



AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES



CALCUL
QUANTIQUE

SIMULATION

INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE

HPC
HPDA

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2020



RAPPORT D'ACTIVITÉ 2020

CHAPITRE SOMMAIRE	PAGE
Éditorial du Président	4
1. Faits marquants de l'année 2020	6
2. Vie de l'association Teratec	8
3. Activités européennes	10
EuroHPC	
POP-2	
Excellerat	
FocusCoE	
NCC	
CASTIEL	
FF4 EuroHPC	
Plateforme ETP4HPC	
4. Technopole Teratec	20
Campus Teratec	
TGCC	
5. Laboratoires de Recherche Industrielle	26
Laboratoire CESIMat	
Laboratoire Exascale Computing Research	
Laboratoire Atos Quantum	
6. Initiatives Industrielles	32
7. Enseignement & Formation	34
8. Forum Teratec 2020	35
Sessions plénières	
Trophées de la Simulation numérique	
Ateliers techniques & applicatifs	
Exposition	
9. Communication	56

2020, une année de transformation

La crise du Covid et l'état d'urgence sanitaire ont ouvert une nouvelle ère pour notre économie, en particulier pour les branches industrielles qui étaient jusque-là les plus florissantes, l'aéronautique et l'automobile, puisqu'elles ont subi un coup d'arrêt extrêmement brutal. La communauté du High-Performance Computing, quant à elle, n'a pas eu à affronter le même coup d'arrêt même si les contraintes du confinement et de la distanciation sociale ont conduit au recours généralisé au Télétravail et à la visioconférence.

Cette crise aura été une « accoucheuse » des tendances fondamentales de notre Société, dont nous n'avions souvent pas conscience ou que nous considérons comme des signaux faibles. Pour l'Europe et pour la France, la crise a été le révélateur de sa profonde désindustrialisation et de son état de dépendance vis-à-vis de « l'usine du Monde » que sont la République Populaire de Chine et de nombreux autres pays d'Asie, en particulier pour tout ce qui concerne les produits pour la santé.

Le High-Performance Computing voit de ce fait son rôle renforcé. Dans la santé bien sûr, puisque les autorités ont réalisé que le HPC peut contribuer à fortement augmenter l'efficacité de la Recherche contre la COVID 19, par sa capacité à screener les molécules potentiellement efficaces. Le « screening » n'est pas la seule utilisation du HPC dans ce domaine: Le développement de la Télémédecine ouvre la voie pour collecter de manière « organique » de très nombreuses données relatives au développement des maladies et à leur traitement. Ces mêmes Données permettent d'asseoir la modélisation des épidémies sur une connaissance de caractéristiques spécifiques, telles que la géographie. Le HPC permet enfin le développement d'une médecine personnalisée, parce

que la Simulation permet une évaluation a priori des doses les mieux adaptées à chaque individu.

Pour répondre à la nécessité de réindustrialiser notre Pays, le HPC est un outil incontournable pour rendre notre industrie convalescente d'emblée compétitive et innovante tout autant que respectueuse de l'environnement. Dans l'Industrie, le HPC, par la simulation et le traitement des Données permet, on le sait, de réduire la durée des cycles industriels et de réaliser l'optimisation des quantités d'énergie et de matière première nécessaires à la fabrication d'un produit.

Pour TERATEC, 2020 restera une année hors du commun. Pour plusieurs raisons. D'abord, parce qu'il a fallu adapter les relations sociales, nous conduisant à tenir nos différentes instances en virtuel: Assemblées Générales, Conseils d'Administration, réunions du Bureau, mais aussi notre Forum ainsi que toutes les réunions de travail internes. Hors du commun aussi, lorsqu'on examine les réalisations accomplies durant cette année, qu'il s'agisse de projets ou de notre Forum.

Ainsi, notre contribution aux trois projets européens que nous réalisons depuis 2019, les « Centres d'Excellence » a été nominale: Qu'il s'agisse de Focus-CoE, d'Excellerat ou de Pop2, nous avons tenu tous nos engagements. Par ailleurs, nous nous sommes positionnés pour être acteur des Centres de Compétences mis en place par la « Joint-Undertaking » EuroHPC; ces projets s'étant concrétisés à l'été 2020, nous conduisons désormais trois nouvelles actions: la conduite du Centre de Compétences français, la participation à la coordination au niveau européen ainsi qu'au projet Fortissimo 4.

Ces nouvelles actions européennes sont particulièrement importantes pour nos membres et pour TERATEC: en effet, toutes visent à diffuser la Simulation numérique et l'utilisation des Données dans l'ensemble du tissu économique. Au travers de ces projets, TERATEC devient un centre de diffusion apportant support et services à toutes les entreprises, y compris les PME, ce qui ne pourra que créer de nombreuses opportunités pour toutes nos entreprises, puisqu'elles pourront être référencées sur la plateforme « Centre de Compétences », leur donnant une visibilité en France en Europe.

Le FORUM TERATEC 2020 est aussi un élément de satisfaction, parce que bien que son organisation ait été compliquée, nous amenant à le transformer en un événement digital, la qualité des présentations et le nombre de participants – du même ordre de grandeur que l'édition 2019 – en font un très bon « millésime ». Certains points matériels de cette première en digital ne sont cependant pas totalement satisfaisants et seront améliorés pour le cas où une seconde édition digitale devrait être tenue.

En 2020, l'apport de TERATEC a continué à être reconnu tant par les Ministères français que par la Commission Européenne qui nous ont sollicité pour formuler des propositions d'utilisation du HPC dans la lutte contre la COVID19 ou pour le Plan de Relance. L'annonce du Plan Quantique par le Président de la République tout début janvier ouvre la voie à l'évaluation des usages possibles de cette nouvelle Technologie, ainsi que le propose l'initiative de TERATEC.

En effet, TERATEC est aussi un laboratoire « de grandes initiatives » permettant d'anticiper le futur grâce à la dynamique de partage des connaissances et des actions communes conduites avec nos membres. Ces initiatives qui conduisent à réaliser des Plans d'actions communs, ont une valeur qui dépasse largement le cadre de notre association, si bien que nous estimons que les sources qui pourraient les financer sont multiples, Europe, État ou Régions.

Comme pour les années précédentes, toutes ces actions vont demander une forte implication de chacun. Il me semble essentiel à la fois pour l'avenir du HPC européen, mais aussi pour le rôle futur de notre association en France et en Europe, que l'ensemble de nos membres participent activement, afin que nous soyons une véritable force de propositions et d'actions.

Daniel VERWAERDE
Président de TERATEC



© Pascal Guillet - L'Usine Nouvelle



- Intervention du Président de Teratec à la Table ronde sur les usages, lors de la cérémonie de remise du rapport de la Commission présidée par la députée **Paula Forteza** sur les technologies Quantiques. Dans son message, il insiste sur l'importance de prendre dès aujourd'hui les futures utilisations possibles des ordinateurs et accélérateurs Quantiques.
- Intervention auprès de la **Commission Européenne** et d'**EuroHPC** pour que les industriels européens utilisateurs potentiels des supercalculateurs acquis par EuroHPC soient représentés dans les instances de cette dernière afin que leurs spécificités soient prises en compte.
- Organisation de la solidarité entre les membres de Teratec, pour s'adapter aux nouvelles contraintes liées à la **COVID-19** : Mise en place d'une plate-forme présentant les différentes offres d'aide et de services proposées par les membres de l'Association.
- Publication en avril 2020 du Supplément Simulation « **L'ère des Jumeaux Numériques** » réalisé avec *L'Usine Nouvelle*, *L'Usine Digitale* et *Industrie & Technologies* en partenariat avec Teratec.
- A la demande de la Commission Européenne et de la Direction Générale des entreprises du Ministère de l'Industrie, l'équipe de Teratec formule plusieurs propositions pour l'accélération, grâce à l'emploi du **HPC**, de la recherche contre la **COVID 19**, la **télé médecine** et le développement de **jumeaux numériques**.
- Signature avec **EuroHPC** du « **Grant-Agreement** » pour trois nouveaux projets européens. Ce contrat matérialise le démarrage du Centre de Compétences français mis en place par la « **Joint-Undertaking** » EuroHPC, confié à Teratec, et la participation de cette dernière à Fortissimo 4, projet destiné à diffuser largement l'emploi du HPC dans le tissu économique européen. Teratec est aussi désigné par ce même « agreement » comme l'un des 4 organismes chargés de coordonner les Centres de Compétences européens.
- Lancement de **FF4EuroHPC** dont le principale objectif est de soutenir l'initiative EuroHPC pour favoriser l'adoption industrielle du calcul Haute Performance "HPC", en particulier par les PME.



- Teratec est sollicité pour apporter sa contribution HPC pour la constitution des « Hubs digitaux » voulus par la Commission européenne. Il devient ainsi membre du projet francilien **DIGIHALL** en étant le principal porteur de l'offre HPC dans la proposition, et est associé à plusieurs autres projets tant régionaux (région Occitanie) ou européens (Italie, Belgique).
- L'Action **CASTIEL** démarre également en septembre afin d'assurer la coordination et le support des 33 Centres de Compétence nationaux en HPC/HPDA et IA. CASTIEL partagera avec ces Centres les meilleures pratiques et expertises pour obtenir un niveau de maturité uniforme.
- Teratec tient son **Forum en mode virtuel**. Tout d'abord reporté de juin à octobre, le Forum se tient finalement au format 100% Digital, tout en conservant l'ensemble de ses composants. Le nombre de participants, sensiblement équivalent aux précédentes éditions, montre l'importance de cette manifestation pour la Communauté du HPC et leur attente, malgré la crise sanitaire. La qualité des intervenants fait de ce Forum l'un des meilleurs millésimes.
- La 6e édition des **Trophées de la Simulation et de l'IA** organisée en partenariat avec L'Usine Digitale a récompensé les champions de la simulation avec six Trophées : Numalis (Start-Up), Tweag (PME), Cerfacs, Akira et Safran (Co-Design), ex-aequo Dassault Systèmes et ESI Group (Trophée COVID-19), CosmoTech et Renault (Trophée Innovation) et Cortexia (Grand Prix du public).
- Dans le cadre d'EuroHPC, Teratec, en association avec le Cerfacs et avec la participation de GENCI, déploie le **Centre de Compétence français en HPC/HPDA et IA**. Son objectif est de proposer une « Marketplace » sur ces technologies. Des cartographies d'expertises, de compétences, et de formations ainsi que des offres de service d'offres référencés (logiciels et infrastructures de calcul) seront accessibles.
- Adhésion à Teratec de **5 nouveaux membres**, entreprises industrielles et technologiques : AWS, le CNES, Dolt Now, Graphcore et Qarnot Computing.

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

- **Président**..... Daniel VERWAERDE, *DVC*
- **Vice-président**..... Jacques-Charles LAFOUCRIERE, *CEA*
- **Trésorier**..... Hélène BRINGER-GARLAIN, *ATOS*
- **Secrétaire**..... Michel PINGET, *DASSAULT AVIATION*
- Christian SAGUEZ - *Président d'honneur*

Le Conseil d'administration de Teratec :

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

L'équipe Teratec :

- Hervé MOUREN - *Directeur*
- Jean-Pascal JÉGU - *Directeur des opérations*
- Karim AZOUM - *Directeur des programmes*
- Samir BEN CHAABANE - *Directeur de projet*
- Marie-Françoise GERARD - *Chef de projet*
- Paul D'ESCODECA DE BOISSE - *Ingénieur d'affaires*
- Lucile GARNIER - *Chargée de projets*
- Wafa SALANDRE - *Responsable communication*

Teratec compte 87 membres à la date du 31 décembre 2020

→ Industriels utilisateurs

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

→ Entreprises technologiques

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

→ Enseignement et Recherche

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

→ Collectivités locales

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

Nouveaux membres en 2020



Teratec et EuroHPC

L'Europe a lancé trois grandes initiatives dans le domaine du Calcul Hautes-Performances : l'European Technology Platform for High Performance Computing (l'ETP4HPC), l'Important Project Common European Interest (l'IPCEI) et l'Entreprise Commune, la « Joint-Undertaking » EuroHPC, qui a été approuvée par le Conseil des Ministres des Etats-Membres du 28 septembre 2018. Les premiers résultats tangibles sont arrivés en 2020 avec la conclusion de 8 appels d'offres destinés à doter l'Europe de trois supercalculateurs « pré-Exaflop/s » et cinq d'une puissance de quelques dizaines de Pétaflop/s.

Nous sommes nombreux à Teratec à participer à toutes ces initiatives. C'est pourquoi depuis 2019, nous développons notre action vers l'Europe, qui est aujourd'hui notre priorité stratégique.

Notre action européenne est conduite selon deux axes, d'une part via les Centres d'Excellence, pour lesquels nous apportons une expertise technique, par exemple pour l'optimisation des algorithmes sur les supercalculateurs et, d'autre part, via les Centres de Compétences, où nous apportons support et services aux entreprises souhaitant utiliser les infrastructures d'EuroHPC. L'année 2020 a ainsi vu le renforcement de notre collaboration avec la Commission Européenne et EuroHPC puisque depuis septembre, nous sommes responsables du Centre de Compétences français et participons à la coordination, au niveau européen, de l'ensemble des Centres de Compétences.



Hervé Mouren
Directeur de Teratec
POP-2, EXCELLERAT, FocusCoE,
CASTIEL, FF4EuroHPC, NCC



Karim Azoum
Directeur des programmes
National Competence
Center (NCC)



Paul d'Escodoca de Boisse
Ingénieur d'affaires
POP-2, FF4



Samir Ben Chabaane
Directeur de projet
POP-2, FF4, EXCELLERAT



Lucile Garnier
Chargée de projets
POP-2, Excellerat, CASTIEL, FF4



Marie-Françoise Gerard
Cheffe de projet
CASTIEL, FocusCoE, EXCELLERAT



Wafa Salandre
Responsable communication
POP-2, Excellerat, FocusCoE,
CASTIEL, FF4, NCC

POP2

The European Centre of Excellence Performance Optimisation and Productivity



→ **Coordinateur Dr.- Jesus Labarta**, BSC (DE)

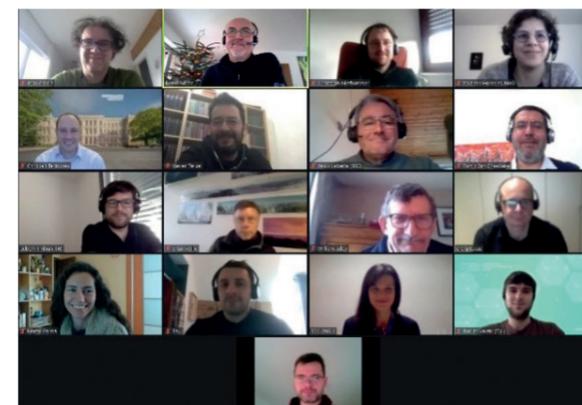
→ **Partenaires du projet**

- 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 : Universite de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (FR)
- IT4I : Vysoka Skola Banska - Technicka Univerzita Ostrava (CZ)

→ **Réseaux Sociaux**

- @POP_HPC
- LinkedIn group
- POPHPC YouTube Channel

→ **OBJECTIFS DU PROJET**



Digital F2F meeting December 2020.

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

→ **RÉALISATIONS 2020**

Teratec est impliqué dans les WP2 « **Business development & sustainability** », dans le WP5 « **Dissemination** » et est leader du WP3 « **Customer Advocacy** ».

LE WP2 « Business Development » vise à développer le business du projet en recrutant des utilisateurs pour les services offerts par POP2. L'un des objectifs de POP2 est d'accroître le nombre d'utilisateurs de type industriels et d'attirer plus de PME. Des KPI en termes de nombre de prospects et d'utilisateurs réels ont été définis. L'objectif de PME utilisatrices à la fin du projet a été fixé à 30. Ces objectifs sont répartis entre différents partenaires du WP2 : NAG, Teratec et IT4I. Depuis son démarrage, environ 1900 prospects ont été contactés, dont presque 800 contacts réalisés par Teratec, dépassant largement les objectifs fixés. Et plus de 140 utilisateurs ont candidaté aux services proposés par POP2.

Jusqu'à fin 2020, plus de 90 analyses ont été réalisées et autant de rapports d'analyse produits dont 23 analyses pour des PME. L'objectif fixé en termes d'analyses est atteint et va être dépassé à la fin du projet. Une vingtaine de « Proof of Concept » sont également en cours ou finalisés.

Le WP3 est une sorte de service qualité. Il consiste à vérifier la satisfaction des utilisateurs pour les services reçus et identifier leurs besoins futurs. Teratec a réalisé les questionnaires permettant de mener à bien cette tâche et les a implémentés sur la plateforme Européenne EUsurvey. Des interviews sont également menées auprès des utilisateurs sélectionnés afin d'approfondir des points restés sans réponses lors des questionnaires. Tous les utilisateurs dont les services sont terminés (plus d'une centaine) ont été contactés pour répondre aux enquêtes. Le taux de réponses est de l'ordre de 74 %. L'analyse de leurs réponses montre leur totale satisfaction pour les services reçus dans le cadre du CoE POP2 et pour les perspectives d'amélioration de la performance de leurs codes. Un review du projet a été réalisé par la Communauté Européenne en juillet 2020 (mid-term review) et a validé le bon déroulement du projet.

La crise du Covid19 nous a amenés à nous adapter. En effet toutes les réunions et activités de dissémination se font en digital.



→ **Contact Teratec :**

Samir Ben Chaabane
Directeur de projet
samir.ben-chaabane@teratec.eu

EXCELLERAT

The European Centre of Excellence for Engineering Applications



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

→ **Partenaires du projet**

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

→ **Site Internet** www.excellerat.eu

→ **Reseaux Sociaux**

🐦 @EXCELLERAT_CoE

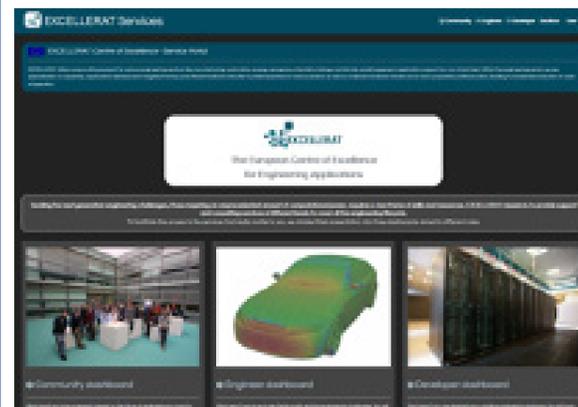
→ **OBJECTIFS DU PROJET**

Teratec participe au Centre d'Excellence (CoE) EXCELLERAT pour les applications logicielles en ingénierie industrielle, dont la mission est d'être un point d'accès pour les industriels utilisateurs aux technologies et à l'expertise de la simulation numérique. A ces fins, EXCELLERAT, qui a démarré en décembre 2018 pour une durée de 36 mois, s'appuie sur six applications de référence : Nek5000, Alya, AVBP, TPLS, FEniCS, Coda. Ces codes utilisés dans l'industrie constituent des candidats prometteurs pour exécution sur des démonstrateurs exascales, des systèmes pré-exascales, ainsi que des machines exascale.

→ **ACTIVITÉS MENÉES EN 2020**

Teratec a deux rôles dans ce projet. Le premier est de contribuer à comprendre comment pérenniser EXCELLERAT et ses services envers les industriels. Le second volet porte sur la construction d'une communauté pour que les travaux d'EXCELLERAT bénéficient plus largement à l'écosystème industriel. Pour cela, nous mettons en place les interactions avec l'écosystème et les utilisateurs industriels en particulier. Cela se fait via les « Interest Groups » et des workshops dans des événements scientifiques et industriels. Ce travail a été intensifié en 2020, avec l'organisation de plusieurs

webinars et workshops en ligne tels que le webinar Verificarlo en collaboration avec le Exascale Computing Research Lab (CEA-UVSQ-Intel) en mars 2020, le webinar interne au projet « Leading EXCELLERAT Core Codes towards pre-exascale technologies » en mai 2020, et la participation comme exposant à des événements, également en ligne tels que CAE2020 en décembre 2020.



« EXCELLERAT services portal » mis en ligne en 2020

La pandémie de COVID-19 a impliqué de s'adapter et de passer complètement au format numérique étant donné que toutes les interactions sont dorénavant en mode digital que ce soit pour les ateliers internes au projet ou pour les événements de promotion extérieurs au projet. Cela a été fait avec succès pour EXCELLERAT.

Enfin, EXCELLERAT a mis en ligne un portail d'accès à divers informations et services pour les mettre à disposition de l'ensemble de l'écosystème.

→ **Contact Teratec :**
Marie-Françoise Gerard
 Cheffe de projet
marie-francoise.gerard@teratec.eu

FocusCoE

The European Centre of Excellence Performance Optimisation and Productivity



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

→ **Partenaires du projet**

- BSC : Barcelona Supercomputing Center (ES)
- CEA : Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies 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 hogskolan (SW)
- National University of Ireland, Galway (IR)
- PRACE : Partnership for advanced computing in Europe (BE)
- Scapos AG (DE)
- Teratec (FR)
- University College London (UK)
- Max Planck Gesellschaft zur Forderung der Wissenschaft eV (DE)

→ **Site Internet** www.focus-coe.eu

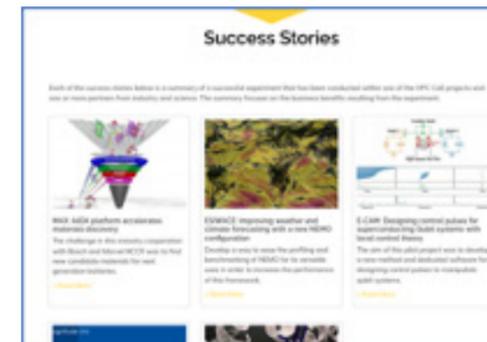
→ **Reseaux Sociaux**

🐦 @FocusCoE

→ **OBJECTIFS DU PROJET**

FocusCoE est une action de coordination et de support du programme Horizon 2020 qui a pour objectif de permettre aux 14 Centres d'Excellence de mutualiser certaines actions pour développer des applications exploitant efficacement les prochains systèmes HPC exascale. **Démarré en décembre 2018 pour une durée de 36 mois**, FocusCoE coordonne les interactions avec l'écosystème HPC, organise certaines activités communes, partage les meilleures pratiques et fournit des services de soutien aux CoE pour la promotion de leurs services et compétences.

Teratec apporte au projet son expérience et ses connexions vers le monde des utilisateurs industriels et académiques pour la promotion des offres de services



Success stories des CoEs promues par FocusCOE

des CoE. Teratec contribue notamment aux partages de directives et de bonnes pratiques avec les CoEs sur le sujet « CoE-Industry interaction ».

→ **ACTIVITÉS MENÉES EN 2020**

La crise de la Covid-19 a obligé l'annulation de la participation à des événements physiques, et a donc impliqué une refonte globale de planning en s'orientant vers des événements digitaux tels que la conférence CAE2020. Cela passe aussi par la mise en place de Webinaires sectoriels regroupant des industriels et des représentants des CoE en préparation en 2020 pour se dérouler tout au long de 2021.

FocusCoE met aussi en avant les réussites de collaborations de CoEs avec l'industrie dans ses success stories publiées en ligne et diffusées largement : <https://www.hpcco.eu/index.php/success-stories/>



Tweet d'annonce de la participation des Centres d'Excellence européens du HPC, EXCELLERAT et MaX-CoE, à l'évènement digital CAE2020

→ **Contact Teratec :**
Marie-Françoise Gerard
 Cheffe de projet
marie-francoise.gerard@teratec.eu

EuroCC National Competence Centers on HPC, HPDA and AI



Dans le cadre du projet EuroCC d'Horizon 2020 (H2020) de l'Union européenne, les 33 partenaires participants sont chargés de créer dans leurs pays respectifs, un centre national de compétences (NCC) unique dans le domaine du HPC (High Performance Computing) du HPDA (High Performance Data Analytics) et de l'IA (Intelligence Artificielle). Ces NCC coordonneront les activités dans tous ces domaines technologiques et serviront de point de contact unique pour les clients de l'industrie, de la recherche académique et dans l'ensemble de l'économie. Le projet EuroCC est financé à 50 % par H2020 (**EuroHPC Joint Undertaking [JU]**) et à 50 % par des financements nationaux dans les pays partenaires.

→ LES PARTENAIRES EUROPÉENS DU PROJET EUROCC

Le projet EuroCC avec ses 33 pays membres et associés est coordonné par le Centre de calcul à haute performance de Stuttgart (HLRS).

Les partenaires européens responsables de la mise en place des NCC: HLRS, USTUTT, GCS, IICT, UNIVIE, SRCE, CaStoRC, IT4I, DTU, UTARTU, CSC, GRNET, KIFÜ, ICHEC, CINECA, LitGrid, RTU, SIGMA2, NORCE, SINTEF, CYFRONET, FCT, ICI, ARNES, BSC, UU, ETH Zurich, TUBITAK, UEDIN, TERATEC, SURFSARA, CENAERO, LUXINNOVATION, CCSAS, UKIM, UICE, UDG



→ LES ACTIONS DES CENTRES DE COMPÉTENCES

Les NCC ont pour mission de structurer la mise en place des Centres de Compétences au travers notamment de l'élaboration d'une RoadMap détaillée et de sa mise en œuvre sur la période septembre 2019-Août 2022. Ces Centres fourniront des cartographies de formations, de compétences, et d'offres de services pour les technologies de HPC, du HPDA et de l'IA. Les NCC serviront de guichet unique pour le HPC, le HPDA et l'IA dans leurs pays respectifs et offriront un accès à la formation, aux compétences et aux offres de service. Un recensement des besoins utilisateurs sera également mis en place et de nouveaux services seront proposés. Ces cartographies auront un rôle essentiel pour diffuser ces technologies et sensibiliser les utilisateurs. Elles permettront à tout utilisateur, où qu'il soit en Europe, d'avoir la connaissance des endroits où il peut disposer de formation, d'expertise, de compétences ou d'offres de service. Ce travail va être lancé dans chacun des 33 pays suivant un processus identique imposé par la Commission et sera ensuite intégré dans une cartographie européenne, piloté par l'Action CASTIEL de coordination des Centres de Compétences nationaux en HPC. L'objectif global d'EuroCC est de créer une base européenne d'excellence en HPC en comblant les lacunes existantes et en partageant une vision claire: offrir un large portefeuille de services dans tous les domaines liés au HPC, HPDA et IA.

→ Financement et durée

- Financement: EU-H2020, EuroHPC JU
- Durée du projet: 01.09.2020 - 31.08.2022

→ COLLABORATION ENTRE EUROCC ET CASTIEL

CASTIEL, l'Action de Coordination et d'Appui (ASC) associée à EuroCC, coordonne les 33 Centres Nationaux de Compétences (CCN). CASTIEL mène des activités de mise en réseau européen entre les NCC en mettant l'accent sur la formation, l'interaction et la coopération industrielles, le développement commercial, la sensibilisation aux technologies et à l'expertise liées au HPC. En tant que centre d'échange d'informations et de formation, CASTIEL favorise le réseautage et renforce les synergies entre les NCC.

>>>

>>> → CENTRE DE COMPÉTENCE FRANÇAIS HPC, HPDA ET IA

Le centre de Compétence Français est piloté par **Teratec** en association avec le **CERFACS** et avec la participation de **GENCI**. Ce projet représente un volume de travail pour les 3 partenaires de l'ordre de 115 homme/mois avec un budget global de 2 M pour les 24 mois à venir, financé à parts égales par la Commission européenne et l'État français. Teratec et le Cerfacs sont notamment en charge des cartographies de formation, de compétence et des offres de service et de leur accessibilité. Genci en association avec les mésocentres accompagne les PME à l'usage du HPC (expertise et ressources de calcul) au travers d'un programme spécifique dans la continuité du projet SiMSEO.

L'originalité de la proposition française repose sur la structuration des actions et services autour d'une Marketplace qui permettra à tous les fournisseurs de

référer leurs offres de formation, de compétence et de services et aux utilisateurs de faire des recherches multicritères afin de trouver des solutions. C'est une vraie valeur apportée à la communauté qui sera très structurante pour l'avenir, tant au niveau national, qu'europpéen.

→ Pour en savoir plus:

- Site web: www.eurocc-project.eu
- LinkedIn: www.linkedin.com/company/eurocc
- Twitter: twitter.com/EuroCC_project
- Contact: Karim Azoum, karim.azoum@teratec.fr

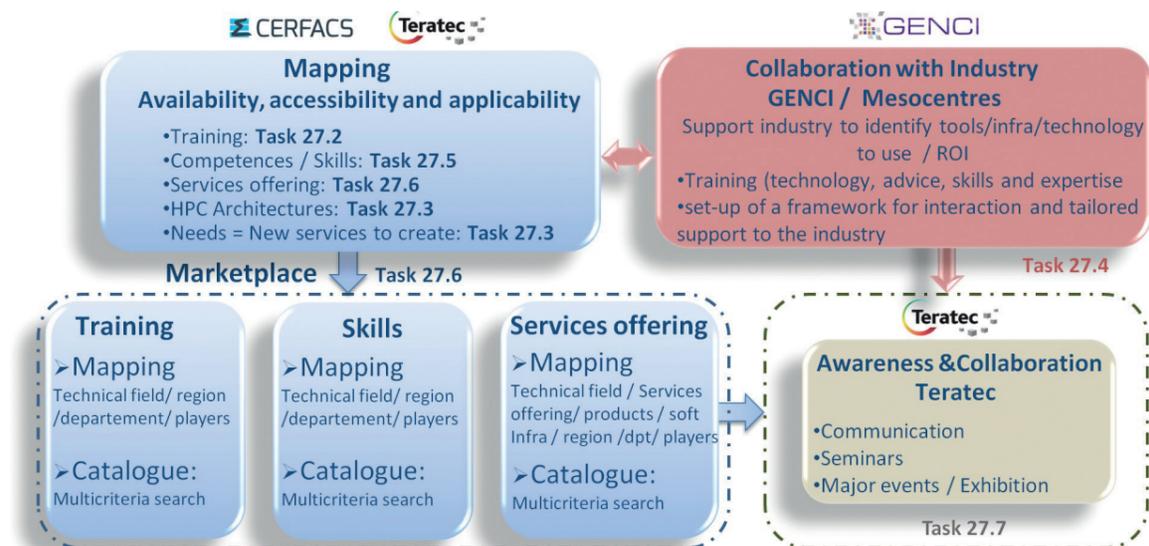


→ Contact Teratec:

Karim Azoum
Directeur des programmes
karim.azoum@teratec.fr



→ STRUCTURATION DES ACTIONS ET SERVICES AUTOUR DE LA MARKETPLACE



CASTIEL

Action de Coordination et d'Appui (CSA)



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

→ **Partenaires du projet**

- GCS : Gauss Centre for Supercomputing e.V. (DE)
- CINECA Consorzio Interuniversitario (IT)
- BSC : Barcelona Supercomputing Center (ES)
- Teratec (FR)
- PRACE : Partnership for Advanced Computing in Europe
- AISBL (BE)

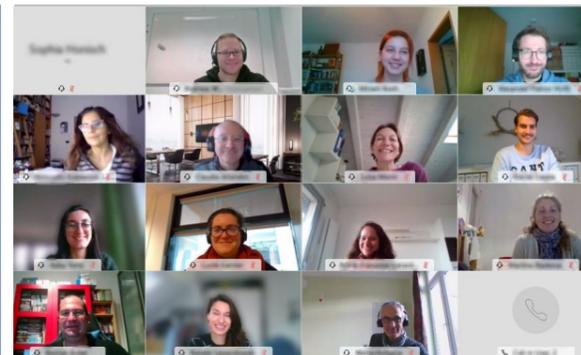
→ **Site Internet** <https://www.castiel-project.eu/>

→ **Reseaux Sociaux**

→ @CASTIEL_project

→ **OBJECTIFS DU PROJET**

L'Action de Coordination et d'Appui (CSA) CASTIEL, d'une durée de 2 ans de septembre 2020 à août 2022 et d'un budget de 2 M€ est coordonnée par l'Université de Stuttgart, à travers son centre de recherche HLRS. Elle assure la coordination et le support des Centres de Compétence nationaux de HPC au niveau européen. CASTIEL est le support au niveau européen de coordination des 33 Centres de Compétence nationaux en HPC au sein du projet EuroCC pour les aider à atteindre le niveau de maturité souhaité en termes de compétence et d'expertise. Dans ce cadre seront mises en place des activités de jumelage et d'échange entre les différents Centres de Compétence nationaux pour qu'ils partagent leurs 'Best Practices' et Expertises.



→ **ACTIVITÉS MENÉES EN 2020**

CASTIEL a cinq objectifs principaux: identifier et cartographier les compétences disponibles dans chaque nation; fournir un support pour développer les actions de formation; aider à développer les interactions industrielles et le 'Business Development' de chaque NCC, action dans laquelle Teratec sera fortement impliqué; apporter un soutien en termes de communication aux NCC nationaux pour développer la notoriété européenne d'EuroCC; centraliser et unifier l'accès aux compétences, aux outils et aux moyens de médiatisation.

Teratec est impliqué dans plusieurs 'Work Packages' de CASTIEL, notamment dans les actions de cartographie des compétences et de communication, ainsi que dans celles de coordination avec les industriels, pour les aider à se mettre en liaison avec les différents acteurs impliqués dans le HPC. Dans ce cadre, plusieurs workshops ont été organisés par les différents acteurs de CASTIEL pour procéder à une cartographie initiale des compétences des NCCs, pour recenser les besoins en formation et pour établir un état des lieux initial en rassemblant les besoins actuels pour les interactions avec l'industrie.



→ **Contact Teratec :**

Marie-Françoise Gerard
Cheffe de projet
marie-francoise.gerard@teratec.eu

FF4 EuroHPC

Enabling SMEs to benefit from HPC



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

→ **Partenaires du projet**

- HLRS : Universitaet Stuttgart (DE)
- SCAPOS (DE)
- CINECA Consorzio Interuniversitario (IT)
- Teratec (FR)
- CESGA (SP)
- Arctur Racunalniski Inzeniring Doo (SL)

→ **Site Internet** <https://www.ff4eurohpc.eu/>

→ **Reseaux Sociaux**

→ @FF4EuroHPC

→ <https://www.linkedin.com/company/ff4eurohpc/>

→ FF4EuroHPC YouTube Channel

→ **OBJECTIFS DU PROJET**

FF4EuroHPC est un projet qui succède aux projets Fortissimo et Fortissimo2 et qui vise à accélérer l'innovation des PME européennes à travers l'utilisation du HPC et du HPDA en soutenant l'initiative d'EuroHPC pour favoriser l'adoption industrielle de ces technologies novatrices. Il s'agit :

- De réaliser des applications métiers industrielles appelées "Experiments", répondant aux besoins des PME
- De soutenir l'engagement des centres nationaux de compétences HPC auprès des PME.
- D'assister les PME participantes à l'exploitation des innovations issues de leur applications métier et à développer leur business en se basant sur le HPC et le HPDA.
- D'élargir la communauté industrielle des utilisateurs et des prestataires de services de type HPC/HPDA

Ce projet a démarré en septembre 2020 pour une durée de 3 ans et implique 6 partenaires principaux issus de 5 pays européens. Son budget global est de 10M€ dont 8M€ réservés exclusivement à la réalisation des applications métier. Deux open calls sont organisés pour sélectionner les applications métier les plus innovantes. Chaque application métier peut prétendre à un maximum de 200k€ de financement européen pour sa réalisation.

→ **RÉALISATIONS 2020**

Teratec est impliqué dans trois Work Package. Le WP2 "Open Call Management" en charge de la préparation et de la gestion des open calls, de la sélection et du management des experts indépendants qui vont analyser les différentes candidatures et sélectionner les application métiers les plus prometteuses. Le premier open call a été clôturé le 27 janvier 2021 et a permis de récolter 68 candidatures issues de divers pays européens. Nous travaillons actuellement avec les experts indépendants pour l'évaluation de ces candidatures.



Le WP4 "Exploitation & Business Development Support" dont Teratec est le leader comprend deux tâches : définir et implémenter le processus d'exploitation des activités du projet et des résultats des applications métiers, soutenir les PME impliqués à maximiser leur potentiel de développement et d'innovation découlant des résultats des expériences HPC/HPDA qu'elles ont mené, et les aider à communiquer sur ces sujets. Dans cet objectif Teratec et ses partenaires ont mis en place et implémenté sur la plateforme EUSurvey un questionnaire pour recueillir les besoins, en termes de business développement de ces PME.

Teratec est également impliqué dans le WP5 "Awareness Creation & Networking" en relation avec la dissémination et la communication autour de FF4EuroHPC. En effet Teratec est très active sur les réseaux sociaux (Twitter et LinkedIn) pour diffuser toute information concernant le projet. Teratec a également organisé des webinaires pour présenter le projet, ses objectifs et le fonctionnement des open calls.



→ **Contact Teratec :**

Samir Ben Chaabane
Directeur de projet
samir.ben-chaabane@teratec.eu

ETP4HPC

European Platform for High Performance Computing



Malgré les difficultés opérationnelles liées au contexte compliqué, ETP4HPC a connu un millésime 2020 tout à fait favorable. Le nombre de membres de l'association a augmenté de dix pour cent pour passer la barre des 100. Mais au-delà du nombre, c'est également la diversité de nos membres qui a crû, et cela reflète bien la tendance établie par notre **TransContinuum Initiative (TCI)**, une plate-forme très prometteuse qui vise à élargir la portée du HPC et à l'aligner sur d'autres technologies.

En effet, afin de poursuivre et d'étendre le travail collaboratif entamé autour du HPC dans le continuum numérique lors de la préparation de l'édition 2020 de notre Strategic Research Agenda (SRA), ETP4HPC coordonne désormais l'initiative TCI. Pour matérialiser notre engagement dans cette initiative, nous avons corédigé un document *TCI Vision* avec 7 organisations homologues, et publié un communiqué de presse conjoint le 11 décembre 2020 (<https://www.etp4hpc.eu/news/247-transcontinuum-in-joint-vision-docume.html>).



Ce document TCI Vision présente une vision pour une collaboration horizontale entre des associations et des projets européens impliqués dans la fourniture de technologies, d'applications et de services informatiques pour le continuum numérique. Il s'agit d'un premier pas vers la nécessaire synchronisation des efforts européens à travers différents domaines. Le document est disponible sur le site ETP4HPC: <https://www.etp4hpc.eu/transcontinuum-initiative.html>

2020 a également été marquée par les formidables **avancées d'EuroHPC**. EuroHPC rassemble désormais les ressources de l'UE et de 32 pays, y compris certains États non membres de l'UE, et comprend également deux membres privés, à savoir notre association et l'association BDVA. En 2020, l'accent a été mis sur les infrastructures, sur l'acquisition de huit supercalculateurs, avec l'objectif de rendre les huit opérationnels d'ici la fin de 2021. L'année a également vu le lancement des trois premiers projets financés par EuroHPC.



Les 19 premiers projets de recherche et d'innovation ont été sélectionnés et des appels ont été lancés pour trois systèmes pilotes avancés et pour la poursuite de la European Processor Initiative (EPI).

ETP4HPC a également poursuivi son rôle d'animateur de l'écosystème HPC européen avec en particulier le lancement d'une **série de webinaires thématiques**. Ainsi en novembre, notre traditionnel BoF à SC a été remplacé par un webinar consacré à l'usage industriel du HPC. Quatre utilisateurs aux profils très différents (Repsol, Leonardo, SICOS, Nuberisim) s'étaient prêtés au jeu; ils ont partagé leur expérience en tant qu'utilisateur industriel du HPC, et ont répondu aux nombreuses questions du public.

Tous nos webinaires ont été enregistrés et peuvent être retrouvés sur notre chaîne YouTube <https://s.42l.fr/ETP4HPC-youtube>.

→ **Contact ETP4HPC :**
Pascale Bernier-Bruna
 Communication leader
pascale@office.etp4hpc.eu



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!

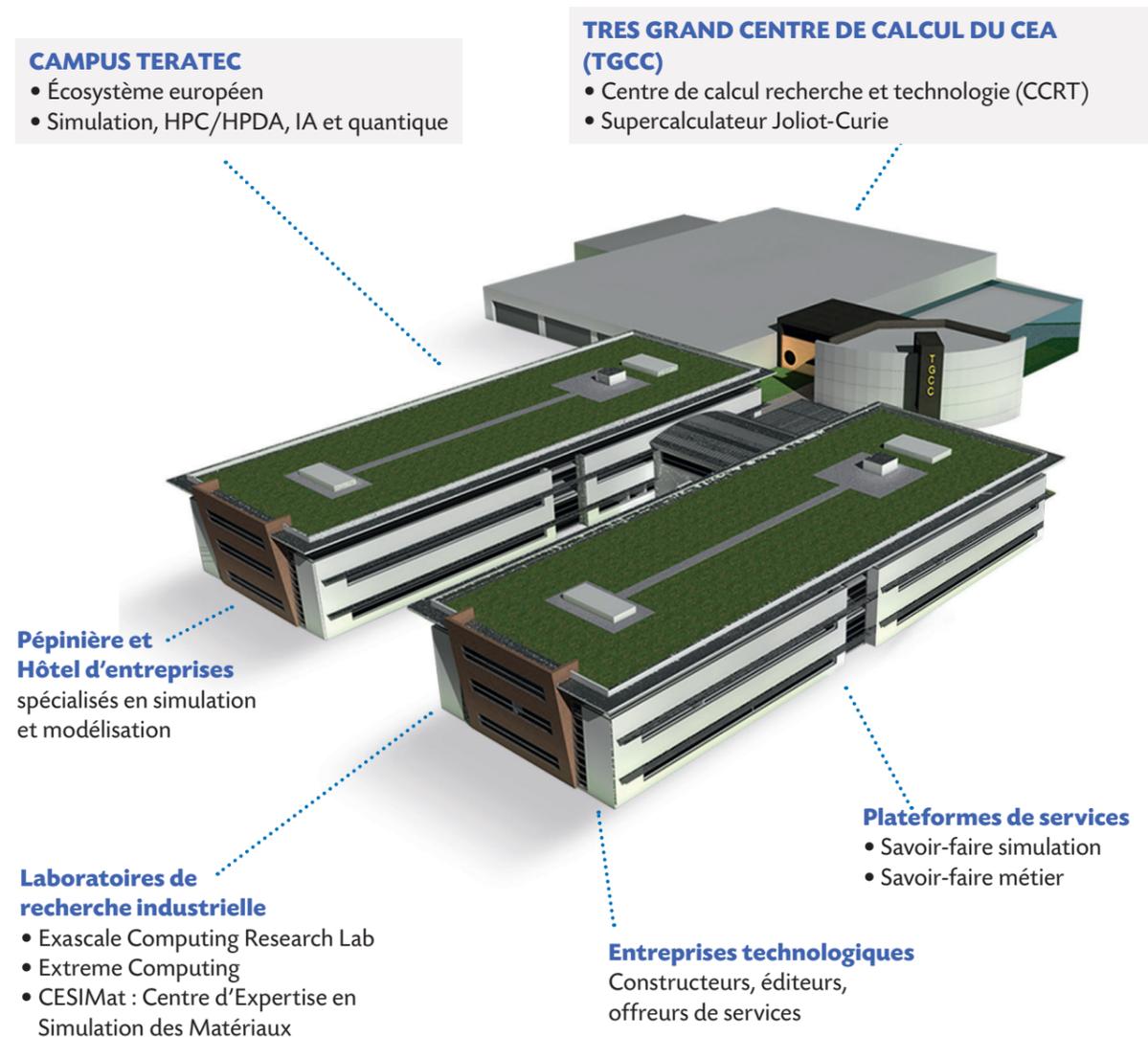
Un écosystème entièrement dédié aux Technologies numériques, Simulation à haute performance (HPC/HPDA), Intelligence artificielle et Calcul quantique.

Le Campus Teratec

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

Le Campus Teratec est un concept original qui regroupe

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



→ 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 Avise Conseil, Assystem, AS+ Groupe Eolen, CESIMat, Distene, Egis, ETP4HPC, FullScale, Ingérop, Mantenna Expertise, Microtrans, ParaTools, Synomen, Teratec, Wizyoo poursuivent leur développement sur la Pépinière du Campus Teratec qui propose des espaces privés aménagés de bon standing (fibre internet), accompagnés d'un service à la carte leur permettant de choisir le niveau de prestations souhaité : meubles, parking, accueil et assistance, accès aux salles de réunion, accès à des moyens bureautiques mutualisés.



→ LES ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES

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

→ PLATEFORMES DE SERVICES

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

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



→ LES LABORATOIRES DE RECHERCHE INDUSTRIELLE

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

- Laboratoire Exascale Computing Research (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.
- 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.

→ Contact Teratec :

Emmanuelle Vergnaud
Responsable de l'animation du Campus Teratec
emmanuelle.vergnaud@teratec.fr



AS+ Groupe Eolen

Le support des infrastructures de calcul en mode « télétravail »

Sébastien Monot
AS+ Groupe Eolen

Le déclenchement de la crise sanitaire en mars 2020 et l'avènement brutal des mesures de confinement était susceptible d'impacter fortement nos équipes dont beaucoup étaient positionnées sur des activités de support sur des infrastructures de calcul sensibles et donc par nature peu ou pas compatibles avec une activité en télétravail.

Face à ce challenge, tant nos équipes que celles de nos clients ont su faire preuve de réactivité et de souplesse pour mettre en place les processus et les plateformes nécessaires pour le télétravail.

Même si certains salariés ont émis à un moment ou à un autre le souhait de pouvoir revenir sur site, la grande majorité a bien vécu cette période. De manière générale, tous nos collaborateurs ont su faire preuve de souplesse et d'adaptabilité pour concilier leurs contraintes professionnelles et personnelles.

Nos équipes ont également très rapidement adopté les plateformes collaboratives mises en place notamment les outils de type "chat collaboratif" comme Mattermost.



L'usage des canaux de type visioconférence restant lui plutôt réservé aux interactions avec les clients et à quelques meetings hebdomadaires. Ces outils ont même permis de renforcer le lien entre équipes travaillant habituellement sur des sites différents en leur offrant un cadre pour des échanges techniques ou plus généraux.

A noter également que la crise aura mis en évidence le caractère crucial des interconnexions réseau dont peuvent disposer nos infrastructures sur la pépinière Teratec et nous a poussés à mettre en œuvre une double connexion internet pour assurer nos arrières.

Au final, la crise aura eu un impact relativement limité sur notre activité.

Depuis le début de l'année 2021, l'arrivée de nouveaux collaborateurs nous incite cependant à alterner présence sur site et télétravail pour pouvoir intégrer et encadrer ceux-ci dans les meilleures conditions possibles.



ParaTools

La résilience du développement, une problématique HPC ?

Jean-Baptiste Besnard
Responsable-Technique, ParaTools SAS

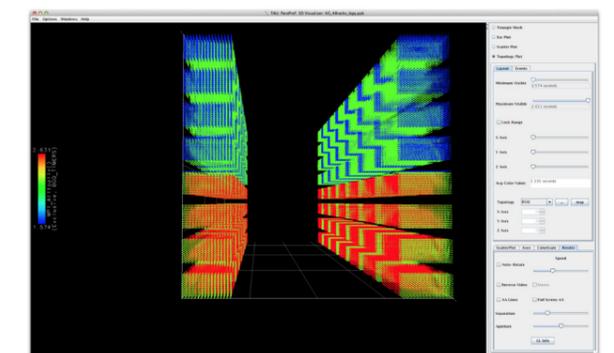
Nous sortons d'une année particulière, cependant, nous avons la chance d'exercer dans un secteur finalement résilient quant aux conséquences d'un tel aléa. À ParaTools nous étions déjà organisés pour répondre aux contraintes du cycle de développement : un accès constant au code pour nos clients, des cycles courts et des rapports hebdomadaires, destinés aussi bien au client qu'au suivi interne. Cette organisation s'est parfaitement transposée aux contraintes nouvelles. En effet, tout programmeur comprend rapidement qu'il ne maîtrise pas tout à fait ce qu'il fait, et qu'il doit faire avec les aléas. Ainsi, sans processus encourageant les compromis, le développement informatique, d'autant plus en équipe, est une tâche bien ingrate voire impossible.

Un élément crucial de ce processus est la visibilité du travail, et par transitivité celle du code de chacun. Cela assure la propriété commune du code donnant des objectifs et donc des succès communs, tout en permettant la redondance de la connaissance. Idéalement, la structure sociale devrait suivre celle du code, aboutissant à une meilleure organisation, les interfaces logicielles devenant humaines. Les plateformes dites « forges » re-posant sur les systèmes de contrôle de version (git en particulier) sont fortement structurantes dans cet effort, approche que chez ParaTools, nous combinons avec des moyens de télécommunication assurant des moments de parole libre entre les développeurs. En pratique nos développements s'articulent autour de services auto-hébergés sur le Campus Teratec, servant de pivot entre nous et avec nos clients.

Dans le cadre du calcul haute performance (HPC) : tout développement se fait sur des machines nouvelles que peu, voire même personne, ne possède, et donc ne sait programmer. C'est donc la version polymorphe d'un processus de développement déjà itératif. Par exemple, pendant un an on fait du GPU, puis on vectorise à la main pour le many-core, et l'année suivante on revient au GPUs, mais cette fois-ci – promis –, avec un peu moins de copies intermédiaires ; ne sont-ce pas là des besoins changeants ?

Ainsi, le développement HPC implique nécessairement des (re)médiations pour coller aux besoins des nouvelles machines. Cependant, les méthodes de développement sont parfois à la traîne. Une des raisons possibles menant à de telles méthodes « ad-hoc » est la confluence du calcul haute-performance, avec de multiples spécialités, non informatique au premier chef. Ceci rend l'aspect informatique relativement empirique, étant plus un moyen qu'une fin. À cela, on ajoute la complexité des problèmes visés dont la compréhension dans leur totalité n'est pas à la portée d'un individu seul.

Enfin, ces nouvelles contraintes ne seraient-elles pas une opportunité de rendre plus agile le développement HPC, remettant les méthodes de développement au cœur des préoccupations ? Il se peut alors que tous les efforts consentis l'année passée – déploiement de serveurs, mitigation du télétravail, décentralisation – aient, à terme, des conséquences positives. Évolution qui tombe peut-être à point nommé, en ces temps de différenciation des machines, où non seulement personne ne saura plus programmer, mais aussi tout le monde le fera différemment, posant alors un défi inédit relativement à la plasticité des logiciels.



Capture de l'outil de profilage Tau visant à améliorer la gestion logicielle en termes de performance.

Centre de Services HPC d'Atos

Comment continuer d'assurer le service au temps de la Covid-19 ?

Situé sur le campus TERATEC de Bruyères le Châtel, les trois activités du Centre de Service HPC d'Atos (Infogérance, Assistance Technique et Professional Services) ont dû s'adapter à la crise sanitaire qui nous a tous plongé brutalement en mars 2020, dans un premier confinement. Personne n'avait connu une telle situation. Il a fallu repenser les moyens de connexion, d'organisation et de communication.

Les sollicitations de « Professional Services » sont généralement liées à des extensions, modifications de la configuration du client. Le caractère d'urgence à intervenir n'est pas forcément primordial bien que parfois gênant. Pendant la période de strict confinement certaines opérations ont donc dû être reportées soit par faute d'interlocuteur car les déplacements étaient très limités soit par faute de connexion distante. Après cette période d'adaptation et la mise en place d'accès distant, les équipes du Professional Services ont repris leurs activités « à la normale ».

Les deux autres activités principales du centre de services HPC d'ATOS, l'assistance technique et l'infogérance, sont primordiales pour maintenir la production de nos clients.

L'Assistance Technique est généralement réalisée sur le site du client. Il s'agit principalement d'un renfort sur des compétences HPC en ingénierie système ou applicative.

Les transformations majeures liées à la mise en place du confinement en mars 2020 se sont manifestées par la capacité de nos clients et du Centre de Services HPC à mettre en place des moyens de connexion à distance pour les activités d'assistance technique. Une collaboration étroite s'est mise en place pour permettre l'accès à distance vers des infrastructures de calcul tout en assurant une sécurité optimale. Nous avons échangé avec nos ingénieurs en cybersécurité pour proposer aux services IT des choix techniques répondant aux spécifications. Sans négliger la sécurité, nous avons réussi, en un temps record, à rétablir le service et assurer notre mission.

En quelques heures voire quelques jours, les clients ont mis à disposition de nos collaborateurs des PC portables ou des moyens de connexion à partir de nos propres postes ATOS. En moins d'une semaine pratiquement tous nos collaborateurs avaient la possibilité de reprendre leur mission en télétravail. Certains de nos clients, dont les procédures de sécurité n'autorisaient pas jusqu'alors les connexions à distance pour les sous-traitants, nous ont doté de PC portable avec VPN.

Le confinement a donc permis un réaménagement de l'organisation client/fournisseur avec comme résultat une nouvelle dynamique : plus de souplesse dans la planification, moins de déplacements pour les collaborateurs, une réactivité accrue

en cas de besoin sans ajout de contraintes pour nos collaborateurs.

Les activités d'infogérance sont par nature réalisées à distance depuis le Centre de Service HPC d'ATOS de TERATEC.

100% de nos clients sont infogérés à distance dès la mise en place des contrats à l'issue de la période de transition. L'annonce brutale du confinement le 16 mars 2020 n'a pas généré de changement majeur dans notre capacité à réaliser ces missions d'administration et d'exploitation d'infrastructures HPC. Chaque collaborateur est doté par ATOS d'un PC portable permettant de se connecter via VPN au réseau ATOS de manière sécurisée.

Lors de la mise en place des contrats d'infogérance, l'un des premiers ateliers de la phase de transition consiste à valider l'accès aux infrastructures du client. Dès lors les équipes ont la possibilité d'administrer et d'exploiter les clusters de calcul depuis les sites ATOS ou depuis leur domicile lorsqu'ils sont en télétravail.

La partie opérationnelle de l'infogérance était donc réalisable. Il restait l'aspect humain et le pilotage d'équipes 100% en télétravail alors qu'habituellement tous sont regroupés dans l'Open Space des locaux ATOS de TERATEC permettant habituellement une excellente dynamique opérationnelle.

Là, il convenait de s'adapter rapidement pour maintenir une cohésion d'équipe bien qu'à distance chacun chez soi. L'organisation d'un rendez-vous quotidien avec toute l'équipe en début de journée via une réunion en ligne (en dehors d'une réunion plus formelle hebdomadaire) a été la réponse immédiate à cet éloignement de chacun.

Les outils collaboratifs tels que Teams, Zoom, contribuent également au maintien de cette dynamique d'équipe mais ne remplacent pas les échanges verbaux même à distance.

La mise en place de ces points réguliers, de courte durée, crée une meilleure dynamique pour le traitement des demandes de nos clients en donnant lieu systématiquement à des échanges techniques avec une répartition de la charge de travail entre les différents collègues.

Cette pandémie, que nous aimerions bien maintenant voir disparaître, laissera un précédent dans nos organisations. L'arrêt de certaines productions nous a fait relever la tête, nous a fait prendre conscience de nos faiblesses. Nous avons opéré des changements aussi bien chez nos clients que dans notre propre façon de travailler. Allons-nous conserver ces adaptations ? Est-ce suffisant en termes de plan de continuité ou de reprise d'activité ? Le chantier ne fait que commencer...

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**.

Hébergé depuis 2018 au TGCC, le supercalculateur Joliot-Curie, financé par **Genci** (Grand équipement national de calcul intensif) et co-conçu par **Atos-Bull** et les équipes du **CEA DAM Île-de-France**, répond aux besoins des communautés de recherche nationales et européennes. Sa puissance de calcul est de 22 petaflops. En 2020, Joliot-Curie a été utilisé par des chercheurs français et européens dans le

cadre de la lutte contre la COVID-19, à hauteur environ de 200 millions d'heures de calcul.

Le TGCC a également mis en œuvre depuis octobre 2020 une infrastructure informatique dans le domaine des technologies du numérique pour la santé répondant aux besoins du projet européen *Human Brain* et de projets nationaux comme celui de la plateforme de R&D en santé.



Plus d'informations : www-hpc.cea.fr/fr/complexe/tgcc-joliotcurie.htm

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 implanté dans les locaux du TGCC à Bruyères-le-Châtel.

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

En 2020, le CCRT compte vingt partenaires (industrie et recherche) : **ArianeGroup, EDF, IFPEN, Ineris, Ingeliance, IRSN, L'Oréal, Michelin, Onera, Safran Aero Boosters, Safran Aircraft Engines, Safran Helicopter Engines, Safran Tech, Sanofi, Synchrotron Soleil, Thales, Thales Alenia**

Space, TechnicAtome, Total, Valeo, auxquels s'ajoutent trois directions opérationnelles du CEA (recherche fondamentale, énergies, applications militaires).

Pour répondre aux besoins de l'ensemble de ses membres, le CCRT a signé un marché avec Atos fin 2020 concernant l'acquisition d'un nouveau calculateur, d'une puissance de calcul crête de 8,8 petaflops. Ce nouveau calculateur sera installé au 1^{er} semestre 2021 et prendra le relais du calculateur Cobalt. Le CCRT dispose également d'un simulateur quantique Atos QLM30.

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



CESIMat : bilan des activités de 2015 à 2021

LA GENÈSE ET LES MISSIONS

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), visait à 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.

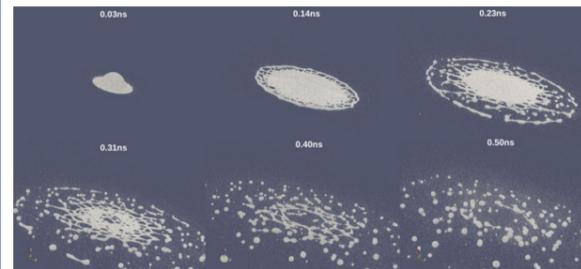
Le projet SMICE a été construit autour de cas d'études proposés par les industriels, sur le mode: « dans 3 ans je veux être capable de simuler telle propriété de tel matériau. De quels outils dois-je disposer pour y arriver? ». Ainsi, une quinzaine de cas d'étude ont été proposés ainsi que les développements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

Ce projet a démarré le 1^{er} novembre 2015 et s'est terminé le 31 octobre 2019. Pour mener à bien ce projet, les partenaires industriels CEA, Michelin, Faurecia, Safran et L'Oréal, associés à Teratec, ont créé une structure, 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 a donc assuré 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 a consisté en un accord de collaboration entre les partenaires. Les équipes ont pu

s'y retrouver pour mener à bien leurs actions communes. Puis, en novembre 2019, avec la fin du PIA SMICE; le CEA a décidé d'utiliser le CESIMat pour terminer des actions de développement en collaboration avec des partenaires du projet SMICE et accueillir des chercheurs et post-doctorants provenant d'universités non françaises.



Simulation avec ExaStamp d'un impact d'une nano-goutte d'étain sur une surface solide.

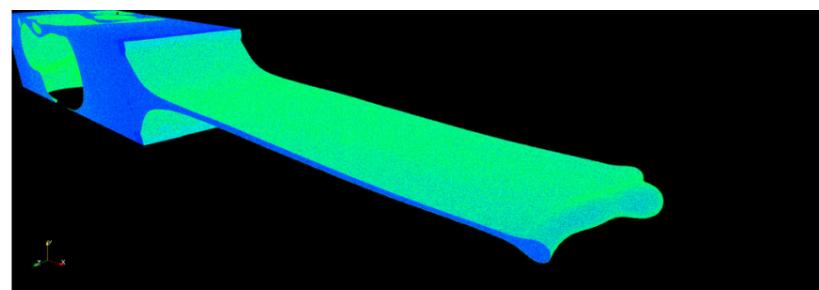
LES TRAVAUX RÉALISÉS

Une part importante des travaux, réalisés au sein du CESIMat, a concerné des développements HPC dans le code de dynamique moléculaire classique ExaStamp. Ils ont été réalisés en commun entre plusieurs partenaires et en grande partie par des doctorants et post-doctorants. Les résultats obtenus ont permis la réalisation de simulations comportant plusieurs millions de molécules ou quelques milliards d'atomes et utilisant plusieurs dizaines de milliers de cœurs de calcul sur les machines du TGCC. La figure 1 présente la formation et le développement d'un micro-jet contenant plus d'un milliard d'atomes depuis la surface d'un matériau ayant subi un choc [1,2].

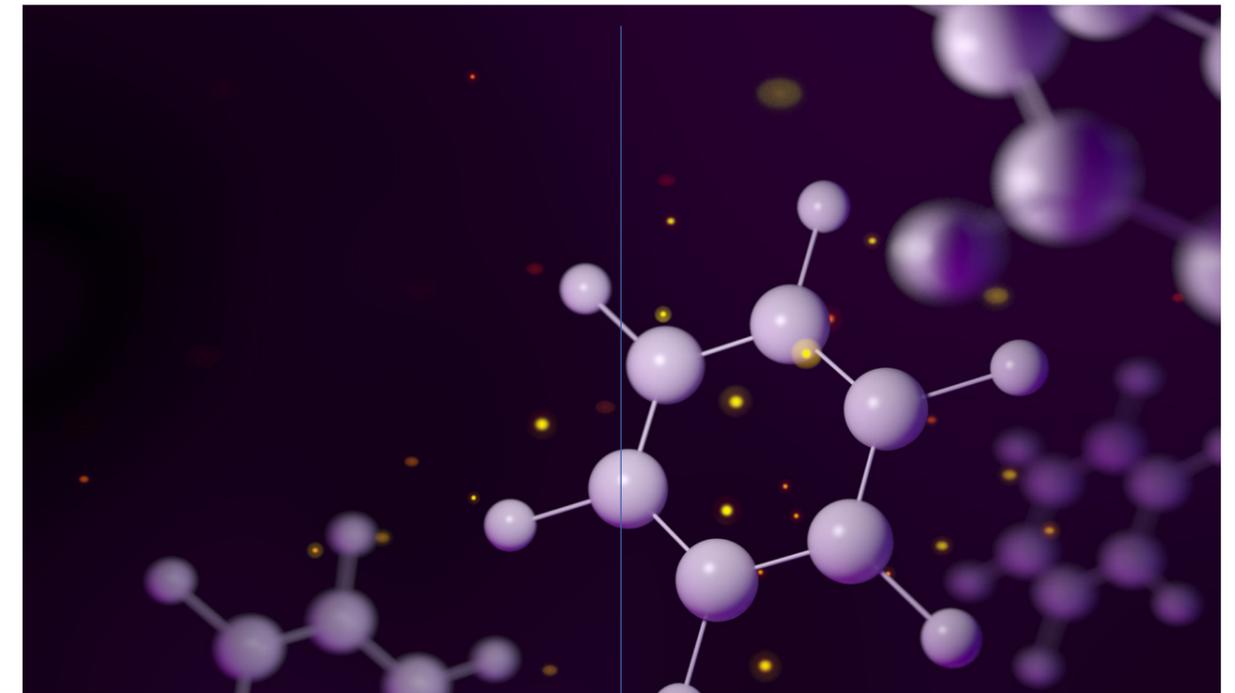
Bien évidemment, il y a eu de nombreuses collaborations sur d'autres types de codes. Par exemple, SAFRAN a affecté au CESIMat un chercheur à plus de 50 % pour travailler en collaboration avec les physiciens du CEA sur le code de physique quantique ABINIT.

Le CESIMat a aussi servi pour l'accueil de nombreuses actions de formation concernant aussi bien des méthodes parallélisées avancées que l'utilisation des codes développés dans le cadre du PIA SMICE.

Durant les années 2019-2020, Jan LOS, employé en >>>



Simulation de la création d'un micro-jet d'atomes avec le code ExaStamp.



>>>

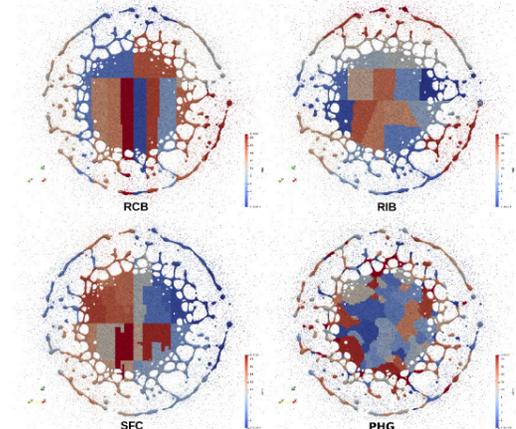
CDD par l'ENS Paris Saclay, a travaillé au CESIMat pour développer et implanter en collaboration étroite avec le DIF/DPTA dans le code ExaStamp le potentiel LCHBOP permettant la simulation de composés contenant du carbone et de l'hydrogène (du benzène, des alcanes, en intégrant leur réactivité éventuelle. Les qualités physiques intrinsèques de ce potentiel lui confèrent une grande capacité d'extrapolation en dehors de son domaine d'ajustement. Les premiers résultats obtenus sur le benzène soumis à une onde de choc sont conformes aux expériences; il y est en particulier observé la décomposition de ce matériau au-delà d'une pression seuil. Les applications potentielles de ce potentiel sont nombreuses: physique des polymères, du carbone, etc., et ce dans un large domaine thermodynamique.

CONCLUSION

Le CESIMat a permis d'accueillir facilement et régulièrement les partenaires industriels et universitaires du CEA. Grâce à ce lieu propice au travail collaboratif en présentiel, les nombreuses tâches prévues dans le cadre du PIA SMICE ont pu être parfaitement menées à bien. Pour les années avenir, le CESIMat s'installera dans des nouveaux locaux à Teratec afin de faciliter ses coopérations industrielles et universitaires dans le domaine de la simulation de la physique des matériaux.

RÉFÉRENCES

- 1] O. Durand, L. Soulard, L. Colombet & R. Prat. Influence of the phase transitions of shock-loaded tin on microjetting and ejecta production using molecular dynamics simulations featured, *Journal of Applied Physics* 127, 175901 (2020).
- 2] O. Durand, S. Jaouen, L. Soulard, O. Heuzé & L. Colombet. Comparative simulations of microjetting using atomistic and continuous approaches in presence of viscosity and surface tension, *Journal of Applied Physics* 122 (2017).



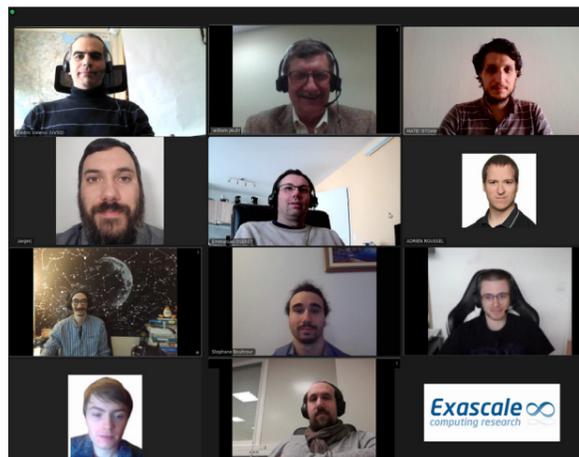
Tests de plusieurs méthodes de répartition dynamique de la charges des nœuds de calcul pour la simulation d'impact de nano-goutte d'étain.

Laboratoire Exascale Computing Research



RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT EN MÉTHODOLOGIES ET LOGICIELS POUR L'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 Calcul Haute Performance et Exascale et post-Exascale. L'équipe pluridisciplinaire travaille sur le site de Teratec et s'appuie sur un cluster doté des architectures Intel les plus récentes. L'équipe ECR contribue régulièrement à l'organisation de séminaires et workshops afin de diffuser le plus largement possible les méthodes et le savoir-faire développés en son sein. De plus l'ECR est impliqué via ses outils (MAQAO et VERIFICARLO) dans deux Centres d'Excellence européens (POP2 : <https://pop-coe.eu/> et TREX : <https://www.trex-coe.eu/>). Au sein du laboratoire ECR, les travaux se répartissent entre trois grandes orientations : les outils d'analyse de performance, la précision numérique et les supports exécutifs (runtime).



ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

→ Outils d'analyse de performance

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 2020, bon nombre d'améliorations ont été apportées à la suite MAQAO ce qui s'est traduit par quatre releases dans l'année. Plus précisément, les travaux sur MAQAO ont porté, en premier lieu, sur l'enrichissement des fonctionnalités : ainsi nous avons ajouté plusieurs analyses comparatives permettant de quantifier la stabilité des mesures, l'impact

d'un nouveau compilateur, d'un changement la largeur de vecteur ou même d'un changement d'architecture de processeur. Cette comparaison porte sur les métriques globales au niveau de l'application ainsi qu'au niveau des fonctions, permettant d'identifier précisément les sources de gain entre différents compilateurs, architectures etc... Ensuite nous avons intégré une analyse fine du comportement des structures parallèles dans des codes OpenMP. Cette analyse utilise l'interface OMPT et permet une détermination précise des déséquilibres de charge et du temps passé dans les synchronisations. Nous avons également fait un gros investissement pour améliorer la robustesse de MAQAO : diminution du surcout lié au profilage et de l'empreinte mémoire des analyses. Ceci nous a permis de traiter des applications plus complexes et surtout d'améliorer la scalabilité de l'analyse en fonction du nombre de cœurs utilisés. Enfin, nous avons utilisé MAQAO sur un ensemble d'applications fournies par Intel (MILC, SNAPS, HOTQCD et VASP) pour analyser précisément l'adéquation de ces codes à des architectures de type Skylake. En parallèle nous avons commencé à utiliser MAQAO sur des applications développées au CEA (POLARIS MD, EXASTAMP et ARMEN). Sur EXASTAMP nous avons d'abord effectué une analyse détaillée de la gestion mémoire qui nous a fourni une première source de gain puis sur les 3 codes nous avons réalisé une étude des pertes de performance liées à la parallélisation OpenMP en utilisant les nouvelles fonctionnalités de MAQAO.

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

Depuis fin 2020, l'UVSQ est devenu membre du Center of Excellence TREX (Targeting Real Chemical accuracy at the EXascale). Ce projet vise à développer une nouvelle génération de codes (bibliothèques et applications) pour les méthodes QMC (Quantum MonteCarlo). Dans ce projet l'UVSQ est en charge des aspects analyse de performance (utilisation de MAQAO) et précision numérique (utilisation de Verificarlo).

L'équipe MAQAO de 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 2020, cette même équipe a participé à trois « VI HPS Tuning Workshop » organisé par EPCC (Ecosse), HLRS (Allemagne) et CSC/UVSQ (Allemagne/France). Depuis 2020, ECR a pris la responsabilité de l'organisation de ces « training sessions » >>>

>>> au sein du consortium VI-HPS et en conséquence ECR a eu notamment la charge de coordonner le passage en mode distanciel de ces sessions : ce passage a été réalisé à l'entière satisfaction des utilisateurs et a été l'occasion de produire du nouveau matériel pédagogique : vidéos dont celles de MAQAO qui sont disponibles sur www.maqao.org. Ces training sessions ont offert à des dizaines de développeurs de code HPC l'opportunité d'être formés à l'utilisation de MAQAO et de le tester directement sur leurs applications. Dans ces trois sessions, les retours d'expérience des participants ont donné d'excellentes appréciations (80% d'indice de satisfaction) sur la pertinence et la qualité des diagnostics fournis par nos outils et ont classé MAQAO dans le trio de tête des outils à utiliser.

→ Précision Numérique

La simulation numérique à grande échelle pose très souvent des problèmes de compromis délicats entre performance et précision numérique. Pour permettre une exploration fine et précise de ces compromis, Verificarlo (<http://github.com/verificarlo/verificarlo>) permet de fournir une estimation de la précision numérique au sein de grands codes applicatifs. Il permet également l'optimisation de programmes grâce à l'utilisation de la précision mixte et de simuler des formats flottants sur mesure. Verificarlo s'appuie principalement sur l'arithmétique de Monte Carlo où les opérateurs de calcul sont bruités pour modéliser les erreurs d'arrondi ou d'annulation, de manière stochastique. L'outil instrumente le code à la compilation, à travers une passe LLVM spécifique, et ceci sans avoir besoin de modifier le code source du programme. Cette facilité de mise en œuvre a permis d'analyser avec Verificarlo plusieurs codes industriels.

Cette année, Verificarlo a connu trois releases avec de nombreux correctifs et nouvelles fonctionnalités. En particulier, il a été étendu de manière à instrumenter les appels à la bibliothèque libmath et de simuler l'effet d'une réduction de précision sur chaque appel et argument. Ce travail a été appliqué, en collaboration avec le CEA et Intel, pour étudier les possibilités d'optimisation sur le code de neutronique PATMOS en utilisant des fonctions spécifiques de la librairie mathématique d'Intel (MKL) [1]. Verificarlo a permis également d'identifier les conditions d'instabilité numérique dans des chaînes de post-traitement en neuro-imagerie, en collaboration avec les universités Concordia et McGill [2].

Cette année a aussi été l'occasion de largement diffuser notre outil à travers de nombreux séminaires (Oxford, IXPUG, ORAP, ...) et deux publications scientifiques [1,2]. Verificarlo intervient également dans deux projets qui démarrent en 2021, le centre d'excellence européen TREX (<https://trex-coe.eu>) et le projet ANR Interflop qui vise à consolider et rendre interopérables les différents outils numériques de la communauté.

→ Modèles de programmation et d'exécution

Au cours de l'année 2020, l'équipe Runtime ECR a poursuivi ses développements dans la plateforme parallèle Open Source MPC (mpc.hpcframework.com) selon plusieurs axes (court, moyen et long terme) : la correction de bugs ; l'ajout de fonctionnalités des standards actuels (OpenMP 5.0) et futurs (MPI 4.0) ; le développement d'extensions propres.

Ces travaux ont contribué à la sortie de plusieurs versions de MPC en 2020, et de la dernière en date MPC version 3.4.0 le 04 janvier 2021. Cette dernière version comporte notamment un remaniement complet des sources sous une forme « modulaire » afin de faciliter les collaborations nationales (Atos/BULL) et internationales (centre de calcul du Julich, RIKEN, ...) autour de MPC.

Dans la continuité de son effort pour supporter certaines fonctionnalités offertes dans OpenMP 5.0, l'équipe a mis en place un support de l'interface « Memory Management » dans MPC. Ce développement a mis en lumière certaines bonnes pratiques à adopter. À l'issue de ce développement, un article de recherche a été publié dans le workshop IWOMP [3], mettant en avant les leçons apprises lors du développement de cette fonctionnalité dans le logiciel MPC. Ces travaux vont continuer par la suite, avec une mise à jour de l'allocateur mémoire fourni par MPC pour mieux s'interfacer avec la partie OpenMP.

Du côté de MPI, la sortie prochaine de la nouvelle version du standard (MPI 4.0 est prévu en Septembre 2021) a amené l'équipe à continuer de préparer cette version, en développant les nouvelles fonctionnalités prévues. Les communications collectives persistantes, développées en 2020, ont été finalisées et optimisées. Un article de recherche mettant en avant cette expérience d'implémentation a été publié à la conférence EuroMPI [4]. Une autre fonctionnalité de MPI 4.0, la création de communicateurs MPI topologiques grâce à un mot clé permettant de découper un communicateur en entrée selon la topologie sous-jacente, a été implémentée. En couplant cette fonctionnalité avec les collectives persistantes, cela a permis à l'équipe de mettre en place facilement un algorithme topologique efficace pour la collective « Broadcast ». Un article de recherche décrivant ce couplage et les résultats obtenus a été rédigé fin 2020 et soumis début 2021.

Contact : William.jalby@at-uvsq.fr

[1] David Defour, Pablo de Oliveira Castro, Matei Istean, and Eric Petit. Custom-Precision Mathematical Library Explorations for Code Profiling and Optimization. In 27th IEEE Symposium on Computer Arithmetic, ARITH 2020, 2020. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02563852/document>

[2] Gregory Kiar, Pablo de Oliveira Castro, Pierre Rioux, Eric Petit, Shawn T Brown, Alan C Evans, and Tristan Glatard. Comparing perturbation models for evaluating stability of neuroimaging pipelines. The International Journal of High Performance Computing Applications, 0(0):1094342020926237, 0. <http://dx.doi.org/10.1177/1094342020926237>

[3] Roussel A., Carribault P., Jaeger J. (2020) Preliminary Experience with OpenMP Memory Management Implementation. In: Milfeld K., de Supinski B., Koesterke L., Klinkenberg J. (eds) OpenMP: Portable Multi-Level Parallelism on Modern Systems. IWOMP 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12295. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58144-2_20

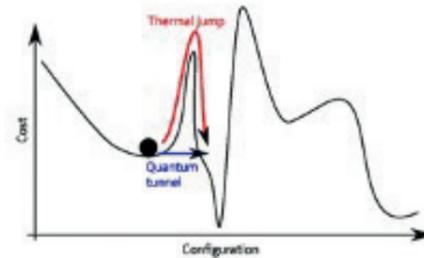
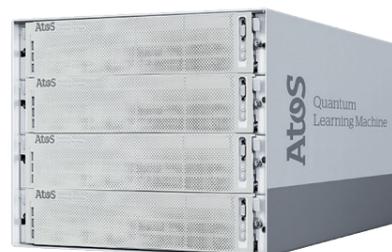
[4] Stéphane Bouhour and Julien Jaeger. 2020. Implementation and performance evaluation of MPI persistent collectives in MPC: a case study. In 27th European MPI Users' Group Meeting (EuroMPI/USA '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 51–60. DOI: <https://doi.org/10.1145/3416315.3>

Laboratoire Atos Quantum

Atos Quantum propose une nouvelle solution de programmation quantique aux utilisateurs du CCRT

Depuis 2018, le Centre de Calcul Recherche et Technologie (CCRT) met à la disposition de ses partenaires la **Quantum Learning Machine (QLM)**, le simulateur quantique d'Atos spécialement élaboré pour accélérer l'innovation, en permettant aux chercheurs et industriels de mettre au point de nouveaux algorithmes en prévision de l'arrivée d'accélérateurs de calcul tirant parti des propriétés fondamentales de la physique quantique. Fournissant de puissantes capacités de simulation, la solution d'Atos a été conçue avec l'objectif de proposer un environnement de programmation à base de portes quantiques avec lequel les utilisateurs n'ont pas à se soucier des contraintes matérielles et peuvent se concentrer sur le développement d'applications quantiques qui permettront des avancées significatives dans une pléthore de domaines comme l'énergie, la logistique ou encore la chimie sur lesquels de nombreux membres du CCRT sont à la pointe.

Bien que l'approche s'appuyant sur des portes quantiques universelles ouvrira un large panel d'opportunités, elle repose sur des qubits qui restent, pour le moment, extrêmement sensibles aux erreurs, limitant la performance des processeurs quantiques digitaux actuels. Ceci a encouragé l'émergence de méthodes analogiques comme le recuit quantique qui peuvent être déjà mises en œuvre avec des systèmes quantiques spécialement conçus dans cette optique. Même si la question de l'avantage quantique avec ces techniques est encore ouverte, ces processeurs sont intrinsèquement moins affectés par les effets de décohérence et suscitent un vif intérêt pour explorer des problèmes de gestion et d'optimisation à l'aide d'applications quantiques abordables à plus court terme. Durant l'année 2020, Atos a ajouté à son offre quantique un module de recuit quantique compatible avec l'architecture classique de la QLM afin de simuler le comportement d'un ordinateur de type D-Wave parfait et « sans bruit ».



La méthode de recuit quantique utilise l'effet tunnel quantique pour trouver le minimum global d'une fonction donnée plus efficacement.

Le simulateur de recuit quantique d'Atos est déjà disponible sur la QLM du CCRT, offrant ainsi le meilleur des deux mondes aux partenaires du CCRT tout en leur permettant de choisir la méthode de calcul quantique la plus adaptée à leurs besoins spécifiques. Une partie d'entre eux ont d'ailleurs pu s'initier à la pratique du module lors d'une formation quantique organisée par Atos les 5 et 6 novembre 2020. Celle-ci a permis aux participants, venant de 6 partenaires industriels et publics de :

- prendre en main myQLM, freeware mis à disposition par Atos en septembre 2020 à l'ensemble de la communauté du calcul quantique,
- se familiariser avec les nouvelles fonctionnalités des simulateurs à portes quantiques de la QLM 1.1,
- de tester les méthodes de recuit quantique avec le nouveau simulateur d'Atos,
- de mettre en pratique l'utilisation de méthodes variationnelles quantiques pour résoudre des problèmes d'optimisation combinatoire et de chimie quantique.

Au cours de ces formations organisées sur le campus Teratec, Atos accompagne non seulement les partenaires du CCRT dans leur compréhension des technologies quantiques mais les prépare également à l'évolution de la QLM vers un service QLM as a Service >>>

>>> (QLMaaS) qui facilitera la conception et l'exécution de programmes quantiques sur la plateforme du CCRT et où myQLM deviendra un élément essentiel pour communiquer avec les simulateurs et processeurs quantiques d'Atos.

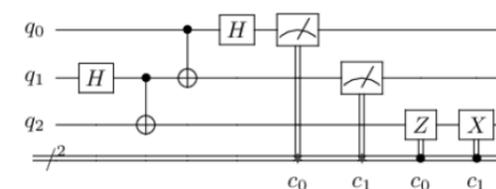
L'année 2020 a également vu naître le club d'utilisateurs de la QLM, aussi appelé Qclub, qui met en relation les clients d'Atos ayant fait l'achat d'une QLM. La participation au Qclub offre plusieurs avantages incluant par exemple le droit d'assister aux assemblées générales ainsi qu'à des workshops sur des thématiques liées au calcul quantique et à la QLM. Les deux premiers événements, réunissant

plus de 50 participants, ont été accueillis avec un large enthousiasme et ont vocation à être renouvelés en 2021 et au-delà. Le Qclub a également mis en place une plateforme web visant à favoriser le partage d'information et de connaissance à l'aide par exemple de tutoriels, de code informatique, des présentations des précédentes assemblées ou d'articles scientifiques commentés. En tant qu'utilisateurs de la QLM du CCRT, les partenaires le souhaitant peuvent faire partie du Qclub avec le statut de membre associé, et doivent alors se rapprocher du CCRT afin d'obtenir les documents à compléter pour leur inscription.



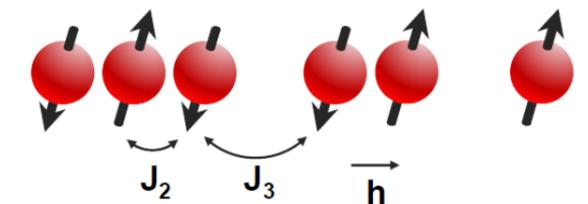
Le club d'utilisateurs de la QLM vise à créer une communauté active autour du calcul quantique sur la QLM.

Circuits quantiques



Un circuit est constitué de portes quantiques agencées de telle sorte que son exécution génère un état quantique solution d'un problème donné. Ici, la séquence de portes permet de téléporter l'état du qubit q_0 vers le qubit q_2 .

Chaines de spins (recuit quantique)



Le principe du recuit quantique est fondamentalement différent : on cherche alors à réduire un problème à la minimisation d'une fonction de coût. La QLM effectue ensuite cette optimisation à l'aide d'un algorithme de recuit quantique simulé qui permet de trouver la configuration de spins minimisant l'énergie d'une chaîne d'Ising sur laquelle les contraintes du problème ont été encodées.

Des technologies et des usages porteurs d'innovation et de développement économique

Avec le Co-design, les Initiatives industrielles sont la marque de fabrique de TERATEC. Ouvertes à tous et sur des thématiques à forts enjeux pour l'avenir de l'utilisation du HPC/HPDA, chacune de ces initiatives réunit des membres de TERATEC et des industriels ou des organismes qui souhaitent être associés pour partager une vision, identifier les verrous technologiques, élaborer une feuille de route commune en vue de les lever, puis de la réaliser de manière coordonnée afin de mettre en commun les connaissances et les expériences ainsi acquises avec un objectif double de maîtrise technologique et de développement économique et création de valeur.

Depuis 2019, TERATEC a réalisé la phase préparatoire de plusieurs initiatives, au premier rang desquelles on trouve le Calcul Quantique, l'utilisation du HPC pour les Systèmes autonomes, la certification de la fabrication additive, l'exploitation des données spatiales pour une utilisation durable des ressources naturelles, le numérique pour l'agro-alimentaire ou encore l'emploi du Calcul à Hautes Performances et des Données massives pour la santé et la médecine personnalisée.

L'année 2020, a vu la réalisation de nombreux travaux préparatoires, même si, compte-tenu des circonstances, il n'a pas été possible de les concrétiser sous formes de grands projets collaboratifs. Néanmoins, la période a été marquée par l'arrivée de nouveaux acteurs potentiels très intéressés à la fois par les thématiques de ces initiatives et par le caractère innovant de leur réalisation par TERATEC: L'Europe et les régions



françaises pour qui la désignation de TERATEC comme le Centre de Compétences français est une opportunité de développement économique, via l'utilisation et la dissémination du calcul à Hautes Performances dans l'économie. TERATEC a démarré, en 2020, une réflexion stratégique pour répondre à ces attentes et mettre en place les actions nécessaires.

→ TQCI: TERATEC QUANTUM COMPUTING INITIATIVE

Ainsi qu'annoncé par le Président de la République dans son discours sur le « Plan Quantique français » lors de sa venue sur le Plateau de Saclay en janvier 2021, l'arrivée, en 2023, du premier ordinateur hybride intégrant les technologies quantiques en Europe et peut-être dans le monde au TGCC, sur le Campus TERATEC est sans aucun doute l'évènement majeur qui clôt l'année 2020. Celle-ci avait commencé avec la remise du rapport Forteza le 9 janvier au Gouvernement alors représenté par 4 ministres. TERATEC avait été invité à cet évènement en participant notamment à une table ronde sur les usages.

Par ailleurs, un atelier technique et applicatif s'est tenu sous la forme d'un webinaire le mardi 13 octobre après-midi sur le Calcul Quantique, lors du Forum 2020.

Les technologies quantiques vont introduire un nouveau paradigme majeur pour l'ensemble de notre économie et de notre société du même niveau que les technologies numériques au cours de ces 50 années. Il s'agit d'un phénomène d'une grande ampleur pour appréhender mathématiquement par une nouvelle approche de modélisation les phénomènes complexes qu'on ne peut résumer à un simple accroissement des capacités de calcul ou au choix d'une technologie spécifique pour mettre en œuvre cette approche.

Dans ce cadre Teratec conduit l'initiative TQCI (Teratec Quantum Computing Initiative) qui rassemble depuis près de deux ans de grands partenaires au premier rang desquels Total, EDF, Atos, Dassault-Aviation, Airbus, Naval Group, le CEA, l'IFPEN, l'université Paris7, l'Université de Reims. Ces partenaires ont réalisé un important travail de prospective et rédigé une feuille de route permettant d'acquérir la maîtrise des usages futurs, des algorithmes et des logiciels qui pourront

exploiter efficacement les technologies quantiques. Cette feuille de route sera un élément essentiel pour la participation des partenaires de TQCI à la réalisation du Plan Quantique à partir de 2021.

Cette participation pourrait être prolongée par une action pour la cybersécurité en s'appuyant sur les compétences en cours de développement en France et sur les systèmes expérimentaux existants et ceux qui seront installés au TGCC.

→ MOBILITÉ ET SYSTÈMES AUTONOMES

Incontournable pour leur certification, la validation des futurs systèmes autonomes va nécessiter l'usage intensif des outils de simulation haute performance. L'objet de cette initiative est la conception et le déploiement d'un centre de ressources pour l'ensemble des acteurs nationaux et européens du secteur permettant de mettre en œuvre de façon efficace et à des conditions économiquement favorables ces outils de simulation pour la validation et la certification de ces systèmes. Le projet incorpore quatre grandes composantes :

- Des capacités de simulation massive des plans de validation des véhicules autonomes
- Des moyens de création et de gestion des bases de scénarios
- Des moyens de simulation des modèles physiques dans le domaine de la sécurité et de la réduction des émissions de CO2
- Des capacités de traitements des données sur la mobilité.

Porté par les grands acteurs industriels (Renault, Stellantis, Valeo) et des instituts de recherche (SystemX, Vedecom), l'objectif du projet est de mettre en œuvre rapidement, un premier démonstrateur opérationnel répondant aux besoins, en préliminaire à la réalisation d'un projet de classe international.

→ MÉDECINE PERSONNALISÉE MÉDECINE À DOMICILE

Avec le vieillissement de la population, le développement des maladies chroniques et des multi-pathologies et avec l'émergence de déserts médicaux, il est essentiel de développer des systèmes complémentaires du système hospitalier actuel reposant sur la médecine à domicile. La disponibilité de capteurs multifonction et d'injecteurs de traitements relativement peu coûteux, l'existence de capacités de transmission numérique fiables et sécurisées et la mise au point de thérapies adaptées permettent d'envisager très rapidement le déploiement de cette approche à grande échelle. Par ailleurs cette approche permet de mettre en œuvre une médecine personnalisée pour répondre au mieux aux patients.

D'autres bénéfiques sont également attendus de cette approche qui permettra de recueillir un nombre considérable de données extrêmement utiles pour la recherche de médicaments et l'impact des diverses thérapies. C'est également un instrument de base pour la prévention en permettant la détection en amont de différents risques de santé tels que Alzheimer ou AVC et de mettre en place des modèles épidémiologiques performants assurant une détection précoce et un meilleur suivi. À plus long terme, la mise en place de Jumeaux Numériques en médecine permettra, comme c'est déjà le cas pour les cosmétiques, une expérimentation virtuelle des nouvelles molécules.

La COVID a donné une formidable accélération à l'emploi des technologies numériques dans le domaine médical et, dans ce cadre, TERATEC a conduit une analyse exploratoire pouvant servir de squelette à une initiative de grande ampleur. Le contenu final d'une telle initiative, comme pour toutes les initiatives, devra être défini en commun avec les acteurs du secteur. Une dimension européenne est envisageable dans ce cadre.



→ RESSOURCES NATURELLES ET DONNÉES SPATIALES

La disponibilité de grandes quantités de données via les satellites d'observation couplée aux données provenant de capteurs terrestres permet d'appréhender de mieux en mieux l'usage raisonné des ressources naturelles associé aux fortes contraintes environnementales. Il s'agit d'un enjeu majeur pour assurer la durabilité de notre société.

Des contacts ont été établis avec les grands acteurs du secteur, notamment le CNES et le BRGM qui ont organisé un premier atelier lors du Forum 2020. Un deuxième atelier est en cours de préparation pour le Forum 2021. Ces actions pourraient déboucher prochainement, notamment dans le cadre du plan de relance, à une nouvelle initiative.

Forum Teratec 2020 : HPC, IA et quantique au cœur des préoccupations des industriels et de l'Europe

Tenu en virtuel cette année, le Forum Teratec a été l'occasion pour les orateurs de montrer comment le HPC et la simulation numérique, souvent couplés à des applications d'Intelligence Artificielle, permet de lutter contre la pandémie en anticipant ses développements et accélérant le développement de nouveaux médicaments. Mais de nombreux autres exemples dans la Défense, ou l'Énergie ont aussi été présentés. Enfin, cette édition a été l'occasion pour le Commissaire européen Thierry Breton de réaffirmer la volonté de l'Europe de redevenir un leader mondial en termes de HPC en dotant des supercalculateurs parmi les plus puissants au monde et en développant en Europe les technologies nécessaires, qu'il s'agisse de processeurs, de logiciels, d'architectures exascales ou de machines quantiques.

À cause de l'épidémie de Covid-19, le Forum Teratec 2020, qui devait se tenir comme d'habitude au mois de juin, a été reporté cette année au 13 et 14 octobre et a malheureusement dû se tenir de manière virtuelle à cause des restrictions sanitaires.

Le panel de la session plénière était composé de :

- Daniel Verwaerde, président et co-fondateur Teratec
- Thierry Breton, commissaire européen
- Florence Parly, ministre des Armées
- Alain Rousset, président du Conseil régional de Nouvelle-Aquitaine
- Xavier Ursat, directeur exécutif du Groupe EDF
- Marie-Noëlle Semeria, directrice Recherche et Développement du Groupe Total
- Eric Genevois-Marlin, global Head of R&D Digital and Data Sciences de Sanofi
- Trish Damkroger, vice-président d'Intel Data Center Group
- Kevin D. Kissell, CTO de Google

Chacun des intervenants de la plénière s'est donc exprimé à travers une vidéo d'une dizaine de minutes dont voici les grandes lignes.



→ Contact Teratec :
Jean-Pascal Jégu
Directeur des opérations
jean-pascal.jegu@teratec.fr

Sessions plénières Défis technologiques et diversité des usages

Daniel Verwaerde, président et co-fondateur Teratec, a ouvert le Forum Teratec 2020 en rappelant que l'épidémie de Covid-19 a, dans un premier temps conduit à son décalage du mois de juin à celui d'octobre, puis à sa transformation en événement digital.

« Cela ne nuira pas à sa qualité puisque son programme a été intégralement maintenu, associant les industriels utilisateurs (EDF, Total, Sanofi), qui donneront leur vision du développement du HPC dans leurs secteurs, mais aussi des fournisseurs parmi les plus avancés (Intel, Google), qui dévoileront leur feuille de route tant dans le domaine des composants que des futurs usages, et de grands décideurs politiques de premier plan (Thierry Breton, pour la Commission européenne; Florence Parly, la ministre des Armées; Alain Rousset, président de la Région Nouvelle Aquitaine), qui partageront leur vision du numérique dans la vie future et les actions qu'ils comptent conduire. Je vous engage à regarder leurs vidéos. »

Trois perspectives majeures

Il a ensuite rappelé que cette épidémie a monté l'importance fondamentale du numérique et tout spécialement du HPC (High Performance Computing) et du HPDA (High Performance Data Analysis) dans notre vie et notre économie, notamment dans la santé. Pour lui, l'avenir de ces technologies sera modelé par trois grandes perspectives: la relance voulue par la plupart des États qui met l'accent sur le numérique; la montée en puissance de l'Europe dans le domaine des technologies numériques; la progression rapide des technologies futures, notamment le quantique qui pourrait être l'une des grandes ruptures technologiques de la décennie à venir.

L'action de Teratec

Il a aussi mis en avant le rôle de Teratec dans ce monde évolutif: « Notre action cette dernière année a visé à encrener la France au sein de l'Europe du HPC et du HPDA. Nous avons poursuivi trois directions de travail: participer activement à



la gouvernance d'EuroHPC afin d'y représenter les intérêts français; être le fer de lance de la création du Centre de Compétence français aux côtés de Genci et du Cerfacs, pour un large support aux entreprises, afin qu'elles bénéficient complètement des moyens mis à disposition par l'Union européenne; faire participer les industriels européens à ce grand projet qu'est EuroHPC par la création d'une fédération des entreprises pour les y représenter formellement. »

Le quantique va remettre l'Europe du HPC en selle

Daniel Verwaerde, a terminé son intervention par sa vision du calcul quantique: « La décennie à venir verra une rupture technologique grâce au quantique, qui révolutionnera la manière de calculer. Les progrès réalisés ces dernières années, permettront de disposer des premiers calculateurs et accélérateurs opérationnels à l'horizon 2025/2030. C'est une véritable opportunité car la France fait la course en tête, et comme toute révolution technologique rebat toutes les cartes au niveau mondial, cela permettrait à l'Europe de reprendre un rôle de leader après une période de près de 70 ans où elle a dû se contenter d'être suiveuse en matière de HPC. »

La deuxième intervention, très attendue, a été celle de **Thierry Breton, Commissaire européen en charge du marché intérieur**. Il a lui aussi rappelé que la pandémie de la Covid-19 a démontré l'importance fondamentale des technologies numériques dans nos vies, avant d'insister sur l'implication de l'Europe dans le HPC et les technologies connexes.

« Je vois la décennie à venir comme la décennie numérique dans laquelle l'Europe peut devenir un leader sur la scène technologique mondiale. Il y a plusieurs raisons à cela. Tout d'abord, aujourd'hui tous les secteurs économiques et activités humaines dépendent du numérique. Pour analyser toutes ces données, les rendre utiles à nos activités, nous devons renforcer nos capacités dans le calcul haute performance, mais aussi l'Intelligence Artificielle, le Big Data, le Cloud, l'Edge Computing... »

Le HPC pilier de l'autonomie numérique de l'Europe

Il a ensuite insisté sur la volonté de l'Europe en matière de HPC : « le calcul à haute performance permet aujourd'hui de résoudre des problèmes très complexes dans de nombreux domaines d'application essentiels pour l'Europe (médecine personnalisée, énergie, ingénierie, chimie, exploration gazière et pétrolière, cosmétique, matériaux, climatologie, cyber-sécurité, défense, etc.). C'est un défi stratégique majeur pour l'Europe, à la fois industriel, technologique et scientifique. Il constitue l'un des piliers de notre autonomie numérique. C'est pourquoi la Commission européenne a proposé aux Etats membres d'inclure le HPC dans leurs plans d'investissement massif, faisant partie du paquet de mesures de relance économique de l'Union européenne **Next Generation EU**. Tous les Etats membres consacreront à minima 20 % de leurs plans d'investissement nationaux au numérique. Cela représentera plus de 130 milliards d'Euros cours des 2 à 4 prochaines années. C'est-à-dire un coup d'accélérateur majeur pour la décennie numérique de l'Europe. Et le 18 septembre la Commission européenne a également proposé d'investir, avec les Etats membres et l'industrie, plus de 8 milliards d'Euros dans les supercalculateurs exaflopiques, via l'entreprise commune **EuroHPC**. »

EuroHPC, 8 milliards d'Euros pour le HPC

Ces investissements serviront à de multiples choses. « Ces plans s'inscrivent dans la continuité de la stratégie de l'Union. Lancé en 2018, EuroHPC est entrain d'acquérir 8 supercalculateurs de niveau mondial, dont 3 devraient figurer dans le **Top5**. Ces machines multiplieront la puissance de calcul disponible en Europe par 8. Elles seront accessibles à tous les utilisateurs y compris les universités, le secteur public, les industriels et plus particulièrement les PME, où qu'ils se trouvent en Europe. »

« Le plan d'investissement annoncé le 18 septembre servira, quant à lui, à acquérir et déployer des supercalculateurs de nouvelle génération de capacités exaflopiques ; à investir en partenariat avec les industriels, afin d'acquérir des machines adaptées à leurs besoins et qualité de services ; à interconnecter toutes ces machines par des réseaux Terabytes ; à développer et maîtriser les technologies sous-jacentes des supercalculateurs, notamment



investir sur des processeurs à basse consommation, technologie clé pour les machines exaflopiques, mais aussi les voitures autonomes, les téléphones intelligents, les serveurs du Edge Computing ou du Cloud, etc. Donc pour la souveraineté numérique de l'Europe. »

Relever le défi du quantique et des processeurs

Il a ensuite évoqué les grands défis qui s'offrent l'Europe, à savoir le quantique et les processeurs. « Enfin, nous devons aller au-delà du HPC et notamment vers le calcul quantique, le prochain défi technologique de ce siècle. Les ordinateurs quantiques seront capables de traiter des ensembles de données colossaux, afin de résoudre des problèmes jusque là inaccessibles aux meilleures machines actuelles. Cette révolution quantique va débiter par la mise sur le marché, avant même l'arrivée de supercalculateurs, d'accélérateurs dédiés à des algorithmes spécifiques par l'ajout de cartes dans les supercalculateurs traditionnels. »

« Au-delà des supercalculateurs, la souveraineté européenne sera aussi conditionnée par la capacité de l'Europe de produire les processeurs les plus puissants au monde, afin de réduire nos dépendances sur les technologies stratégiques. Nous en avons la capacité technologique et industrielle, ainsi que la volonté politique. Nous préparons donc le lancement d'une alliance industrielle européenne des microprocesseurs, autour de l'entreprise commune **Ecsel**, avec des financements très importants. »

Apprendre à collaborer

« Mon dernier message sera un appel à la coopération européenne pour faire de notre vision de la décennie numérique une réalité et pour garantir l'autonomie numérique de l'Europe. Nous devons construire des écosystèmes technologiques européens qui rassemblent tous les acteurs, les organismes de recherche, les petites et les grandes entreprises, et bien entendu les Pouvoirs publics. Nous devons apprendre les uns des autres et identifier nos points faibles et nos points forts sur lesquels on doit tout bâtir, et ce Forum Teratec est évidemment une excellente occasion de faire avancer l'apprentissage de cette collaboration. »

Autre intervention clé, celle de **Florence Parly, Ministre des Armées**. Elle a rappelé l'intérêt des technologies numériques et des innovations de rupture qu'elles permettent pour son ministère.

« J'ai souhaité intervenir aujourd'hui parce que l'Intelligence Artificielle, le calcul haute performance, le quantique et plus généralement les innovations de rupture liées au numérique et à la donnée, sont des sujets de première importance pour le ministère des Armées. Depuis toujours il s'est imposé comme un acteur clé dans ces technologies de pointe qui sont au cœur des enjeux de souveraineté technologique et industrielle, qu'elle soit nationale ou européenne. Elles sont donc au cœur de notre stratégie d'innovation et de nos investissements, car nous avons l'objectif d'y consacrer un milliard d'Euros par an dès 2022. »

Jouer la synergie civil/militaire

Une course à l'innovation qui est aujourd'hui tirée par le monde civil et sur lequel doit s'appuyer l'industrie de défense. « Parmi les domaines où nous avons beaucoup à gagner des échanges avec le monde civil, il y a évidemment l'IA, une technologie clé pour nous. Nous faisons face aujourd'hui à une véritable numérisation du champ de bataille et à l'irruption du combat connecté interarmées et interalliés. Nos armes et nos équipements ont beaucoup évolué, se sont dotés de capteurs embarqués et engendrent aujourd'hui une utilisation massive de données. C'est pourquoi en 2019 nous avons élaboré une feuille de route sur l'IA appliquée à la défense. Durant la loi de programmation militaire 2019-2025, 100 millions d'Euros seront investis chaque année en moyenne et près de 200 datascientists et autres experts dans le domaine seront recrutés d'ici 2023. »

S'appuyer sur l'industrie et la recherche

« Un des projets phare de cette feuille de route que nous dénommons Artemis vise à doter le ministère des Armées d'une infrastructure sécurisée et souveraine de traitement massif des données. Ce projet contribuera à mutualiser la masse de données produite au sein du ministère, à faciliter leur gestion, leur administration et leur exploitation. Les développements réalisés pour cet outil pourront, je l'espère, servir de briques pour des applications qui dépassent le secteur de la défense. C'est pourquoi j'ai souhaité que nos stratégies en matière d'IA et de technologies quantiques



s'appuient sur des partenariats variés avec des industriels, des PME, des start-up mais aussi tout l'écho-système de la recherche, notamment l'INRIA, le CEA, le CNRS ou bien encore l'ANR. Un appel à projets a d'ailleurs été lancé avec l'ANR sur les technologies quantiques, l'objectif étant notamment de veiller à l'intégration d'accélérateurs quantiques dans les centres de calcul. »

Faire jouer la complémentarité européenne

En conclusion, elle a insisté sur le fait que nous disposions en France et en Europe, de laboratoires de recherche, de fournisseurs de technologies, d'industriels capables de faire émerger de nouvelles applications et projets européens en la matière, tel **EuroHPC**. « C'est l'émergence de cette approche européenne dans les technologies clés, portées par **Teratec**, qu'il nous faudra collectivement soutenir, Etat comme industrie. Soyez assurés que le ministère des Armées, au travers de sa politique industrielle et d'innovation, y veille scrupuleusement en s'appuyant sur votre savoir-faire. »

Dernière intervention de décideur politique, celle d'**Alain Rousset**, Président du **Conseil régional de Nouvelle-Aquitaine**, qui a insisté sur la complémentarité des actions à mener aux niveaux européens, national et régional.

« La France dans les domaines du calcul haute performance, du Big Data et de l'Intelligence Artificielle est bien placée. Mais nous sommes face à un défi que l'accélération des technologies nous amène à relever. Cela implique de réfléchir à l'échelle de l'Europe. Pour autant, nous investissons aussi au niveau régional dans de multiples structures de recherche et des réseaux très haut débit. »

Des recherches qui couvrent de nombreux secteurs. Il a ainsi donné quelques exemples. « Nous avons des plateformes dans notre région sur la santé avec l'oncologie, la chimie des matériaux, même sur la santé animale, qui sont d'apport extrêmement fort. Nous travaillons aussi sur la transition agro-écologique, où nous portons avec beaucoup d'opérateurs un projet qui s'appelle **VitiREV**, visant à sortir le vignoble des pesticides et du glyphosate. L'utilisation de l'IA et du HPC permet d'évaluer rapidement les impasses que rencontrent les agriculteurs et les viticulteurs, afin de pouvoir accélérer cette



en cardiologie ou en neurologie. »

Pour relever ces défis, la Région Nouvelle-Aquitaine va installer une plate-forme sécurisée de Big Data pour faciliter les échanges en termes de biosécurité ou de cybercriminalité. « Nous comptons sur vos travaux pour éclairer les Pouvoirs publics et les entreprises dans ces domaines à la fois incontournables, critiques et de souveraineté », a-t-il conclu.

transition. »

« Nous avons de la même manière dans le domaine du traitement du cancer des dispositifs d'IA qui permettent de comparer l'ADN des individus avec une grande efficacité dans beaucoup d'hôpitaux dans le monde entier, afin de mieux gérer les réponses médicales à tel ou tel type de cancer. Il en va de même

Premier industriel à prendre la parole, **Xavier Ursat**, Directeur exécutif du groupe **EDF**, a expliqué comment le HPC et la simulation numérique contribuaient à l'amélioration de la sécurité des installations industrielles du groupe.

« Le calcul haute performance et l'Intelligence Artificielle sont des vecteurs très utilisés dans notre secteur d'activité, sur lesquels nous investissons massivement. Nous doublons quasiment notre puissance de calcul tous les 2 ans pour atteindre aujourd'hui 7 PFlops, ce qui fait de nous l'un des 5 plus gros opérateurs français de supercalculateurs. Nous disposons aussi d'un calculateur quantique d'**Atos**, qui avec ses 120 000 processeurs nous apporte des capacités supplémentaires. »

« Ces capacités de calcul haute performance sont vitales pour nous, car nous devons toujours augmenter la sûreté de nos réacteurs nucléaires et fournir toujours plus de précision dans les études qui nous sont demandées par l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Ce qui nécessite beaucoup de simulations et donc de puissance de calcul. »

Le HPC augmente la sécurité de nos installations

Une puissance de calcul qui permet aussi d'exploiter les milliards de données enregistrées depuis des décennies dans les réacteurs nucléaires et les installations hydro-électriques, pour alimenter des simulations à partir de ces retours d'expérience.

« Nous avons aussi pu renforcer nos assemblages combustibles en nous basant sur des algorithmes de Machine



ce qui permet d'améliorer la réactivité des opérateurs pour augmenter la sûreté des installations.

2 000 utilisateurs de HPC

Aujourd'hui le HPC et l'IA permettent à EDF de faire de nouveaux sauts qualitatifs. Il utilise par exemple des jumeaux numériques complets de son parc de production nucléaire, pour entraîner les opérateurs des centrales dans des conditions très proches de la réalité de fonctionnement et de simuler l'évolution dans le temps des différents organes pour optimiser leur maintenance. Des technologies qui servent aussi à simuler, grâce à des logiciels de Machine Learning, l'équilibre de la production face à l'évolution des scénarios de demande >>>

Learning qui nous ont permis d'optimiser tous les paramètres pour garantir à la fois une meilleure performance et une meilleure sûreté. »

Enfin, les capacités de calcul sont utilisées pour simuler en conditions extrêmes le comportement des équipements,

>>> d'électricité. Il a aussi confirmé qu'EDF travaillant déjà sur l'adaptation de ses modèles aux futures machines quantiques. Aujourd'hui plus de 2 000 ingénieurs au sein d'EDF utilisent ces moyens de calcul haute performance, dont environ 800 au sein de la R&D.

Préparer le système électrique du futur

Et de conclure sur les défis du système électrique du futur que le HPC devrait aider à relever : « Plus que jamais, demain les défis du système électrique du futur nécessiteront

ces moyens de calcul haute performance. Les nouveaux moyens de production décentralisés et centralisés, les nouvelles formes de consommation, les défis que représente l'adaptation constante au changement climatique, rendent ces outils incontournables. Nous y travaillons ardemment et c'est pourquoi le Groupe EDF sera présent et saura relever le défi de la puissance de calcul. »

Deuxième présentation faite par un industriel, celle de **Marie-Noëlle Semeria**, Directrice Recherche et Développement du groupe **Total**, qui a expliqué comment les technologies numériques pouvaient aider le groupe pétrolier à assurer sa transformation en une entreprise multi-énergie.

« Notre objectif est d'amener la part de l'électricité, aujourd'hui de 5 %, à 15 % en 2030, tout en intégrant complètement les enjeux du climat, en visant une production neutre en carbone en Europe à l'horizon 2050. On peut le faire en travaillant au niveau des outils, des logiciels, des solutions à apporter au système global, soit pour diversifier l'apport en recourant aux énergies vertes, soit en récupérant et en stockant le CO2. Ces défis qui sont devant nous nécessitent des capacités de calcul importantes et toute l'expertise du HPC. »

Le HPC accélère notre mutation

Elle a ensuite donné quelques exemples d'utilisation de ces technologies dans le groupe : la capture du CO2 avec les enjeux de modélisation moléculaire pour trouver le matériau le plus efficace ; le stockage géologique du CO2 avec les enjeux de simulation sur les aspects fluidiques et mécaniques ; l'optimisation des giga-fermes d'éoliennes off-shore ou solaires ; l'hybridation des réseaux ; l'optimisation des flottes de véhicules électriques, etc. « Dans tous ces domaines nous générons des quantités de données et grâce à la simulation couplée à l'IA nous pouvons à présent décupler notre vitesse d'apprentissage en développant des modèles prédictifs et en arrivant à modéliser des systèmes complexes qui ne sont pas observables. On reste dans la démarche de l'approche scientifique décrite par Descartes, mais avec un formidable accélérateur qu'apporte toutes les capacités du calcul haute performance, de la science des données et plus globalement les technologies du numérique. »

L'IA est un vrai "Game Changer"

« Dans le domaine de l'IA, nous avons à développer des algorithmes de plus en plus complexes qui nécessitent de plus en plus de capacités de calcul, c'est là que le HPC



intervient pour nous donner ces capacités, afin d'entraîner plus rapidement des modèles prédictifs et d'accompagner leur apprentissage dans le temps, pour garder leur fiabilité. Les modèles d'intelligence distribuée sont un vrai "game changer" car ils permettent d'adresser

trois enjeux : la performance en concevant l'architecture du calcul pour optimiser ce qui se fait au plus près du terrain pour ne remonter que ce qui est important ; l'efficacité énergétique puisque nous limitons notre empreinte carbone ; la souveraineté en gardant les données au plus près des sites. La valeur de la donnée industrielle démarre dans la façon dont on la traite au plus près de la mesure. D'où l'enjeu du Edge Computing et des technologies 5G, qui font complètement partie de la feuille de route du HPC. »

Evaluer l'intérêt du quantique

Mais le groupe Total va un cran plus loin : « Après les méthodes classiques s'ouvrent de nouveaux champs tel le quantique. Nous voulons y être présent et acteur, pour être capables de formaliser nos problématiques dans le bon langage quantique. Cette technologie a un potentiel formidable car elle permet d'accélérer tout ce qui est parallélisme en jouant sur la superposition et l'intrication des états quantiques. Nous utilisons déjà un émulateur de calcul quantique d'Atos pour apprendre. »

Et de conclure : « Les technologies numériques sont pour Total un "asset", un accélérateur de transformation, un catalyseur par rapport aux technologies 5G, Edge Computing, ainsi qu'un formidable générateur d'innovation, car le plus enthousiasmant c'est ce que ces technologies vont nous permettre de découvrir dans de multiples domaines (matériaux, systèmes, procédés...). »

Dernier industriel à prendre la parole, **Eric Genevois-Marlin**, Global Head of R&D Digital and Data Sciences de **Sanofi**, qui a expliqué comment les technologies numériques transforment fondamentalement le processus de création des nouveaux médicaments.

« Mettre un nouveau médicament sur le marché c'est aujourd'hui 8 à 10 années de R&D, des centaines de collaborateurs et un budget de 1 à 2 milliards d'Euros. Nous voulons améliorer cela. »

« Nous portons nos efforts de R&D sur plusieurs domaines thérapeutiques spécifiques : le cancer ; les maladies immuno-inflammatoires ; l'hémophilie ; les maladies rares ; les virus dont notamment la Covid-19. Il nous faut donc étudier ces pathologies, leur biologie compliquée avec de multiples variantes, les populations de malades, les différents phénotypes, de manière extrêmement précise. »

Et d'expliquer que la R&D dans ce domaine, fait appel à beaucoup de sciences (biologie, chimie, physique, chromatographie, médecine, ingénierie...), mais aussi beaucoup de mathématiques (probabilités, statistiques...) et maintenant d'Intelligence Artificielle.

Le Deep Learning sélectionne plus vite les molécules

« Aujourd'hui nous évaluons en recherche l'utilisation du Deep Learning couplé au HPC pour trouver dans l'espace des molécules chimiques (1060 à 1080), un sous-ensemble de molécules qui auraient les propriétés chimiques que nous souhaitons, ainsi que les capacités en termes d'activité et de tolérance, pour répondre au besoin thérapeutique envisagé. Nous travaillons également à l'application de ce type de méthodes sur des molécules biologiques issues de culture cellulaire, afin de fabriquer un anticorps qui pourra attaquer un antigène connu comme responsable d'une pathologie donnée. C'est un espace d'innovation considérable qui s'est ouvert, avec lequel nous espérons avoir des résultats intéressants dans un futur proche. »

L'IA pour mieux cibler les essais cliniques

L'IA est aussi largement utilisée dans la phase de test chez l'humain. « Nous testons ainsi un algorithme de Deep Learning pour étudier des images cellulaires issues de malades, afin d'identifier et de mesurer avec précision leur degré d'exposition à un antigène particulier. Nous allons cibler celui-ci avec un anticorps basé sur une de nos molécules. Cet exercice nous permettra de prédire l'activité de notre produit. Pour cela, nous allons simuler les essais cliniques selon les méthodes traditionnelles (essais randomisés) avec



des méthodes d'analyse traditionnelles (modèle de régression de Cox). On va en déduire qu'elle est la probabilité qu'un essai clinique conduit chez ces patients soit conclusif. Cela n'a pas encore été fait, mais cette approche permettrait de cibler avec beaucoup de précision la population de malades que nous souhaitons traiter, en étant quasiment sûr de l'efficacité du traitement. »

Les technologies numériques ont aussi très largement utilisées chez Sanofi pour bâtir des modèles prédictifs en traitant les données collectées en temps réel via des capteurs. Ils servent à évaluer et optimiser les processus de fabrication pour faciliter la prise de décisions précises. Enfin ces technologies servent aussi à gérer le volume de connaissances considérable accumulé par Sanofi depuis des décennies.

Une industrie en profonde mutation

Une utilisation des technologies numériques qui implique une profonde mutation de l'industrie pharmaceutique. « Depuis 5 ans nous avons vu les autorités d'enregistrement des grandes régions du monde (Europe, USA, Chine, Japon) commencer à adopter ces nouvelles techniques pour évaluer de nouvelles molécules qui découvertes sur la base d'algorithmes d'IA. Ce qui va induire dans les prochaines années une profonde mutation de l'industrie pharmaceutique et de sa R&D, car les données, la technique, les méthodes d'analyse et la capacité de calcul auront fondamentalement transformé le procédé intellectuel qui aboutit à la création d'un nouveau médicament. »



La session plénière s'est achevée par les présentations de deux fournisseurs de technologies. **Trish Damkroger**, Vice President d'**Intel Data Center Group**, a ainsi expliqué comment le fabricant de processeurs adapte ses produits pour être au cœur de la convergence HPC/IA.

« Le rôle des technologies numériques n'a jamais été aussi évident que durant cette pandémie. A la fois pour essayer de trouver des remèdes, mais aussi pour maintenir le fonctionnement des écoles et des entreprises, avec le travail à distance sur une échelle jusque là in-envisagée. »

« Grâce à la croissance des cas d'usage utilisant l'IA de nombreuses équipes entrent dans une nouvelle ère du calcul et de la modélisation. La convergence du HPC et de l'IA permet d'accélérer de nombreuses simulations et des modèles créés par l'IA remplacent des modèles traditionnels. »

Une architecture adaptée à la convergence IA/HPC

« Pour accompagner cette convergence, nous avons développé l'**Intel XPU Strategy**. Elle mixe CPU, GPU, FPGA et des accélérateurs spécifiques, avec du Deep Learning au niveau Data Center et Edge Computing, le tout autour d'un standard ouvert de modèle de programmation unifié. L'objectif étant de simplifier le développement d'applications et leur portabilité. »

« La convergence entre HPC et IA est le point d'inflexion critique pour l'industrie du HPC et Intel est l'un des partenaires clé pour y arriver. Notre processeur **Xeon** est



optimisé pour cela avec les **Advanced Vector Extensions 512** qui accélèrent les applications HPC, le **DL Boost** accélère les applications d'IA, enfin la mémoire persistante **Optane** accélère le Data Analytic et les applications d'IA. Alors que la version **Cascade Lake** de notre processeur Xeon de 2019

utilisait une technologie de gravure 14 nm, la version **Ice Lake** de cette année utilise une technologie 10 nm et que la version **Sapphire Rapids** de 2021 verra arriver une nouvelle génération de DL Boost l'Advanced Matrix Extension (**AMX**). Du côté des GPU l'architecture **Xe** est très polyvalente s'adaptant des machines classiques aux supercalculateurs, du TFlops à l'exascale. Le nouveau processeur **PonteVecchio** utilisant une technologie 10 nm sera quant à lui dédié aux machines HPC. »

« Nous avons aussi travaillé avec l'écosystème pour mettre au point **oneAPI**, afin de faciliter la programmation à travers de multiples types de processeurs et d'accélérateurs, CPU, GPU et FPGA, qu'il s'agisse de traiter des données scalaires, vectorielles, matricielles ou spatiales. »

« Nous sommes donc prêts pour vous aider à construire un futur tout en convergences, qu'il s'agisse de processeurs, d'architecture, de mémoire, d'interconnexion, de sécurité ou de logiciel. »



Dernier intervenant, **Kevin D. Kissell**, CTO de **Google**, qui a décrit comment les solutions hybrides sont les plus efficaces pour s'adapter à la complexité d'un monde changeant.

« Le déploiement de solutions hybrides HPC/Cloud, combinant des infrastructures HPC locales avec des ressources dans le Cloud, fonctionne déjà, par exemple dans le domaine de la physique des hautes énergies. Ainsi dès 2016 nous avons aidé le FermiLab à doubler le nombre de cœurs de processeurs accessibles via le HEPCloud, le Cloud de la communauté des spécialistes de la physique des particules, en le connectant à notre Cloud via HTCondor. En 2019, nous avons aidé le CERN à reproduire la découverte du boson de Higgs en utilisant la technologie Kubernetes. Ce système Open Source fournit une plate-forme automatisant le déploiement, la montée en charge et la mise en œuvre de conteneurs d'application sur des clusters de serveurs. Elle était utilisée ici avec notre Google Container Engine (GKE) pour traiter 70 TB de données en utilisant 20 000 cœurs de processeur virtuels. »

Mixer Machine Learning et HPC

Il a aussi donné un autre exemple d'hybridation dans le domaine de la prédiction météo où le **Google Brain Research Team** a travaillé pour la **NOAA** (National Oceanic and Atmospheric Administration). Ils ont remplacé la simulation physique traditionnelle par l'analyse optique d'images satellite pour réaliser les prévisions de précipitations, en fonctionnant sur un réseau de neurones de plus de 256 Google TPU, ce modèle baptisé **MetNet** s'est révélé beaucoup plus précis et beaucoup plus rapide que la simulation traditionnelle.



Le quantique n'échappe pas à l'hybridation

Il a expliqué que dans le domaine de l'informatique quantique, on retrouve aussi des applications hybrides mixant les méthodes variationnelles et classiques. Ainsi un modèle quantique paramétrique d'un système peut être optimisé de manière itérative en utilisant des algorithmes classiques. « Cela a permis cette année de modéliser la molécule de diazène H₂N₂ avec suffisamment de précision pour simuler la formation des deux isomères en Cis et Trans, sur un de nos processeurs **Sycamore**. Une avancée importante montrant l'intérêt de l'informatique quantique dans le domaine des sciences. »

Kevin Kissell a aussi présenté d'autres applications hybrides dans la gestion des grandes catastrophes climatiques pour anticiper et organiser les évacuations préventives des zones touchées, ou la calibration de détecteurs de neutrinos.

« On voit l'intérêt des solutions hybrides mixant simulation numérique, IA, HPC, quantique, Cloud, etc., dans de multiples domaines. Elles offrent plus de possibilités de traitement, plus de puissance pour traiter plus rapidement des problèmes toujours plus complexes. Ce sera la solution pour faire face aux défis du futur dans les domaines de la santé avec les pandémies ou du changement climatique. », a-t-il conclu.

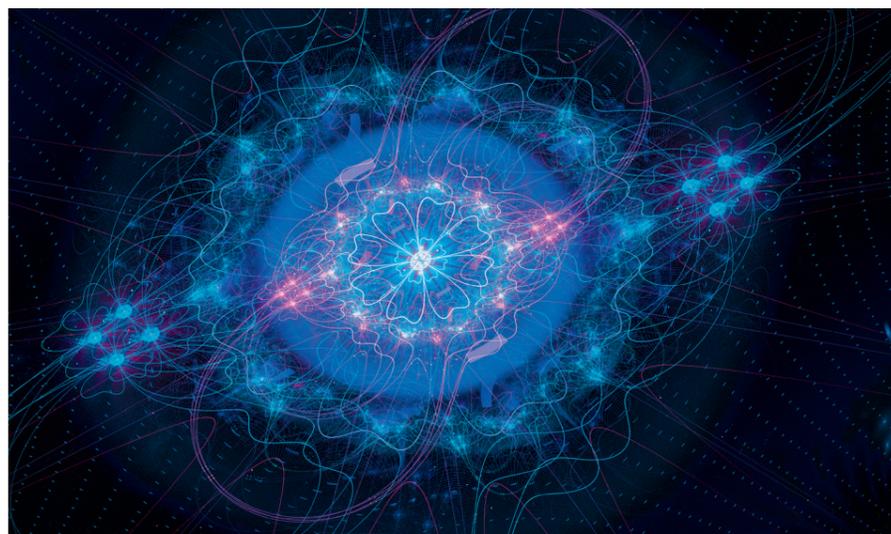


Table ronde

Une Table Ronde animée par Julien Bergounhoux, rédacteur en chef de *L'Usine Digitale*, a été consacrée aux technologies du numérique (HPC / HPDA) dans le domaine de la santé avec un important focus sur la COVID-19.



Xavier Vigouroux,
HPC, AI & Quantum
Strategic Collaborations
Coordinator, **Atos**,
Platinum Sponsor



James Coomer,
Senior VP product,
DDN,
Platinum Sponsor



Thierry Pellegrino,
VP & General
Manager of HPC,
Dell Technologies,
Platinum Sponsor



Pierre Hoffer,
Directeur HPC & IA
**Hewlett Packard
Enterprise**,
Platinum Sponsor



Michael Mcmanus,
Director, Precision
Medicine & Principal
Engineer, **Intel**,
Platinum Sponsor



**Jacques-Charles
Lafoucriere**,
Chef de projet
informatique, **CEA**,
Gold Sponsor



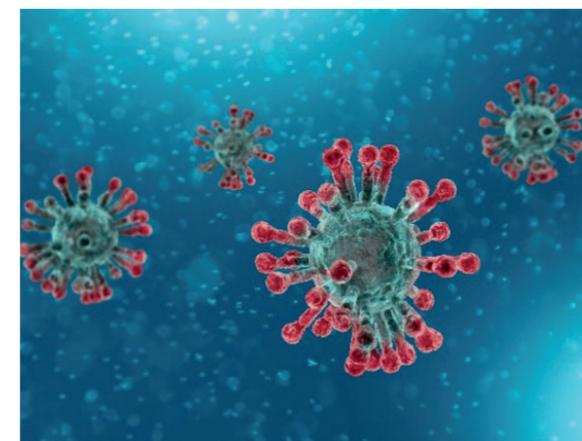
**Pierre
Puigdomenech**,
President,
Do IT Now,
Gold Sponsor

La crise sanitaire causée par la pandémie de COVID-19 a bouleversé l'économie, forçant les entreprises et la société toute entière à s'adapter et à trouver de nouveaux modes de fonctionnement. Une adaptation rendue en grande partie possible grâce aux technologies numériques. Elles jouent notamment un rôle crucial

dans la santé, que ce soit en permettant de nouveaux usages de télémédecine pour le suivi des patients à domicile ou en analysant de grandes quantités de données de façon intelligente pour mieux modéliser l'évolution des foyers épidémiques.

Le HPC et le HPDA ont en particulier un rôle crucial à jouer pour accélérer la découverte de nouvelles molécules médicamenteuses ou le développement de vaccins, mais aussi pour rendre possible une médecine personnalisée au travers de jumeaux numériques de l'être humain. La France dispose de compétences de premier plan dans ces domaines, mais va-t-elle se donner les moyens d'être pionnière plutôt que suiveuse ? Et comment ces avancées technologiques doivent-elles être encadrées pour s'assurer que ces données sensibles ne tombent pas dans de mauvaises mains ?

Les acteurs majeurs du HPC, du Big Data et de la Simulation y ont débattu des enjeux technologiques mais aussi sociétaux de ces nouveaux usages dans ce domaine d'applications particulièrement critique.



Les 6^{es} Trophées de la Simulation et de l'IA

Les Trophées de la Simulation et de l'IA 2020, organisés avec l'Usine Digitale, en partenariat avec Ansys, le CEA, Inria et Smart 4D, ont récompensé des projets innovants ou des entreprises ayant mené une opération remarquable dans le domaine de la simulation numérique, du calcul haute performance, du Big Data ou de l'IA, ou encore de leur application à la santé.

Compte tenu des contraintes liées à la pandémie du COVID-19, la remise des Trophées a été réalisée en studio quelques jours avant le Forum Teratec 2020 puis retransmise sous forme de vidéo le mardi 13 octobre après-midi sur la plateforme digitale du Forum Teratec.

→ Trophée STARTUP sponsorisé par le CEA

Nominés : Cortexia, Numalis et Sarus Technologies

Lauréat : **Numalis** pour le projet Spoa-AI qui fournit les premières garanties formelles sur des IA.

Numalis est une société d'édition de logiciels spécialisée dans la conception d'outils permettant d'assurer la fiabilité de systèmes d'IA. L'outil Spoa-AI fournit les premières garanties formelles sur des IA. En effet, la vision de Numalis est de dépasser les validations par essais qui ne sont pas suffisantes pour permettre une adoption généralisée de l'intelligence artificielle dans l'industrie. Grâce à ses techniques d'analyses formelles, Numalis prévoit l'ensemble des comportements possibles et les risques associés à l'usage d'une IA. Numalis accompagne toutes les entreprises ayant des projets aussi divers que du traitement d'images embarqué ou de la maintenance prédictive.

Le développement technologique de Numalis se combine avec son activité d'éditeur des standards ISO sur l'intelligence artificielle. Sous la direction du PDG de Numalis, un premier document sera publié en 2020 (ISO 24029-1), qui va permettre aux industries de connaître l'ensemble des techniques de validation d'IA. Un projet de standard international sur l'usage des méthodes formelles est également porté par Numalis (ISO 24029-2). Ces standards vont améliorer les bonnes pratiques de l'ensemble de l'industrie concernant l'usage des IA. Ces documents permettent à tous de se référer à un référentiel commun dont les produits de Numalis permettent de s'assurer. (Source L'Usine Digitale)

→ Trophée PME sponsorisé par Ansys

Nominés : Agenium Scale, Savoie Transmissions et Tweag

Lauréat : **Tweag** pour les Simulations reproductibles et paramétrables de modèles de biologie des systèmes.

De nombreux outils existent pour modéliser des systèmes en biologie et produire des workflows de tâches de simulations et d'analyse de donnée, mais aucun de ces outils ne fournit une distinction claire entre les métiers de modélisateur et d'ingénieur data/logiciel, ni ne facilite la tâche du modélisateur lors de l'expérimentation et l'exploration de l'espace de paramètres d'un modèle.

Les outils existants mêlent souvent la définition des tâches et leur configuration, qui doivent donc être édités à la fois par les développeurs et les modélisateurs. Notre solution permet de séparer clairement ces deux aspects, avec d'un côté la définition des tâches par les développeurs et de l'autre leur configuration (entrées, sorties,

paramètres, etc..) dans une interface séparée. Cela permet à l'utilisateur final (modélisateur ou data scientist) de s'abstraire au maximum de tout l'aspect infrastructure et des détails d'implémentation de la simulation en elle-même pour se concentrer sur la modélisation et l'expérimentation.

Dans le même temps, cette séparation apporte un avantage considérable à l'exécution puisqu'elle permet de réutiliser des résultats d'évaluations précédentes ? ce qui n'est pas possible dans le cas général car le système ne connaît pas précisément les entrées et les sorties de chaque étape du workflow ? et ainsi d'éviter des calculs longs et coûteux. (Source L'Usine Digitale)

→ Trophée Innovation sponsorisé par Inria

Nominés : Cosmo Tech & Renault, Eramet, Numalis et Tweag

Lauréat : **Cosmo Tech & Renault** pour le projet Cosmo Tech Supply Chain qui est une solution SaaS de jumeaux numériques d'entreprise conçue pour simuler et optimiser l'efficacité opérationnelles des industriels.

Données historiques, jumeaux numériques organisés en silos... Les solutions existantes reposent sur des éléments incomplets pour proposer une réponse aux challenges des industriels. Cosmo Tech Supply Chain, est une solution SaaS de jumeaux numériques d'entreprise conçue pour simuler et optimiser l'efficacité opérationnelles des industriels et développée en partenariat avec Renault.

Cette innovation réside dans la puissance de la plateforme technologique Cosmo Tech qui permet de créer des modèles génériques de chaque processus industriels et de les adapter à chaque cas d'usage. Au-delà de l'exploitation des données existantes, ces jumeaux numériques d'entreprise ont une faible sensibilité aux

données historiques et permettent de modéliser les ressources physiques, humaines et financières, ainsi que toutes les interconnexions dans le processus d'une entreprise.

Dans cette logique, l'application a été développée pour simuler le fonctionnement futur d'une supply chain. Ainsi, Renault a pu simuler l'évolution de sa supply chain en testant un nombre illimité de scénarios (prédiction) et grâce à des algorithmes d'optimisation basés sur la simulation (prescription) a trouvé des plans d'action exécutables optimales et robustes, décrivant chaque étape à suivre, le tout à n'importe quelle échelle de temps. (Source L'Usine Digitale)

→ Trophée Co-Design sponsorisé par Smart 4D

Nominés : Cerfacs & Akira & Safran, Cosmo Tech & Renault et Sitowie

Lauréat : **Cerfacs & Akira & Safran**, Vers un double digital d'un moteur complet.

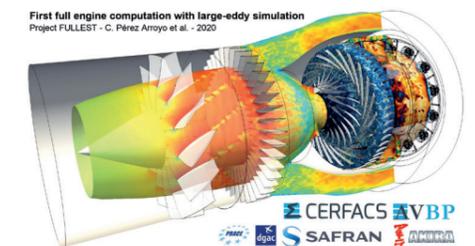
L'optimisation des systèmes de propulsion aéronautique à l'aide des outils de mécanique des fluides numérique est essentielle pour augmenter leur efficacité et réduire les émissions de polluants ainsi que de bruit. Dans l'industrie, ces simulations sont réalisées sur des parties isolées du moteur (soufflante, compresseur, chambre de combustion etc..), appelées composants, en négligeant leurs interactions. Cette hypothèse simplificatrice peut générer des erreurs d'estimation de performance, de durée de vie ou d'opérabilité des moteurs complets et peuvent impacter en coût et délai les programmes de développement.

De plus, les codes de calcul permettant la simulation de ces configurations industrielles sont en général basée sur une modélisation de la turbulence plutôt que sa résolution afin de limiter le coût des calculs. Cela se fait au prix d'une prédiction moins fine de la physique, et donc d'une moins bonne prévision des performances et du comportement global de la machine. Seules des simulations multicomposants, instationnaires et haute-fidélité, voire moteur complet ont le potentiel de permettre d'appréhender au plus tôt dans la conception ces effets d'intégration et d'installation.

Malheureusement de telles simulations ont été impossibles jusqu'ici, car les logiciels nécessaires comme les ressources informatiques étaient insuffisants. Ces verrous viennent d'être levés par le CERFACS dans le cadre du projet DGAC ATOM en cours, financé par la DGAC et Safran. La méthodologie a été éprouvée pour la première fois sur le moteur DGEN380 d'AKIRA Technologies, en permettant un calcul haute-fidélité instationnaire soufflante / compresseur / chambre de combustion.

L'objectif principal de ce projet est l'étude de l'interaction entre les différents composants du moteur, de l'entrée (soufflante) à la chambre de combustion. Plusieurs résultats préliminaires ont déjà été constatés et mettent en évidence l'interaction forte qu'a le compresseur haute pression avec son environnement, ayant à la fois un impact vers l'amont avec la soufflante, générant du bruit, et vers la chambre de combustion en aval. Ces résultats préliminaires pourraient avoir des conséquences dans la conception des turbomachines modernes puisque le bruit et les instabilités de combustion sont deux thématiques majeures.

Au-delà, cette simulation haute-fidélité instationnaire du moteur complet a pour ambition de servir d'expérience numérique pour 1/ valider et améliorer les codes de simulation plus basse fidélité et 2/ étudier des phénomènes physiques complexes, parfois intuitifs par les expérimentateurs et concepteurs mais qui n'ont pas encore pu être montrés à cause de la difficulté, voir même l'impossibilité, d'instrumenter un moteur d'avion réel. (Source L'Usine Digitale)



→ Trophée COVID-19

Nominés : Dassault Systèmes, ESI Group et Octo Telematics

Lauréat : Deux projets ex-aequo **Dassault Systèmes** : Réduction des risques de propagation de particules contaminées par simulation et **ESI Group** : Projet COVID 19 : retour à des lieux de travail plus sûrs.

Dassault Systèmes

En plein milieu du pic épidémique de COVID19 en France, les équipes de simulation de DASSAULT SYSTEMES ont travaillé avec certains hôpitaux pour leur permettre d'identifier les risques de propagation de particules contaminées émises par des patients COVID19. Avec l'hôpital Saint-François à Marange-Silvange, où la grand-mère, d'un des ingénieurs à l'origine de ces études, a été soignée, les simulations ont permis de mettre en lumière le fait que l'air circulait de la zone COVID vers une zone EHPAD.

Avec l'Institut Montsouris, un étage complet, accueillant des patients COVID, a été simulé en été et en hiver. Alors qu'en hiver, la propagation semblait limitée, la prise en compte de l'impact de la canicule changeait complètement les conclusions. Le mouvement naturel de transport d'air chaud vers les zones froides de l'hôpital augmente donc considérablement les risques de propagation d'un virus notamment dans des salles de réunion de médecin et les salles d'attente qui étaient auparavant saines. (Source L'Usine Digitale)



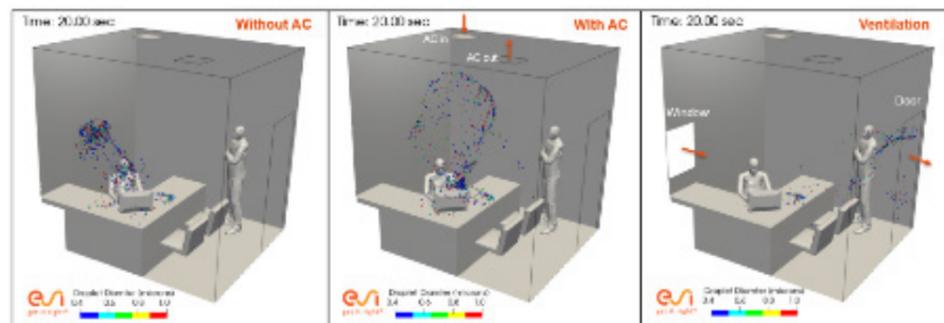
Dès lors, grâce à la simulation, l'entreprise a proposé au directeur de l'hôpital d'ouvrir des fenêtres dans des endroits stratégiques pour casser ce mouvement d'air naturel et mieux protéger la zone EHPAD. Le directeur a aussi utilisé les résultats de simulation pour sensibiliser son personnel aux risques aérosol notamment dans les couloirs et réaménager les espaces communs pour limiter les risques.

ESI Group

Face aux questions de leurs propres équipes sur la sécurité des locaux à cause du Covid que ce soit pour le maintien de la distanciation sociale, la circulation dans les couloirs et espaces partagés, le travail en open space, le fait que la climatisation soit sûre ou non... ESI Group a décidé d'utiliser ses propres bureaux et conditions de travail pour étudier la circulation du virus et étudier les différents choix possibles pour pouvoir prendre les meilleurs décisions pour assurer des lieux de travail sûrs pour ses équipes.

climatisation a également donné des résultats encourageants, en particulier lorsque le conduit de retour se trouve directement au-dessus de la personne concernée.

Les résultats permettent de mesurer l'importance de l'identification des zones mortes (endroit avec des poches d'air empêchant une circulation de l'air) pour prévoir les circulations et règles adéquates. L'expertise des équipes a également servi à appliquer ces simulations aux lignes d'assemblages, une préoccupation clé pour les clients. Ce travail est aujourd'hui mis à disposition de ceux-ci qui y trouvent un intérêt particulier alors que la réouverture des bureaux mais aussi des usines s'accélèrent. (Source L'Usine Digitale)



→ Grand Prix du Public

Lauréat : **Cortexia** pour le projet de Pilotage de la propreté urbaine par l'IA.

La solution permet de piloter la propreté urbaine par l'IA. Cette solution est actuellement en fonction dans des villes suisses et en Île-de-France. Elle est en cours de validation dans les villes européennes. (Source L'Usine Digitale).

Des véhicules de la ville sont équipés de caméras et d'intelligence artificielle embarquée qui reconnaissent et comptent les déchets (mégots, papiers, crottes, etc). Le traitement est fait instantanément, sans que les images ne soient transmises, respectant la vie privée. Un index traduit le niveau de propreté mesuré. La voirie peut visualiser l'état de la ville par 3 couleurs sur la carte : vert, conforme au niveau voulu, bleu, trop propre, nettoyer ces rues n'est pas nécessaire et rouge, zone où il faut intervenir. La carte signale aussi des déchets critiques comme des masques covid ou des briques de verre, afin d'intervenir rapidement.



Le pilotage de la propreté par des données objectives permet ainsi d'optimiser l'utilisation des ressources et de préserver l'environnement (émissions de CO2 des balayuses, consommation d'eau des laveuses, moins de déchets dans l'environnement). Les villes qui utilisent cette approche ont démontré des gains d'efficacité supérieurs à 10%.

Partenaires des Trophées de la Simulation et de l'IA :



Les Trophées de la simulation et de l'IA sont organisés par :



Ateliers techniques et applicatifs Technologies émergentes et nouveaux secteurs d'application du HPC/HPDA et de l'IA

Cette édition digitale du Forum Teratec a proposé 6 ateliers techniques et applicatifs pour bien appréhender les apports du HPC, de la simulation numérique, du Big Data et de l'apprentissage par les données (IA), au service de la compétitivité des entreprises.

Organisés sous forme de webinars, ces ateliers thématiques ont donné la parole à des experts internationaux de renom et des industriels qui ont présenté des mises en œuvre et des développements novateurs de ces technologies prometteuses. Cela a été une occasion unique pour tous les participants de se faire leur propre opinion sur les grands secteurs où ces technologies vont jouer un rôle de premier plan.

Données satellites et environnement : du foisonnement des applications à l'émergence de réponses structurées

Présidé par **Laurent Boisnard** (CNES)

Avec la participation de :

- **Rémi Cresson** (CNES)
- **Alice Froidevaux** (QuantCube)
- **Andrea Filippini** (BRGM)
- **Guillaume Eynad-Bontemps** (CNES)
- **Tina Odaka** (Ifremer)

- **Karim Ramage** (CNRS)
- **Alain Arnaud** (Mercator Ocean)
- **Frederic Vallois** (Thales)
- **Sophie Ricci** (Cerfacs)

En 2020, le volume des données d'observation de la Terre collectées en une seule année par la flotte des satellites Sentinel du programme Copernicus dépassera l'ensemble des données d'imagerie haute résolution collectées depuis 30 ans en Europe. Cette massification des données, appelée à s'accroître encore avec l'arrivée de nouvelles constellations privées, et combinée à la grande variété des capteurs et variables mesurées (imagerie optique multi-spectrale/radar, sondage atmosphérique, altimétrie) est à l'origine d'un puissant mouvement vers les technologies HPC, HPDA, Cloud Computing et Big Data nécessaires à l'ingestion, au stockage et au traitement de ces données, ainsi qu'à leur utilisation et valorisation. S'ajoute à ce phénomène une forte émergence de l'IA (Machine Learning/Deep Learning) dans les géosciences, portant la capacité ou le potentiel d'extraction d'information à grande échelle à un très haut niveau.

L'atelier a été l'occasion de présenter, au travers d'applications thématiques délibérément variées illustrant la richesse du domaine : météorologie océanique, dynamique du littoral, occupation des sols et agriculture de précision, croissance urbaine..., un certain nombre de développements en

cours, impliquant acteurs publics et privés, qu'il s'agisse de projets d'infrastructures d'accès aux données misant sur des architectures hybrides ou interopérables, de services de production d'analytics ciblées, ou de cas démonstratifs de laboratoires virtuels (science test beds ou virtual research environments) permettant le test de modèles ou d'algorithmes sur des infrastructures de calcul intensif.

Les initiatives structurantes nationale et européenne pour l'accès aux données ont été au cœur de cet atelier, avec notamment l'Infrastructure de Recherche Data Terra et le DIAS Wekeo Copernicus.



© CNES

Jumeau numérique en médecine Sommes-nous [im]patients ?

Présidé par **Philippe Gesnoux** (Inria)

Avec la participation de :

- **Philippe Moireau** (Inria)
- **Sylvia Julien** (Ipsen)
- **Mariano Vázquez** (ELEM Biotech)
- **Francisco Chinesta** (ESI Group)

- **Arnaud Rosier** (Implicit)
- **Hugo Talbot** (SOFA)
- **Cecile Bonnard** (3DS)

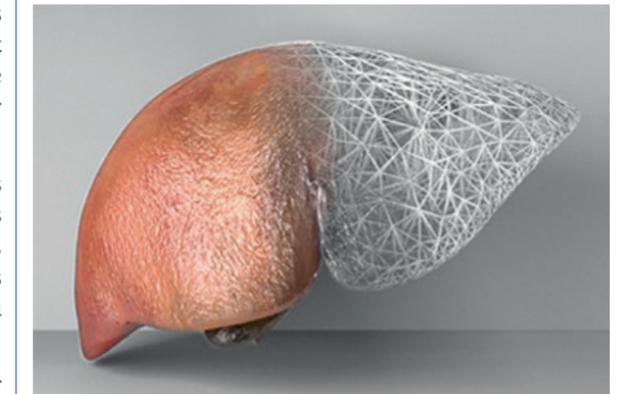
La plus grande disponibilité de données sous forme numérique ainsi qu'un accès facilité à des moyens de calculs puissants ont contribué à la diffusion des approches dites d'intelligence artificielle dans le domaine de la santé. Elles sont présentées comme déterminantes pour développer une médecine préventive et personnalisée. Pour autant, l'intelligence artificielle ne s'oppose pas voire complète les travaux de modélisation du vivant entrepris depuis des décennies. Les chercheurs, souvent dans un environnement pluridisciplinaire, développent des modèles numériques, de l'échelle moléculaire à celui de populations en passant par les organes et le corps entier.

Combinés à des outils de simulation, ces méthodes mathématiques peuvent permettre d'obtenir des représentations précises de l'anatomie et de la physiologie, tout d'abord sous une forme générique puis, enrichies des données du patient, d'obtenir un avatar ou jumeau numérique du patient.

Ces jumeaux numériques peuvent permettre de simuler des essais cliniques comme des interventions mais aussi

constituer des aides au diagnostic et de tester en avance différentes stratégies thérapeutiques.

A l'occasion de Forum Teratec, des industriels et des chercheurs ont partagé leur vision, exposé leurs travaux et présenté des exemples d'applications concrètes de l'approche "Jumeau Numérique" en médecine.



© Frederick Roy, Inria

Calcul quantique : quoi de neuf chez les QuBits ?

Présidé par **Philippe Duluc** (Atos)

Avec la participation de :

- **Philippe Duluc** (Atos)
- **Iordanis Kerenidis** (CNRS)
- **Georges-Olivier Raymond** (Pasqal)
- **Kevin Kissell** (Google Cloud)

- **Valérian Giesz** (Quandela)
- **François Perruchot** (CEA-Leti)
- **Vivien Londe** (Microsoft)

Au cours des 20 dernières années, de nombreuses équipes ont investigué et démontré diverses technologies pour le calcul quantique, mais les toutes dernières années ont vu une forte accélération dans l'annonce des plateformes et l'émergence de nouveaux acteurs.

Cet atelier a présenté quelques-unes des évolutions les plus récentes portées par une large palette d'organisation,

depuis des start-ups européennes jusqu'à des entreprises globales bien connues. Nos présentateurs ont partagé leurs réflexions et leurs succès, couvrant des technologies aussi diverses que les qubits à base d'atomes de Rydberg, la suprématie quantique de Google, les qubits photoniques, les qubits de spin et les qubits topologiques. En début d'atelier, le point sur le Plan national français pour le quantique a été fait.



IA et calcul scientifique : accélérer l'innovation dans les domaines académiques et industriels

Présidé par **Eric Petit** (Intel) et **Michaël Krajecki** (Agence de l'Innovation de Défense)

Avec la participation de :

- **David Sadek** (Thales)
- **Patrick Gallinari** (Criteo AI Lab)
- **Thomas Bouabca** (Deezer)
- **Iordanis Kerenidis** (CNRS)
- **Mathilda Rhodes** (Airbus)
- **Yaroslav Nikulin**, Senior Research Scientist, (Therapixel)

L'IA et les données massives ont déjà révolutionnées un grand nombre de technologies grands publics tel que les moteurs de recherche, la traduction automatique, les publicités et services ciblés, la conduite autonome...

Ce domaine en forte croissance amène ses propres outils logiciels et besoins matériels afin de répondre aux besoins scientifiques et au développement de solutions industrielles. Le HPC traditionnel et la simulation numérique ont une longue histoire dans la résolution de problèmes concrets, avec des savoir-faires, des outils logiciels établis, et des méthodologies éprouvées et normalisées. Après de premiers travaux pionniers dans le domaine, il existe maintenant

une tendance claire pour de nombreuses applications de simulation pour la convergence des méthodes classiques de calcul numérique et l'intelligence artificielle.

Dans cet atelier, après la présentation d'un cas représentatif d'un système de recommandation à base d'IA pour la diffusion de musique au grand public, il a été proposé d'explorer les nouveaux usages des données et de l'IA dans plusieurs domaines variés de la simulation numérique, de la cybersécurité, de l'imagerie médicale et des nouvelles opportunités tant académique qu'industriel qu'ouvrent les progrès en technologies quantiques et neuromorphiques.

Cloud Computing et HPC : une complémentarité au service de nouveaux usages

Présidé par **Philippe Bricard** (UCit)

Avec la participation de :

- **Wim Slagter** (Ansys)
- **Gilles Tourpe** (AWS)
- **Guillaume Martinat** (Flying Whales)
- **Jean-Frédéric Thébault** (Storengy)
- **Guillaume Trainar** (Rescale)
- **Philippe Peron** (emotors)
- **Alexandre Jean** (Microsoft)
- **Gabriel Sallah** (Microsoft)

On a souvent opposé le HPC On-Premises et le Cloud Computing en les confrontant aux scénarios d'utilisation historiques des centres de calcul. Depuis quelques années, l'émergence de workflows complexes, distribués et hybrides, centré sur la donnée conjuguée au besoin de flexibilité et de réactivité que rencontrent toutes les industries c'est bien de complémentarité qu'il s'agit.

A travers les interventions d'utilisateurs et d'acteurs de cette transformation, l'atelier en abordant les thématiques de la mobilité, de la qualité de l'air, du véhicule autonome ou de la formation a illustré ces nouvelles capacités dont la communauté HPC peut d'ores et déjà bénéficier.



Parlez-vous Exascale ? Vœux irréaliste ou réel saut en avant ?

Présidé par **Guillaume Colin de Verdière** (CEA DAM) et **Jean-Philippe Nominé** (CEA DAM)

Avec la participation de :

- **Estela Suarez** (JSC)
- **Jacques-Charles Lafoucrière** (CEA DAM)
- **Jean-Thomas Acquaviva** (DDN Storage)
- **Steve Oberlin** (Nvidia)
- **Olivier Franza** (Intel)
- **Arnaud Bertrand** (Atos)
- **Bradley McCredie** (AMD)

L'Exascale reste une barrière symbolique pour la communauté mondiale du HPC : même si la date rêvée de son franchissement a parfois pu être remise en cause, 2020 sera sans doute l'année des premiers déploiements quasi-exascale ou de performance crête à l'exaflops.

A ce jour, l'Exascale ne saurait toutefois plus se limiter à une telle définition monolithique de performances. Nous aurons besoin de Flops, de Bytes, de puissance de traitement diversifiée en précision flottante on entière ; mais aussi de mixité de technologies hétérogènes, de solutions calcul/données plus modulaires que dans le passé. Il s'agit en effet de traiter une variété de besoins en simulation numérique, traitement et analyse massifs de données, apprentissage machine et IA, de plus en plus combinés et imbriqués en workflows complexes.

Nous avons demandé à des experts réputés de grands centres de calculs ou de grands constructeurs de supercalculateurs de nous livrer leur vision et de nourrir la discussion avec l'auditoire.



L'exposition virtuelle

L'exposition virtuelle du Teratec Digital Forum 2020 a présenté les solutions de 60 exposants et proposé plus de 3 200 RDV d'affaire.

Cette exposition 100% digitale a permis à notre communauté de créer des échanges, de rencontrer des partenaires et de nouveaux fournisseurs et de poursuivre son activité.

Les participants ont ainsi :

- consulté la liste des exposants et découvert leurs dernières innovations ;
- sollicité les experts du domaine qui les intéressaient ;
- obtenu des rendez-vous d'affaire en visioconférence dans leur espace sécurisé ;
- téléchargé la documentation qu'ils souhaitent et visualisé les vidéos proposées par les exposants ;
- rencontré et échangé avec d'autres participants.



Le Forum Teratec 2020 a accueilli les organisations qui œuvrent au développement de l'infrastructure Européenne de super calcul et au succès de l'innovation technologique Européenne dans le domaine du HPC et dans les domaines connexes tels que le Big Data et IA, en particulier dans le cadre du programme Horizon 2020.

Europa Village a regroupé ainsi une vingtaine de Centres d'excellence, Centres de compétence, Projets de recherche européens, infrastructures et plateformes de services, associations et des organismes institutionnels. Europa Village a été un point de rencontre et d'échanges avec les différents acteurs européens, afin d'expliquer de manière concrète aux acteurs économiques et industriels la valeur ajoutée et les services proposés par l'écosystème européen du HPC.

Liste des exposants

- | | | |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| • ACTIVEEON | • DELL TECHNOLOGIES | • LENOVO |
| • AGENIUM SCALE | • DO'IT NOW | • LEXIS Project |
| • ALLIANCE SERVICES PLUS | • EMG2 | • MICRO SIGMA |
| • ALTAIR ENGINEERING | • ENERXICO Project | • MICROCARD |
| • AMAZON WEB SERVICES | • EoCoE-II | • MICROSOFT |
| • AMD | • ESIWACE Project | • MONT-BLANC Project |
| • ANEO | • ETP4HPC | • NEC HPC |
| • AQMO Project | • EUROCC | • PARATOOLS |
| • ARM | • ExaQUte | • POP-2 CoE |
| • ASPIDE Project | • EXDCI-2 | • RESCALE |
| • ATEMPO | • GENCI | • SCALITY |
| • ATOS | • GRAPHCORE | • STAUBLI RACCORD France |
| • BECHTLE DIRECT | • HEWLETT PACKARD ENTERPRISE | • T-SYSTEMS France |
| • CEA DAM | • HPC-BigData Project Lab | • UCIT |
| • CHEESE | • HPCWE | • UTOPIAE |
| • CYBELE Project | • INRIA | • WESTERN DIGITAL France |
| • DDN STORAGE | • INTEL CORP. | • XILINX |



22-23-24 JUNE | DIGITAL EVENT

SIMULATION |
HPC | HPDA
AI | QUANTUM



SITES WEB

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

- Riche en contenu, le site web teratec.eu présente l'association, son équipe, ses activités ainsi que celles de ses membres, ses réalisations.
- Le site campus-teratec.com présente la vocation de cette Technopole, ses potentialités d'accueil, son actualité et celle des entreprises et laboratoires qui y sont installés.



DOCUMENTATION PRINT & NUMERIQUE

Cette documentation, constituée d'une plaquette institutionnelle, de fiches thématiques et du rapport d'activité annuel, est disponible en print ainsi qu'en téléchargement sur notre site web.

La plaquette bilingue présente les activités de Teratec et de son Campus, vecteur d'innovation et de compétitivité pour la Simulation numérique haute performance (HPC/HPDA), l'Intelligence artificielle et le calcul quantique.



SOCIAL MEDIA

Teratec est aussi actif sur les réseaux sociaux à travers ses comptes LinkedIn et Twitter. Nous relayons régulièrement l'actualité des projets européens ainsi que celle de nos membres.

N'hésitez pas à nous suivre ainsi qu'à nous transmettre vos actualités !
 LinkedIn : [ter-tec](https://www.linkedin.com/company/teratec) - Twitter : [@Teratec_EU](https://twitter.com/Teratec_EU)

NEWSLETTER TERATEC



Cette newsletter, bilingue, est diffusée plusieurs fois dans l'année, en France et à l'international, à plus de 20.000 professionnels dans les domaines des technologies numériques, issus des mondes industriel, technologique et de la recherche.

La newsletter Teratec vous propose l'essentiel des actualités et événements sur la Simulation numérique haute performance (HPC/HPDA), l'Intelligence artificielle et le calcul quantique. Elle relaie également les avancées des projets de R&D dans lesquels les membres et partenaires de Teratec sont impliqués.

- Diffusion de 3 newsletters consacrés à Teratec et ses activités dont une sur la mobilisation de certains membres de Teratec face à la crise due à la pandémie du COVID-19.
- Diffusion de 10 newsletters consacrés Forum Teratec et son programme.



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.

PARTICIPATION À DES WEBINARS

La situation sanitaire exceptionnelle que nous traversons nous invite à nous adapter.

Les Webinars permettent de continuer à organiser des événements et d'y participer tout en respectant les normes actuelles/sanitaires.

Au-delà la transmission de l'information et de la connaissance sur des sujets passionnants, ils favorisent les échanges et le networking des participants, animant ainsi les communautés en attendant le retour des événements en présentiel.

SUPPLÉMENT DE L'USINE NOUVELLE

Teratec a contribué à l'organisation du supplément de l'Usine Nouvelle Hors-Série d'avril 2020

SIMULATION L'ÈRE DES JUMEUX NUMÉRIQUES

En versions française et anglaise avec une diffusion sur 3 marques : L'Usine Nouvelle, L'Usine Digitale et Industrie & Technologie

- 30.000 ex envoyés aux abonnés de L'Usine Nouvelle
- 5.000 ex envoyés aux abonnés d'Industrie et Technologies
- 20.000 ex mis à disposition des sponsors et de Teratec
- 2,7 millions de VU par mois sur usinenouvelle.com
- 610 000 VU par mois sur usine-digitale.fr
- 96 000 VU par mois sur industrie_techno.com



SOMMAIRE

- ENTRETIEN**
Bernard Charlès : « Il faut une vision holistique de la simulation »
- L'ESSENTIEL**
Renault optimise la production de ses moteurs
La réalité virtuelle se déploie chez Safran et Daher
Comment la France simule le climat
Daniel Verwaerde : « L'IA va s'inscrire dans les microprocesseurs »
- DOSSIER**
EN COUVERTURE
Un pied dans le réel, l'autre dans le virtuel
- STRATÉGIE
Le jumeau numérique donne vie à l'industrie 4.0
- AÉRONAUTIQUE
Les aviateurs passent à l'action
- CHIRURGIE
Les organes se mettent au virtuel
- DÉFENSE
Naval Group accélère la conception des navires
- URBANISME
La smart city se teste en virtuel
- SOUS-SOLS
Les jumeaux de l'invisible
- AUTOMOBILE
Les lignes de production se dédoublent
- FOCUS**
JEU VIDÉO
Flight Simulator repousse les limites du réalisme

→ **Contact Teratec :**

Wafa Salandre
 Responsable communication
wafa.salandre@teratec.eu



MEMBRES DE L'ÉCOSYSTÈME TERATEC

INDUSTRIELS UTILISATEURS



ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES



ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE



COLLECTIVITÉS LOCALES



AU CŒUR DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

SIMULATION
HPC/HPDA
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
CALCUL QUANTIQUE

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

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

- INDUSTRIELS UTILISATEURS
- ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES
- ENSEIGNEMENT & RECHERCHE

Rejoignez-nous!

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



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

Samir BEN CHAABANE,
directeur de projet
samir.ben-chaabane@teratec.eu

Marie-Françoise GERARD,
chefe de projet
marie-francoise.gerard@teratec.eu

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

Lucile GARNIER,
chargée de projets
lucile.garnier@teratec.eu

Wafa SALANDRE,
responsable communication
wafa.salandre@teratec.eu

www.teratec.eu