



RAPPORT D'ACTIVITÉS 2021



s o m m a i r e

- 4 • CALCUL INTENSIF #1 : UNE ANNÉE TOURNÉE VERS LE FUTUR
- 10 • LABORATOIRES ET LOGICIELS
- 12 • CALCUL INTENSIF #2 : LE RETOUR DU VECTORIEL
- 14 • CALCUL INTENSIF #3 : CALCUL INTENSIF POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
- 16 • CALCUL INTENSIF #4 : COMMUNAUTÉ NORMANDE DU HPC
- 18 • CALCUL INTENSIF #5 : CALCUL ENTREPRISES ET SIMSEO
- 20 • RÉSEAU RÉGIONAL SYVIK
- 24 • ÉTABLISSEMENTS DIRECTEMENT CONNECTÉS SUR SYVIK

Ci-dessus : structures cellulaires dans une détonation se propageant de la droite vers la gauche. En rouge : points triples traversant le front de détonation. Code : SD3D. H. Tofaili, G. Lodato, L. Vervisch, Coria UMR 6614 - CNRS, Insa et Université de Rouen Normandie.

En couverture (au centre) : vue en coupe d'une simulation 3D d'une flamme triple à haute pression ($P = 10$ MPa). La flamme se propage le long de la ligne stoechiométrique autour d'une poche de CH_4 à 300 K dans de l' O_2 à 300 K. Code : SitComb. F. Monnier, G. Ribert, Coria UMR 6614 - CNRS, Insa et Université de Rouen Normandie.

Page suivante : modélisation par éléments finis blocs à blocs (Cast3m) post-incendie d'une voûte sexpartite du cœur de la cathédrale Notre-Dame de Paris ; simulation d'un rapprochement des appuis vers l'intérieur de la cathédrale, champ des déplacements absolus amplifiés d'un facteur vingt. Modélisation réalisée dans le cadre du groupe de travail « Structure » du chantier scientifique CNRS/MCC sur Notre-Dame. Paul Nougayrede et Maurizio Brocato, Laboratoire GSA, ENSA Paris-Malaquais.

é d i t

Comme l'année précédente, 2021 a été fortement marquée par la pandémie qui a modifié - peut-être pour longtemps - nos interactions les uns avec les autres. L'accroissement de certaines ressources numériques pour le travail collaboratif, qu'on pensait transitoire, a dû être prolongé en 2021 et il le sera sans doute au-delà.

Dans ce contexte qui ne facilite pas la fluidité des échanges nécessaires à l'avancée des projets, l'année 2021 a cependant été une année de transition marquée par des évolutions notables dans plusieurs domaines.

Pour ce qui concerne le calcul intensif, le renouvellement des moyens de calcul lourds du Criann a été engagé : le financement a été verrouillé (Région Normandie, État et Union européenne) et la commande passée en fin d'année. Le nouveau calculateur, dont le nom reste à trouver, sera opérationnel fin 2022. Il disposera d'un sous-ensemble massivement parallèle, principalement destiné aux simulations numériques de grande taille, ainsi que d'une partie architecturée pour le traitement de données et l'intelligence artificielle. Ce calculateur bénéficiera notamment des dernières avancées dans les domaines des processeurs (CPU) x86, des accélérateurs GPU et du réseau d'interconnexion entre les nœuds de calcul.

Toujours dans le domaine du HPC, MesoNET est lancé ! Même si le projet de réseau de mésocentres a pris quelques mois de retard pour des raisons budgétaires, la comitologie est en place et les travaux ont officiellement démarré le premier octobre. L'assemblée générale des membres de MesoNET a validé en fin d'année le cahier des charges élaboré par le Criann, qui servira de base pour l'acquisition d'une machine vectorielle en 2022.

La plateforme technique du DataLab Normandie est en cours de migration sur des infrastructures hébergées

au Criann. L'opération a été retardée pour des raisons techniques et par manque de personnel, mais elle a été engagée et sera finalisée au premier trimestre 2022, sans impact pour les usagers.

Enfin, la décision de la Région Normandie de construire un centre de données (« CDR2 ») et de l'implanter sur la commune de Saint-Romain-de-Colbosc est doublement structurante pour le Criann et pour Syvik. L'existence d'un centre de données opérationnel à partir de 2025 couvrira à moyen et long terme les besoins des établissements d'enseignement supérieur et de recherche et permettra d'héberger dans des conditions optimales le plateau de calcul intensif du Criann. À plus court terme, la viabilisation de l'emprise foncière du CDR2 a été engagée par la Région Normandie et va permettre l'installation du nouveau calculateur commandé en fin d'année. Enfin, le choix de la localisation du CDR2 va permettre une consolidation, voire une extension de l'épine dorsale de Syvik, dans la mesure où l'ubiquité d'accès au centre de données est essentielle pour ses usagers.

L'année 2021 se termine donc avec plusieurs projets d'envergure lancés qui verront une concrétisation en 2022 et au-delà. Dans un contexte difficile, que ce soit du point de vue sanitaire ou de celui de l'augmentation significative des coûts de l'énergie, ils permettront de contribuer à moderniser et à rationaliser les infrastructures normandes pour la recherche.

DANIEL PUECHBERTY
PRÉSIDENT DU DIRECTOIRE DU CRIANN

Le rapport d'activités du Criann est présenté sous une forme synthétique afin de mettre en valeur les indicateurs retenus par thématique et pour évoquer les événements marquants de l'année écoulée. Ce document est également disponible sous forme électronique sur son site Web. Il est complété par un recueil des publications scientifiques des travaux exécutés sur les calculateurs du Criann.

calcul intensif #1

UNE ANNÉE TOURNÉE VERS LE FUTUR

AVEC LA DÉFINITION DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU FUTUR PLATEAU DE CALCUL INTENSIF ET LE LANCEMENT DU PROJET MESONET, L'ANNÉE 2021 MARQUE L'ENGAGEMENT DU CRIANN DANS PLUSIEURS ACTIONS DÉTERMINANTES POUR LES PROCHAINES ANNÉES.

BILAN DE PRODUCTION ANNUEL DE MYRIA

La production d'heures de l'année 2021 sur le calculateur Myria s'élève à 56,7 millions d'heures.cœur et retrouve quasiment son niveau de 2019, c'est-à-dire celui d'avant la crise sanitaire. Il s'agit là des heures comptabilisées au niveau du système d'exploitation, indicateur « historique » présenté jusqu'alors par le Criann en raison de sa robustesse. Les heures d'occupation effective des cœurs de calcul s'élèvent à plus de 70 millions. Ainsi la charge effective de la machine est très élevée sur la majeure partie du calculateur : certains mois, elle atteint 80 % sur les serveurs dédiés au calcul parallèle et sur les GPU V100 acquis en 2019.

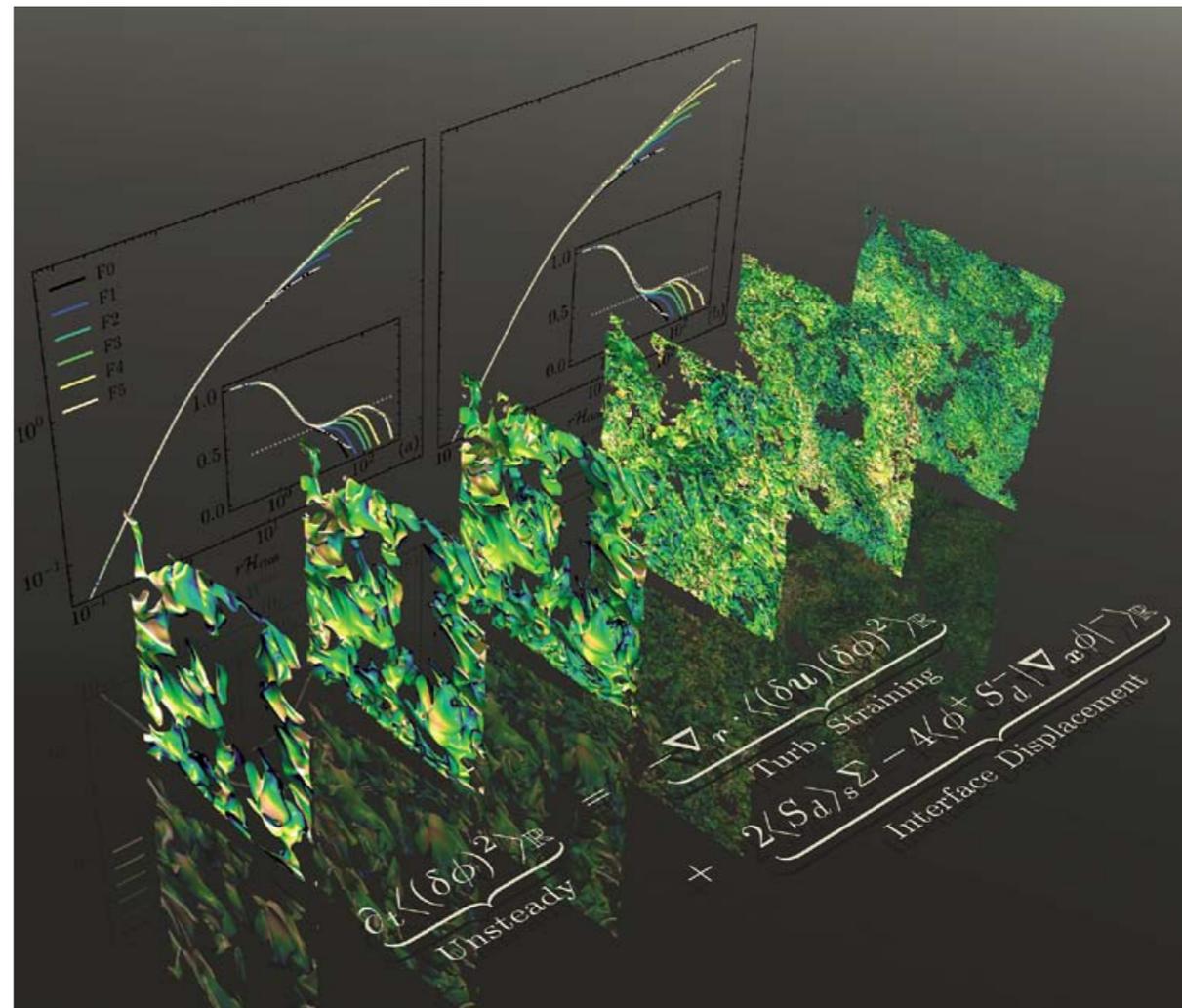
Pour ce qui concerne les usagers, le nombre de projets de recherche, comme celui des utilisateurs, est en hausse.

Il s'agit pour Myria de sa cinquième année de production. Ses technologies montrent leur âge, certaines comme la baie de stockage étant même considérées en fin de vie par

leur constructeur, qui nous annonce qu'elles ne pourront pas être maintenues au-delà de l'année 2022. Pour en assurer le bon fonctionnement tout en maîtrisant les coûts, le Criann a prolongé d'un an le contrat de maintenance avec le constructeur en le limitant aux éléments essentiels de la machine (en particulier sa baie de stockage) et en le complétant par un stock de pièces de rechange. On a néanmoins observé sur une partie de l'année une baisse de 7 % de la disponibilité des serveurs dédiés au calcul massivement parallèle, à cause de pannes liées à l'âge de la machine ainsi que de délais pour la commande de pièces, lesquels ont été résolus en octobre dernier.

D'un point de vue du système d'exploitation, aucune mise à jour majeure n'a été effectuée, dans un souci de privilégier la stabilité de la machine. Les mises à jour de composants du système ont donc été minimales et n'ont pas requis d'arrêt de service au cours de l'été.

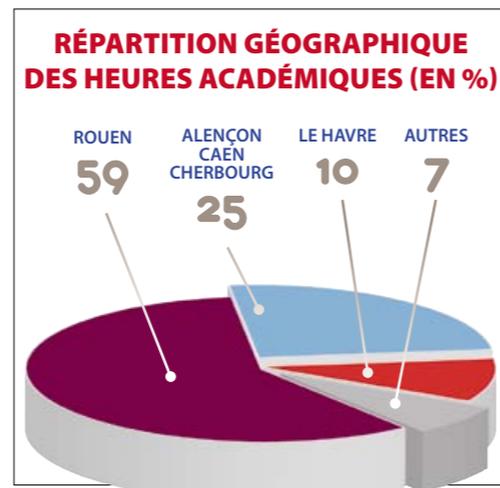
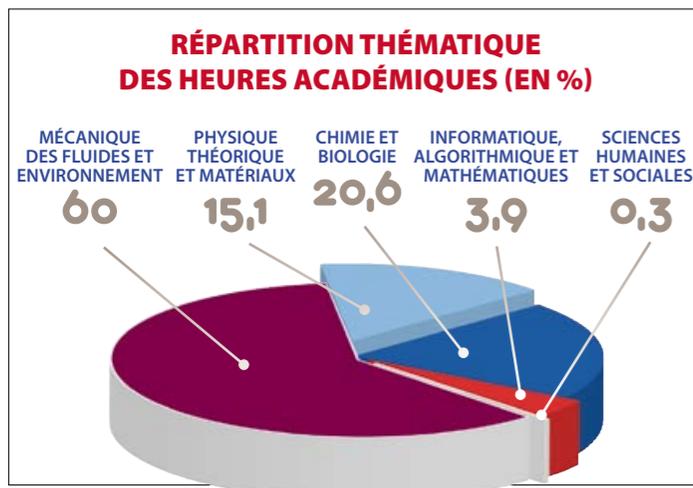
...



Isosurfaces d'un champ scalaire colorées par leur vitesse de déplacement pour des nombres de Peclet croissants. Les courbes en arrière-plan représentent un indicateur morphologique de ces isosurfaces, dont l'évolution temporelle est décrite par les équations au premier plan. M. Gauding, F. Thiesset, E. Varea, Coria UMR 6614 - CNRS, INSA et Université de Rouen Normandie, et L. Danaila, M2C UMR 6143 - CNRS et Universités de Rouen et Caen Normandie.

RA
20
21
4

RA
20
21
5



COMPTES UTILISATEURS académiques & industriels **317**

NOMBRE DE PROJETS SCIENTIFIQUES académiques & industriels **122**

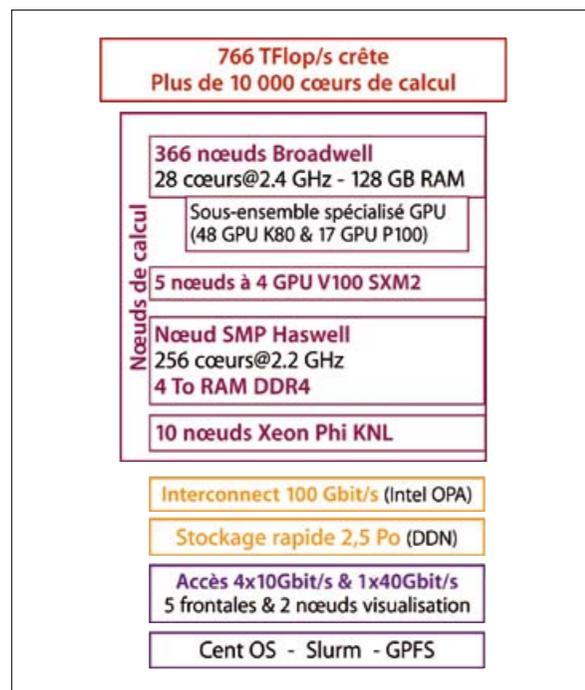
NOMBRE D'HEURES DE CALCUL CONSOMMÉES SUR L'ANNÉE **56,7 Mh**

HEURES DE CALCUL ACADÉMIQUES % du total d'heures **88 %**

●●● Il est cependant à noter qu'un arrêt de production consécutif à un incident a eu lieu en février, dû à l'intervention malencontreuse d'un prestataire sur le système incendie du Centre de données régional où est hébergé le calculateur. Les travaux en cours d'exécution ont été interrompus brutalement et l'accès au service a été inopérant pendant quelques heures mais aucune perte de données n'a été heureusement constatée. Le Criann a pris des mesures pour éviter que ce type de perturbation ne se reproduise. Hormis cet incident, l'année s'est déroulée sans encombre.

DÉFINITION DE MYRIA 2

Les travaux préparatoires pour la définition du futur plateau de calcul intensif avaient démarré en 2020 avec une enquête auprès des utilisateurs qui avait permis d'effectuer un premier dimensionnement et de dessiner les principales caractéristiques de la machine. Ils ont été suivis au premier semestre 2021 par l'élaboration d'un document décrivant précisément ses spécifications techniques, ainsi que par la finalisation, en interaction avec les labora-



Caractéristiques du supercalculateur Myria fin 2021.

toires concernés, d'un jeu de codes-tests représentatifs de l'activité de Myria, qui serviront pour mesurer les performances réelles de la solution retenue.

Pour ce qui concerne le cadre de l'acquisition, même si les éléments étaient prêts pour lancer une consultation, les contraintes liées au financement de l'opération et à son calendrier ont conduit à utiliser le marché national Matinfo, accessible au travers du GIP Amue (Agence de mutualisation des universités et établissements d'enseignement supérieur) dont le Criann est adhérent.

Le document de spécifications techniques a donc servi de base aux échanges avec le titulaire du marché Matinfo, qui, il est important de le noter au vu des contraintes calendaires, a changé au cours de l'été. Les choix d'architecture de processeur et de topologie de réseau, notamment, ont été orientés par des benchmarks représentatifs des besoins scientifiques régionaux dans les domaines de la mécanique des fluides, de la dynamique moléculaire, de la physique des matériaux et de l'IA.

Les réunions avec le titulaire se sont enchaînées à partir de septembre pour aboutir en fin d'année à la commande de la solution de calcul HPC / HPDA ainsi que de son infrastructure d'hébergement, sous la forme d'un conteneur. L'ensemble sera mis en œuvre sur le site du futur Centre de données régional de Saint-Romain-de-Colbosc à partir de septembre 2022.

La machine qui succédera à Myria (et qui reste à baptiser) sera architecturée en deux sous-ensembles : l'un dédié aux travaux HPC et l'autre aux travaux HPDA. En effet, même si les éléments unitaires matériels (serveurs de calcul, accélérateurs, réseau, etc.) sont identiques, le mode de fonctionnement et le déroulement des opérations de calcul (« workflow ») sont différents entre une utilisation HPC traditionnelle et une utilisation dans le domaine HPDA/IA.

Les différents éléments du projet de renouvellement ont été présentés aux usagers lors des comités techniques, en mars, juillet, octobre et décembre.

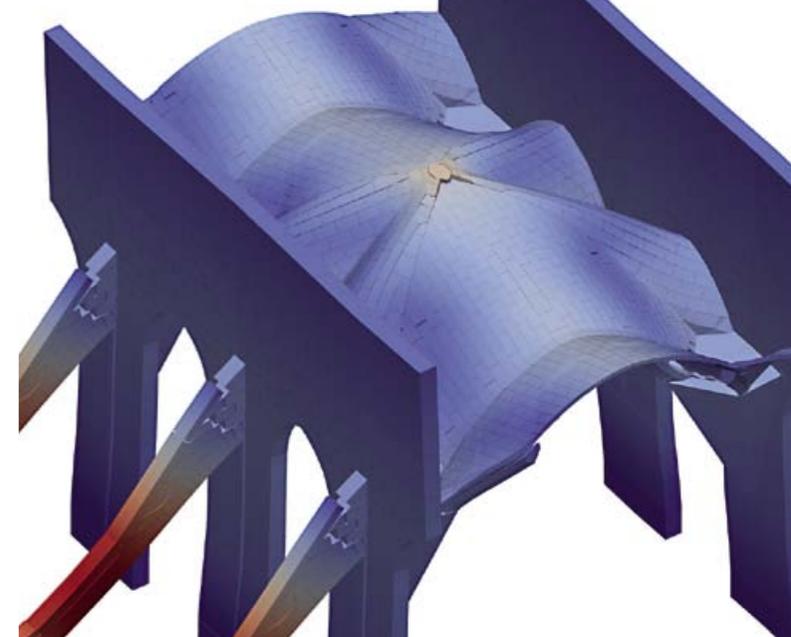
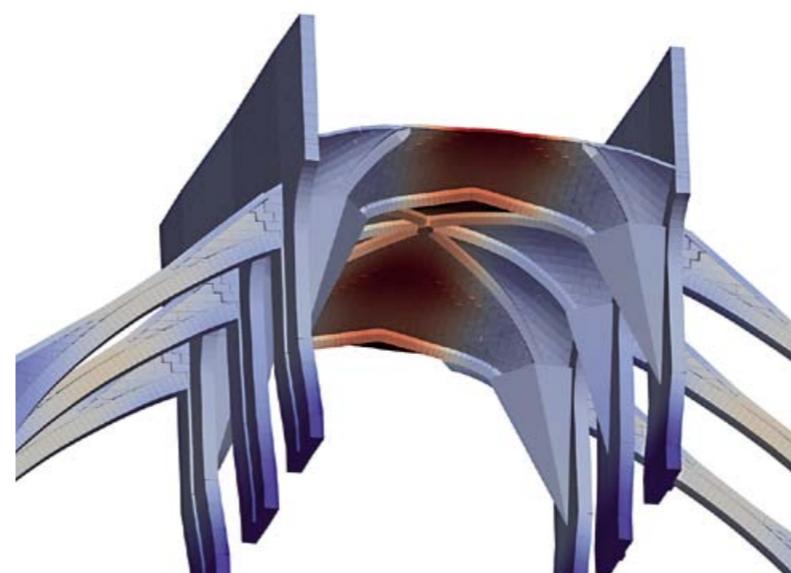


●●● ÉVOLUTION DU SYSTÈME D'INFORMATIONS CALCUL

L'année 2021 a vu la mise en place d'une gestion dématérialisée des projets scientifiques, opérationnelle depuis le début novembre pour le lancement du premier appel à projets de l'année 2022. L'équipe du Criann s'est appuyée sur le logiciel libre Gramc développé par le mésocentre Calmip de Toulouse, les processus d'appel à projets, d'évaluation et d'attribution de ressources étant similaires sur le fond entre les deux centres de calcul. Un travail collaboratif a eu lieu entre les équipes, en particulier pour l'adaptation de l'outil aux spécificités du Criann. Un important travail a également été réalisé en interne pour la synchronisation et l'articulation des outils existants avec cette brique logicielle dédiée à la gestion des projets.

Avec le recul de quelques semaines, il apparaît que le premier appel à projets réalisé avec le nouvel outil s'est bien déroulé, et qu'il a permis le traitement d'une petite centaine de projets, intégrant une expertise extérieure pour vingt d'entre eux.

Les travaux d'évolution du SI Calcul se poursuivront en 2022 dans le cadre de la préparation de l'arrivée du successeur de Myria.

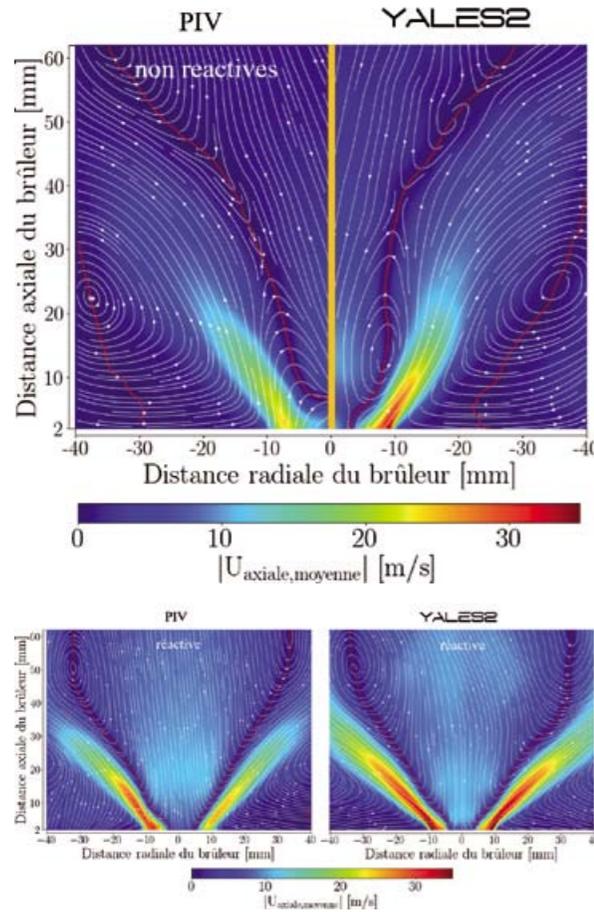


MYRIA AUSCULTE NOTRE-DAME

Le calculateur Myria a été utilisé en 2021 par l'équipe du Laboratoire Géométrie Structure Architecture de l'École nationale supérieure d'architecture Paris-Malaquais, dans le cadre de sa participation au chantier scientifique mis en œuvre par le CNRS suite à l'incendie de la cathédrale Notre-Dame (<https://notre-dame-de-paris.culture.gouv.fr/fr/structures>).

L'équipe contribue à l'évaluation structurale post-incendie des voûtes et met en œuvre une méthode de calcul par éléments finis blocs à blocs avec interfaces au moyen du logiciel Cast3M. Grâce à une modélisation avancée du comportement des joints, la simulation reproduit de façon réaliste les ouvertures de joints observables sur les arcs-boutants du cœur de Notre-Dame. Pour un quart de voûte sexpartite (la voûte complète étant obtenue par symétries), chaque simulation met en jeu plus d'un million d'éléments et dure plus de six jours sur un nœud de Myria.

Modélisation par éléments finis blocs à blocs (Cast3m) post-incendie d'une voûte sexpartite du cœur de la cathédrale Notre-Dame de Paris : simulation d'un déplacement imposé des appuis vers l'intérieur (en haut) et l'extérieur (en bas) de la cathédrale, champ des déplacements absolus amplifiés d'un facteur vingt. Modélisations réalisées dans le cadre du groupe de travail « Structure » du chantier scientifique CNRS/MCC sur Notre-Dame. Paul Nougayrede et Maurizio Brocato, Laboratoire GSA, ENSA Paris-Malaquais.



Comparaison de résultats expérimentaux (PIV Particle Image Velocimetry) et numériques (code YALES2) de champs de vitesse moyenne axiale en conditions réactives et non réactives : lignes de courant (en blanc) et lignes de vitesse axiale nulle (en rouge). Brûleur prémélangé méthane air à richesse 0.76 et à haut nombre de swirl, maillage de 32 M d'éléments. J. Obando, Y. Cadavid, A. Amell, GASURE, Universidad de Antioquia (Colombie) et P. Domingo-Alvarez, P. Benard, V. Moureau, G. Lartigue, G. Cabot, CORIA UMR 6614 - CNRS, INSA et Université de Rouen Normandie.

- L'un des points forts de la solution mise en place réside dans l'authentification des utilisateurs de la plateforme via la Fédération Éducation Recherche, demande régulièrement exprimée par les DSI des établissements de l'ESR normand. Des points réguliers ont été organisés au fil de l'année avec les responsables des DSI des principaux établissements à ce sujet, et plus largement en vue d'une offre de « continuum calcul » auprès des usagers. L'objectif est de fluidifier les accès et les échanges de données entre les différentes solutions de calcul offertes aux chercheurs, depuis la machine virtuelle mise à disposition par leur établissement jusqu'aux ressources HPC/HPDA mutualisées du Criann.

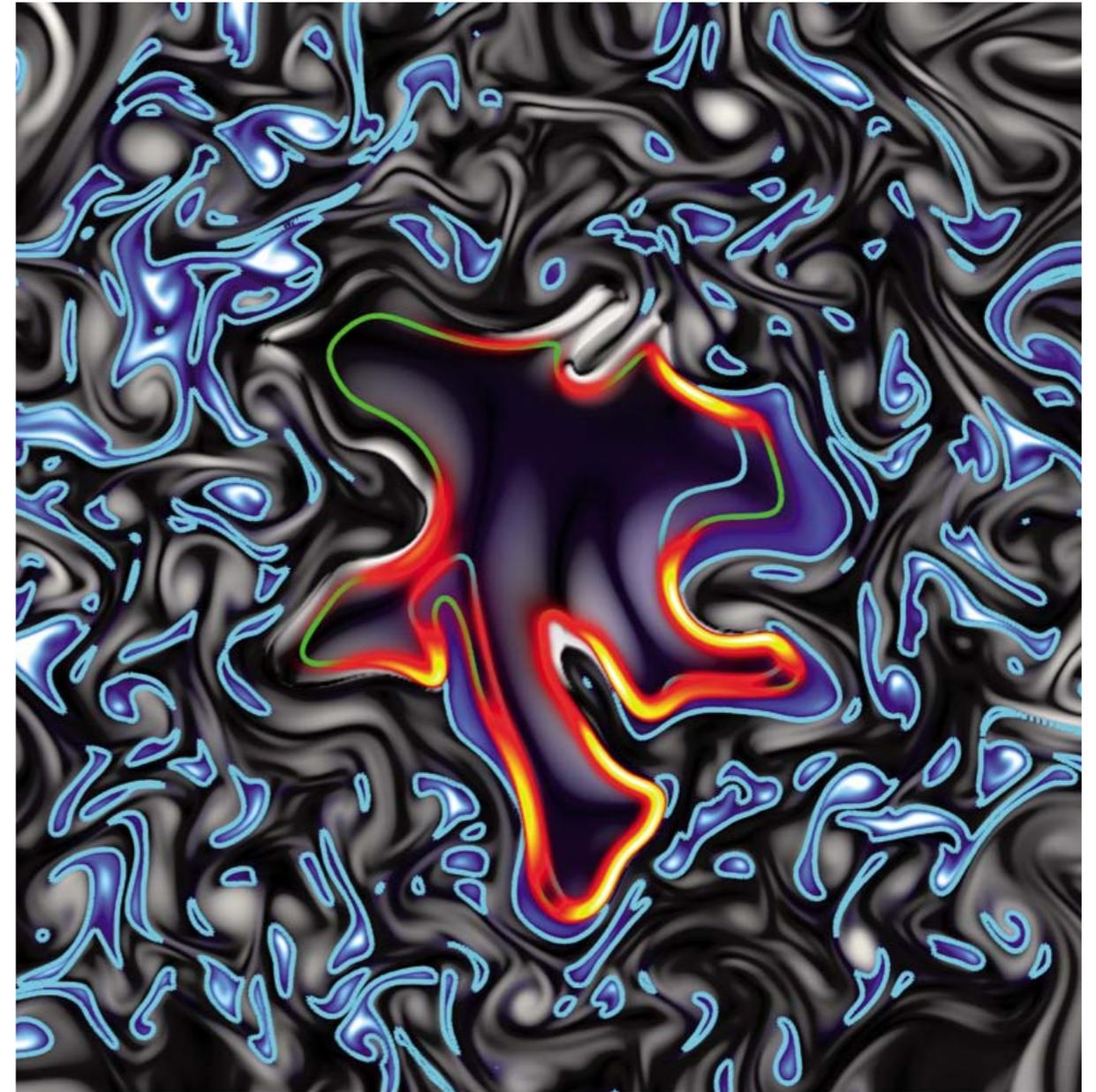
DÉMARRAGE DE MESONET

MesoNET avait été retenu fin 2020 parmi les lauréats de l'appel à manifestation d'intérêt Équipements structurants pour la recherche du PIA3 (ou ESR/Equipex+) de l'Agence nationale de la recherche. Après une phase de négociation avec l'ANR en début d'année 2021 pour un ajustement du budget, le projet a officiellement démarré le premier octobre pour une durée de six ans.

MesoNET, qui rassemble les mésocentres des différentes régions françaises sous la coordination de Genci, vise à proposer des ressources de calcul distribuées en régions et ouvertes à l'échelle nationale aux besoins de la recherche académique et industrielle. L'objectif, avec un fort niveau d'accompagnement et de support aux utilisateurs, est de constituer, à terme, une infrastructure de recherche.

Les travaux entre les partenaires ont effectivement démarré avec la mise en place des différents comités et groupes de travail. Innocent Mutabazi, professeur des universités en physique et administrateur provisoire de Normandie Université, représente le Criann au conseil scientifique de MesoNET chargé des objectifs, orientations et priorités du projet, notamment en ce qui concerne l'infrastructure distribuée des mésocentres (Tier2).

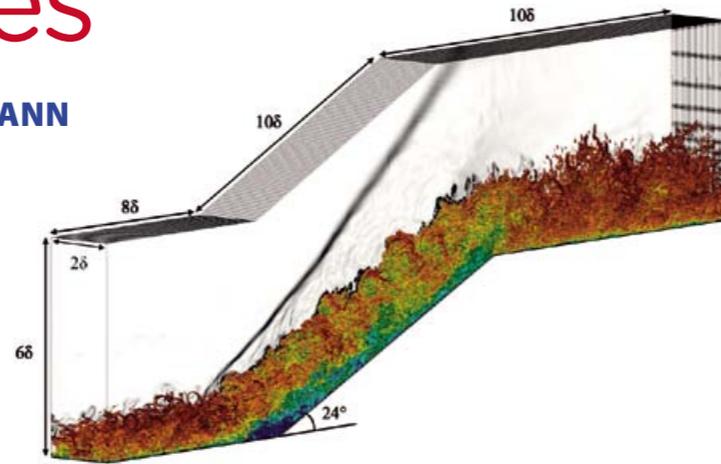
Outre sa participation aux différents groupes de travail et comités, le Criann a préparé les éléments techniques en vue de la consultation pour la machine spécialisée d'architecture vectorielle, afin que celle-ci puisse être lancée dès le début de l'année 2022.



Propagation d'une flamme de méthane (CH_4) haute pression ($P = 10 \text{ MPa}$) dans un milieu turbulent et non homogène ($T_{\text{CH}_4} = 120 \text{ K}$) et O_2 ($T_{\text{O}_2} = 85 \text{ K}$). Trois champs sont superposés : celui de la vorticité (blanc/noir) en fond, suivi du champs de fraction de mélange (blanc/bleu) et du champ du taux de dégagement de chaleur (rouge/jaune) au premier plan. L'isoligne cyan représente la stoechiométrie et l'isoligne verte $T = 2500 \text{ K}$. Code : SitComb. F. Monnier, G. Ribert, CORIA UMR 6614 - CNRS, INSA et Université de Rouen Normandie.

laboratoires

UTILISATEURS DU SERVICE DE CALCUL INTENSIF DU CRIANN



LABORATOIRES TRIÉS PAR AGGLOMÉRATION

	HEURES CONSOMMÉES SUR MYRIA	NOMBRE DE COMPTES	NOMBRE DE PROJETS SCIENTIFIQUES
LUSAC - Cherbourg	991 223	10	1
CIMAP - Alençon - UMR 6252	3 135 894	7	4
BOREA - Caen - UMR 7208	4 251	1	1
CERMN - UNICAEN	609 220	6	2
CIMAP - Caen - UMR 6252	244 814	1	1
CRISMAT - Caen - UMR 6508	876 357	9	2
GREYC - Caen - UMR 6072	20 732	5	3
LCS - Caen - UMR 6506	5 435 672	2	2
LMNO - Caen - UMR 6139	11 184	4	2
LPCC - Caen - UMR 6534	1 359	1	1
M2C - Caen - UMR 6143	880 301	9	4
LOMC - Le Havre - UMR 6294	4 876 147	15	4
COBRA - Rouen - UMR 6014	3 698 311	18	10
CORIA - Rouen - UMR 6614	19 784 698	62	11
CREAM - Rouen - EA 4702	25 160	1	1
ESIGELEC - Rouen - IRSEEM	39 005	4	2
GPM - Rouen - UMR 6634	1 338 581	17	6
GRAM 2.0 - Rouen	5 220	4	1

LABORATOIRES TRIÉS PAR AGGLOMÉRATION

	HEURES CONSOMMÉES SUR MYRIA	NOMBRE DE COMPTES	NOMBRE DE PROJETS SCIENTIFIQUES
IDEES UMR 6266 - Rouen	114 844	10	2
LITIS - Rouen	385 630	23	10
LMI - Rouen - FR 3335	8 388	3	2
LMRS - Rouen - UMR 6085	1 428 291	7	3
M2C - Rouen - UMR 6143	2 279 520	5	4
Chrono-environnement - Besançon - UMR 6249	63 685	1	1
ICMN - Orléans - UMR 7374	1 063 511	3	3
ICOA - Orléans - UMR 7311	20 818	1	1
ICMR - Reims - UMR 7312	64 395	3	1
GSMA - Reims - UMR 7331	172 340	3	1
LASIR - Lille - UMR 8516	663 284	1	1
PC2A - Lille - UMR 8522	344 483	3	1
LCT - Paris - UMR 7617	69 611	2	1
HCERES - Paris	45 172	3	1
GSA - ENSA Paris-Malaquais	25 224	4	1
LISN - Orsay - UMR 9015	614 299	3	2
LRCS - Amiens - UMR 7314	31 833	2	1
INSTITUT Pprime - Poitiers - CNRS	269 142	2	1

Ci-dessus : simulation numérique directe d'une couche de mélange supersonique (Mach 2.9) sur une rampe de compression. Visualisation des structures turbulentes colorées par la vitesse. Code : SD3D. N. Tonicello, G. Lodato, L. Vervisch, CORIA UMR 6614 - CNRS, INSA et Université de Rouen Normandie.

logiciels

EXPLOITÉS PAR LE CRIANN POUR LE COMPTE DE SES UTILISATEURS

THÉMATIQUE SCIENTIFIQUE	NOM DU LOGICIEL	NOMBRE DE VERSIONS INSTALLÉES	LOGICIEL LIBRE	LICENCE UTILISATEUR	USAGE RESTREINT
SIMULATION ATOMISTIQUE ET OUTILS CONNEXES	JAGUAR (*)	2			
	GAUSSIAN (*)	1			
	AMBER	4			
	CHARMM	2			
	MMSB	1			
	GAMESS	2			
	GROMACS	6			
	NAMD	8			
	MOLCAS	1			
	MOLPRO	10			
	SIESTA	1			
	VASP	7			
	DL_POLY	1			
	POLYRATE	2			
	DESMOND	1			
	CFOUR	2			
	PSI4	2			
	DALTON	1			
	TERACHEM	1			
	ADF	4			
LAMMPS	2				
CASTEP	1				
OPENBABEL	1				
Quantum Espresso	4				
Tinker-HP GPU	2				
OpenMOLCAS	1				
VMD	1				
ANSYS FLUENT / CFX	7				
Star CCM+	7				
TELEMAC-MASCARET	4				
OPENFOAM	25				
FOAM-EXTEND	3				
ISIS-CFD	6				
FDS	1				
MARS3D-OASIS	1				
CODE_SATURNE	3				
MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE, CLIMATOLOGIE, OCÉANOGRAPHIE	WRF - WPS	3			
	SIRANE	4			
	CHIMERE	2			
	CROCO	1			
	ASTER	4			
	CAST3M	5			
	HYPERWORKS	3			
	LS-DYNA	1			
	LMGC90	1			
	SALOME-MECA	1			
MATHÉMATIQUES, STATISTIQUES	MATLAB	2			
	FREEFEM ++	4			
	OCTAVE	2			
	SCILAB	2			
	R	9			
MACHINE LEARNING DEEP LEARNING	Python/pandas	3			
	Caffe	4			
	PyTorch	7			
	TensorFlow/Keras	9			
	Horovod	5			
MAILLAGES	Scikit-learn	7			
	Gensim	1			
	OpenCV	7			
	SALOME	2			
	NEPER	1			
VISUALISATION	GMSH	2			
	TRIANGLE	1			
	Paraview	8			
MODÉLISATION MOLÉCULAIRE	Visit	2			
	Blender	2			
	MAESTRO (*)				
	MATERIAL STUDIO (*)				
	DISCOVERY STUDIO (*)				
MASCOT (*)					
QIAGEN-IPA (*)					

(*) LOGICIELS GÉRÉS PAR LE CRIANN POUR LE RÉSEAU NORMAND DE MODÉLISATION MOLÉCULAIRE

LE RETOUR DU VECTORIEL

L'ARCHITECTURE HISTORIQUE DES SUPERCALCULATEURS CONNAÎT UN REGAIN D'INTÉRÊT.

La particularité d'une architecture vectorielle, en opposition aux architectures scalaires qui traitent des paires d'opérandes, est sa capacité à traiter simultanément des données organisées sous forme de vecteurs, caractérisés par leur longueur exprimée en bits ou en nombre de réels en virgule flottante (double précision de nos jours).

Les architectures vectorielles ont connu leur âge d'or dans les années 1980-2000 avec les grands noms du HPC de l'époque tel que Cray, NEC, Fujitsu, IBM, CDC ou DEC. La performance de ces systèmes venait de leur architecture mais aussi de la capacité des chercheurs à correctement « vectoriser » leurs codes de calcul, c'est-à-dire à les optimiser pour cette architecture. Avec l'émergence puis la généralisation des architectures scalaires, et principalement des grappes de calculs à base de processeurs standards (x86 principalement) fonctionnant sous Linux, l'intérêt pour les architectures vectorielles a graduellement diminué, avec pour conséquence une perte de savoir-faire dans le domaine des algorithmes performants pour le calcul vectoriel.

Les processeurs actuels d'architecture x86 disposent cependant d'une capacité vectorielle, grâce aux instructions SSE/AVX puis AVX-512. Mais ces processeurs génériques n'ont pas

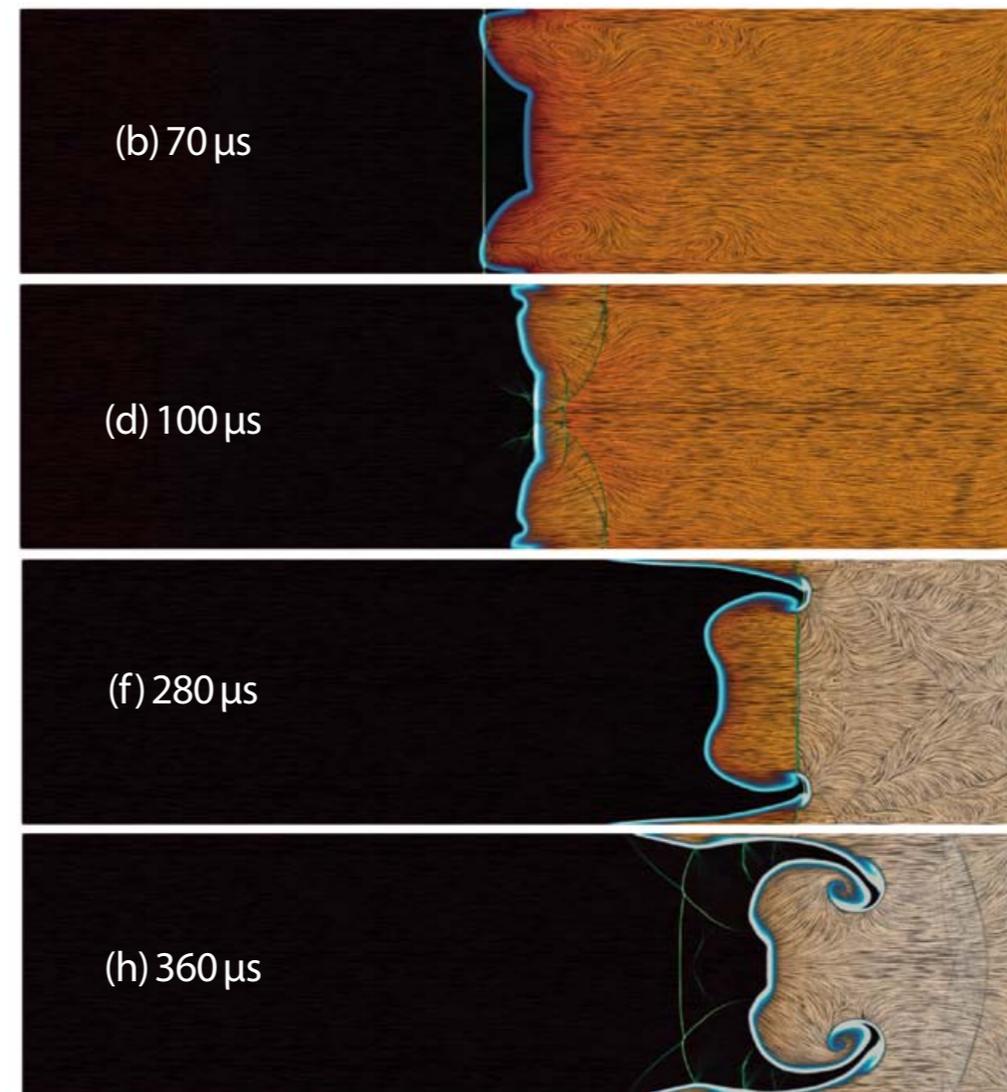
été conçus spécifiquement pour la performance vectorielle et les vecteurs qu'ils supportent sont courts (512 bits pour l'AVX-512). Le gain engendré par l'utilisation des instructions vectorielles se trouve donc limité et la communauté scientifique n'a ainsi pas été incitée à poursuivre ses efforts dans le développement de codes de calculs vectoriels, préférant l'utilisation de processeurs scalaires fortement multi-cœurs.



Ces dernières années, les processeurs scalaires ont montré leurs limites : leur architecture atteignant ses limites en termes d'évolutivité, seul l'ajout de cœurs de calcul ou de serveurs de calcul permettent un gain en performance, imposant le recours à des algorithmes toujours plus parallèles (et plus complexes) pour monter à l'échelle, et surtout augmentant la consommation énergétique des supercalculateurs.

Face à ces limites, de nouvelles solutions d'architecture sont donc à nouveau développées par certains constructeurs. Cette dernière décennie, les architectures hybrides intégrant des accélérateurs de type GPU ont connu un essor. La programmation hybride, entre processeur hôte de type généraliste et accélérateur spécialisé sur les tâches de calcul lourdes, constitue le nouveau paradigme pour les gains en efficacité des codes de calcul. Dernièrement, un regain d'intérêt pour les architectures vectorielles s'est fait jour, notamment avec le projet RISC-V, pour lequel le centre de calcul national espagnol BSC travaille à une extension vectorielle à base de vecteurs longs. Cette extension vectorielle s'inscrit dans le cadre du projet EPI qui vise à développer un processeur européen dédié au HPC.

La vectorisation est donc une voie prometteuse dans le contexte actuel d'évolution des technologies de processeurs, en particulier pour son efficacité en consommation énergétique par Flops. L'association de vecteurs longs et d'une bande passante mémoire élevée permet en effet d'améliorer l'efficacité de l'exécution des codes. Enfin, vectoriser les codes permet aussi de préparer l'arrivée du processeur européen dédié HPC.



Évolution temporelle de l'interaction entre une flamme d'hydrogène et un choc à Mach 1.9. Bleuté : surface de flamme. Vert : gradient de pression. Noir : lignes de courant. Température : 300 K en noir, 2200 K en orange, 2700 K en beige. Tube à choc utilisé comme une configuration modèle pour l'étude des explosions. Code : SitComb. E. Yhuel, G. Ribert, P. Domingo, CORIA UMR 6614 - CNRS, INSA et Université de Rouen Normandie.

Page de gauche : précipitation semi-cohérente fortement anisotrope d'une nanoparticule riche en fer dans une matrice riche en cuivre. L'effet couplé de l'élasticité anisotrope et d'une instabilité cinétique aboutit à la formation de branches primaires et secondaires. Modélisation effectuée par la méthode de champ de phase sur le supercalculateur Myria. G. Demange, H. Zapolsky, R. Patte, GPM UMR 6634 - CNRS, INSA et Université de Rouen Normandie.

calcul intensif #3 **CALCUL INTENSIF POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

LE TRAITEMENT DE DONNÉES SE GÉNÉRALISE

Comme annoncé dans le rapport d'activités de l'année 2020, l'usage d'outils d'analyse et traitement statistique de données a connu, ces dernières années, une augmentation sur Myria. Cette tendance se confirme pour 2021.

Après l'installation sur Myria en 2017 d'un atelier logiciel destiné aux applications d'intelligence artificielle (IA), le HPDA (High Performance Data Analytics) fait maintenant partie des usages des moyens de calcul intensif, en plus des usages « historiques » de simulation numérique en physique et chimie des fluides et des matériaux.

UNE COLLABORATION AVEC L'OBSERVATOIRE RÉGIONAL DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL (OR2S)

Depuis quelques années, l'équipe du Criann échange régulièrement avec celle de l'OR2S, qui travaille sur des données de santé, au sujet de la performance et de la modernisation de codes de calcul. En effet, l'OR2S envisage la refonte de l'un de ses moteurs de traitement statistique, jusqu'alors totalement développé en interne,

vers une architecture plus modulaire basée sur l'utilisation d'environnements logiciels standards.

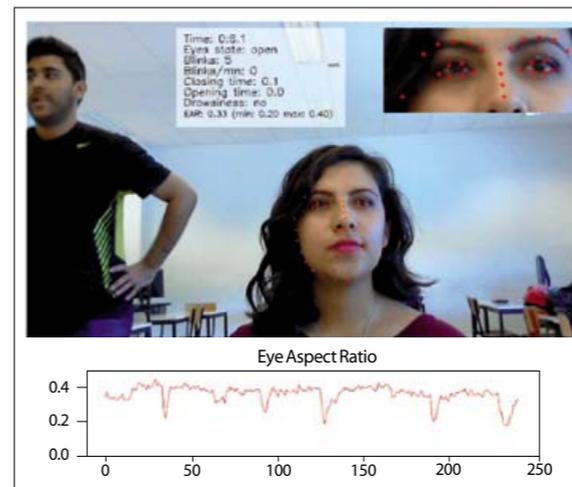
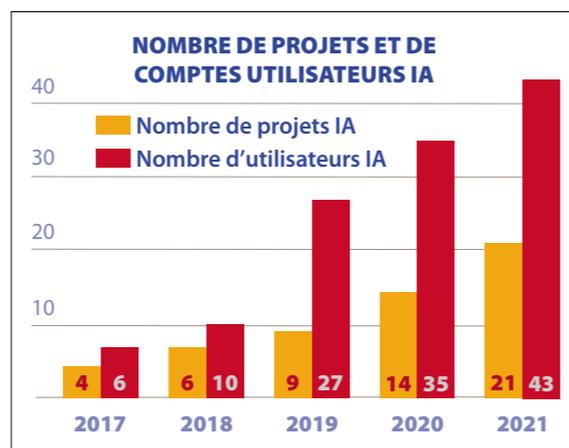
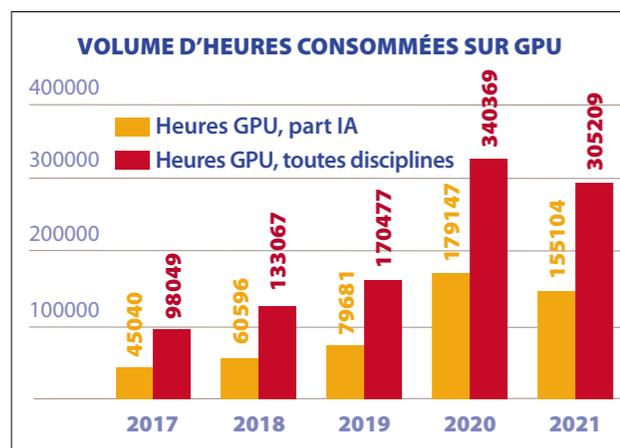
En 2021, les deux équipes ont pu confronter leurs retours d'expérience sur la mise en œuvre de ces environnements sur quelques cas tests définis par l'OR2S.

Les outils Dask et Pandas ont ainsi été testés avec succès sur le calculateur Myria. En revanche, l'outil Spark s'avère moins adapté à l'architecture du calculateur. La difficulté, comme pour Dask, réside dans le choix de la distribution des données, qui reste au cas par cas en fonction des traitements à effectuer. Il est prévu de poursuivre ces travaux en 2022 sur des cas de traitements massifs et complexes.

UN BESOIN D'OUTILS FAIR

Le principe FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) s'inscrit dans le cadre de la science ouverte et de la reproductibilité des travaux de recherche, et concerne toutes les disciplines scientifiques. La communauté de la bioinformatique, forte de plusieurs décennies de travail

INDICATEURS IA SUR MYRIA



Détection de fatigue et de stress par intelligence artificielle pour un fauteuil roulant intelligent. Équipe R. Khemmar, Irseem Esigelec.

collaboratif autour du traitement de données génomiques volumineuses, s'appuie, pour mettre en œuvre ce principe, sur la conteneurisation des applications et sur l'utilisation d'outils d'orchestration pour le chaînage des traitements.

En 2021, ce type d'environnement spécifique (singularity, snakemake, Conda) a été mis en place sur Myria pour les besoins de l'unité de recherche Gram 2.0, dont les travaux portent sur l'adaptation et l'évolution génétique microbienne ainsi que sur le rôle des microbiomes dans les infections.

PRÉPARATION DE L'ARRIVÉE DE MYRIA 2 POUR LES BESOINS EN IA ET HPDA

Une tranche spécifique pour les besoins HPDA et IA a été prévue dans la définition du futur calculateur. Outre des ressources GPU de dernière génération attendues par cette communauté scientifique, elle intégrera de nouveaux services pour en faciliter l'usage.

Une première demande concerne, pour la mise au point des modèles, l'accès interactif à un nœud de calcul au travers d'interfaces Web intégrées dans des outils comme Jupyter et TensorBoard. Ce type d'usage sera mis en place, avec une sécurisation accrue.

Le lancement de travaux à partir de plateformes « métier » correspond aussi à un nouveau besoin, en particulier pour l'articulation avec la plateforme du DataLab Normandie. Cette fonctionnalité n'étant pas disponible de façon standard dans les systèmes HPC pour des raisons de sécurité, elle fera l'objet de travaux exploratoires sur la future machine.

Enfin, l'usage des technologies de conteneurs se développe au sein des laboratoires. Actuellement, les logiciels scientifiques sur le calculateur sont installés et testés principalement par l'équipe du Criann, puis mis à disposition des utilisateurs au travers de l'outil « Module ». Cette méthode simple et efficace pour les logiciels auto-suffisants s'avère laborieuse lorsqu'un environnement logiciel complet est requis.

L'avantage des technologies de conteneurs et d'environnement virtuel est qu'elles permettent d'installer de façon automatique des environnements logiciels complets pré-générés ou à générer. Ces technologies permettent également d'archiver ces environnements et de « rejouer » des calculs, en particulier pour des besoins de reproductibilité d'une expérience scientifique. Les modalités techniques de mise en place de ces technologies restent à définir lors des travaux préparatoires avec le fournisseur du futur calculateur en 2022.

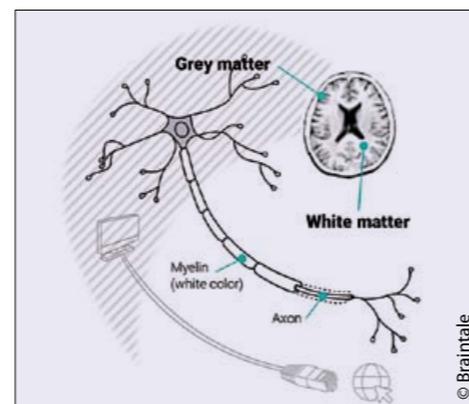
OUTIL	PYTHON 3.8 (CUDA 11.0)	PYTHON 3.8 (CUDA 11.1)	PYTHON 3.9 (CUDA 11.1)
BIBLIOTHÈQUE NVIDIA			
CuDNN	8	8,2	8.1.0
ENVIRONNEMENTS DE DEEP LEARNING			
pyTorch	1.7.1	1.8.1	1.9.1
Keras	2.4.3	-	-
TensorFlow	2.4.1	2.5.0	2.6.0
ENVIRONNEMENTS DE MACHINE LEARNING			
Scikit-learn	0.24.1	0.24.2	1
BIBLIOTHÈQUE DE CALCUL PARALLÈLE MPI POUR LE DL			
Horovod	0.22.1	-	-
BIBLIOTHÈQUE POUR LE TRAITEMENT D'IMAGES			
opencv	4.5.1	4.5.2	4.5.3
BIBLIOTHÈQUE POUR LE TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNÉES			
Pandas	1.2.3	1.2.5	1.3.3

Ajouts 2021 à la logithèque de Myria pour l'IA.

PLUSIEURS FOIS REPORTÉE, LA JOURNÉE SCIENTIFIQUE ANNUELLE DU CRIANN S'EST FINALEMENT TENUE À L'UNIVERSITÉ DU HAVRE.

Après plusieurs reports dus à la situation sanitaire, la journée scientifique des utilisateurs du Criann a finalement pu se tenir le 21 octobre dans les locaux du Laboratoire ondes et milieux complexes (LOMC) de l'Université Le Havre Normandie. Le format mixte a permis à quelques participants d'effectuer finalement leur présentation à distance et de pallier ainsi l'annulation des transports ferroviaires sur la région, conséquence de la tempête Aurore.

Cette journée est toujours l'occasion de riches échanges entre les utilisateurs qui présentent leurs travaux de développement de nouvelles méthodes et leurs applications. Le programme comportait plusieurs exposés en mécanique des fluides, avec des applications pour les énergies renouvelables, ou plus fondamentalement pour la compréhension de la déstabilisation des fluides et de la turbulence. Le programme complet est disponible sur le site dédié à la journée : <https://hpc-2021-prmn.sciencesconf.org/program>



Ci-dessus : illustration montrant l'intérêt de la substance blanche comme proxy du cerveau par la société Braintale, qui bénéficie de l'accompagnement SIMSEO au Criann et a présenté ses travaux lors de la journée scientifique. Braintale développe une nouvelle méthode de traitement d'images IRM cérébrales permettant d'identifier les altérations de la substance blanche, afin de permettre une meilleure prise en charge en neurologie et en réanimation avec des solutions pronostiques cliniquement validées.

Dans les locaux du LOMC à l'Université Le Havre Normandie lors de la journée scientifique 2021.



Des étudiants du département Génie mathématique de l'Insa Rouen Normandie appréhendent la réalité physique du supercalculateur, à la suite de leur cursus en programmation parallèle.

JCAD 2021

Les Journées calcul et données (JCAD), organisées au niveau national, comportent des exposés plénières, des tables rondes et des présentations sous forme de posters sur des sujets d'actualité concernant les infrastructures de calcul de type grille, mésocentre ou cloud, du point de vue de leur exploitation technique, de leurs évolutions technologiques, ou des travaux d'envergure réalisés par leurs utilisateurs, avec le concours des équipes de support. Le Criann participe à l'organisation de ces journées au travers du comité de programme.

Lors de l'édition 2021, le HCERES a présenté ses travaux réalisés au Criann dans le domaine du traitement automatique du langage (TAL). Le Criann

était associé à cette communication, au regard de l'aide apportée pour le développement sur GPU de l'application de plongement de texte de brevets, par la fourniture d'éléments de programmation CUDA multi-GPU.

Les présentations sont disponibles en ligne sur le site <https://jcad2021.sciencesconf.org>

FORMATIONS CALCUL DISPENSÉES PAR LE CRIANN	DURÉE	NOMBRE DE SESSIONS	NOMBRE DE STAGIAIRES FORMÉS
Utilisation du calculateur Myria	1/2 journée	6	56
Deep Learning sur Myria	1/2 journée	2	24
Programmation parallèle OpenMP	1,5 jours	2	12
Programmation parallèle MPI	1,5 jours	1	6
Python pour le calcul scientifique et le HPC	2 jours	6	73

LA MAISON NORMANDE DES SCIENCES DU NUMÉRIQUE (MNSN)

L'ouverture des moyens de calcul intensif aux besoins de la communauté de l'intelligence artificielle avait été réalisée en 2017 grâce au projet MNSN. Ce projet demeure un axe de développement structurant pour les établissements du Madrillet.

FORMATIONS

Une nouvelle formation vient enrichir l'offre du Criann. Intitulée « Python pour le calcul scientifique et le HPC », elle couvre sur deux jours les bases du langage et s'étend jusqu'aux méthodes et outils pour le parallélisme et la recherche de performance. Son annonce a suscité un très vif intérêt et a conduit à l'organisation de nombreuses sessions, principalement à distance.



calcul intensif #5

CALCUL ENTREPRISES ET SIMSEO

LE SOUTIEN À L'INNOVATION EST INSCRIT DANS LES MISSIONS DU CRIANN DEPUIS SA CRÉATION EN 1992 : SES MOYENS DE CALCUL INTENSIF, SES FORMATIONS SPÉCIALISÉES ET SON EXPERTISE SONT ACCESSIBLES AUX ENTREPRISES. LE CRIANN PARTICIPE AUSSI À DIFFÉRENTES ACTIONS, NATIONALES ET RÉGIONALES, VISANT À DIFFUSER PLUS LARGEMENT LES BÉNÉFICES DU HPC DANS LES ENTREPRISES.

PRODUCTION 2021 DES ENTREPRISES UTILISATRICES

Avec plus de 7 millions d'heures sur l'année 2021, la production des entreprises utilisatrices reste soutenue, même si elle connaît une baisse par rapport aux deux années précédentes qui furent exceptionnellement élevées. L'industrie manufacturière reste le principal consommateur des heures de calcul, ce qui est cohérent avec les besoins de ce secteur dont les activités de R&D mettent en jeu la simulation des écoulements fluides et du comportement des structures. Le nombre d'entités utilisatrices du service est en hausse depuis quelques années : alors qu'il était de l'ordre de la douzaine jusqu'en 2018, il a atteint la vingtaine pour la première fois en 2021.

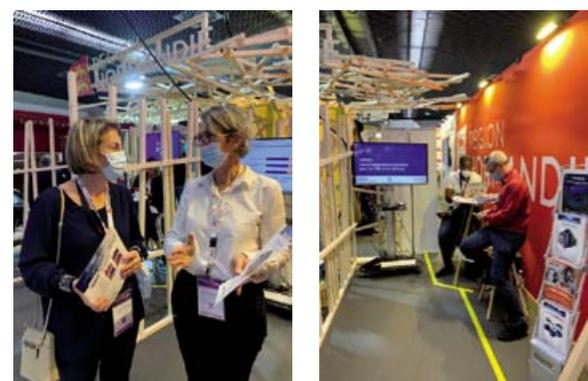
SIMSEO ATTIRE LES PME

Un bon nombre de contacts ont eu lieu avec des PME ou des start-up souhaitant intégrer le dispositif d'accom-

pagnement SiMSEO. La plupart de ces entreprises sont basées en région parisienne et connaissent le dispositif et le Criann via les actions de Genci, comme par exemple sa présence à French Tech Central. L'une d'entre elles cependant a connu le Criann par un collaborateur ayant utilisé le calculateur pendant sa thèse.

Sur cette petite dizaine de contacts, trois ont effectivement abouti à l'utilisation du plateau de calcul, alors que les autres demandes relevaient davantage d'un besoin d'expertise de niveau recherche ou de prestation. Ainsi deux d'entre elles ont fait chacune l'objet de réunions avec des chercheurs du Litis (Rouen et Le Havre), l'une a été une mise en relation avec l'lrseem-Esigelec, et une dernière avec les entreprises du DataLab Normandie.

Les secteurs d'activité des trois nouvelles entreprises utilisatrices sont variés et couvrent la gestion de l'eau, le traitement d'images médicales et la finance.



Dans le cadre de SiMSEO, le Criann a participé au salon AI Paris en septembre, avec un stand sur l'espace collectif du DataLab Normandie.



LE DATALAB ACCÉLÈRE

Le DataLab Normandie regroupe entreprises, laboratoires de recherche et collectivités dans une démarche de partage et d'expérimentation autour de la donnée. Après sa mise en place en 2020 dans le cadre d'un consortium de coopération, l'année 2021 a vu une accélération d'un point de vue opérationnel.

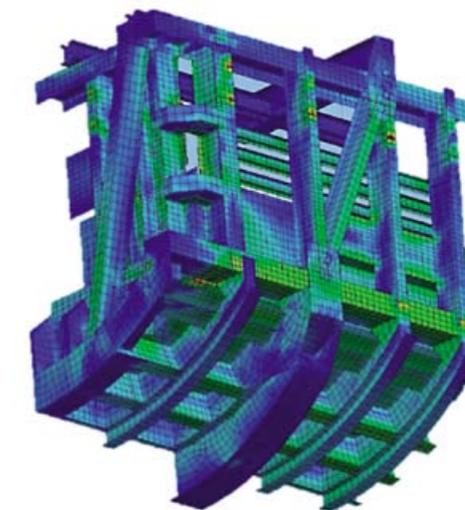
L'animation du Datalab par la Région Normandie a permis d'identifier des actions prioritaires pour chacun des partenaires. L'obtention d'un cofinancement Feder en cours d'année a permis aux acteurs concernés de dédier des ressources au projet. En ce qui concerne le Criann, cela se traduit par deux actions qui ont pu démarrer à l'été 2021,

en lien avec son rôle de soutien opérationnel et de mise en œuvre des éléments techniques définis par les instances du consortium.

LES ACTIONS DU CRIANN

La première action du Criann vise à mettre en place puis à exploiter une plateforme souveraine et commercialement neutre permettant des expérimentations autour de la donnée et des technologies liées à la donnée (data lake, R, Python, etc.) ainsi que la réalisation de projets collaboratifs des partenaires. Cet atelier logiciel est basé sur l'outil « dataops » de Saagie, membre du consortium, jusqu'alors hébergé dans le cloud, qui requiert plusieurs technologies sous-jacentes, telle une plateforme d'orchestration de conteneurs (technologies Docker et Kubernetes). Des équipements dédiés à ce projet ont été acquis à l'été 2021. Parallèlement, un recrutement a été lancé dès le mois d'août pour la mise en œuvre technique de la plateforme et pour l'accueil des projets en toute neutralité commerciale. Étant finalement infructueux après deux mois, une réorganisation au sein du Criann a été nécessaire afin de respecter les délais. Étant données ces difficultés, et surtout la complexité des briques logicielles à mettre en œuvre et la compatibilité des éléments logiciels entre eux, le Criann s'est engagé à livrer une plateforme opérationnelle pour mars 2022. Une difficulté réside en particulier dans le rythme soutenu auquel les technologies sous-jacentes évoluent et passent en obsolescence : concrètement, l'outil Saagie n'a été compatible avec les versions officiellement supportées de Kubernetes qu'à la fin 2021.

La deuxième action pilotée par le Criann vise à permettre à terme l'accueil de projets en santé. Pour cela, une



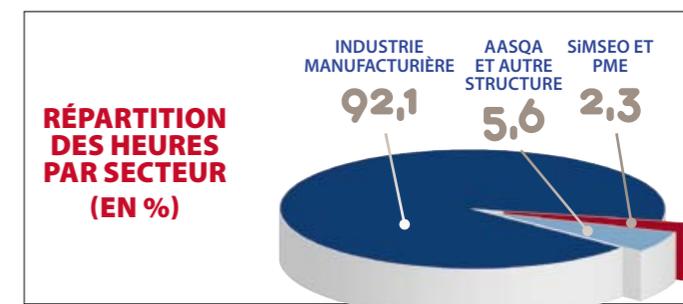
Modélisation de la tenue mécanique d'un barrage. M. Garot, Cevaa 2021.

démarche qualité a été engagée, avec un accompagnement avancé par un cabinet spécialisé. Une consultation a ainsi été lancée en mai et attribuée à la société LCIT fin juillet. L'objectif est de se préparer, pour la fin 2022, à la certification ISO 27001. L'agrément HDS (hébergement et traitement de données de santé) pourra ensuite être envisagé.

Le Criann a par ailleurs continué l'accueil des projets et des utilisateurs sur la plateforme infogérée. Deux sessions de prise en main ont eu lieu (l'une animée par le Criann en janvier, l'autre par Saagie en octobre) et un tutoriel sous forme de vidéo a été produit.

Enfin, de nombreuses actions sont portées et animées par la Région Normandie, coordinateur du projet, au travers de nombreux groupes de travail, et le Criann a participé à bon nombre de ces travaux.

MILLIONS D'HEURES DE CALCUL 7,1 Mh
ENTREPRISES UTILISATRICES 20
COMPTES UTILISATEURS 51



réseau régional



Dans un contexte sanitaire difficile avec des périodes de confinement plus ou moins strict, la pénurie de composants et les retards de livraison qu'elle engendre ainsi que le manque de disponibilité de certains sous-traitants ont aggravé le retard pris en 2020 sur certaines opérations engagées pour Syvik. Les blocages n'ont toutefois pas été aussi importants que l'année passée.

CONSOLIDATION ET SÉCURISATION DE L'INFRASTRUCTURE OPTIQUE DE SYVIK

FIABILISATION DE L'ÉPINE DORSALE DE SYVIK

Les travaux sur la liaison optique Caen - Le Havre, interrompus en 2020, ont été finalisés par l'opérateur Celeste en décembre 2021. Le tracé des fibres optiques est donc maintenant souterrain sur la totalité du parcours et sera moins sujet aux intempéries et aux dégradations dues aux activités humaines. L'opérateur a profité de ces travaux pour enfouir également le tronçon resté en aérien sur la liaison Le Havre - Saint-Romain-de-Colbosc. Les recettes optiques ont été réalisées

en décembre et les nouvelles liaisons ont immédiatement été mises en service. À noter que plusieurs communes traversées par les faisceaux optiques ont répondu aux demandes de travaux avec du retard et que les autorisations ont été données avec difficulté : il a fallu expliquer la nature du trafic (enseignement, recherche, santé) et préciser que des techniques non destructrices des voiries allaient être utilisées en cas de franchissement d'une route.

SERVICE DE MULTIPLEXAGE OPTIQUE (DWDM) SUR SYVIK

Pour mutualiser entre plusieurs usagers un réseau reposant sur des fibres noires, il est nécessaire de déployer une couche d'abstraction permettant de multiplexer efficacement les flux de données. C'est le rôle des équipements DWDM qui offrent la possibilité, sur une même fibre optique, de faire passer plusieurs canaux logiques à haut débit. L'infrastructure DWDM de Syvik date de 2018 et devra être mise à niveau pour s'accommoder de la mise en service, fin 2022, du futur calculateur du Criann et, à moyen terme, du CDR2. Cette mise à jour devra prendre en compte l'augmentation du nombre de longueurs d'onde nécessaires et celle de la bande passante par longueur d'onde. Aujourd'hui, les ser-

vices sont proposés à 10 Gbit/s sur une boucle dont la capacité maximale est de 100 Gbit/s. Avec un calculateur raccordé à nx10 Gbit/s et bientôt à 100 Gbit/s, la capacité de la boucle principale de Syvik devra être portée à nx100 Gbit/s, voire utiliser des longueurs d'onde encore plus capacitaires. Afin de maximiser l'usage de l'infrastructure DWDM, un système de multiplexage de type OTN (Optical Transport Layer) permettrait de multiplier les canaux et d'en faciliter l'extraction sur des interfaces Ethernet. Un « sourcing », réalisé au cours de l'année, a permis de dimensionner le réseau envisagé et de chiffrer les investissements. Une consultation sera lancée en 2022 afin que le service DWDM soit mis à niveau avant l'installation du nouveau calculateur.

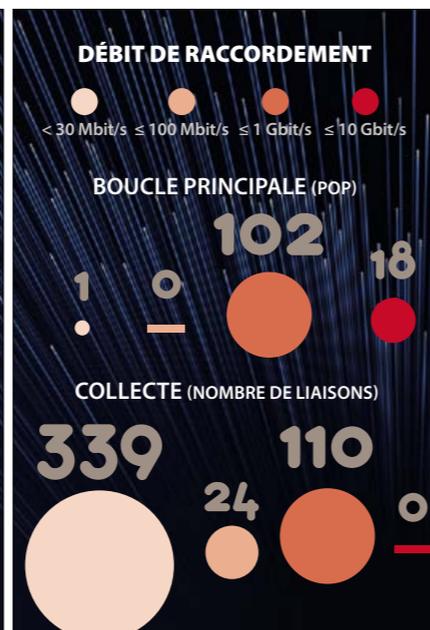
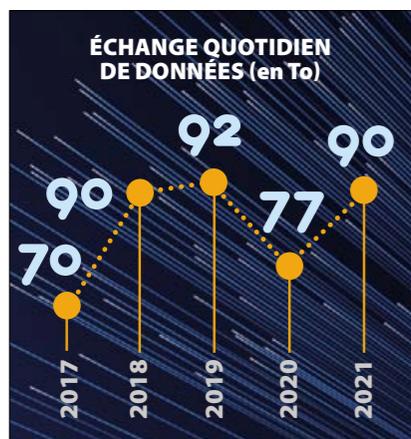


Travaux d'enfouissement de la liaison optique Caen - Le Havre.

MIGRATION DES ÉQUIPEMENTS DE COMMUTATION ET DE ROUTAGE

Opération classique en temps normal, mais un peu plus sensible quand tous les établissements usagers de Syvik demandent une stabilité du réseau, la reconfiguration des services de commutation Ethernet et de routage s'est poursuivie cette année. C'est notamment le cas des points de présence d'Éterville et de Saint-Romain-de-Colbosc où des routeurs Cisco NCS ont été mis en service. Sur tous les autres points de présence de la boucle principale de Syvik, les nouveaux équipements ont été positionnés puis insérés dans le réseau. Les liaisons physiques et logiques venant des usagers seront progressivement basculées vers ces routeurs Cisco lors d'opérations de maintenance programmées au début de l'année 2022.

VOLUMÉTRIE DU RÉSEAU



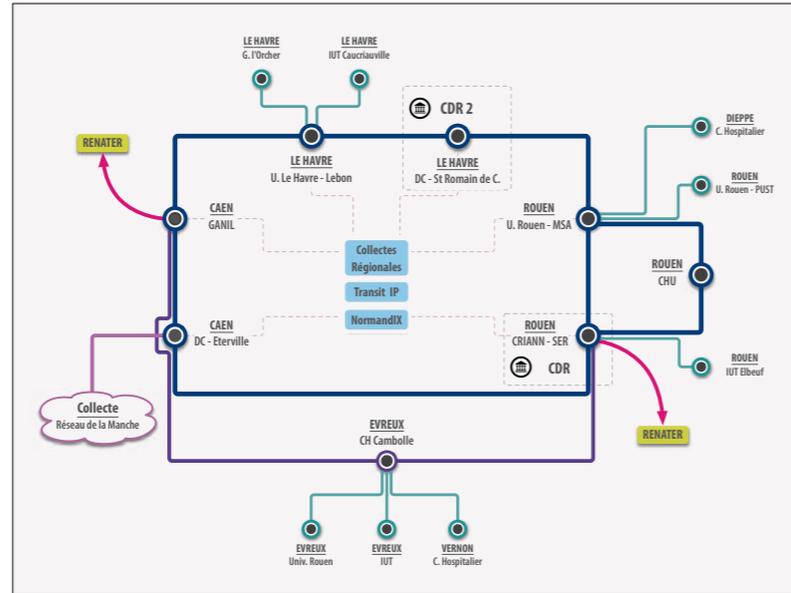
VISIOCONFÉRENCE



ÉVOLUTIONS POSSIBLES DES INFRASTRUCTURES DE SYVIK

La boucle principale de Syvik, qui repose sur des liaisons en fibre noire, assure une certaine pérennité en termes de capacité, de technologies télécoms qui peuvent être déployées entre les agglomérations de Caen, Le Havre et Rouen. Il n'en va pas de même sur l'ouest de la Normandie. La ville d'Alençon est ainsi toujours dans une zone relativement mal desservie par les opérateurs ; la collecte des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, assurée sur le territoire du département de la Manche par Manche numérique, n'est connectée sur Caen que par un unique lien, donc sans secours possible. Mais les échanges avec les opérateurs au cours de l'année ont montré que la construction de liaisons optiques, sur le modèle de celles construites pour la boucle principale de Syvik, serait très onéreuse. D'autres approches sont peut-être à envisager à court terme.

Sur Dieppe et sur Fécamp, des demandes se font jour, respectivement d'augmentation de débit et d'adduction sur Syvik. Entre l'Eure et la Seine-Maritime, l'interconnexion des réseaux d'initiative publique permettrait de disposer d'une infrastructure complémentaire à l'existante, et moins limitée en débit. Sur tous ces sujets, des points réguliers ont été organisés entre les intéressés, grâce à la DAN de la Région Normandie.



L'architecture du réseau Syvik.

LE PROJET DE DATA CENTRE (CDR2)

Jusqu'à cette année, la Région Normandie étudiait plusieurs pistes pour la mise en œuvre d'un nouveau centre de données régional. Après avoir envisagé la contractualisation avec un partenaire privé pour la fourniture de services d'hébergement, puis la rénovation d'un site industriel, le choix s'est finalement porté sur la construction ex-nihilo d'un bâtiment moderne et modulaire. Ce choix - pour partie au moins - sans doute été rendu possible par des disponibilités foncières au cœur du parc Éco-Normandie, sur la commune de Saint-Romain-de-Colbosc, près du Havre.

Pour le Criann, ce choix a été extrêmement important, dans la mesure où la Région ayant acté la décision de construire un data centre, les difficul-

tés potentielles pour trouver un site d'hébergement pour les prochaines machines de calcul étaient levées. À court terme (2022), cela permettra, sur cette même emprise foncière du parc Éco-Normandie, de construire une dalle pour accueillir le calculateur qui doit succéder à Myria et de le raccorder facilement sur les équipements actuellement hébergés dans les locaux de Webaxys, à quelques centaines de mètres. Pour Syvik, le choix de construire cet outil d'hébergement et de le positionner près d'un point de présence déjà en service confortera les efforts de pérennisation et de fiabilisation de la boucle principale du réseau (voir les paragraphes précédents). Qui plus est, le raccordement sur Syvik du centre de données, quand il sera construit, n'en sera que facilité.



Incidents et réparations sur les infrastructures optiques du réseau régional Syvik : sur une portion enterrée (photos de gauche) et sur une portion aérienne (photos de droite).

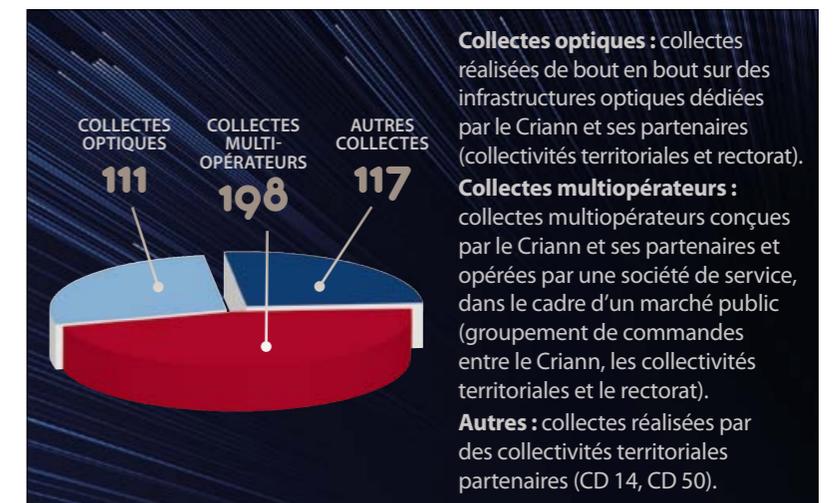
Le deuxième semestre 2021 a donc vu de nombreux échanges entre la Région Normandie, les bureaux d'études qui l'accompagnent, le Criann et le constructeur HPE et ses sous-traitants afin de finaliser les cahiers des charges pour les consultations qui devront être lancées au début de l'année prochaine et pour nous assurer d'une bonne articulation entre le programme HPC (2022) et celui du CDR2 (2024).

En parallèle de ces projets de construction, le processus de labellisation initié à la demande du MESRI se poursuit, sous l'égide de Normandie Université. Un comité stratégique se réunit régulièrement. Il comprend les vice-présidents en charge de la recherche et du numérique de Normandie Université et de chacun de ses membres fondateurs, un représentant du Criann, un représentant de la Région Normandie et un représentant de l'État. Aidé par les DSI des

établissements dont la coordination est assurée de manière tournante tous les six mois, le travail de ce comité stratégique doit permettre, d'ici à la fin 2024, de proposer un catalogue de services et une organisation pour leur exploitation.

Le Criann souhaite prendre sa part dans l'exploitation du futur CDR2, ouvert aux établissements de l'ESR, mais aussi aux sites de santé et aux collectivités. Reste à trouver la bonne articulation avec ces différentes communautés et un modèle économique viable.

RÉPARTITION DE LA COLLECTE



Collectes optiques : collectes réalisées de bout en bout sur des infrastructures optiques dédiées par le Criann et ses partenaires (collectivités territoriales et rectorat).

Collectes multiopérateurs : collectes multiopérateurs conçues par le Criann et ses partenaires et opérées par une société de service, dans le cadre d'un marché public (groupement de commandes entre le Criann, les collectivités territoriales et le rectorat).

Autres : collectes réalisées par des collectivités territoriales partenaires (CD 14, CD 50).

établissements

DIRECTEMENT CONNECTÉS SUR SYVIK

RA
20
21
24

POINT DE PRÉSENCE	ORGANISATION	DÉBIT UNITAIRE PAR SITE
RACCORDEMENTS OPTIQUES CD27 (Acquigny, Bernay, Brionne, Pont-Audemer, Évreux, La Saussaye, La Heunière, Montfort-sur-Risle, Conches-en-Ouche)	CD 27 - Collecte optique des collèges de l'Eure (COP)	1 Gbit/s
CAEN- GANIL	Région académique Normandie - Site Caen Caponière	10 Gbit/s
	Région Normandie - Site de Caen	10 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées (COP)	10 Gbit/s
	ATMO Normandie	100 Mbit/s
	Univ. Caen Normandie - Sites des campus 1 et 4	10 Gbit/s
	CNRS Délégation régionale	100 Mbit/s
	Réseau Canopé Caen	100 Mbit/s
	EnsiCaen site A	10 Gbit/s
	GIP Cycéron	10 Gbit/s
	CHU de Caen Normandie	10 Gbit/s
	CLCC Baclesse	100 Mbit/s
	Collecte multi-opérateurs (CMO)	1 Gbit/s
	CD 61 - Serveurs pour les collèges de l'Orne	1 Gbit/s
	CD 14 - Collecte des collèges du Calvados (AUT)	1 Gbit/s
CAEN- OPTIMIA	Région académique Normandie - Site Caen Caponière	10 Gbit/s
	Crous - Sites Lebisey et Hérouville	100 Mbit/s
	CHU de Caen Normandie	10 Gbit/s
	Univ. Caen Normandie - Sites des campus 1 et 4	10 Gbit/s
	CNRS Délégation régionale	100 Mbit/s
CAEN- OPTIMIA	Région Normandie - Site de Caen	10 Gbit/s
	EnsiCaen site A	10 Gbit/s
	GIP Cycéron	10 Gbit/s

POINT DE PRÉSENCE	ORGANISATION	DÉBIT UNITAIRE PAR SITE
CAEN- OPTIMIA	École de management de Normandie	10 Gbit/s
	Collecte multi-opérateurs (CMO)	1 Gbit/s
	CD 61 - Serveurs pour les collèges de l'Orne	1 Gbit/s
	CD 14 - Collecte des collèges du Calvados (AUT)	1 Gbit/s
DIEPPE - CH	Centre hospitalier de Dieppe	100 Mbit/s
	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
	Ville de Dieppe - Écoles	10 Mbit/s
ELBEUF - IUT	Univ. Rouen Normandie - IUT d'Elbeuf	1 Gbit/s
	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées	1 Gbit/s
ÉTERVILLE	Univ. Caen Normandie - Sites de Cherbourg, Saint-Lô et campus 3	1 Gbit/s
	CNAM Intechmer	1 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Caen Caponière et DSDEN 14	10 Gbit/s
	CD 50 - Collecte des collèges de la Manche (AUT)	1 Gbit/s
ÉVREUX - SITE UNIVERSITAIRE TILLY	Univ. Rouen Normandie - Site Tilly	1 Gbit/s
	CROUS - Restaurant universitaire Tilly	10 Mbit/s
ÉVREUX - CAMBOLLE	Centre hospitalier intercommunal Eure-Seine	10 Gbit/s
	Collecte multi-opérateurs (CMO)	1 Gbit/s
ÉVREUX - IUT	Univ. Rouen Normandie - IUT d'Évreux	10 Gbit/s
	Région académique Normandie - DSDEN 27	1 Gbit/s
	CROUS - Brasserie IUT Évreux	10 Mbit/s
	CD 27 - Collèges et Hôtel du Département	1 Gbit/s
GONFREVILLE-L'ORCHER	Univ. Le Havre Normandie - Site d'étude Cématerra	1 Gbit/s
	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
	Écoles de la ville et médiathèque	100 Mbit/s

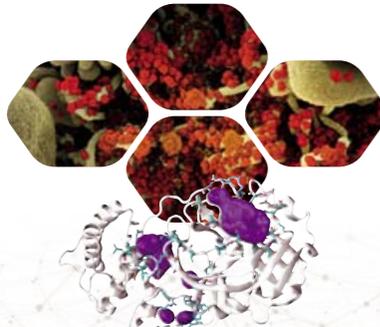
RA
20
21
25

POINT DE PRÉSENCE	ORGANISATION	DÉBIT UNITAIRE PAR SITE
LE HAVRE - SITE UNIVERSITAIRE LEBON	Univ. Le Havre Normandie - Site Lebon	10 Gbit/s
	Univ. Le Havre Normandie - Site Prony	1 Gbit/s
	INSA Rouen Normandie - Campus du Havre	1 Gbit/s
	Crous - Restaurant universitaire Le Havre	10 Mbit/s
	Sciences Po. Le Havre	1 Gbit/s
	Groupe hospitalier du Havre - Site Monod	100 Mbit/s
	CD 76 - Collèges (COP)	1 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées (COP)	10 Gbit/s
	ATMO Normandie - Site du Havre	100 Mbit/s
LE HAVRE - IUT SCHUMAN	Univ. Le Havre Normandie - IUT Schuman	1 Gbit/s
	CROUS - Cafétéria IUT Caucriauville	100 Mbit/s
MONT-SAINT-AIGNAN - CAMPUS	Univ. Rouen Normandie - ESPE	1 Gbit/s
	Univ. Rouen Normandie - Campus MSA	10 Gbit/s
	Criann	10 Gbit/s
	Normandie Université	10 Gbit/s
	Pôle régional des savoirs	1 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Rouen Fontenelle	10 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Mont-Saint-Aignan	1 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées (COP)	1 Gbit/s
	Crous - Sites MSA	100 Mbit/s
	CNED	20 < d < 100 Mbit/s
	NEOMA Business School	10 Gbit/s
	Réseau Canopé	100 Mbit/s
	UniLaSalle - Campus de Rouen	100 Mbit/s
	IFA Marcel Sauvage	20 < d < 100 Mbit/s
Univ. Rouen Normandie - Site Pasteur	1 Gbit/s	
CD 76 - Collèges	1 Gbit/s	
CROUS - Restaurant universitaire Pasteur	10 Mbit/s	
ROUEN - CHU	Univ. Rouen - Sites Martainville et MSA	10 Gbit/s
	Université de Rouen - Campus MSA	10 Gbit/s
	Région Normandie - Site de Rouen	10 Gbit/s

POINT DE PRÉSENCE	ORGANISATION	DÉBIT UNITAIRE PAR SITE
ROUEN - CHU	Région Normandie - Lycées (COP)	1 Gbit/s
	Crous (sites brasserie Lavoisier et RU Martainville)	100 Mbit/s
	CHU de Rouen	10 Gbit/s
	Opéra de Rouen Normandie	100 Mbit/s
	Centre hospitalier du Rouvray	100 Mbit/s
	Centre Henri Becquerel	100 Mbit/s
	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
	École nationale supérieure d'architecture de Normandie	20 < d < 100 Mbit/s
ROUEN - PUST	Université de Rouen - Campus Pasteur	1 Gbit/s
	Crous Normandie	100 Mbit/s
	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
SAINT-ÉTIENNE-DU-ROUVRAY - CRIANN	Univ. Rouen Normandie - Site Madrillet	10 Gbit/s
	Univ. Rouen Normandie - Coria	1 Gbit/s
	Datacentre CDR (hébergements U. Rouen, rectorat, INSA, Crous)	Service
	INSA Rouen Normandie - Campus Madrillet	10 Gbit/s
	CRIANN	10 Gbit/s
	Région Normandie - Site de Rouen et CDR	10 Gbit/s
	Pôle régional des savoirs	1 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Rouen Fontenelle	10 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Rouen Fontenelle	10 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Mont-Saint-Aignan	1 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées (COP)	1 Gbit/s
	Crous - Sites MSA	100 Mbit/s
	CNED	20 < d < 100 Mbit/s
	NEOMA Business School	10 Gbit/s
Réseau Canopé	100 Mbit/s	
UniLaSalle - Campus de Rouen	100 Mbit/s	
IFA Marcel Sauvage	20 < d < 100 Mbit/s	
Univ. Rouen Normandie - Site Pasteur	1 Gbit/s	
CD 76 - Collèges	1 Gbit/s	
CROUS - Restaurant universitaire Pasteur	10 Mbit/s	
VERNON-CH	CHI Eure Seine - Site de Vernon	10 Gbit/s
	ATMO Normandie	100 Mbit/s
ST-ROMAIN-DE-COLBOSC	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées	1 Gbit/s
VAL-DE-REUIL	CD 27 - Collèges	1 Gbit/s
	Ville de Val-de-Reuil - Écoles	100 Mbit/s

calcul intensif
ACCELEREZ VOS SIMULATIONS ET TRAITEMENT DE DONNEES
AVEC LE SUPERCALCULATEUR MYRIA

COURSE CONTRE Sars-CoV-2
Un exemple d'utilisation des ressources du Criann
par le Centre d'études et de recherche sur le médicament
de Normandie (CERMN), Université de Caen Normandie



Challenge JEDI Covid-19
Traitement massif distribué en docking moléculaire à l'échelle mondiale

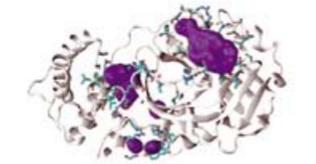
620 millions de molécules sur 3 protéines cibles
Soit 1,8 milliard de cas étudiés par l'équipe normande en un mois

120 To de données 40 millions de fichiers
Pour traitement sur le calculateur du Criann

CRIANN CENTRE REGIONAL INFORMATIQUE ET D'APPLICATIONS NUMERIQUES DE NORMANDIE

SCIENCES MÉDECINE

Course contre le SARS-CoV-2



Une approche disruptive dans la recherche d'un traitement thérapeutique
Parmi 54 milliards de molécules répertoriées, l'une d'elles pourrait-elle être efficace contre le virus ? Tel est le challenge proposé en mai 2020 par la fondation JEDI à 130 équipes de chercheurs des meilleures institutions mondiales, dont une équipe de Caen. L'usage des supercalculateurs couplé au machine learning a permis d'atteindre une échelle jamais vue auparavant dans la recherche in silico.

CHALLENGE JEDI COVID-19
Traitement massif distribué en docking moléculaire à l'échelle mondiale

620 MILLIONS DE MOLECULES SUR 3 PROTEINES CIBLES
Soit 1,8 milliard de cas étudiés par l'équipe normande en un mois

120 To DE DONNEES 40 MILLIONS DE FICHIERS
Pour traitement sur le calculateur du Criann

EQUIPE Pr. Romain Bureau, Centre d'études et de recherche sur le médicament de Normandie (CERMN), Université de Caen Normandie
EQUIPE Fabrice Boutequin-Mérou, Malinca Charbon

EXPERTISE Traitement massif distribué en docking moléculaire / Machine learning

SUPER CALCULATEURS Total de 3,6 millions d'heures pour calculées au Criann et au Cines Gencl

PROGRAMME Fondation JEDI (The Joint European Disruptive Initiative)

CRIANN **simSEO**

SCIENCES CLIMATOLOGIE

Le catalogue des tempêtes



Un nouvel outil de modélisation pour anticiper les conséquences des intempéries violentes
Face à la récurrence de perturbations météorologiques intenses en France métropolitaine, Risk Weather Tech a mis au point, grâce au supercalculateur Myria du Criann, un vaste catalogue de tempêtes physiquement et statistiquement glausques. Principaux objectifs : anticiper les dégâts potentiels sur les infrastructures et cartographier plus précisément les risques de sinistres pour les assurances.

UN GÉNÉRATEUR MÉTÉO
L'évolution d'une tempête est modélisée après une perturbation de très faible amplitude apportée 4 jours avant qu'elle ne touche le continent

UN ENSEMBLE STATISTIQUEMENT SIGNIFICATIF
Les 354 tempêtes répertoriées par Météo France depuis 1980 ont été perturbées 28 fois pour obtenir près de 10 000 tempêtes réalistes

HAUTE PRÉCISION
La résolution spatiale à 5 km permet d'accroître la connaissance locale sur le régime des vents tempêteux

EQUIPE Stéphanie L'Havédrer, Gilles André, Risk Weather Tech
EQUIPE Equipe support du Criann, Benjamin Charbonnel, Franck Stoupaquin, Méliou

EXPERTISE Modèle météorologique WRF du INCAR
Application de la méthode SKBS, nouveau support pour les systèmes Goussard, Kinetic, Energy Sechouette Scheme

SUPER CALCULATEURS 870 000 heures CPU sur le supercalculateur Myria du Criann

PROGRAMME SIMSEO (coordination Gencl)

CRIANN **simSEO**

calcul intensif
ACCELEREZ VOS SIMULATIONS ET TRAITEMENT DE DONNEES
AVEC LE SUPERCALCULATEUR MYRIA

LE CATALOGUE DES 10 000 TEMPÊTES
Une innovation de Risk Weather Tech



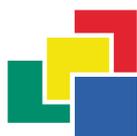
Un générateur météo
L'évolution d'une tempête est modélisée après une perturbation de très faible amplitude apportée 4 jours avant qu'elle ne touche le continent

Un ensemble statistiquement significatif
Les 354 tempêtes répertoriées par Météo France depuis 1980 ont été perturbées 28 fois pour obtenir près de 10 000 tempêtes réalistes

Haute précision
La résolution spatiale à 5 km permet d'accroître la connaissance locale sur le régime des vents tempêteux

CRIANN CENTRE REGIONAL INFORMATIQUE ET D'APPLICATIONS NUMERIQUES DE NORMANDIE

simSEO



CRIANN

**CENTRE RÉGIONAL INFORMATIQUE
ET D'APPLICATIONS NUMÉRIQUES
DE NORMANDIE**

745 avenue de l'Université 76800 Saint-Étienne-du-Rouvray

Le Pôle Régional de Modélisation Numérique, le réseau régional SYVIK et la Maison Normande des Sciences du Numérique sont trois actions inscrites dans le Contrat de Plan État-Région et bénéficient d'un cofinancement de l'Union Européenne (fonds FEDER)



www.criann.fr