des **outils de simulation pour les matériaux** et les **technologies d'impression 3D** (additive manufacturing),
- Le secteur de la **Cybersécurité**.

Systèmes autonomes

© ESI Group



Le développement des systèmes autonomes (terrestres, maritimes ou aériens) est un des grands enjeux des prochaines années. Il pose de nouvelles problématiques majeures nécessitant souvent l'usage des technologies HPC et HPDA. Ceci intervient notamment :

- Pour la mise au point, la validation et la certification des outils de pilotage de ces systèmes en réduisant de manière drastique les expérimentations actuellement nécessaires ;
- Pour l'exploitation des grandes quantités de données issues des différents capteurs disponibles en fournissant des outils de pilotage les plus optimaux possibles et pouvant prendre en compte le maximum de paramètres en particulier liés à l'environnement.

L'objet de cette initiative est de travailler avec les principaux acteurs du secteur, concepteurs des systèmes et utilisateurs, développeurs de technologies adaptées, sur les grands enjeux associés à la conception et à la conduite de ces nouveaux systèmes autonomes.

Les systèmes vivants et la médecine personnalisée



Lors du **Forum Teratec**, qui s'est tenu les 19 et 20 juin à l'École Polytechnique, **Teratec** et **Genopole** ont, via leur présidents respectifs Christian Saguez et Jean-Marc Grognet, signé une convention de partenariat, traduisant un rapprochement stratégique sur les plans scientifiques, technologiques et économiques, autour de plusieurs axes :

- Génomique et post-génomique ;
- Médecine personnalisée ;
- Biotechnologies, pour la santé, l'environnement, l'agriculture et l'industrie ;
- Informatique et bio-informatique ;
- Simulation et calcul ;
- Management de données ;
- Apprentissage et intelligence artificielle.

Ce partenariat se traduit notamment par :

- L'échange d'informations et le partage de bonnes pratiques ;
- La mise en place d'actions de promotion et d'information ;
- Le montage et la réalisation de projets communs.

Par ailleurs, Genopole ouvrira ses programmes **Shaker** et **Booster** aux porteurs de projets et jeunes entreprises intervenant dans le domaine de la bio-informatique et des sciences connexes de Teratec.

Première illustration de cette entente, Pierre Tambourin, conseiller du DG de Genopole, et Emmanuel Dequier, directeur Genopole Recherche/Plates-formes ont animé, le 20 juin une session du Forum Teratec, sur le thème "HPC, santé et médecine personnalisée".

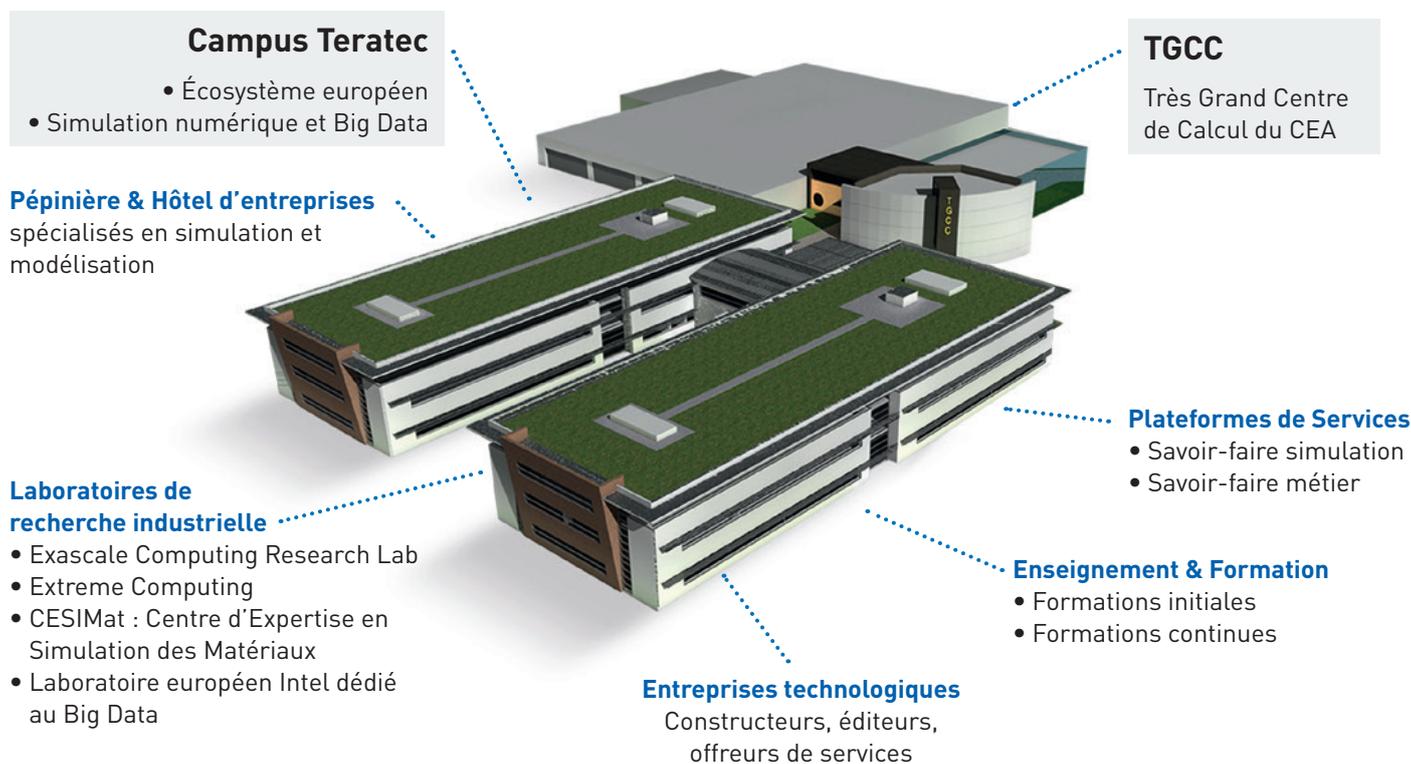
4 Technopôle Teratec

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

Le Campus Teratec

Situé au cœur de l'Essonne, à côté du **Très Grand Centre de calcul du CEA (TGCC)**, le **Campus Teratec** rassemble sur un même site : une pépinière et un hôtel d'entreprises dont la vocation est de favoriser l'accueil et le développement de jeunes sociétés, 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...).



→ La pépinière et l'hôtel d'entreprises

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

Ainsi, des sociétés, organismes et laboratoires comme ACIT, Assystem, AS+ Groupe Eolen, Atem, CESIMat, Clustervision,

Distene, Egis, ETP4HPC, Exascale Computing Research, FullScale, Ingérop, Mantenna Expertise, Microtrans, Numtech, ParaTools, RTSolutions, Sema Software, Synomen, Teratec, Wizyoo ont rejoint la Pépinière et ont trouvé en s'installant sur le Campus Teratec, des espaces privatif aménagés de bon standing (fibre internet), accompagnés d'un service à la carte leur permettant de choisir le niveau de prestations souhaité : meubles, parking, accueil et assistance, accès aux salles de réunion, accès à des moyens bureautiques mutualisés.

→ Les entreprises technologiques

Des grandes entreprises et des PME, fournisseurs d'équipements, éditeurs de logiciels et offreurs de services, mènent sur le Campus Teratec des activités techniques et commerciales liées au HPC. Les compétences industrielles présentes 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.

→ Laboratoire européen Intel dédié au développement de solutions Big Data.

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

→ Plateformes de 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.

Campus Teratec : une vie bien remplie

Tout au long de l'année, un certain nombre d'événements ont rythmé la vie du Campus Teratec. Ateliers, forums, séminaires, visites officielles, journée portes ouvertes, etc., mais aussi amélioration des services proposés aux entreprises, retrouvez ici les principaux faits qui ont marqué cette année 2018.

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, garantes du dynamisme d'un tel lieu.

- Création et animation de groupes de travail pour l'élaboration et l'accompagnement de nouvelles initiatives.
- Développement de la notoriété du Campus Teratec auprès des pouvoirs publics et du monde économique.
- Fourniture de services de proximité aux collaborateurs des entreprises et laboratoires installés sur le Campus Teratec

Le HPC User Forum

Les 6 et 7 mars 2018 s'est tenu sur le Campus Teratec, le **HPC User Forum**. Il a permis aux participants d'échanger sur leurs stratégies et visions pour le HPC, ainsi que de découvrir de nouvelles applications et nouvelles technologies.

Les Séminaires InHPQCT

Tout au long de l'année se sont déroulés une demi-douzaine de séminaires **InHPQCT**. Ils ont pour objectif de favoriser les relations et les échanges entre les acteurs du domaine HPC du Campus, ainsi qu'avec des partenaires industriels et universitaires.

Les thèmes abordés cette année ont été aussi variés que : Vérification et amélioration des applications parallèles : relever le défis de l'exascale par le Inria ; Numaprof, a NUMA profiling tool par le CERN ; READEX – Runtime Exploitation of Application Dynamism for Energy-efficient eXascale computing par Intel ; Thread interference analysis : decoupling the causes from the effects par Telecom SudParis ; Parallel data transposition in numerical algorithm for solving the Gross-Pitaevski equation par Faculty of Technical Sciences in Novi Sad Serbia ; Présentation technique de Totalview pour les équipes de Développement C++ par Roguewave.

La Journée Portes Ouvertes

Pour la première fois depuis sa création en 2012, le Campus Teratec a organisé le 2 octobre 2018 une **Journée Portes Ouvertes** qui a accueilli 300 visiteurs professionnels.

La création d'un Centre de Compétence en Calcul Quantique

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

La Visite de Cédric Villani

Le 15 juin, le très médiatique mathématicien français **Cédric Villani**, Médaille Fields en 2010, député de la 5^e circonscription de l'Essonne et premier vice-président de l'**OPECST** (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), est venu sur le Campus Teratec pour rencontrer l'équipe de Teratec, afin de mieux connaître les missions et les objectifs de l'association, ainsi que les travaux qui sont menés par l'écosystème Teratec.

La Communication du Campus

Pour diffuser et faire circuler l'information au sein du Campus, plusieurs moyens ont été mis en place : des **bulletins d'information** à usage interne ; des **newsletters Campus Teratec** largement diffusées ; un **site Web** dédié accessible à tous, www.campus-teratec.fr, l'édition et la distribution d'une plaquette de présentation du Campus Teratec et un plan média.

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

Rencontres inter-entreprises :

Les entreprises du Campus Teratec se sont réunies pour présenter leurs activités à leurs voisins autour d'un café. Se sont présentées cette année lors de 4 réunions : Les sociétés Fullscale, Microtrans, Wizyoo, Paratools ; le laboratoire Exascale Computing Research issu de la collaboration entre le CEA, Intel et l'UVSQ ; les offres Mobull et Extreme Factory de Bull Atos ; les activités du CEA sur le Campus Teratec ; la plateforme ETP4HPC et le programme SiMSEO.



HPC User Forum

Le 6 et 7 mars 2018 s'est tenu sur le Campus Teratec le **HPC User Forum**, organisé conjointement par Teratec, Hyperion Research et le CEA.

Plus de 120 personnes ont assisté aux quatre sessions de ce Forum :

- **HPC strategies and visions** avec la participation de Leonardo Flores Añover (European Commission), Shig Okaya (Flagship 2020/RIKEN), Eric Eppe (Atos) et Dimitri Kusnezov (U.S. Department of Energy)
- **Technical talks** avec la participation de Agnes Boudot (Atos) Ryan Quick (Providentia Worldwide), Beppe Ugolotti (Nice Software), Steve Conway et Bob Sorensen (Hyperion Research)
- **HPC centers and industrial users** avec la participation de Christine Menaché (CCRT-CEA - France), Alison Kennedy (The Hartree Centre - UK), Bastian Koller (HLRS - Germany), Trish Damkroger (Intel) et Steve Conway (Hyperion Research)
- **HPC applications** avec la participation de Denis Wouters (Cybeletech), Bernd Mohr (Forschungszentrum Jülich), André Colom et Thomas Homolle (Michelin), Doug Kothe (Oak Ridge National Laboratory) et Frederic Feyel (Safran).

Synergie entre entreprises

Des salariés de différentes entreprises se sont regroupés autour d'un projet commun lié à la thématique du bâtiment intelligent. La coordination de ce groupe est effectuée par Laurent Anné de la société Distène.

Amélioration des services aux salariés des entreprises

→ Transports : un nouvel arrêt de bus et une augmentation de la fréquence des bus de la ligne 68-01 relie le Campus à la gare RER C de Bruyère. Une augmentation de la fréquence des bus 91-03 qui relie la gare de Briis sous Forge à Massy.

→ Offre de Teinturerie : Le service de teinturerie est venu tous les lundi et jeudi pour récupérer le linge à laver. Ce service a cessé en septembre par manque de volume suffisant. En effet, les seuls salariés du Campus ne sont pas assez nombreux pour permettre d'offrir un tel service.

→ Installation de la fibre optique sur le Campus Teratec.

→ Repas de Noël et fête des voisins

→ Atelier à destination des chefs d'entreprises sur le financement de l'innovation et le développement à l'international

Visites de représentants industriels et de délégations étrangères

Tout au long de l'année, des visites de la Technopôle Teratec ont été organisées en particulier à l'occasion de séminaires organisés dans le TAC 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 Technopôle Teratec.

Le 15 février, une délégation d'une douzaine d'industriels, membres de l'**AFNeT** (Association Française de référence du numérique dans les filières industrielles) a visité le Campus Teratec et le TGCC du CEA. Après une présentation des activités de Teratec et de la stratégie en HPC du CEA, plusieurs entreprises hébergées sur le Campus Teratec ont présenté leurs activités. Pour terminer, la délégation a visité les supercalculateurs du Très grand centre de calcul du CEA.

Cédric Villani visite le Campus Teratec



Le très médiatique mathématicien français **Cédric Villani**, Médaille Fields en 2010, député de la 5^e circonscription de l'Essonne et premier vice-président de l'**OPECST** (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), est venu sur le Campus Teratec le vendredi 15 juin pour rencontrer l'équipe de Teratec, afin de mieux connaître les missions et les objectifs de l'association, ainsi que les travaux qui sont menés par l'écosystème Teratec.

Accompagné par le Préfet de l'Essonne, **Jean-Benoît Albertini**, le Sous-préfet de Palaiseau, **Abdel-Kader Guerza**, le Président de Cœur d'Essonne Agglomération, **Eric Braive**, et un certain nombre d'élus locaux, il a été reçu par l'équipe dirigeante de **Teratec**, les responsables de la **DAM** (Division des Applications Militaires) du **CEA** du site de Bruyères-le-Châtel, et les responsables du **TGCC** (Très Grand Centre de Calcul).

Cela a permis de lui présenter le rôle de l'association dans la maîtrise et la diffusion des technologies numériques en termes de HPC, de Big Data et de HPDA, qui sont des éléments clés pour la compétitivité et la capacité d'innovation des entreprises

françaises, ainsi que le rôle de fédérateur et de lanceur d'initiatives de Teratec, tant au niveau national qu'euro-péen. Cédric Villani, a été particulièrement intéressé par ces présentations, posant régulièrement des questions très précises pour obtenir plus de détails sur les rôles et les projets dans lesquels Teratec et ses partenaires sont impliqués, tant en France qu'à l'international.

Cette visite de deux heures s'est terminée par une présentation des moyens de calcul du CEA/DAM par **François Geleznikoff**, Directeur des applications militaires du CEA et la visite du TGCC sous la houlette de **Christine Menaché** et de **Pierre Bouchet**, directeur du site de Bruyères-le-Châtel.

À l'issue de sa visite, Cédric Villani a exprimé sa satisfaction aux responsables de Teratec et de la DAM du CEA, quant à l'excellence de leurs travaux et des pistes qu'ils tracent pour l'avenir.

Journée Portes Ouvertes Campus Teratec

Une première Journée Portes Ouvertes réussie

Pour la première fois depuis sa création en 2012, le **Campus Teratec** a organisé le 2 octobre 2018 une Journée Portes Ouvertes qui a accueilli 300 visiteurs professionnels. Chefs d'entreprises, porteurs de projets et futurs ingénieurs ont ainsi pu échanger et partager leurs visions du numérique, leurs expériences et leurs besoins. Une manière d'avoir un panorama complet et rapide des activités se déroulant sur le Campus Teratec.

Dans l'amphithéâtre du TGCC, une série de **Conférences techniques et applicatives** animées par des entreprises du Campus Teratec a permis de traiter de sujets très variés :

- **Intel** Movidius VPU - Équilibre entre efficacité énergétique et haute performance ;
- **AS+ Groupe Eolen** - Solution de convergence pour le développement de codes de calculs HPC ;
- **ParaTools** - Une approche Informatique des superordinateurs ;
- **CEA** - Les métiers du HPC au CEA ;
- **Atos** - A la découverte du calcul quantique ;
- **Mantenna** - Gestion des rayonnements électromagnétiques au sein des nouvelles constructions et rénovations ;
- **CEA** - Alerte aux tsunamis ;
- **SiMSEO** - Accompagnement des TPE/PME pour le développement de la simulation numérique ;
- **Egis** - La trajectoire 2 degrés, le nucléaire et nous.

Un espace d'exposition et de démonstrations a regroupé une quinzaine d'entreprises et organismes de recherche hébergés sur le Campus Teratec qui ont présenté leur savoir-faire dans des domaines très variés : calcul haute performance ; simulation numérique ; Big Data ; Intelligence artificielle ; visualisation avancée ; optimisation et parallélisation des codes ; création des matériaux du futur ; réalité virtuelle et augmentée, etc. Avec la participation de :

- | | |
|--------------------|---------------|
| • ACIT | • FullScall |
| • AS+ Groupe Eolen | • Intel |
| • Atos | • Mantenna |
| • CCI de l'Essonne | • ParaTools |
| • CEA | • RTSolutions |
| • Lab CESIMat | • SiMSEO |
| • Lab ECR | • Synomen |
| • ESI-Group | • Teratec |
| • ETP4HPC | • WizYoo |

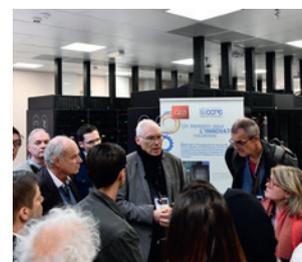
Les visiteurs ont ainsi pu comprendre comment l'écosystème Teratec pouvait les accompagner dans leurs développements futurs. Plusieurs entreprises du Campus Teratec ont déjà initié des projets/rencontres avec des groupes ou entreprises venus découvrir le Campus lors de cette Journée Portes Ouvertes.

Organisée en partenariat avec Teratec, le CEA et la CCI-E



De son côté, le **CEA** a ouvert au public de manière très exceptionnelle les portes du Très Grand Centre de Calcul (**TGCC**), ce qui a permis à de très nombreux visiteurs de découvrir plusieurs supercalculateurs parmi les plus performants d'Europe, **Cobalt** (1,5 PFlop/s) et **Curie** (9 PFlop/s).

De nombreuses personnalités représentant les pouvoirs publics, les élus locaux, les communautés de communes, la Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Essonne, le CEA, de grandes entreprises, ainsi que l'Académie des Sciences ont honoré cette manifestation de leur présence. Devant le succès de cette première Journée Portes Ouvertes, Teratec envisage de renouveler régulièrement l'opération.



Le Centre de Service HPC d'Atos renforce ses offres d'Infogérance de Calcul Scientifique sur le Campus Teratec

Au-delà de la conception, de la fabrication et de la mise à disposition de supercalculateurs, Atos accompagne ses clients à chaque étape de leur projet de l'ingénierie jusqu'à l'exploitation de leurs moyens de calcul. Pour cela, Atos a créé un **Centre de Services spécialisé dans le HPC et l'Informatique Scientifique** localisé en France, et depuis plusieurs années sur le **Campus Teratec**. Ce sont 29 personnes dont l'objectif est la disponibilité et la performance des calculateurs. Intervenir avant l'incident bloquant, effectuer les changements en toute sécurité, être proactif au quotidien pour assurer la pleine puissance aux métiers.

Les prestations se déclinent autour de 2 axes : l'Assistance Technique et l'Infogérance.



→ Dans le cas d'**Assistance Technique**, il s'agit d'apporter un renfort et des compétences spécifiques complémentaires dans le domaine du HPC pour une durée déterminée.

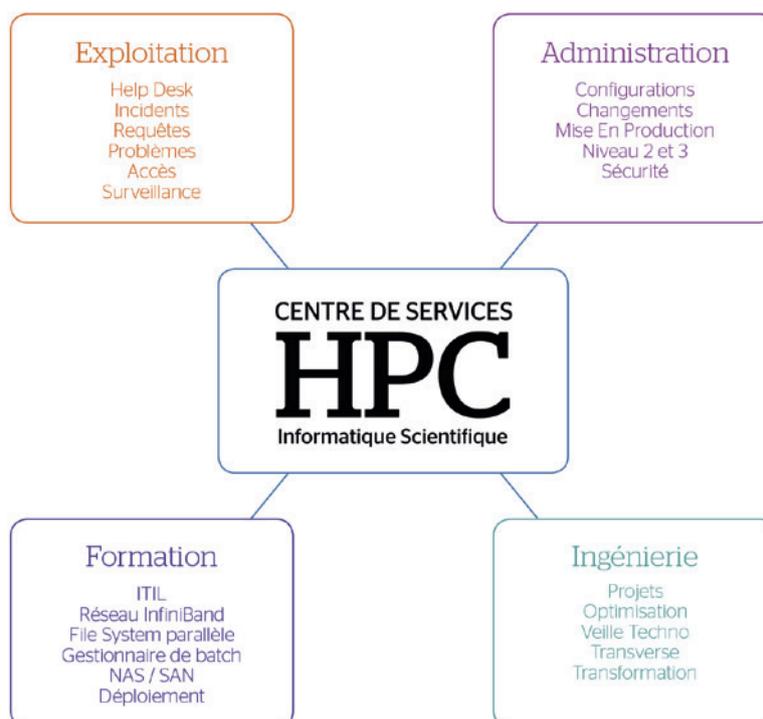
→ En ce qui concerne l'**Infogérance**, en environnement dédié, elle concernait traditionnellement les plus grosses structures. Mais, depuis 2018, Atos propose désormais aussi une offre « sur-mesure » en engagement de résultats pour des infrastructures de petites et moyennes tailles.

L'infogérance mutualisée correspond à une prestation effectuée par une équipe mutualisée dans le domaine du Calcul scientifique. Le Centre de Services propose une offre « à tiroir » selon le niveau de criticité des environnements.

Jusqu'alors réservé aux clients avec des calculateurs importants (supérieur à 1000 nœuds de calcul), le dispositif intègre :

- Hotline scientifique, Exploitation, Administration, Expertise, Projets ;
- Surveillance proactive des infrastructures scientifiques ;
- Engagement de résultats, suivi et reporting.

Le service est fourni depuis le Centre de Service Atos basé à Teratec.





© P.Stroppa/CEA

TGCC - Très Grand Centre de calcul du CEA

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

En 2018, le calculateur Joliot-Curie, financé par **Genci** et fourni par **Atos**, a remplacé le calculateur Curie, installé en 2011 au TGCC. D'une puissance crête de 9,4 PFlop/s, il dispose de deux partitions de calcul. La première, généraliste, est composée d'environ 80 000 cœurs de calcul **Intel Skylake** cadencés à 2,7 Ghz, interconnectés par un réseau InfiniBand. La seconde, plus originale, comprend des processeurs many-cœurs d'Intel (**KNL**) et est équipée du tout nouveau réseau d'interconnexion développé par **Atos** : le **BXI** (Bull eXascale Interconnect). Installé au premier trimestre 2018 par les équipes du TGCC assistées d'Atos, le supercalculateur a pu être mis à la disposition des utilisateurs pilotes pour réaliser leurs grands challenges dès avril 2018. Joliot-Curie est entré en production depuis juillet 2018 pour répondre aux besoins des communautés de recherche nationales et européennes.

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 du Technopôle Teratec à Bruyères-le-Châtel.

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



© CEA/CADAM

Deux nouveaux partenaires ont rejoint le CCRT en 2018 :

- en juillet, la société d'ingénierie et de conseils en technologies **Ingeliance** qui exerce ses activités, entre autres, dans le domaine de la simulation numérique pour différents secteurs d'activité : aéronautique, spatial, naval, énergie...
- et en décembre, la société **Total**.

Le CCRT compte aujourd'hui 18 partenaires (industrie et recherche) : **ArianeGroup, EDF, IFPEN, Ineris, Ingeliance, IRSN, L'Oréal, Onera, Safran Aero Boosters, Safran Aircraft Engines, Safran Helicopter Engines, Safran Tech, Synchrotron Soleil, Thales, Thales Alenia Space, Technicatome, Total, Valeo**, auxquels s'ajoutent trois directions opérationnelles du CEA (recherche fondamentale, énergie nucléaire, applications militaires).

Pour répondre aux besoins de l'ensemble de ses membres, le CCRT a augmenté la puissance de son calculateur Cobalt pour atteindre 2,4 PFlop/s début 2019.

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

Inra

Le TGCC héberge, dans le cadre d'une collaboration scientifique et technique, **CEA-Inra**, des équipements informatiques exploités par les équipes de l'Inra. Une première tranche a été installée en 2015, puis une seconde en 2017 dans des salles informatiques reconfigurées pour l'Inra.



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 2018.

Quelques exemples de projets en cours de développement ou terminés en 2018 :

- **ACOSAR** : Advanced Co-Simulation Open System Architecture
- **ANTAREX** : AutoTuning and Adaptivity appRoach for Energy efficient eXascale HPC systems
- **AWACS** : Airside Watch for Amelioration of Capacity and Safety
- **CAVIAR** : Calcul VibroAcoustique linéAire
- **CEOS** : Système fiable et sécurisé d'inspections d'ouvrages par mini-drone professionnel
- **CLOUDBAPPLIANCE** : European Cloud In-Memory Database Appliance with Predictable Performance for Critical Applications
- **COMBIOMED** : A Centre of Excellence in Computational Biomedicine
- **DYNAMICITY** : La modélisation des choix individuels au service d'un territoire responsable
- **ELCI** : Environnement Logiciel Calcul Intensif
- **ENABLE S3** : European Initiative to Enable Validation for Highly Automated Safe and Secure Systems
- **ESCAPE** : Energy-efficient SCalable Algorithms for weather Prediction at Exascale
- **ESIWACE** : Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe
- **EXCELLERAT** : The European Centre of Excellence for Engineering Applications
- **EXDCI** : European Extreme Data & Computing Initiative
- **FAIRCITY** : Mise au point d'un service de simulation 3D à haute résolution de la qualité de l'air
- **ICARUS** : Intensive Calculation for AeRo and automotive engines Unsteady Simulations
- **IMPULSA** : Logiciel Métier pour la prédiction des défauts de surface d'usinage
- **INCAS** : Innovation de concepts atténuateurs
- **INTERTWINE** : Programming Model Interoperability Towards Exascale
- **LEGATO** : Low Energy Toolset for Heterogeneous Computing
- **M2DC** : Modular Microserver Data Centre
- **MIME** : Module d'Intégration et de simulation Mécatronique
- **MONT-BLANC** : European Approach Towards Energy Efficient High Performance
- **MONT-BLANC 2020** : Paving the way to a European scalable, modular and power efficient high performance computing processor
- **PALOMA** : Procédés Additifs Lit de poudre : Optimisations et Modélisations Avancées
- **POP 2** : A Center of excellence in computing applications - Performance Optimisation and Productivity
- **RetinOpTIC** : Dépistage massif automatisé de la Rétinopathie Diabétique
- **RIHDO** : Radiomics and Integration of Heterogeneous Data in Oncology
- **SAGE** : Storage for Exascale Data Centric Computing
- **SIMUCEDO** : Simulation numérique CEM basée sur la norme DO 160 dédiée à l'aéronautique
- **SMART ANGEL** : La surveillance médicale individualisée des patients opérés par agents logiciels intelligents et dispositif médical
- **SMICE** : Simulation Matériaux Industries Calcul Exaflop
- **TANGO** : Transparent heterogeneous hardware Architecture deployment for eEnergy Gain in Operation
- **VIPES** : Virtual Integrated Platform for Embedded System



Projet MONT-BLANC¹

Appel à projets : Horizon 2020

Porteur : Atos / Bull

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

Durée du projet : 39 mois

Partenaires du projet : Arm, Atos, AVL, BSC, CNRS/LIRMM, ETH Zürich, HLRS, Université de Cantabrie, Université de Graz, Université de Versailles Saint Quentin

Le projet Mont-Blanc (phase 3) s'est terminé le 31 décembre 2018, clôturant une année très intense, qui a vu l'arrivée dans le TOP500 des supercalculateurs mondiaux du premier système à base de processeurs Arm, et plus généralement un intérêt toujours croissant de la communauté HPC pour les processeurs Arm. C'est bien là la preuve de la pertinence de l'approche Mont-Blanc, qui était pourtant loin d'être partagée au tout début du premier projet Mont-Blanc, en 2011.

2018 a été l'année de la mise en place du prototype **Dibona**. Installé dans les laboratoires d'Atos aux Claves-sous-bois (Yvelines), ce système utilise l'infrastructure des supercalculateurs **BullSequana X1000**, en particulier pour le refroidissement par contact direct, qui permet d'utiliser de l'eau chaude pour évacuer la chaleur. La configuration complète compte 48 nœuds de calcul biprocesseurs, soit 96 processeurs Marvell® ThunderX2 (Arm® v8) à 32 cœurs, pour un total de 3072 cœurs. Dibona est équipé d'un réseau d'interconnexion interne InfiniBand EDR, et met bien entendu en œuvre la pile logicielle optimisée Mont-Blanc. Ce prototype a été un outil essentiel pour les partenaires du projet qui leur a permis de valider les modèles de performance Mont-Blanc, et de mettre à l'épreuve la complétude et l'exploitabilité de la solution Mont-Blanc.

Le serveur commercial basé sur Dibona, le BullSequana X1310 d'Atos, a connu son premier succès en novembre 2018, avec l'acquisition par le CEA d'une configuration conséquente de 92 lames, soit 552 processeurs Arm. Ce système sera utilisé par les développeurs de la Direction des applications militaires du CEA pour valider leurs codes multi-physiques qu'ils développent.



Mais Dibona n'est que le résultat le plus visible de Mont-Blanc.

Les objectifs clés du projet étaient d'une part de concevoir une architecture de processeur équilibrée avec une proposition de SoC (system on chip = système sur une puce) basé sur l'architecture Arm et capable de fournir une puissance de niveau pré-exaflopique vers 2020, et d'autre part de développer l'écosystème logiciel nécessaire au succès de ce futur SoC. Le projet avait donc une approche globale qui couvrait l'ensemble de l'écosystème Arm pour le HPC, avec une attention particulière sur l'efficacité énergétique à tous les niveaux.

L'écosystème logiciel

L'existence d'une pile logicielle exhaustive est indispensable à l'adoption et au succès de tout système – qu'il soit HPC ou autre. Les systèmes à base de processeurs Arm étant une nouveauté dans le domaine du HPC, il a fallu largement compléter l'écosystème logiciel dans

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

le cadre de Mont-Blanc 3. L'équipe en charge de l'écosystème logiciel s'est attachée à identifier et combler les manques. Tous les outils développés ou améliorés ont été testés sur des plateformes Arm, et la plupart sont disponibles sur notre prototype Dibona (si pertinent). Le travail a porté à la fois sur des développements incrémentaux (par exemple portage d'outils pour les systèmes Armv8) et sur des recherches complémentaires (par exemple recherche sur l'optimisation du recouvrement entre temps de calcul et temps de communication dans l'environnement d'exécution). Les outils produits sont disponibles - à chaque fois que c'est possible - sous la forme de logiciels libres, et sinon sous la forme de logiciels commerciaux.

L'évaluation d'applications

Une autre équipe s'est focalisée sur des tests d'applications réelles, dans le but d'évaluer les performances tant énergétiques qu'applicatives. Les tests ont été réalisés d'abord avec des micro-benchmarks très simples, puis avec des programmes d'une complexité croissante, pour finir par des applications scientifiques associées à des optimisations de l'environnement d'exécution. Les tests avec applications réelles ont montré un niveau de performance largement au niveau de l'état de l'art.

L'environnement de modélisation

La simulation est largement utilisée en conception de systèmes pour évaluer différentes options de conception. Selon le niveau d'abstraction considéré pour simuler une configuration donnée, il faut trouver un compromis entre la précision obtenue et la vitesse. En règle générale, simuler un modèle de système détaillé donne une évaluation plus exacte, au prix d'une durée de simulation potentiellement longue. En revanche des représentations de système moins précises ou plus abstraites donnent des résultats moins précis mais plus rapide à grande échelle. L'équipe dédiée aux outils de simulation s'est donc attachée à améliorer une infrastructure de simulation multi-échelle. Leur principal objectif a été d'améliorer la scalabilité

d'outils de simulation existants à la fois en termes de rapidité et de champ de simulation, afin de saisir tous les détails nécessaires tout en étant capable de simuler des systèmes HPC complets.

Les résultats publics du projet sont disponibles sur <http://montblanc-project.eu/>.



L'évènement final de Mont-Blanc 3 a eu lieu dans le cadre du Arm Research Summit à Cambridge en septembre 2018. Il s'est composé d'une part d'un atelier Mont-Blanc qui a permis de partager les résultats du projet avec une large communauté, et d'autre part d'une conférence qui a mis en lumière le chemin parcouru depuis le tout premier projet Mont-Blanc, et présenté des perspectives nouvelles en direction d'un processeur européen, avec le **projet Mont-Blanc 2020**.

En effet, la saga Mont-Blanc continue au-delà de Mont-Blanc 3 : les trois partenaires clé (**Arm, Atos, BSC**) se sont à nouveau associés pour Mont-Blanc 2020, un projet focalisé sur les premiers travaux de conception et de modélisation qui alimenteront le **projet EPI** (European Processor Initiative), en vue du développement d'un processeur 100 % européen pour le HPC et d'autres marchés. ▶

Projet POP (phase 1)

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

COORDINATEUR DU PROJET : Prof. Jesus Labarta (BSC)

Email : pop@bsc.es

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), Teratec (avec 2 tierces parties : l'INRIA et le CNRS)

POP : UN CENTRE D'EXCELLENCE (CoE) RECONNU !

Bonne nouvelle : En juillet 2018, la Commission Européenne a reconnu le rôle clé du Centre d'Excellence POP pour l'industrie et la recherche européenne en acceptant de financer une seconde phase de 36 mois (projet POP2) pour consolider son expertise et déployer plus largement ses services.

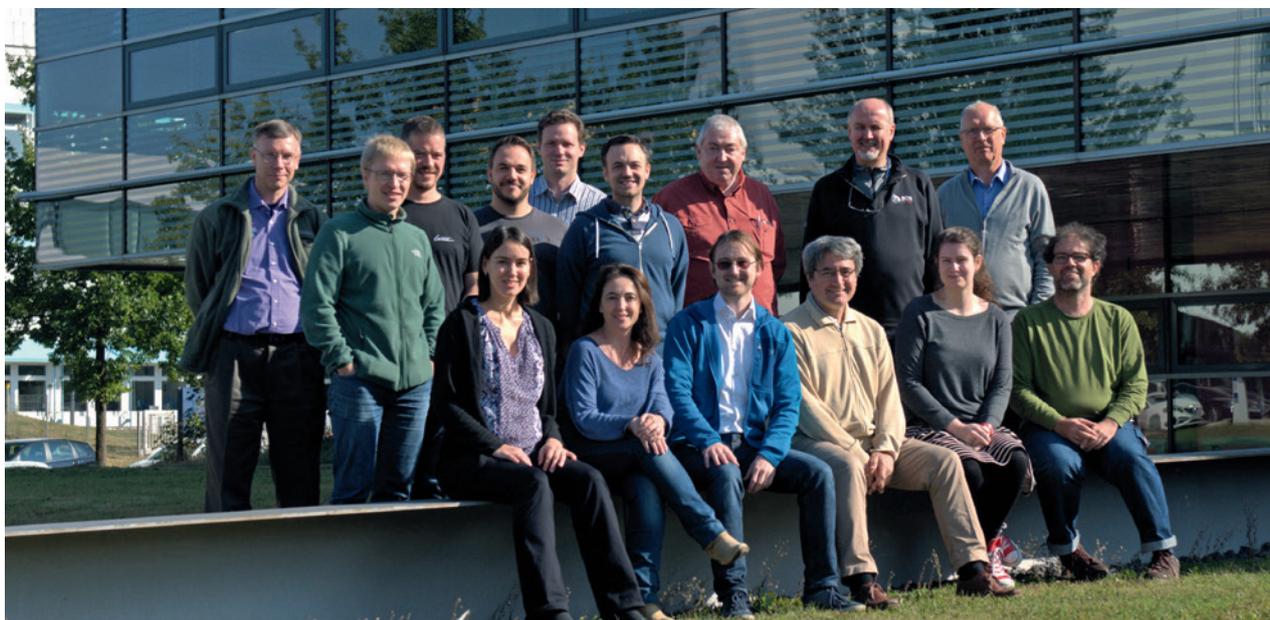
Nous appelons donc désormais POP1 ce qui fut en fait la première phase de ce projet, d'octobre 2015 à mars 2018.

Ce Centre d'Excellence, rappelons-le, a été créé du fait que l'évolution rapide de la complexité et de l'hétérogé-

néité des infrastructures HPC impose la modernisation du code des applications de calcul intensif. Si un code, même déjà parallélisé, n'est pas adapté, ces applications restent incapables d'exploiter efficacement la puissance des infrastructures modernes. De plus, elles constituent un handicap pour les applications qui s'exécutent en même temps sur ces systèmes, et causent des pertes d'énergie. La modernisation de code n'étant pas une tâche facile et les développeurs de ces applications - des experts dans leur domaine - se consacrant en priorité à l'extension des fonctions de leurs applications, des acteurs chevronnés en optimisation de code parallèle (BSC, Jülich, NAG, RWTH, HLRS,...) ont proposé à la Commission Européenne la création du Centre d'Excellence POP destiné à fournir des services pour analyser les performances d'une application, expliquer son comportement et proposer des solutions devant permettre de résoudre les problèmes identifiés.

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**, 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



POP Team 2018

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 peuvent également 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.

RÉSULTATS DE POP1 (OCT. 2015 – MARS 2018)

Durant cette première phase de 30 mois (oct. 2015 – mars 2018), les experts du projet POP ont dépassé leur objectif : plus de 200 services (191 audits et 22 preuves de concept) ont été réalisés pour 150 clients (dont 25 % d'industriels et le reste des laboratoires de recherche ou des universités), localisés un peu partout en Europe.

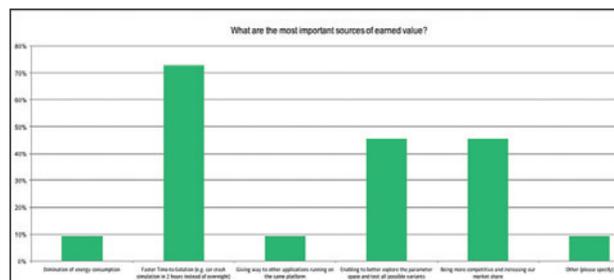
Dans la majorité des cas, ces analyses ont permis d'identifier des problèmes liés à la parallélisation, à l'équilibrage de la charge répartie sur les différents processeurs, ou au transfert de données entre tâches.

Chaque fois, le client a reçu un rapport d'analyse décrivant la nature et l'amplitude des problèmes de performance décelés ainsi que des recommandations pour modifier le code, et 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.

De son côté, Teratec, qui était en particulier chargé de mesurer la satisfaction des clients (en association avec l'**INRIA** qui participait en tant que tierce partie associée à Teratec) a interrogé tous les développeurs qui ont bénéficié d'au moins un service POP. Dans un premier temps il leur était demandé de remplir le questionnaire de satisfaction, et dans un second temps, de répondre à une interview par téléphone pour mieux comprendre leurs attentes et pouvoir ainsi améliorer nos services : 95 % des clients se sont déclarés satisfaits ou très satisfaits des services dont ils ont bénéficié, et 50 % ont demandé

What are the most important sources of earned value?



des services complémentaires (une PoC ou l'analyse d'une autre application).

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 ont demandé une formation pour pouvoir vérifier par eux-mêmes, qu'après modification, leur code a bien les performances attendues. Pour cela, plusieurs tutoriels de 2 ou 3 jours rassemblant 5 à 10 développeurs ont été organisés. Cela a permis à ces développeurs de se familiariser avec la méthode et les outils et aux experts POP de mieux comprendre les besoins voire les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre de cette méthode par des novices en termes d'analyse de performance.

De plus, six webinaires ont été réalisés durant la dernière année, pour élargir et renforcer notre audience, et ces webinaires, enregistrés sur le site web de POP, sont toujours à votre disposition.

Forts de cette expérience, les partenaires de POP1, auxquels se sont ajoutés l'UVSQ (Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines) et IT4I (Université Technique d'Ostrava en Tchéquie), se sont donnés des objectifs encore plus ambitieux pour la seconde phase : plus de services, plus de PoCs, plus forte priorité donnée aux applications de l'industrie, en particulier aux PME, plus large spectre pour adresser les problèmes de l'exascale, davantage de formations, et avec un accompagnement renforcé des clients pour collecter plus de données (coûts et bénéfices) et mesurer le retour sur investissement de façon à pouvoir d'un côté mieux convaincre les clients potentiels et de l'autre ajuster notre 'business model' de façon à ce qu'il puisse être continué de façon autonome (sans subvention) au-delà de cette seconde phase.

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 sur le site <https://pop-coe.eu/>. Vous trouverez également sur ce site de nombreux témoignages de réussites, les webinaires, une grande variété de tutoriels ainsi que plusieurs documents décrivant les métriques, les outils, et les méthodes définies et utilisées par POP. ▶

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, Ecole 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 performance 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 utilisation 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 2018 concernent :

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

- Le code de dynamique moléculaire classique ExaStamp a fait l'objet d'évolutions importantes cette année encore. La méthode basée sur le raffinement adaptatif hiérarchique de maillage (octree adaptive mesh refinement ou AMR), implémentée en 2017 a été complétée par une optimisation des structures de données qui conduit à de très bonnes performances du code en comparaison de codes de référence. Pour ce qui concerne la modélisation des polymères, l'intégration dans ExaStamp du code SlipLink permettant de réaliser des simulations de polymères à temps long en utilisant une technique initialement développée par un changement d'échelle de type « top-down », est en cours.

- Pour ce qui concerne la modélisation mésoscopique des métaux, le code Coddex de plasticité poly-cristalline est maintenant opérationnel sur processeurs de type KNL. L'optimisation du parallélisme se poursuivra en 2019. Par ailleurs, un modèle de comportement poly-cristallin avec changement de phase a été développé : il permet, dans un cadre variationnel, de transformer bilatéralement des cristaux cubiques centrés en cubiques faces centrées.

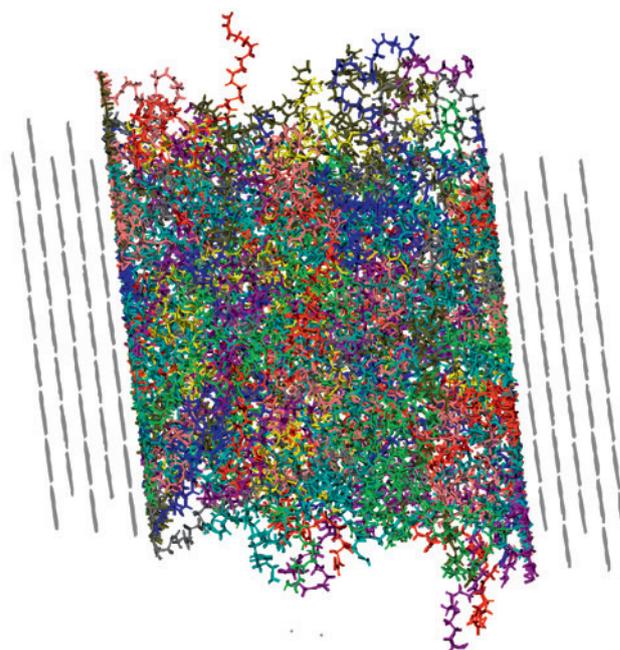


Figure : interface entre un cristal moléculaire et des chaînes de polymères

Le développement et les tests de validation de ce modèle ont été effectués dans le cadre d'une thèse soutenue fin 2018.

→ L'analyse et la visualisation des données :

- La conception d'un système de traitement in-situ dans ExaStamp est maintenant terminée : on peut réaliser des traitements physiques de type diagnostique sur des cœurs (peu utilisés) d'un nœud de calcul en parallèle de la simulation. Par ailleurs, la visualisation de molécules dans le code Paraview a été améliorée, en particulier pour ce qui concerne la parallélisation des calculs.

→ Les applications à la matière molle et aux métaux :

- Les premiers résultats d'une étude multi-échelle permettant de modéliser les propriétés optiques de films cosmétiques complexes ont été obtenus, en particulier pour ce qui concerne la convergence en maillage qui commence à tendre vers les résultats expérimentaux.

- L'étude multi-échelle de greffage de polymères sur des nanoparticules de silice a été mise en place, tant au niveau informatique qu'au niveau multi-échelle : l'échelle atomistique est opérationnelle et l'échelle mésoscopique est en phase de production.

- La technique de synthèse de polymères (dite synthèse in-situ) mise au point en 2017 a été validée et son application à la propagation d'ondes de choc dans le poly-cis-butadiène est en cours. L'interaction de ce polymère avec un cristal moléculaire a par ailleurs produit ses premiers résultats. Enfin, la prédiction des propriétés visco-élastique de ce polymère par méthode bayésienne a été initiée.

- Des simulations de dynamique moléculaire pour l'étude de systèmes membranaires de mixtures d'alcools gras ont été effectuées : les propriétés mécaniques (compressibilité) des phases unilamellaires ont été évaluées en fonction de la température. Par ailleurs, de nouvelles structures ont été mises en évidence en fonction du taux d'hydratation d'une bicouche.

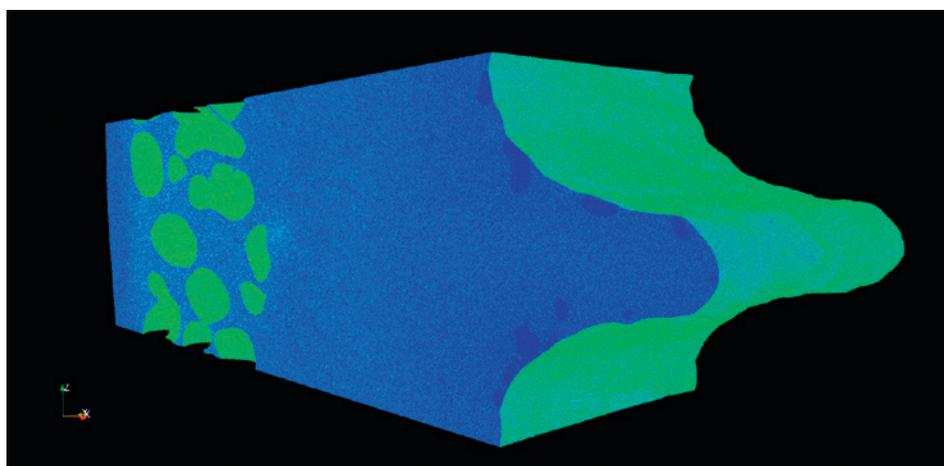
- Le générateur de milieux fibreux numériques à microstructure contrôlée a été amélioré et la parallélisation des développements a été poursuivie. L'interfaçage avec un solveur éléments finis permet maintenant des calculs de rhéologie numérique sur des polymères renforcés.

- Une méthode originale de recherche de matériaux nouveaux a été mise au point. Elle a été appliquée aux solutions solides Ni-Al et Cu-Au. L'efficacité de la nouvelle méthode d'accélération de calculs DFT a été analysée finement.

- L'étude de la plasticité dans le fer se poursuit, en particulier pour ce qui concerne l'étude des transitions de phase : d'une part, l'étude des transitions en fonction de la température et d'autre part l'évolution des cœurs de dislocation à l'approche de la transition.

- Un montage spécifique pour l'observation expérimentale des effets mécaniques d'un changement de phase à l'échelle des grains a été développé. Par ailleurs, une comparaison de simulation de soudage sur des aciers avec des résultats expérimentaux a donné des résultats très prometteurs. Un modèle de joints soudés est en cours de validation.

Signalons enfin que la première réunion scientifique plénière du projet SMICE s'est tenue le 1^{er} juin 2018 sur le site de l'Oréal et rassemblé tous les acteurs du projet. ▶



Simulation du début de formation d'un jet d'étain avec le code ExaStamp (la simulation comporte 700 millions d'atomes)

6 Laboratoires de recherche industrielle

Laboratoire Exascale Computing Research



RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT EN MÉTHODOLOGIES ET APPLICATIONS LOGICIELLES POUR EXASCALE

Le **laboratoire Exascale Computing Research** (ECR) résulte d'une collaboration entre le **CEA**, l'**UVSQ** (Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines) et **Intel**. Ses équipes sont actives dans les réseaux de recherche orientés vers le parallélisme massif. L'équipe pluridisciplinaire travaille sur le site du **Campus Teratec** et s'appuie sur un cluster doté des architectures Intel les plus récentes. L'équipe ECR contribue régulièrement à l'organisation de séminaires, workshops et écoles d'été afin de diffuser le plus largement possible les méthodes et le savoir-faire développés en son sein. De plus, les membres de ECR sont actifs dans les projets de recherche Européens : en 2018 notamment, l'UVSQ a rejoint le centre d'excellence **POP2**⁽¹⁾, alors que Intel participait à la phase finale du projet **READEX**⁽²⁾ piloté par **Technische Universität Dresden**.

Un des grands défis des prochaines années pour préparer le passage à des systèmes présentant des millions de cœurs de calcul reste 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 d'analyse de codes et l'orientation pour la réécriture de codes pour bénéficier au mieux des nouvelles architectures se trouve au cœur de la collaboration ECR.

ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

• 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 2018, les travaux sur MAQAO ont porté en premier lieu, sur l'enrichissement des fonctionnalités : ainsi nous avons ajouté un module (OB1) d'analyse de l'efficacité des boucles en parallèle, une meilleure prise en compte du parallélisme au sein de nos outils de profilage (notamment en termes d'extensibilité) et une analyse plus poussée de l'impact des transformations (vectorisation, blocking) sur la performance globale. Ensuite, nous avons fait un gros effort pour assurer l'interopérabilité de MAQAO avec différents outils de référence : runtime « **MPC** », installateur de packages « **SPACK** » et visualiseur « **Cube** ». Nous avons aussi mené des campagnes systématiques de portage sur différents supercalculateurs (**INTI**, **TGCC**, **CCRT**, **Mare Nostrum**, **Romeo**, **Archer**, **SuperMUC**, etc...) ce qui nous a permis d'augmenter la robustesse et la fiabilité de nos outils. De plus, nous avons validé sur un plus grand nombre d'applications (**Yales2**, **AVBP**, **POLARIS MD**) les résultats prometteurs obtenus en couplant nos outils d'analyse avec nos outils de restructuration de code (**ASSIST**) : nous améliorons ainsi de 5 à 10 % les résultats obtenus par des techniques de profilage classique (PGO : Profile Guided Optimization). Enfin, nous avons démontré la capacité de nos outils à analyser des codes non HPC : réseaux de neurones, navigateur Chrome.

Fin 2018, l'UVSQ a rejoint le projet Européen de Centre d'Excellence **POP2** (Performance Optimization and Productivity 2 : <https://pop-coe.eu>). Ce projet vise à offrir aux utilisateurs de systèmes HPC tout d'abord un audit détaillé des performances de leurs applications et ensuite diffé-

1. POP2

2. www.readex.eu; Funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 671657.

rentes solutions pour remédier aux limitations détectées et donc améliorer le rendement de leurs systèmes. Ce projet nous permettra de tester et de valoriser intensivement nos outils.

L'équipe MAQAO à l'ECR 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 2018, l'équipe MAQAO a participé à trois « **VI HPS Tuning Workshop** » à Garching, Londres et Reims, offrant à des dizaines de développeurs de code HPC l'opportunité d'être formés à l'utilisation de MAQAO et de le tester directement sur leurs applications. Dans ces trois sessions, les retours d'expérience des participants ont donné d'excellentes appréciations 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 principalement sur l'arithmétique de Monte Carlo où les opérateurs de calcul sont bruités pour modéliser les erreurs d'arrondi ou d'annulation, de manière stochastique. L'outil instrumente le code à la compilation, à travers une passe LLVM spécifique, et ceci sans avoir besoin de modifier le code source du programme. Cette facilité de mise en œuvre a permis d'analyser avec Verificarlo plusieurs codes industriels. 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 logiciel **ABINIT**. En 2018, ont démarré les travaux pour étendre Verificarlo afin de pouvoir étudier l'optimisation de programmes grâce l'utilisation de techniques de précision mixte, en particulier dans le code Yales2. Cette année a aussi été l'occasion de largement diffuser notre outil à travers deux séminaires, une école d'été, une formation **VI-HPS**, une formation **CCRT**, une formation **IXPUG**, et enfin une publication disponible sur arxiv et soumise pour publication en journal.

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

Durant l'année 2018, l'équipe Runtime ECR a continué ses développements dans la plateforme parallèle Open Source MPC selon plusieurs axes (court, moyen et long terme) : la correction de bugs, l'ajout de fonctionnalités des standards actuels (MPI 3.1 et OpenMP 5.0), le prototypage de futures fonctionnalités (MPI 4.0) et le développement d'extensions propres. Ces travaux ont contribué à la sortie de la version 3.3 comportant de nouvelles fonctionnalités (intégration de GCC version 7.2.0, support du placement des threads OpenMP à travers la notion de places, gestion des protections/reprises en MPI, optimisation des algorithmes de communications, support avancé du réseau rapide Atos BXI, ...). De plus, le reste de l'année a permis de se focaliser sur différents aspects :

- MPI (support avancé des threads, ajout de la notion de *hints* proposés dans le brouillon de la nouvelle norme MPI 4.0 sortie en novembre 2018),
- OpenMP (compatibilité avec l'écosystème Intel pour l'utilisation des tâches de calcul avec dépendances de données),
- Réseau haute performance (premier support du réseau Intel Omnipath)
- Extensions (prototype de support du partage de travail intra-nœud en MPI). ▶

Contacts : William.jalby@uvsq.fr ;
Marie-christine.sawley@intel.com

Fabric Management de BXI (FM)

Atos a développé une technologie d'interconnexion de nouvelle génération 'Bull eXascale Interconnect' (BXI) (1). BXI implémente le protocole de communication innovant : **Portals 4** (2), qui permet d'améliorer les performances, l'évolutivité, l'efficacité, la fiabilité et la qualité de service pour des communications extrêmes dans un cluster.

L'implémentation complète de cette technologie de réseaux couvre un large domaine fonctionnel et technique. Il faut bien évidemment des éléments matériels, permettant de connecter les serveurs de calcul et de service d'un cluster HPC. Cet équipement est composé de cartes PCIe BXI, de routeurs BXI et d'un câblage spécifique supportant un haut débit de communication. Ce matériel est accompagné par deux familles de logiciels. Une première famille permet aux applications logicielles de communiquer à travers ce réseau : **la pile logicielle BXI**. Et une deuxième famille complètement autonome et indépendante de la première permet de configurer et de maintenir les routes de communications entre les éléments du cluster connectés par ce réseau. Cette deuxième famille de logiciels est appelée « **Fabric Management** » de BXI (FM).

Plus précisément, la mission du FM est de configurer dynamiquement les routes entre les ports des routeurs du réseau pour permettre la communication entre tous les nœuds d'un cluster. Pour cela, le FM doit être capable de collecter tous les événements venant des routeurs,

de vérifier que ces événements ont un impact ou non sur les routes en place, de les modifier et de les pousser vers les routeurs si besoin. Les événements principaux d'un réseau ayant un impact sur les routes à configurer dynamiquement sont soit l'arrêt ou le démarrage d'un routeur, soit la détection d'une panne sur un port de communication.

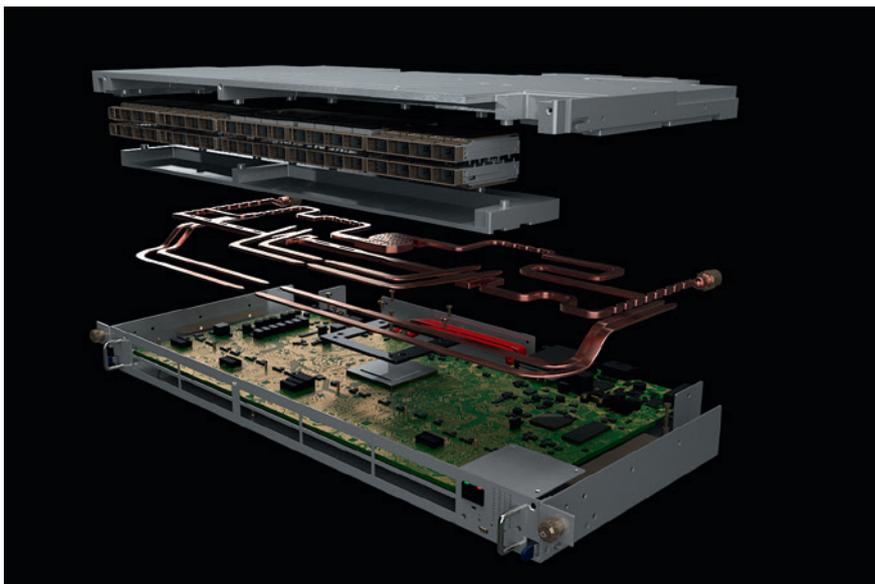
Le bon fonctionnement d'un FM s'appuie sur deux éléments principaux :

→ La découverte en temps réel de la topologie du réseau (comment sont interconnectés mes routeurs entre eux et comment les nœuds sont reliés à ces routeurs à un instant t) ;

→ Des algorithmes performants de calcul de tables de routage associés à la topologie courante.

Le moteur principal du FM doit permettre de réagir au plus vite à tout événement matériel, et doit supporter le passage à l'échelle : il doit être opérationnel pour un très grand nombre de nœuds interconnectés (plusieurs dizaines de milliers) en quelques secondes.

Ce Fabric Management est développé par une équipe de Recherche & Développement logiciel HPC d'Atos, sur le site du Campus Teratec. Ces travaux sont effectués en étroite collaboration avec le CEA, partenaire de R&D et client de la technologie BXI tout comme le TGCC.



L'équipe de R&D BXI FM d'Atos regroupe différentes expertises et domaines de développements logiciels : réseaux IP, OS Linux, système temps-réel, modélisations réseaux, algorithmie de routage, interface d'administration, environnement de tests fonctionnels et techniques, ...

L'année 2018 a été une année charnière pour l'équipe R&D BXI FM, par la définition et l'implémentation d'un nouveau design complet pour la solution FM pour BXI. Les travaux se poursuivront pendant l'année 2019 pour consolider ce nouvel FM et l'enrichir.

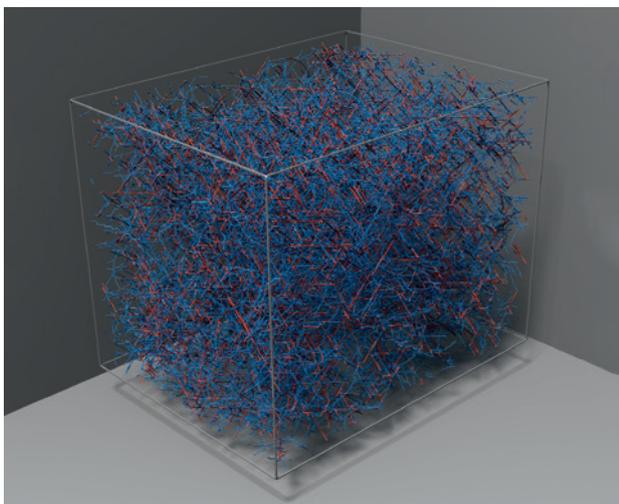
1. <https://atos.net/en/products/high-performance-computing-hpc/bxi-bull-exascale-interconnect>

2. <http://www.cs.sandia.gov/Portals/portals4-spec.html>

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 et leur simulation intervient à plusieurs niveaux : la recherche de compositions ou de nuances aux propriétés spécifiées, les procédés de fabrication (impression 3D, soudure, coulage, autoassemblage, fonctionnalisation des surfaces), le comportement des matériaux en fonctionnement (normal ou accidentel), et la tenue au vieillissement. Cette grande variété de propriétés et de besoins applicatifs a des conséquences dans le domaine des outils de simulation : il n'existe pas d'outil à tout faire, relativement universel permettant de simuler à la demande telle ou telle propriété, mais un ensemble de « briques de base », qu'il convient de faire progresser, tant sur le plan algorithmique que dans leur adaptation aux nouvelles générations de supercalculateurs, et d'assembler afin de simuler la propriété ou le processus recherché.

Il est donc nécessaire de réunir des équipes pluridisciplinaires tant sur le plan scientifique (spécialistes des

différentes échelles mises en jeu) que sur le plan technique (spécialistes de développement de codes adaptés au calcul haute performance).

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

Le projet, intitulé **SMICE** (Simulation Matériaux Industrie Calcul Exaflop), se propose de partager une partie de l'effort de R&D dans le domaine de la simulation des matériaux permettant ainsi aux industriels partenaires de partager des développements des codes de calcul sur des problématiques communes.

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.

Pour mener à bien ce projet, 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.

En 2018, un accent particulier a été mis sur la formation des partenaires : formation au code de dynamique moléculaire ExaStamp, développé dans le cadre du partenariat et première formation pour débutants au logiciel de gestion de version Git.



7 Coopération européenne



TERATEC ET LA COOPÉRATION EUROPÉENNE

Depuis quelques années, la Commission Européenne a décidé de faire une priorité des technologies digitales et de leurs usages. En plus du Programme Horizon 2020, elle a, pour ce faire, lancé trois grandes initiatives dans le domaine du Calcul Haute Performance qui sont : l'ETP4HPC (European Technology Platform for High Performance Computing), l'IPCEI (Important Project Common European Interest) et l'Entreprise Commune, la « Joint-Undertaking » EuroHPC, qui a été approuvée par le Conseil des Ministres des Etats-Membres du 28 septembre dernier.

EuroHPC est fortement soutenue par le Gouvernement français, car elle est parfaitement alignée sur la stratégie de ce dernier.

Renforcer très fortement notre action vers l'Europe est une priorité stratégique de Teratec :

→ **La Commission Européenne et EuroHPC viennent de faire appel à Teratec pour exprimer le besoin en matière de HPC des entreprises utilisatrices européennes et pour les représenter.** Nous devons rapidement structurer cette démarche qui a été initiée fin 2018, afin que Teratec, aux côtés d'autres organismes similaires européens, ait un rôle parfaitement défini dans la future relation entre EuroHPC et les entreprises utilisatrices. Cette stratégie, entamée avec des grandes entreprises européennes devra être étendue, sous une forme à définir, à l'ensemble du tissu économique, en particulier aux PME et aux ETI ;

→ Par ailleurs, le volet « **Développement de la supply-chain des technologies numériques en Europe** » d'EuroHPC ouvre une formidable opportunité pour tous les membres de Teratec qui sont pourvoyeurs de technologies. Teratec doit donc être le promoteur de projets de développements technologiques communs à ses membres, qui pourront être proposés au co-financement d'EuroHPC ;

Teratec se doit d'être force pour de nouvelles propositions vers EuroHPC afin de pouvoir promouvoir l'usage des technologies de simulation et d'apprentissage par les données à destination de toutes les entreprises européennes et de réaliser les études prospectives qui orienteront les choix stratégiques de nos entreprises et de nos Gouvernements.



EuroHPC
Joint Undertaking

EuroHPC

Projet stratégique de la Commission européenne pour le HPC

Les décisions du Conseil des Ministres du 28 septembre 2018

Le 28 septembre 2018, le Conseil des Ministres européen a officiellement approuvé le projet EuroHPC de la Commission, qui est un Plan d'investissement, conjoint avec les états-membres, pour bâtir une infrastructure européenne pour le Calcul Haute Performance (HPC) au meilleur niveau mondial, à partir d'une supply-chain européenne.

L'Union Européenne a pris conscience il y a quelques années que nous sommes entrés dans l'ère de « l'Information » et donc que les supercalculateurs sont devenus indispensables pour le bénéfice des citoyens dans des secteurs aussi variés que la santé, l'énergie, la sûreté des véhicules ou encore la sécurité.

C'est pourquoi, le 28 septembre dernier, le Conseil de la Compétitivité a adopté une décision qui crée le « **European High Performance Computing (EuroHPC) Joint Undertaking** » (« l'Entreprise Commune » EuroHPC en Français), une entité légale de maîtrise d'ouvrage, qui réunira des ressources provenant de 25 pays européens. Les missions assignées à cette structure sont, d'une part, d'acquérir des supercalculateurs européens et de construire des infrastructures de données et, d'autre part, de financer la recherche et l'innovation associées. EuroHPC donnera également aux utilisateurs publics et privés européens le meilleur accès aux supercalculateurs, ce qui est l'élément essentiel pour soutenir l'Innovation et la Compétitivité des Entreprises et de la Recherche.

Ce projet d'Entreprise Commune EuroHPC a été officiellement mis en place en novembre 2018 et restera opérationnel jusqu'à fin 2026.

EuroHPC sera dotée d'un budget de 1 milliard d'Euros jusqu'à 2020, provenant pour moitié du budget européen et pour moitié du financement des états-membres. Des ressources supplémentaires, à hauteur de 400 millions d'Euros devraient être

apportées par les industriels. Son activité sera focalisée sur deux domaines :

→ **Une infrastructure de calcul européenne** : Deux supercalculateurs classés dans le Top 5 mondial seront installés en Europe en 2022 et au moins deux machines classées dans le Top 25 seront installées en 2020.

→ **Un programme « Recherche et Innovation »**, fortement doté, supportera financièrement un écosystème européen pour les supercalculateurs et favorisera le développement d'une supply-chain technologique.

EuroHPC est dotée d'une structure de gouvernance qui est en train d'être mise en place, après que les représentants de la Commission et des états-membres auront été nommés dans les trois instances que sont le « **Governing-Board** », le « **Research and Industry Advisory Group** » et le « **Infrastructure Advisory Group** ».

Sur le long terme, la Commission souhaite investir 2,7 Md€ dans l'Entreprise Commune EuroHPC pour renforcer la Simulation Haute Performance et le Traitement des Données en Europe. Ce budget sera doublé par les états-partenaires. Cet investissement sera un élément du Programme « Europe Digitale » (2021-2027) décidé en mai 2018. Ce financement supplémentaire assurera la possibilité d'accès à des supercalculateurs de classe mondiale pour une large utilisation à la fois dans les secteurs public et privé, y compris les PME et les ETI.



Actions et recommandations de Teratec en direction d'EuroHPC

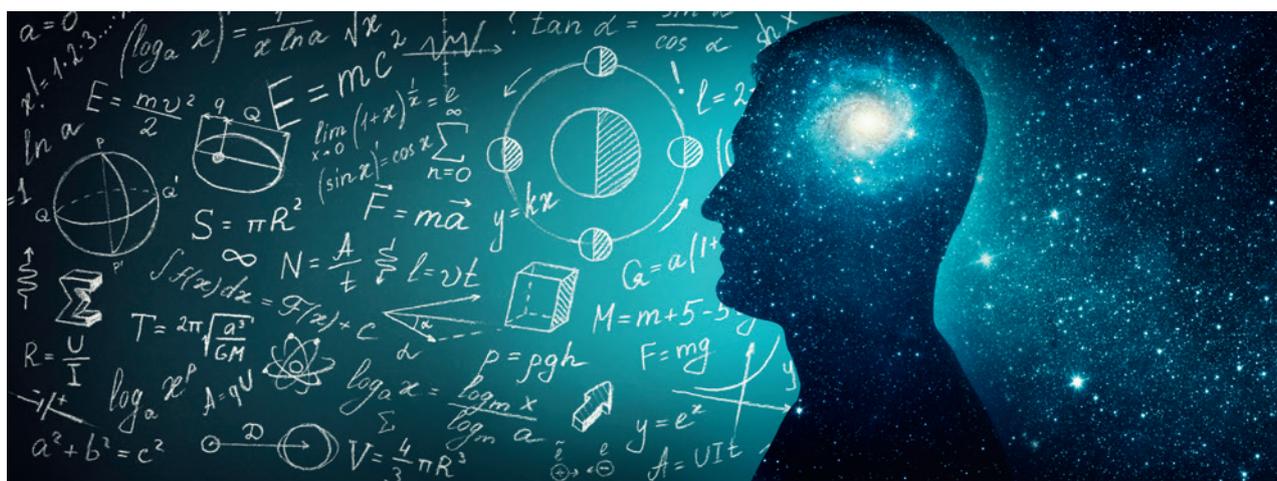
La France est prête à accueillir en 2022 l'une des deux machines de la classe de l'ExaFlop/s dans son centre de Calcul du Campus Teratec, qui héberge déjà les machines du **programme européen PRACE**. Qu'il s'agisse de ces deux machines ou des deux qui devraient les préfigurer dès 2020, il est essentiel pour les membres de Teratec que tout soit fait pour que les quatre machines mettent en œuvre des technologies européennes, pour lesquelles Teratec et les industriels français jouent un rôle de premier plan.

Teratec se doit d'apporter son expertise à la Commission Européenne afin que celle-ci puisse s'appuyer sur des spécialistes du Calcul Haute Performance pour la représenter dans les diverses instances. Aujourd'hui, des membres de Teratec sont présents dans les deux Groupes Techniques qui conseillent le Governing Board d'EuroHPC. Il s'agit maintenant de nous organiser pour que Teratec puisse structurer sa collaboration avec EuroHPC.

Teratec s'organise pour que la Communauté industrielle qu'elle représente participe à la **co-conception machine-algorithmes**. L'arrivée dans une entreprise ou dans une

organisation de recherche d'une nouvelle machine telle qu'un ordinateur exascale ou pré-exascale va conduire à des changements importants des paradigmes de programmation des applications si on veut tirer tout le bénéfice de ces nouvelles architectures de machines.

Il nous semble important de mettre en place une méthode de co-conception pour les calculateurs qui seront développés dans le cadre d'EuroHPC. Dit autrement, il faut dès le démarrage des projets mettre en place une équipe machine et une équipe « **adaptation des algorithmes** », sous un même pilote, et qui vont interagir en permanence afin que les algorithmes soient déjà adaptés lorsque la nouvelle machine sera installée et, en retour, éventuellement, adapter la définition de la machine pour qu'elle soit adaptée à tous les algorithmes. Nous proposons par conséquent que le volet R&D et innovation d'EuroHPC comporte une part significative de moyens pour l'adaptation des logiciels et que chaque état-membre participe à cette partie « adaptation des algorithmes ». Nous estimons enfin que Teratec a tout pour être le catalyseur européen de cette co-conception puisque depuis 10 ans elle a su faire travailler membres utilisateurs et membres fournisseurs de technologie dans des projets communs.



Projet EXCELLERAT



The European Centre of Excellence for Engineering Applications

→ COORDINATEUR

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

→ PARTENAIRES DU PROJET

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



→ OBJECTIFS DU PROJET

Les applications d'ingénierie seront parmi les premières à exploiter l'Exascale, aussi bien dans l'industrie que dans les laboratoires de recherche. En fait, l'ingénierie industrielle est LE domaine ayant le plus grand potentiel pour l'exascale. Excellerat réunit donc l'expertise européenne nécessaire pour créer un Centre d'Excellence en ingénierie avec un large éventail de services, ouvrant la voie vers l'exascale, cela dans le cadre de la stratégie HPC impulsée par EuroHPC.

A ces fins, Excellerat s'appuiera sur six applications de référence soigneusement choisies en fonction de leur potentiel à tirer profit de l'exascale : Nek5000, Alya, AVBP, Fluidity, FEniCS, Flucs. Ce sont des candidats prometteurs pour exécution sur des démonstrateurs exascales, des systèmes pré-exascales, ainsi que des machines exascale.

Excellerat couvrant un large éventail de questions, allant des services pas nécessairement très techniques, tels que l'accès à la connaissance ou la mise en réseau aux services plus techniques, comme le co-design, l'amélioration de la scalabilité du code, ou le portage de code vers de nouvelles (exa)architectures.

Le consortium Excellerat qui commencera par prouver l'efficacité de son approche exascale sur les six applications sélectionnées s'engage également à déployer cette approche au-delà du cercle des partenaires du projet en prenant une part active dans les groupes d'intérêts et en intégrant ses résultats dans une approche exascale plus globale.



Kick Off Excellerat



Projet EXDCI

European Extreme Data & Computing Initiative

<https://exdci.eu/>

→ COORDINATEUR

- Dr. Serge Bogaerts, PRACE AISBL (BE)

→ PARTENAIRES DU PROJET

- ETP4HPC European Technology Platform for High Performance Computing (NL)
- PRACE Partnership for Advanced Computing in Europe AISBL (BE)
- Université de Picardie Jules Verne (FR)
- Université de Rennes I (FR)

→ OBJECTIFS DU PROJET

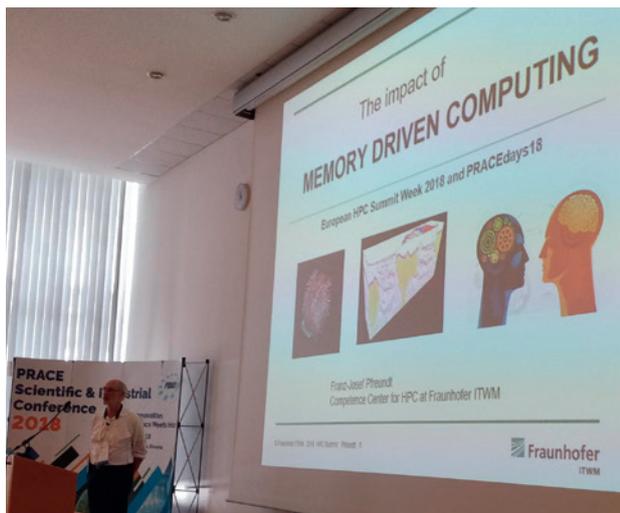
Le projet EXDCI-2 poursuit les activités de EXDCI et poursuivra les efforts de coordination de l'écosystème HPC, en mettant l'accent sur la convergence entre le Big Data, le Cloud et le calcul haute performance, avec comme objectifs principaux :

- a) le développement d'une stratégie européenne HPC Exascale compétitive et,
- b) la coordination de la communauté HPC en Europe vers l'Exascale.

À travers de **EXDCI-2**, **ETP4HPC** et **PRACE** mobilisent les parties prenantes européennes du HPC pour contribuer à la structuration et à la synchronisation des communautés autour du HPC, Cloud, Big Data et des systèmes embarqués.

Les actions clés concrètes seront :

- L'élaboration d'une feuille de route technologique HPC, avec au cœur la convergence avec HPDA et l'émergence de nouvelles utilisations du HPC. Cela donnera lieu à la quatrième édition d'un « **HPC Strategic Research Agenda** » (HPC SRA)
- Une feuille de route pour le développement des applications afin de les préparer à la simulation Exascale. Cela concerne autant des applications académiques qu'industrielles.
- Dans le cadre de EXDCI-2, une vision partagée autour de l'évolution du HPC sera définie, afin de préparer des collaborations de recherche ciblées.
- Au niveau international, EXDCI-2 contribuera à la visibilité de l'Europe au travers de son implication et ses contributions à BDEC (<https://www.exascale.org/bdec/>)
- EXDCI-2 organisera le **EuroHPC Summit Week**, qui aura lieu en 2019 pour la quatrième fois, du 13 au 17 mai 2019 à Poznan (Pologne).



HPC Summit week



Booth EXDCI at SC2018



Euro HPC Summit week

Projet FocusCoE



FocusCoE : Concerted action for the European HPC CoEs

www.focus-coe.eu

→ COORDINATEUR

- **Dr. Guy Lonsdale, Scapos AG** (DE)

→ PARTENAIRES DU PROJET

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

→ OBJECTIF DU PROJET

FocusCoE est une action de coordination financée par le programme Horizon 2020. Elle a pour objectif de permettre aux 10 Centres d'Excellence (Centers of Excellence, CoE) financés par ce même programme Horizon 2020 de mutualiser certaines actions et ainsi de jouer plus efficacement leur rôle, qui est de développer des applications exploitant efficacement les prochains systèmes HPC exascale et apportant des avancées concrètes pour traiter des défis scientifiques, industriels ou sociétaux.

Démarré en décembre 2018 pour une durée de 36 mois, ce projet se positionne comme une plate-forme permettant aux centres d'excellence de se coordonner sur les orientations stratégiques et sur les collaborations. Pour pallier au risque de fragmentation des activités entre les centres d'excellence, FocusCoE coordonne les interactions avec l'ensemble de l'écosystème HPC, mutualise certaines activités et partage les meilleures pratiques. FocusCoE fournira également des services de soutien aux CoE pour la promotion de leurs services et compétences et comme point de contact pour leurs clients. Cela se traduit par des actions concrètes tel que :

- La création d'une Assemblée Générale de tous les CoE, leur donnant une plate-forme pour définir conjointement des stratégies et des actions collectives envers les autres acteurs de l'écosystème HPC en Europe.
- L'organisation d'actions communes pour aider les CoE à renforcer leurs interactions avec les industriels en général et les PME en particulier.



- L'élaboration d'une offre de formation, d'un côté pour les CoE et aussi d'un autre côté par les CoE envers les utilisateurs, construisant sur l'offre de formation déjà existante, comme par exemple par PRACE (PATCs).

- La promotion de tous les services proposés par les CoE et une politique de communication vers les milieux académiques et industriels.

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



Projet POP (phase 2)

Performance Optimisation and Productivity

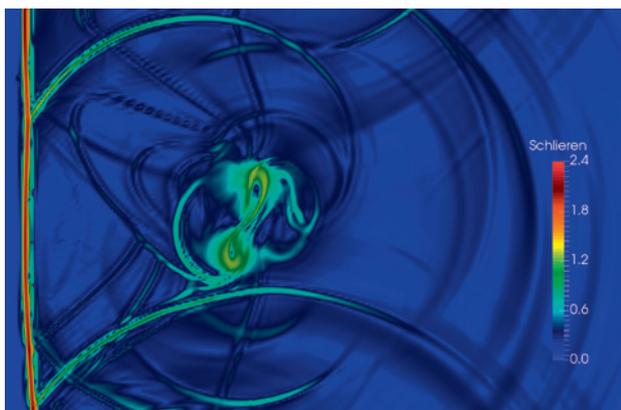
A center of excellence in computing applications

→ COORDINATEUR

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

→ PARTENAIRES DU PROJET

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



3x Speed Improvement for Zenotech's zCFD Computational Fluid Dynamics Solver

→ 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, des experts fournissent à travers du projet POP des services pour analyser les performances d'une application, expliquer son comportement et proposer des solutions devant permettre de résoudre les problèmes identifiés.

Après une première phase (2015-2018) pendant laquelle les experts du projet ont analysé et aidé à optimiser plus de 150 applications, le **projet POP a été reconduit de 36 mois** pour consolider sa méthode et son processus d'analyse tout en répondant aux nombreuses demandes de services que les développeurs de code intensif continuent de lui adresser.

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**, 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.

ETP4HPC



2018 a été une année importante pour l'association ETP4HPC : avec l'arrivée d'EuroHPC, une nouvelle dynamique européenne autour du HPC est en train de se mettre en place.

L'association ETP4HPC a tenu son Assemblée Générale le 13 mars 2018 à Leixlip (Irlande) dans les locaux d'Intel. Lors de cette assemblée, un nouveau comité de pilotage (Steering Board) a été élu pour une durée de 2 ans. Le bureau de l'association a été confirmé dans ses fonctions :

- Chairman : Jean-Pierre Panziera, représentant ATOS-Bull
- Vice-président recherche : Jean Gonnord, représentant CEA
- Vice-président industriel : Sai Narasimhamurthy, représentant Seagate
- Trésorier : Frank van der Hout, représentant ClusterVision
- Secrétaire : Hugo Falter, représentant ParTec

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

→ **Contribution au Plan de travail HPC pour 2019-2020 dans le cadre d'Horizon 2020** : comme les années précédentes, ETP4HPC a fourni à la Commission Européenne des recommandations actualisées sur les axes de recherche prioritaires pour les appels à projets HPC à venir. Ces recommandations s'inscrivent dans le contexte de nouvelles initiatives autour du HPC, comme le projet EPI (« European Processor Initiative »), et bien entendu du lancement d'EuroHPC. Cet effort couvre les technologies et les sous-systèmes pour le HPC, logiciel compris (suite des appels FETHPC), ainsi que les Centres d'Excellence, et le développement global de l'écosystème. Elles ont été transmises à la Commission au cours de 2018 puis au Research and Innovation Advisory Group (RIAG) du Joint Undertaking EuroHPC. Ainsi, elles formeront la base des appels pour 2019 et 2020, repris dans le pilier R&I d'EuroHPC qui remplacera à cet égard l'instrument cPPP.

→ **HPC cPPP** : conjointement avec les Centres d'Excellence, l'association ETP4HPC participait à la gouvernance du Partenariat Public Privé lié au HPC avec la Commission Européenne. L'objectif de ce cPPP (contractual Public

Private Partnership) est une stratégie commune entre la Commission d'une part et les industriels et académiques européens d'autre part autour des technologies et des solutions HPC européennes ainsi que de leurs applications et usages. Le rapport annuel du cPPP fait un point sur les avancées dans le domaine du HPC en Europe. D'un commun accord des partenaires, le cPPP a été clôturé fin 2018, lorsque EuroHPC a pris officiellement ses fonctions. Au travers d'EuroHPC, ETP4HPC continuera de jouer son rôle de conseiller technologique pour les programmes européens. Comme indiqué ci-dessus, les appels à projets H2020 du Work Programme 2019-2020 ont été annulés et seront remplacés par des appels à projets EuroHPC à partir de 2019.

→ ETP4HPC a contribué de façon importante à l'action de coordination et de support **EXDCI-2** financée par le programme cadre H2020. EXDCI-2 s'appuie sur le succès de EXDCI et vise à développer différentes activités utiles à l'écosystème HPC européen. EXDCI-2 finance notamment les efforts d'ETP4HPC sur la feuille de route (SRA) et sur les indicateurs de performance pour l'écosystème HPC en Europe.

→ **EuroHPC Summit Week** : En tant que partenaire de EXDCI-2, ETP4HPC a coorganisé l'événement phare de EXDCI-2 : EuroHPC Summit Week. En 2018, cette conférence rassemblant environ 350 participants et comprenant une dizaine de workshops a eu lieu à Ljubljana (Slovénie) du 28 au 31 mai 2018.

→ **Salons et Conférences** : participation active à travers des workshops à ISC18 (Francfort, Allemagne) ainsi qu'une session « Birds-of-a-Feather » lors de la conférence SC18 à Dallas (Texas, USA). Ces workshops portaient respectivement sur les grandes évolutions du HPC dans les années à venir et sur les offres technologiques issues des projets européens financés dans Horizon 2020 depuis 2015. L'ETP4HPC était également présent sur son propre stand au Forum Teratec 2018, à ISC18 ainsi que lors des journées ICT18 à Vienne (Décembre 2018).

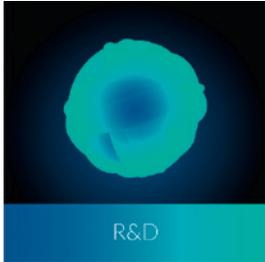


Booth ETP4HPC at Forum Teratec 2018



Vision Workshop

8 Enseignement & Formation



MENTION CALCUL HAUTE PERFORMANCE SIMULATION, UPSaclay

MIHPS - Master Informatique Haute Performance et Simulation



La maîtrise de la simulation et du calcul Haute Performance devient un enjeu important pour la compétitivité des entreprises, qu'elles soient petites, moyennes ou grandes, par la réduction du temps et des coûts de conception d'un produit. La « révolution » Big Data a elle aussi intégré les aspects haute performance pour donner naissance 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 intègrent les dernières évolutions scientifiques majeures déterminées par l'importance croissante des outils de simulation et la puissance croissante des systèmes de calcul.



Organisation du Master

Le Master est un cursus à part entière de deux ans. Ce Master s'adresse aux étudiants titulaires d'un diplôme équivalent à une licence d'Informatique, de Mathématiques ou de Physique. Cette formation est constituée de quatre semestres d'études regroupés en deux années. La première année 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.



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 2018

La formation est récente, elle entre dans sa neuvième année (la première promotion a été accueillie en septembre 2010). Avec un taux de réussite moyen autour de 80 % pour les sept premières promotions, le Master affiche un bon bilan. De plus, en conformité avec la finalité recherche et professionnelle du master, la moitié des diplômés s'est engagée dans la voie de la recherche (avec une proportion importante de bourses CIFRE) et l'autre moitié occupe des emplois de cadre spécialiste en HPC, essentiellement dans l'industrie. La promotion 2018-2019 est constituée de 25 inscrits en première année et de 25 étudiants en seconde année.

Pour plus d'information sur le Master, consultez son site Web : www.chps.uvsq.fr



Les sites Web

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

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



Plaquette et Dossier Teratec

Rééditée à l'occasion du Forum Teratec 2018, cette plaquette bilingue présente de manière synthétique les activités de Teratec et de son Campus, vecteur d'innovation et de compétitivité pour le HPC, le Big Data et la Simulation.

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

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



Newsletter Teratec

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

Cette newsletter est diffusée sur un fichier nominatif de plus de 18000 professionnels français et étrangers issus de la communauté scientifique et industrielle, de la presse et des institutionnels avec qui Teratec est en liaison. En 2018, 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 2018, Teratec a participé à de nombreux événements de la communauté scientifique et industrielle : HPC User Forum - Comsol Days - SMART Industries - AFNeT Standardisation Days - Eureka Innovation Days - ISC High Performance - ITEA PO Days - Journée Portes Ouvertes du Campus Teratec - Ansys Innovation Conference - European Altair Technology Conference - Dell Technologies Forum - SC18 International Conference - Conference Nafems - Techinnov Events - Forum ORAP - JEC - Convention annuelle

Systematic Paris-Région - Forum Teratec - Salons MtoM - Embedded Systems - Aerospace and Defense Days - Paris Open Source Summit - Journée Ambition PME - Super Computing - 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, de créer de nouveaux contacts dans une démarche partenariale et constructive.



Relations presse

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

Contribution à l'organisation du supplément de *L'Usine Nouvelle* Hors-Série d'avril 2018

LES NOUVEAUX USAGES DE LA SIMULATION



Sommaire :

ENTRETIEN **Christian Saguez**, président de Teratec

NOUVEAUX USAGES

MEDICAL **Du stéthoscope au pétaflops**

AUTOMOBILE **Simuler dès la conception**

CLOUD **Calcul à la demande**

PRODUCTION **L'usine passe à la réalité augmentée**

NOUVELLES TECHNOLOGIES

CENTRESDECALCUL **L'Europe accélère enfin**

TECHNOLOGIE **Préparez-vous au quantique**

PROCESSEURS **Le supercalcul s'entiche d'intelligence**

NOUVEAUX ACTEURS

BONNES PRATIQUES **Les PME se lancent dans le calcul**

START-UP **A l'assaut de la formation médicale**

CONCEPTION **Nvidia, l'hyper-réaliste**

PORTFOLIO **Haute définition**

INDUSTRY STORY **Bombe à eau**

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 mis à disposition des sponsors et de Teratec
- 1 mois de mise en avant auprès des 1,5 million de visiteurs d'*usinouvelle.com* et d'*industrie-techno.com*

10 Forum Teratec 2018

Une 13^e édition au cœur des préoccupations des utilisateurs

La 13^e édition du Forum TERATEC a permis aux 1 300 participants de dresser un état de l'art du calcul haute performance et de la simulation numérique, mais aussi des technologies plus novatrices que sont le traitement du Big Data, l'Intelligence Artificielle et le Machine Learning. Elle a aussi permis de constater que des secteurs aussi divers que l'automobile, le traitement d'images satellitaires ou de développement de systèmes embarqués avaient des problématiques et des besoins relativement proches.

Les sessions plénières de la première journée ont dressé un véritable panorama des besoins des utilisateurs dans l'ensemble des secteurs économiques, ainsi qu'un état de l'art de l'offre et de la recherche.



En ouverture des sessions plénières, **Christian Saguez**, président de **Teratec**, a rappelé le rôle incontournable des technologies numériques pour le développement économique de notre pays. Il a notamment souligné les challenges que l'ensemble des secteurs économiques allaient devoir relever pour faire leur transition numérique en termes de traitement de très gros volumes de données (IoT, réseaux, Big Data...), de très forte croissance des puissances de calcul (CPU, GPU, FPGA, QPU...), d'algorithmes adaptés au parallélisme (Deep Learning et IA...) et d'accessibilité (Cloud, Blockchain...). Il aussi insisté

sur la nécessité d'un effort continu de R&D, unissant Recherche et Industrie, et fédérant les acteurs au sein de grands programmes nationaux et européens, dans une démarche collaborative de co-design des technologies et des applications.

TERATEC AU CŒUR DES DÉFIS DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE

Il a ensuite rappelé les grandes initiatives et programmes européens en cours auxquels participe Teratec (**CESIMat**; **SiMSEO**; **DataPoc**; **EuroHPC**; **Horizon 2020**; **ITEA**; **ETP4HPC**; **IPCEI**) insistant sur les efforts déployés par Teratec pour aider notamment les PME et ETI à franchir le pas de la transition numérique. « *Nous sommes aussi entrain de lancer un certain nombre d'initiatives sectorielles dans : les Systèmes autonomes ; les Matériaux et leurs usages ; l'Impression 3D ; le HPC/HPDA en Avant-projets ; la Santé et la médecine personnalisée ; les Ressources naturelles* ».

Il a aussi annoncé l'ouverture prochaine d'un **Centre de compétences en calcul quantique** sur le Campus de Teratec à Bruyères-le-Châtel (91). « *Il va fédérer un certain nombre d'industriels utilisateurs (CEA, Dassault-Aviation ; EDF ; IFP-EN ; Total), d'offeurs de technologies (Atos) et de centres de recherche (CERFACS) ; le Paris Centre for Quantum Computing - PCQC ; l'Université de Reims) pour monter rapidement en compétences et développer les savoir-faire adéquats* ». Ce centre de compétence sera doté d'un simulateur de calculateurs quantiques installé dans le Centre de calcul, recherche et technologie (**CCRT**) situé au sein du **Campus Teratec**.

Autre annonce importante, celle d'un accord de collaboration avec **Génopole** pour faciliter le traitement des très gros volumes de données numériques nécessaires à la recherche en génomique, médecine personnalisée et biotechnologies.

L'ENSEIGNEMENT ET LA RECHERCHE RELÈVENT LE DÉFI DU HPC



Des défis auxquels l'**École Polytechnique**, qui accueillait la manifestation, s'attaque. C'est ce qu'a expliqué **François Bouchet**, Directeur général de l'école. Il a ainsi mis en avant l'importance du calcul haute performance, alliant mathématiques et informatique, deux points forts de

l'école, dans le cursus des élèves, mais aussi dans les recherches fondamentales qui sont menées à l'X. Il a aussi annoncé la création d'un mésocentre de calcul.



Isabelle Ryl, Directrice générale déléguée aux transferts et partenariats industriels, et **Bruno Raffin**, directeur de recherche à l'**INRIA**, ont rappelé le rôle de l'institut national dans la recherche informatique et les xtechnologies vers

les entreprises utilisatrices, ainsi que ses actions et projets de recherche dans les domaines plus spécifiques de la Simulation numérique, du HPC et du Cloud (**CS2@Exa**; **FRATRES**; **HAC-SPeCiS**; **DISCOVERY**; **HPC-BIG Data**; **ELCI**; **Grid'5000**; **SILECS**; **EoCoe**; **JLESC...**). Ils ont notamment insisté sur l'inévitable convergence qui se met en place entre le HPC et l'IA/Big Data et les recherches dédiées en cours à l'INRIA.



Plus proche du matériel, **Eric Van Hensbergen**, Fellow & Senior Director of HPC de **arm**, a présenté le rôle de sa société dans le développement de processeurs et d'architectures adaptés aux besoins du HPC tels les **Cavium Thunder X1** et **X2**, avec notamment la participation au projet **Montblanc**, ou la

présence au cœur de l'**OpenHPC** et de **Linaro HPC-SIG**.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AUGMENTÉE PAR L'INTELLIGENCE HUMAINE



Très appréciée, la présentation de **Nicolas Vayatis**, directeur du CMLA et du Master MVA de l'**ENS Paris-Saclay**, a insisté sur le rôle de l'intelligence humaine pour augmenter l'intelligence artificielle. Il a notamment fait un parallèle intéressant entre les applications

B2C, largement utilisées pour le marketing digital à travers Internet, et les applications industrielles B2B. « Ces dernières sont généralement très spécifiques, ce qui représente un très gros coût d'apprentissage car il faut faire appel à l'expertise de spécialistes. Il faut donc essayer de réduire ce coût en répliquant les expériences. Tout l'enjeu est de transférer tout ou partie de la connaissance à des données et des process différents. Il faut donc développer des méthodes d'apprentissage robustes acceptant les changements de domaine. L'idéal étant de calibrer des méthodes avec zéro données. Autre point important, développer des chaînes de traitement capables de s'adapter au changement incessant des données industrielles en fonction de nouveaux produits et process de production. Il faut aussi que ces chaînes soient capables d'utiliser des données issues de la simulation et de les combiner avec des données issues de la vie réelle ».

Bien entendu il ne faut pas négliger le facteur humain dans le développement de ces applications d'IA industrielle. « Il ne faut pas oublier que ces projets d'apprentissage sont des projets informatiques avec des écueils bien connus. Il faut donc les confier à des spécialistes informatiques pour éviter les catastrophes industrielles, tout en intégrant dès le début des experts du terrain, proches de la source des données, et tenir compte des informations et remarques qu'ils feront ».

Il estime ainsi que parmi les différentes méthodes d'apprentissage, l'apprentissage supervisé et l'apprentissage par transfert, particulièrement bien adapté aux problématiques industrielles où il faut transférer des savoir-faire à des problèmes nouveaux sur des systèmes nouveaux, vont exploser dans les années à venir. Par contre, il pense que l'apprentissage non-supervisé et l'apprentissage par renforcement vont rester marginaux à court terme.

SANS HPC PLUS DE SCIENCES



Enfin, **Cédric Villani**, Médaille Field 2010, Député de la 5^e circonscription de l'Essonne, premier vice-président de l'**OPECST** (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) et coordinateur du rapport parlementaire "Donner un sens à l'intelligence artificielle", a clos la matinée en insistant sur le fait que : « la science, et notamment l'IA, ne peut plus se développer aujourd'hui sans un accroissement de

la quantité de calcul considérable, afin de soutenir l'intuition des démarches les plus créatives ou d'éviter de se fourvoyer dans des absurdités ».

DE L'AUTOMOBILE À LA MOBILITÉ

La reprise de l'après-midi s'est faite avec l'exposé de **Rémi Bastien**, VP Prospective Automotrice de **Renault**, qui a présenté les grands défis que doivent relever les acteurs de la mobilité et notamment ceux impliqués dans l'automobile : le véhicule électrique ; le véhicule connecté ; le véhicule autonome. « Ce sera d'autant plus important pour les constructeurs automobiles traditionnels qui vont devoir faire face à l'arrivée de nouveaux acteurs tels **Tesla**, mais aussi **Google** ou **Apple**. Cela va changer notre façon de voir l'automobile qui, de plus en plus, va être considéré non plus comme un bien mais comme un service de mobilité, qui sera partie intégrante des réseaux d'énergie en stockant par exemple les énergies renouvelables ne pouvant être consommées au moment de leur production ».



Pour le véhicule autonome, la technologie va être importante en termes de capteurs, de reconnaissance des situations grâce à l'IA, d'aide à la décision et de pilotage des actionneurs gérant l'accélérateur, le frein et la direction. Des technologies qui devront être redondantes pour faire

face à d'éventuelles défaillances d'une partie du système. Mais la clé du succès sera dans l'acceptation et la confiance du public dans la sécurité des systèmes. Pour cela, il faut expérimenter pour mesurer la fiabilité des systèmes autonomes. « Si aujourd'hui la moyenne des décès sur la route dans les pays industrialisés est de 1 pour 1 million d'heures de conduite sur les routes et de 1 pour 10 millions d'heures de conduite sur les autoroutes, les constructeurs automobiles se sont fixés comme objectif 1 pour 100 millions d'heures de conduite pour le véhicule autonome ». Il sera donc beaucoup plus sûr.

Le véhicule connecté sera quant à lui à la fois un très gros producteur et un très gros consommateur de données numériques, notamment dans le cadre du dialogue permanent qu'il va établir avec les infrastructures et les autres véhicules pour optimiser la sécurité du trafic. « Ce qui veut dire qu'à moyenne échéance le véhicule va devenir un système de systèmes, dans lequel le logiciel représentera plus de la moitié de la valeur. C'est pourquoi la simulation numérique et le HPC seront incontournables car, comme l'a annoncé **Toyota**, valider physiquement un véhicule autonome demandera plus 15 milliards de km d'essais ».

L'EUROPE SE MOBILISE



Difficile de s'y retrouver dans les différents programmes européens ayant été lancés autour du HPC depuis une décennie. C'est pourquoi **Jean-Philippe Nominé**, de la Direction des analyses stratégiques du CEA, s'est attaché à dresser un panorama de ces évolutions, depuis **Prace** en

2010 jusqu'à **EuroHPC** aujourd'hui en passant par ETP4HPC en 2012 et l'implication forte de la Commission Européenne à partir de 2016, renforcée par la déclaration de Rome en mars 2017.

« Aujourd'hui la Commission lance le programme **Digital Europe** qui sera doté de 9,2 milliards d'Euros sur la période 2021-2027. C'est la manifestation d'une véritable volonté politique d'affirmer l'importance de ces sujets. Ainsi, ce premier véritable programme numérique européen aidera au développement des super-calculateurs, de leurs composants et logiciels à hauteur de 2,7 B€, de 2,5 B€ pour l'Intelligence Artificielle, de 2 B€ pour la cyber-sécurité, de 700 M€ pour la formation, et 1,3 B€ pour l'aide à la transition numérique des administrations et des entreprises ».

TRAITER FACILEMENT DE GROS VOLUMES DE DONNÉES



Denis Caromel, président et fondateur d'**ActiveEon**, spin-off de l'**Inria**, a montré comment sa suite de Workflows & Scheduler utilisée sur du HPC lié à du Cloud hybride, permet de traiter de manière très souple de très gros volumes de données dans de multiples secteurs économiques.

Il a ainsi montré comment il pouvait créer et valider un réseau de 20 000 cœurs **Azure** en moins de 15 minutes et ce qu'en font des clients aussi variés que : le **CNES** pour l'analyse d'images satellitaires ; **Legal & General** pour l'analyse de risques financiers ; **Komatsu** pour la gestion de matériels miniers via l'IoT ; le **Ministère britannique de l'Intérieur** pour la délivrance de visas et la réduction de la criminalité ; l'**Inra** dans la domaine des biotechnologies ; le **CEA-List** pour l'évaluation non-destructive de pièces destinées aux industries nucléaires, pétrolières et aérospatiales. « *Outre le niveau de performance en termes de traitement, ce type de solution permet aussi d'ajuster au mieux le nombre de cœurs nécessaires pour une application donnée, ce qui est grandement apprécié par les directeurs financiers de nos clients* ».

LE NUMÉRIQUE AU CŒUR DES SYSTÈMES NAVALS



Souvent oublié, le secteur de la construction navale est lui aussi un grand utilisateur du Big Data, du HPC et de l'IA. C'est ce qu'est venu montrer **Eric Papin**, directeur technique, de l'innovation et de l'expertise technologique de **Naval Group**. Il a expliqué comment les technologies numériques se retrouvaient à la fois au cœur des

navires militaires de surface et sous-marins qu'ils développent, ainsi que des moyens de production associés au sein des chantiers de construction navale à travers l'approche "Digital Twin".

« *La complexité de nos produits est colossale : un sous-marin c'est 1 million de pièces ; le logiciel de combat d'une frégate c'est plus de 25 millions de lignes de code. Aussi la simulation numérique, le Big Data, l'Intelligence Artificielle et le HPC sont pour nous des moyens indispensables pour concevoir, fabriquer, valider et exploiter des systèmes navals toujours plus performants* ».

Et ce qui est vrai pour les navires l'est aussi pour les chantiers qui les construisent, car eux aussi ont fait leur révolution numérique, utilisant de plus en plus : la numérisation laser 3D pour comparer le "as built au as design" ; l'impression 3D pour réaliser des pièces aussi importantes que des hélices propulsives ; ou la réalité virtuelle et augmentée pour aider les opérateurs lors des opérations de construction. « *Cette approche numérique de la conception et de la construction nous permet d'offrir à nos clients les jumeaux numériques de leurs bâtiments de combat, qu'ils peuvent utiliser pour former et entraîner les équipages, faire de la maintenance prédictive, de l'assistance technique à distance, etc.* ».

VALIDER LES LOGICIELS EMBARQUÉS AVANT QUE LE PRODUIT EXISTE



Dernière intervention de l'après-midi, celle de **Eric Selosse**, VP et General Manager de la division émulation de **Mentor** (Groupe **Siemens**) qui a montré comment des supercalculateurs spécialisés, les émulateurs, permettent de valider le logiciel embarqué et le matériel

avant même que le moindre silicium ne soit créé.

« *Grâce à ces machines ultra-performantes, il devient ainsi, par exemple, possible d'inclure cette émulation avec les modèles comportementaux de conducteurs et électro-mécaniques d'un véhicule, pour en simuler et optimiser le comportement routier avant même de réaliser un prototype physique. C'est une nouvelle manière de concevoir des véhicules qui va faciliter l'exploration d'approches techniques innovantes à moindre coût* ».

Interventions des sponsors du Forum Teratec 2018

PLATINUM SPONSORS

				
				
<p>Jean-Pierre Panziera HPC CTO Atos</p>	<p>Thierry Pellegrino Vice President Business Strategy & HPC Solutions Server and Infrastructure Systems Dell EMC</p>	<p>José Rodrigues Manager des ventes HPC & IA Europe du Sud & Est HPE</p>	<p>Laurent Vanel Cognitive Systems Technical Leader IBM</p>	<p>Ian Wardrope EMEA HPC Sales director Intel</p>

GOLD SPONSORS

			
			
<p>Didier Juvin Chef de projet Simulation Numérique et Informatique CEA</p>	<p>Pascal Barbolosi Vice President EMEA Sales Cray Computer</p>	<p>Bernard Rannou HPC & Big Data Sales Manager DDN France</p>	<p>Yossi Elbaz Sr. Director, Emea Sales Mellanox</p>

SILVER SPONSORS

				
				
<p>Ludovic Schell Responsable Marketing et Communication 2CRSI</p>	<p>Eric Lalardie Director Business development HPC ARM</p>	<p>Hervé Collard Vice President Marketing Atempo</p>	<p>Pierre Lagier Chief Technical Officer Fujitsu</p>	<p>Jean-Philippe Proux Responsable des opérations Genci</p>
				
<p>Frederic Aatz Responsable des offres Infrastructures et Cloud hybride Microsoft</p>	<p>Piero Altoe Business Development Manager HPC south Europe and Middle East NVidia</p>			

Les Trophées de la Simulation Numérique

Pour la quatrième année consécutive, Teratec en partenariat avec L'Usine Digitale a organisé les Trophées de la simulation numérique.

Cinq trophées ont été décernés par un jury de professionnels de premier plan pour récompenser les lauréats lors du Forum TERATEC le 19 juin 2018. Le HPC, la simulation, le Big Data et l'intelligence artificielle sont des technologies critiques jouant un rôle moteur pour l'innovation dans l'ensemble des secteurs de l'industrie. Le savoir-faire des acteurs nationaux et leurs compétences

pour l'usage étendu de ces technologies sont maintenant reconnus bien au-delà de nos frontières.

Cet évènement au cœur de l'innovation numérique a révélé et récompensé les champions de la simulation et des technologies numériques à la fois chez les grands groupes et les PME avec la remise de cinq trophées :

Trophée STARTUP

A été attribué à une entreprise créée il y a moins de cinq ans qui s'est particulièrement illustrée par son innovation dans le calcul intensif et la simulation numérique et le Big Data.

Sponsorisé par le CEA

Nommés : Aquassay, Delfox et Urban & You

Lauréat : Urban & You



Créée en juin 2016 après plus de 2 ans de R&D, la start-up Urban&You propose une solution en ligne permettant de connaître en quelques clics les règles d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) et les droits qui s'appliquent à une parcelle. L'innovation réside surtout dans l'algorithme d'optimisation développé en interne par des chercheurs mathématiciens et informaticiens, spécialistes SIG (système information géographique).

« Alors que le calcul de la plus grande surface constructible sur une parcelle, un quartier, une zone se détermine aujourd'hui à la main par des simulations successives, Notre algorithme « d'optimisation par contraintes » associé à une vectorisation cartographique et à un traitement informatique des règles du PLU est une vraie nouveauté (qui fait gagner un temps considérable) », explique la start-up. La création d'un modèle de données capable d'accueillir l'ensemble des règles PLU, et ce pour n'importe quelle ville française, est, elle aussi, une innovation majeure du service Urban&You. (Source usine.digitale.com)

Trophée PME

A été attribué à une PME-PMI utilisatrice qui aura su mettre en oeuvre les technologies de calcul numérique (simulation, analyse de données, Big Data) de manière efficace et changer sa manière de développer ses nouveaux produits ou services, de les produire, de les maintenir ou d'anticiper leur cycle de vie complet.

Sponsorisé par HPE

Nommés : Mecastyl, Masa Group et Techviz

Lauréat : Masa Group pour Ready - couRsE of Action conception anD AnalySis



READY est un outil permettant de concevoir des scénarios et des plans d'action pour les militaires, la sécurité civile ou toute organisation, de les simuler en les confrontant à des ennemis, des désastres ou des événements exceptionnels, de les modifier de façon itérative et de les comparer. Ce projet se base sur la simulation SWORD, simulation multi-agent constructive agrégée et automatisée grâce à la technologie Direct AI, middleware d'intelligence artificielle de modélisation de comportements humains ou non humains. (source usine.digitale.com)

► Trophée INNOVATION

A été attribué à un produit, une technologie ou un service développé par une entreprise technologique, qui apporte une innovation dans le domaine de la simulation numérique ou de l'analyse de données.

Sponsorisé par Inria

Nommés : Savoie Transmission, Simforhealth et Sopra Steria Group

Lauréat : Sopra Steria Group pour HoloGRAM - Holo & Graphical RADar cross-section Measure



HoloGRAM est une application de réalité mixte permettant de visualiser le niveau de furtivité, appelé Surface Équivalente Radar (SER), directement sur un appareil militaire.

Cette solution permet de plaquer la SER, enregistrée sous forme d'hologramme 3D virtuel, sur l'appareil militaire réel ayant fait l'objet de la simulation (ou de la mesure). Elle autorise les déplacements autour des résultats à étudier et permet ainsi à l'utilisateur :

- De localiser rapidement les points brillants (points où l'énergie est la plus élevée) directement sur la cible, sans avoir à parcourir l'ensemble des données enregistrées.
- De communiquer entre experts sur la base d'un visuel partagé.
- D'expliquer et présenter de façon visuelle les résultats des travaux aux décideurs et donneurs d'ordre.

Elle utilise la technologie Microsoft HoloLens et est conçue avec Unity 2017.3 et la bibliothèque de réalité augmentée Vuforia 7. *(source usine.digitale.com)*

► Trophée COLLABORATION (Grande entreprise- PME)

A été attribué à un binôme (ou un groupement) associant grande entreprise et PME ayant collaboré sur un projet lié au calcul numérique et/ou au Big Data, que ce soit au stade de la recherche, du développement ou de la mise en œuvre.

Sponsorisé par Dell EMC

Nommés : Dataswati, DCbrain et Safran Tech

Lauréats : Safran Tech et ses partenaires **Inria Bordeaux - Sud-Ouest, Coria UMR6614 CNRS Université de Rouen et INSA Rouen** pour AMDECC : Adaptation de Maillage Dynamique et massivement parallèle pour la Simulations aux Grandes Echelles des Chambres de Combustion aéronautiques



Le projet AMDECC est un partenariat entre Safran, le CORIA et l'INRIA. « *Son objectif est de démontrer l'apport de l'Adaptation de Maillage Dynamique et Parallèle (AMDP) pour l'amélioration des temps de retour et du compromis qualité/coût des Simulations aux Grandes Echelles (SGE) de chambres de combustion. Nos efforts ont porté sur l'intégration efficace de la plateforme de remaillage MMG au sein du logiciel de SGE massivement parallèle YALES2.* » Deux démonstrations sur le calculateur Cobalt (CCRT) ont été réalisées :

Couplage et optimisation HPC de l'AMDP avec le solveur diphasique de YALES2 pour prédire l'atomisation du carburant dans un injecteur industriel. Des résolutions allant de 15 à 4 microns pour l'interface liquide-gaz, suivies dynamiquement par le maillage, ont été atteintes dans les calculs réalisés de 280 à 18 000 cœurs. Un tel calcul massivement parallèle d'atomisation avec AMDP est une première mondiale qui est déjà utilisée dans les bureaux d'études de Safran.

La simulation complète, totalement automatisée et déportée sur le calculateur d'une chambre de combustion aéronautique a été réalisée depuis un maillage grossier et sans solution initiale. La convergence en maillage ainsi que le post-traitement sont réalisés en cours de calcul. Une diminution du temps de retour global de 15 à 2 jours a été démontrée. L'impact industriel à court terme est la capacité inédite, à temps de retour égal, d'explorer 7 fois plus de concepts technologiques qu'à présent. *(source usine.digitale.com)*

Grand Prix du PUBLIC

A été attribué à l'un des nominés, quelle que soit la catégorie, par un vote des lecteurs de L'Usine Digitale sur usine-digitale.fr.

Sponsorisé par Cray Computer

Lauréat : Mécastyle pour le projet de durée de vie des pièces issues de fabrication additive



Afin d'apporter les meilleures réponses techniques aux industriels, Mécastyle s'est doté de son propre laboratoire de tests en fatigue. Ces tests en fatigue sur les matériaux additifs permettent à Mécastyle de concevoir des pièces ou structures, de simuler leurs comportements par calcul de structure et d'estimer leur durée de vie. (Source usine-digitale.com)

Partenaires des Trophées de la Simulation Numérique 2018



Les Trophées de la Simulation Numérique 2018 sont organisés par :



Ateliers techniques et applicatifs

8 ateliers ont fait état de la recherche et des nouveautés technologiques en HPC, HPDA, Intelligence artificielle, Deep Learning, Calcul quantique, Digital Twin, etc., mais aussi d'expériences d'utilisateurs dans des secteurs

applicatifs aussi variés que : La maintenance prédictive ; La médecine personnalisée ; Les industries culturelles et créatives ; La construction ; Les véhicules autonomes...

MAINTENANCE PRÉDICTIVE & DIGITAL TWIN

Présidé par Marie-Christine Sawley, Intel et Jacques Duysens, Ansys

Avec la participation de Laurent Gicquel, Cerfacs - Tobias Knostmann, Business Development, Cadfem GmbH - Frode Halvorsen, Vice President Technology, EDR MEDESOS - Prof. Dr. Francisco (Paco) Chinesta, ESI Group Chair @ ENSAM ParisTech & ESI Group Scientific Departmente - François Bodin, Professeur, IRISA de Rennes - Charles-Henry Jurd, European IoT Technical Leader, IBM Internet of Things



Nommé régulièrement depuis 2016 par le Gartner Group parmi les 10 technologies les plus stratégiques, le concept de « Jumeau numérique » se diffuse rapidement. A la croisée entre le réel, la théorie et le virtuel, il fait évoluer le prototype industriel tel que nous l'avons connu depuis 30 ans vers une composante majeure du cycle de production, de maintenance et d'amélioration constante du produit. Dopé par les capacités croissantes de remontées de données du terrain, le jumeau numérique s'appuie à la fois sur les modèles de simulation, le Machine Learning avec les modèles empiriques et la réalité virtuelle. La maintenance préventive se positionne en parallèle, l'objectif étant ici de garantir le bon fonctionnement d'installations ou d'objets connectés, d'anticiper les pannes voir le remplacement de pièces défectueuses.

Cette session a été l'occasion de prendre connaissance de cas concrets déployés dans des domaines aussi variés que l'aéronautique, l'urbanisme, la prospection pétrolière par exemple, et de leur retour d'expérience. Nous avons vu également comment l'apprentissage d'une utilisation optimale des données, leur réduction et leur validité impacte l'efficacité du modèle.

HPC, SANTÉ ET MÉDECINE PERSONNALISÉE

Présidé par Emmanuel Dequier, Directeur Genopole Recherche et Plates-formes et Pierre Tambourin, CEO advisor, Genopole

Avec la participation de Eric Pelletier, Chercheur en génomique environnementale, CEA/Institut François Jacob - Jerome Baudry, PhD, Department of Biological Sciences, University of Alabama - Pierre Belichard, CEO, Enterome - Christophe Calvin, Responsable du secteur Simulation Numérique, HPC, Données et Informatique, Direction de la Recherche Fondamentale, CEA - Emmanuel Bilbault, Cso, Posos.

Le secteur des biotechnologies fait de plus en plus appel aux technologies du numérique et notamment au HPC (calcul haute performance). La Génomique est à l'origine d'une révolution médicale, environnementale et bio-industrielle.

Aujourd'hui, le coût devenu accessible pour le séquençage d'un génome humain (environ 1 000 \$) associé à l'avancée considérable de ces technologies qui permettent de lire sur un même équipement plusieurs milliers de génomes humains par an, permettent une révolution médicale sans précédent qui ne peut avoir lieu qu'avec le développement de nouveaux outils numériques pour traiter des quantités de données toujours plus massives. En effet, la combinaison des données numérisées disponibles pour chacun des patients, très diverses et en grande quantité, et l'évolution des puissances de calculs aujourd'hui accessibles créent de nouvelles opportunités et permettent la mise en place d'une prise en charge thérapeutique plus précise et plus prédictive pour chaque patient.



De plus, la métagénomique permet d'accéder aux génomes de populations très complexes de micro-organismes hébergés par les patients. Cette connaissance

supplémentaire apporte des informations précieuses tant pour le diagnostic que pour la thérapeutique. C'est cette médecine du futur, dite médecine personnalisée, qui sera bientôt accessible à tout à chacun.

L'accès au génome et à des puissances de calcul importantes permettent aussi d'envisager de nouvelles approches de conception de médicaments par des méthodes de criblages massifs « in silico ». Le corps médical, dans son quotidien, profitera également des avancées des technologies du numérique avec le développement d'outils d'intelligence artificielle qui permettront d'améliorer la prise en charge thérapeutique des patients.

Cet atelier a présenté, grâce aux témoignages et aux retours d'expérience, l'état de l'art et le futur de la recherche pharmaceutique et de la métagénomique, en mettant un accent particulier sur les challenges numériques à relever pour les défis de demain.

LA RÉVOLUTION QUANTIQUE EST EN MARCHÉ

Présidé Guillaume Colin De Verdier, CEA

Avec la participation de Bob Sorensen, Vice President of Research and Technology and Chief Analyst for Quantum Computing, Hyperion Research - Christelle Piechurski et Thomas Ayrat, Atos - Stefan Filipp, Technical Leader Quantum Computing, IBM Research Zurich - Anne Matsuura, Director of Quantum Applications and Architecture, Intel Labs - Bernard Ourghanlian, Chief Technology & Security Officer, Microsoft France - Kevin Kissell, Cloud technical director, Google



Si ces dernières années l'utilisation du quantique soulevait des espoirs, ceux-ci étaient théoriques. Avec l'arrivée de simulateurs utilisables et de solutions matérielles la donne change. Les utilisateurs vont pouvoir commencer à expérimenter ces nouvelles technologies et surtout apprendre à penser les applications de demain utilisant ce surcroît de puissance de calcul.

Cette session est donc l'occasion de faire un panorama général de la situation et de détailler les dernières technologies disponibles.

LES INDUSTRIES CULTURELLES ET CRÉATIVES À LA POINTE AVEC LE NUMÉRIQUE

Présidé par Stéphane Singier, Cap Digital Expert, Secrétaire national réseau thématique FrenchTech #Edtech #Entertainment Cap Digital

Avec la participation de Thomas Askenazi, Mikros Images - Lucas Miller, Teamto - Christophe Perron, Stimergy - Fabienne Legall, Ranch Computing - Yanik Ngoko, Qarnot Computing



Avec 1,3 million de personnes et un chiffre d'affaires de 83,6 milliards d'Euros en 2013, les Industries Culturelles et Créatives (ICC) sont parmi les plus gros secteurs économiques de France.

Un secteur qui est en forte progression notamment grâce au numérique qui peu à peu investit tous les secteurs de la création, du feu d'artifice aux éclairages, de la danse aux arts plastiques, du jeu vidéo au cinéma. Des secteurs où les créateurs numériques se sont taillé une réputation mondiale dans les domaines de la modélisation et de l'animation.

► HPC, CLOUD ET EMBARQUE (HPC IN THE LOOP)

Présidé par Marie-Christine Sawley, Intel et Jacques Duysens, Ansys

Avec la participation de Bernard Dion, Cto, Ansys Systems - Dr. Ramin Torabi, directeur infrastructure de CPU24/7 GmbH - Gabriel Sallah, Emea HPC Black Belt, Microsoft - Gabriel Broner, VP & GM of HPC, Rescale - Patrick Demichel, HPE - Erwann Poupart, CNES - Paraita Wohler et Denis Caromel, ActiveEon



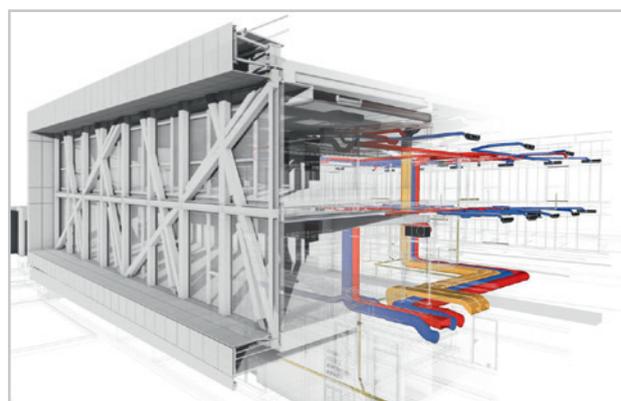
La session a été consacrée au « HPC in the loop » et les technologies qui s’y rapportent. Les systèmes innovants d’aujourd’hui et de demain vont embarquer de plus en plus de puissance de calcul ou faire appel à du « Edge Computing », permettant des boucles de contrôle faisant appel à du calcul haute performance.

Les aspects hardware (puissance locale, architectures multi-core...), software (aspects temps-réel, parallélisation, réduction de modèles, mixages simulations numériques et technologies IA, simulation de capteurs...) ont été abordés au travers d’innovations qui vont impacter fortement les années à venir, comme par exemple les moyens de transport autonomes.

► LE BÂTIMENT ET LES INFRASTRUCTURES RECONSTRUITS PAR LE NUMÉRIQUE

Présidé par François Pelegrin, Architecte DPLG, Urbaniste DUP

Avec la participation de Bertrand Delcambre, président du PTNB - François Pelegrin, Architecte DPLG, Urbaniste DUP - Maud Genthon, Responsable du service qualité urbaine architecturale et paysagère EPA Marne La Vallée - Emmanuel Di Giacomo, Emea Bim Ecosystem Business Development Manager, Autodesk - Arnaud Costa Le Vaillant, Directeur département Services, groupe Abvent



© FFB 95 / Studio 4, Archival et Atrium Architecture 95

Longtemps attaché aux plans 2D, le monde de la construction a connu en une décennie une véritable révolution culturelle, au point d’être maintenant à la pointe des technologies numériques.

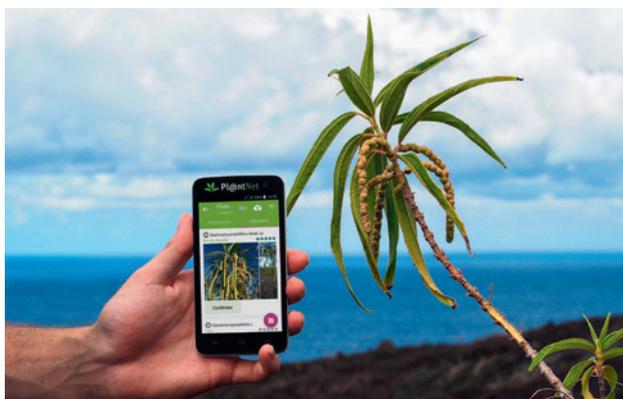
La maquette numérique 3D est enrichie des multiples informations permettant dès les phases de conception d’optimiser les performances énergétiques d’un projet, de mieux l’intégrer dans son environnement et d’en faciliter l’exploitation. La simulation numérique, la réalité augmentée, la réalité virtuelle, la robotique de chantier, l’Internet des Objets, les outils de Gestion Technique du Bâtiment et de maintenance, le Big Data, font désormais partie de la boîte à outils des acteurs du cadre bâti (collectivités, aménageurs, maîtres d’ouvrage, architectes, urbanistes, paysagistes, ingénieurs, entreprises, exploitants...) pour créer un environnement urbain plus efficace, plus durable et moins énergivore.

Une révolution qui suppose de nouveaux modes de travail collaboratifs, de nouvelles compétences métiers, une plus grande interopérabilité entre les outils et une volonté politique d’aller dans cette voie.

► L'APPRENTISSAGE PROFOND (« DEEP LEARNING ») PAR LA PRATIQUE

Présidé par Marc Duranton, CEA, Laurent Vanel et Benoit Vautrin, IBM

Avec la participation de Frédéric Oble, Head of R&D High Processing & Volume division at Worldline, Atos - Pierre Noubel, Business Development Manager, Oktal Synthetic Environment - Louis Chevallier, Principal Scientist, Technicolor - Guillaume Villette, Development manager, Digitarena - Alexis Joly, chargé de recherche INRIA, responsable scientifique de la plateforme PL@ntNet



L'apprentissage profond, « Deep Learning » en anglais, est l'un des domaines de l'Intelligence Artificielle à la mode. S'il est facile de trouver des informations et logiciels sur les technologies disponibles, nombreux sont ceux qui s'interrogent encore sur l'intérêt et l'applicabilité de ces outils dans leur domaine.

Plutôt qu'aborder la question par son angle technique, cet atelier du Forum Teratec a proposé de donner la parole des utilisateurs qui ont déjà mis en œuvre ces méthodes ou qui sont en train de les expérimenter.

L'objectif affiché était de permettre, grâce à ces retours d'expérience, à ceux qui souhaitent introduire l'apprentissage profond dans leur organisation, de se faire une idée pratique sur :

- Les cas d'usages ;
- Les possibilités offertes et les limites rencontrées ;
- Les efforts nécessaires et les écueils à éviter ;
- Les choix technologiques ayant répondu aux besoins et les attentes futures.

Suite aux cinq témoignages, une table ronde a permis de confronter les expériences des intervenants.

► SYSTÈMES AUTONOMES ET HPC/HPDA

Présidé par Luc Marbach, Vedecom

Avec la participation de Marc Pajon, expert leader essais et technologies de mesures, Renault - Luc Marbach, directeur Général, Institut Vedecom - Vanessa Picron, directrice R&D et Projets Innovation Systèmes d'aide à la conduite, Valeo - Marc Richard, responsable des études de R&D « Drone », Naval Group - Denis Gagneux, chef de projet drone de surface, Sirehna



Le développement des systèmes autonomes, terrestres, maritimes ou aériens est un des grands enjeux des prochaines années. Il pose de nouvelles problématiques majeures nécessitant souvent l'usage des technologies HPC et HPDA. Ceci intervient notamment :

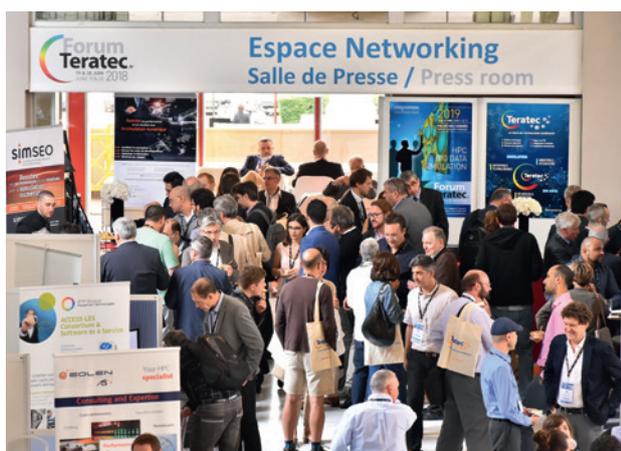
- Pour la mise au point, la validation et la certification des outils de pilotage de ces systèmes réduisant de manière essentielle les expérimentations actuellement nécessaires.
- Pour l'exploitation des grandes quantités de données issues des différents capteurs disponibles pour fournir des outils de pilotage les plus optimaux possible et pouvant prendre en compte le maximum de paramètres en particulier liés à l'environnement.

L'objet de cet atelier a été de faire le point sur les grands enjeux associés à la conception et à la conduite de ces nouveaux systèmes autonomes au travers d'exposés par les principaux acteurs du secteur, concepteurs des systèmes et utilisateurs, développeurs de technologies adaptées.

Matériel, logiciels, services, R&D : 60 acteurs ont exposé au Forum Teratec

Les 19 et 20 juin, plus de 60 acteurs majeurs du monde du HPC, du Big Data et de la simulation numérique étaient présents dans l'exposition qui a eu lieu lors du Forum Teratec. Constructeurs et éditeurs, fournisseurs et intégrateurs de solutions matérielles, logicielles et de services, universités et laboratoires de recherche, pôles de compétitivité et organismes publics ont présenté leurs

dernières initiatives et innovations en matière de simulation numérique haute performance ; suites logicielles ; plateformes d'Intelligence Artificielle ; processeurs ; outils 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, etc.



De nombreux **logiciels**, qu'ils soient systèmes pour la gestion de données ou applicatifs pour la modélisation et la simulation numérique hautes performances étaient présents sur l'exposition où on a retrouvé également les dernières technologies matérielles en termes de traitement, de gestion, de stockage et de diffusion de données.

Des **universités**, des **centres de R&D**, de **grandes entreprises** et des **start-ups** ont présenté leurs travaux de recherche qui sont essentiels pour faire avancer la technologie.

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 également été dévoilées sur de nombreux stands.



- 2CRSI
- ACTIVEON
- ALLIANCE SERVICES PLU - GROUPE EOLEN
- ALTAIR ENGINEERING
- AMAZON WEB SERVICES
- AMIES RESEAU MSO
- ANEO
- ANSYS FRance
- ANTAREX Project
- ARM
- ASPERITAS
- ASTECH
- ATEMPO
- ATOS
- BECHTLE DIRECT
- BRIGHT COMPUTING / BEEGFS
- CAP DIGITAL
- CARRI SYSTEMS
- CEA DAM
- CLOUDBDAPPLIANCE Project
- CLUSTERSVISION
- COMPBIOMED
- COMSOL France
- CRAY COMPUTER
- DDN STORAGE
- DELL
- EMG2 / BITTWARE
- ESCAPE Project
- ESI GROUP

- ESIWACE Project
- ETP4HPC
- EXASCALE COMPUTING RESEARCH LAB
- FUJITSU SYSTEMS Europe
- GENCI
- HEWLETT PACKARD ENTERPRISE
- IBM
- IFP ÉNERGIES NOUVELLES
- INRIA
- INTEL CORP.
- INTERWINE Project
- LEGATO Project
- LENOVO
- M2DC Project
- MEDICEN
- MELLANOX TECHNOLOGIES



- MICRO SIGMA
- MICROSOFT
- MONT-BLANC Project
- NAFEMS
- NEC
- NEWNET / QUOBYTE
- NUMSCALE
- NVIDIA
- OPENIO
- PARATOOLS
- PNY TECHNOLOGIES
- REFLEX CES
- RESCALE
- SCALIAN ALYOTECH
- SYSTEMATIC
- TANGO Project
- TERATEC
- TOTALINUX
- UciT



Le Café Européen de la Recherche



Sponsorisé par

Inria
inventeurs du monde numérique



Teratec, en partenariat avec l'**INRIA**, a proposé un espace dédié aux projets et initiatives de recherche européens dans les domaines de la simulation numérique, du HPC et du Big Data.

Son objectif était de promouvoir ces projets, en favorisant les échanges et les synergies avec le public du Forum Teratec issu du monde industriel, technologique, académique et la presse professionnelle.

Avec la participation de :

- **ANTAREX** - AutoTuning and Adaptivity appRoach for Energy efficient eXascale HPC systems
- **CloudDBAppliance** - European Cloud In-Memory Database Appliance with Predictable Performance for Critical Applications
- **CompBioMed** - A Centre of Excellence in Computational Biomedicine
- **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
- **LEGaTO** - Low Energy Toolset for Heterogeneous Computing
- **M2DC** - Modular Microserver Data Centre
- **MONT-BLANC** - Mont-Blanc 3
- **TANGO** - Transparent heterogeneous hardware Architecture deployment for eEnergy Gain in Operation

LE RENDEZ-VOUS INTERNATIONAL
CONFÉRENCES | ATELIERS | EXPOSITION

THE INTERNATIONAL MEETING
CONFERENCES | WORKSHOPS | EXHIBITION

Forum Teratec

Unlock the future!

HPC SIMULATION BIG DATA

11 & 12 JUIN 2019
JUNE 11 & 12

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PALAISEAU-FRANCE

PLATINUM SPONSORS



GOLD SPONSORS



SILVER SPONSORS



PARTENAIRE
CAFÉ EUROPÉEN
DE LA RECHERCHE



UN ÉVÈNEMENT



AVEC LE SOUTIEN DE





Teratec

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

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

Contacts

Daniel VERWAERDE,
président

Christian SAGUEZ,
président d'honneur

Hervé MOUREN,
directeur
herve.mouren@teratec.fr

Jean-Pascal JÉGU,
directeur des opérations
jean-pascal.jegu@teratec.fr

Karim AZOUM,
directeur des programmes
karim.azoum@teratec.fr

Maike GILLIOT,
chef de projet
maike.gilliot@teratec.fr