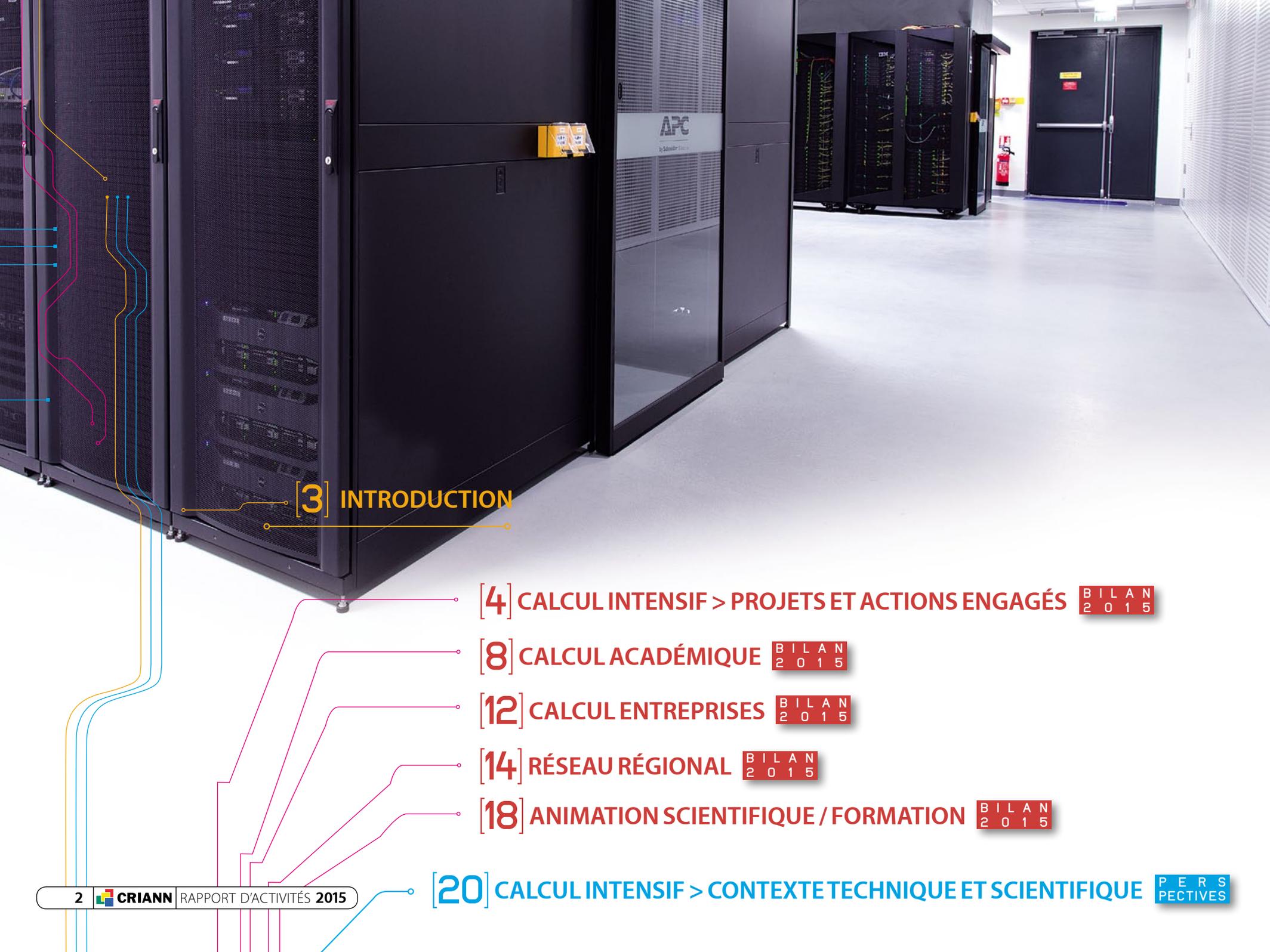




CRIANN

RAPPORT D'ACTIVITÉS 2015





[3] INTRODUCTION

[4] CALCUL INTENSIF > PROJETS ET ACTIONS ENGAGÉS **BILAN 2015**

[8] CALCUL ACADÉMIQUE **BILAN 2015**

[12] CALCUL ENTREPRISES **BILAN 2015**

[14] RÉSEAU RÉGIONAL **BILAN 2015**

[18] ANIMATION SCIENTIFIQUE / FORMATION **BILAN 2015**

[20] CALCUL INTENSIF > CONTEXTE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE **PERSPECTIVES**

INTRODUCTION

LE CRIANN, OUTIL AU SERVICE DE LA RECHERCHE NORMANDE ET DE L'AMÉNAGEMENT NUMÉRIQUE DU TERRITOIRE

Le CRIANN a toujours été perçu comme un centre de ressources informatiques à l'échelle de la Normandie. C'est ainsi que, depuis sa création en 1991, ses moyens de calcul sont utilisés par les laboratoires publics normands, de même que par des entreprises du Grand Ouest.

C'est aussi vrai pour le réseau régional pour l'Éducation et la Recherche, SYRHANO, qui a été élargi depuis 2012 pour intégrer le périmètre de la ComUE Normandie Université avec une boucle à très haut débit passant par Caen et interconnectée sur le réseau VIKMAN. Par ailleurs, les services applicatifs mutualisés du CRIANN, comme la visioconférence, sont largement utilisés sans limite géographique dans le cas de partenariats entre usagers.

À l'aune de la fusion des régions, le CRIANN a porté en 2015 plusieurs projets destinés à renforcer le potentiel de recherche de la Normandie, que ce soit dans le monde académique ou pour les entreprises engagées dans des actions de recherche et développement ou d'innovation.

Le CRIANN a ainsi été retenu dans le cadre de la réponse GENCI-TERATEC à l'appel à manifestation d'intérêt « Diffusion de la simulation numérique », validée le 16 juin dernier par la Direction Générale des Entreprises. La plateforme de service pour les entreprises, coordonnée par le CRIANN et soutenue par la collectivité régionale, Normandie Université et de nombreux partenaires, sera opérationnelle au début de 2016.

Par ailleurs, le CRIANN a répondu à l'appel à projets « Usages du numérique » publié par la Région Haute-Normandie et trois projets ont été déposés en 2015 :

- la **Maison Normande des Sciences du Numérique** se veut une action de consolidation d'un écosystème normand du calcul intensif, de la simulation numérique avancée et de l'ingénierie des données numériques. Cette action vise principalement le monde universitaire, mais également les PME et le monde économique.
- l'acquisition d'une **solution de calcul de nouvelle génération**, prévue pour début 2016, doit permettre aux chercheurs de disposer de matériels modernes et performants afin de se préparer à l'arrivée, dans les prochaines années, de machines Exascale très complexes à utiliser.

- enfin, il est proposé de poursuivre la **convergence des réseaux SYRHANO et VIKMAN** vers une infrastructure de services mutualisés à l'échelle normande pour les usages non marchands, afin de garantir performance et équité d'accès sur l'ensemble du territoire régional.

Outre le résumé des projets déposés, des actions menées et des traditionnels indicateurs qui reflètent l'activité de l'année écoulée, il nous a semblé intéressant d'intégrer à ce bilan 2015 des éléments de contexte qui situent le PRMN dans l'organisation nationale et européenne du calcul intensif, qui pointent les difficultés techniques que vont devoir surmonter les chercheurs dans les prochaines années et les efforts de consolidation à effectuer en région.

Le rapport d'activités du CRIANN est présenté sous une forme synthétique afin de mettre en valeur les indicateurs retenus par thématique et d'évoquer les événements marquants de l'année écoulée. Ce document est également disponible sur le site du CRIANN sous forme électronique. Il est complété par un volet technique ainsi qu'un recueil des publications scientifiques des travaux exécutés sur les calculateurs du CRIANN (www.criann.fr/documents-presentation/).

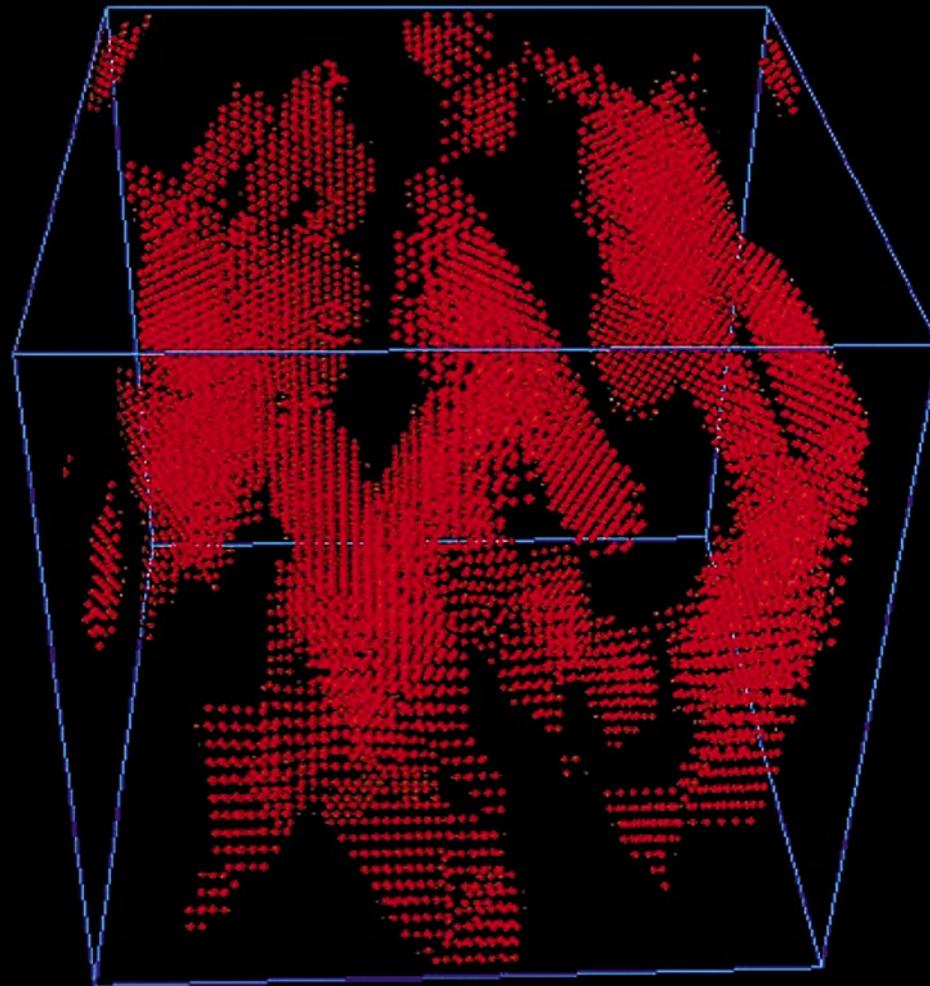
En couverture : simulation de l'atomisation d'un film liquide par un écoulement gazeux avec une méthode AMR (raffinement de maillage adaptatif), visualisation du développement de la première instabilité. G.Vaudor, M. Doring, T. Ménard et A. Berlemont - CORIA UMR 6614 - CNRS INSA et Université de Rouen



CALCUL INTENSIF PROJETS ET ACTIONS ENGAGÉS

BILAN
2015

POUR UN ÉCOSYSTÈME NORMAND DE CALCUL INTENSIF À LA POINTE DE L'INNOVATION



POUR UN ÉCOSYSTÈME NORMAND DE CALCUL INTENSIF À LA POINTE DE L'INNOVATION

Les projets portés par le CRIANN et ses partenaires ont pour objectif de dynamiser la coordination inter-établissements, tant au niveau académique que sur un plan technique, afin de structurer et consolider un écosystème normand du calcul intensif (HPC), de la simulation numérique avancée et de l'ingénierie des données numériques. Ces actions visent principalement le monde universitaire, mais également les PME et le monde économique. Elles se résument en trois volets qui se complètent naturellement : les équipements lourds mutualisés d'une part, l'organisation régionale qui pérennise les compétences académiques d'autre part et enfin l'ouverture au monde économique.

[1] LA CONSOLIDATION DU PÔLE RÉGIONAL DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE OPÉRÉ PAR LE CRIANN

Le PRMN est constitué d'un plateau technique destiné aux simulations numériques de grande taille exploité par le CRIANN, qui apporte également aux chercheurs une expertise technique sur l'utilisation des ressources spécialisées (matériels et logiciels), que ce soit sur les techniques de programmation, l'algorithmique ou l'optimisation des codes.

Le calculateur ANTARÈS, installé courant 2010 et complété en 2012, est aujourd'hui en fin de vie et sera remplacé en 2016 par une machine de dernière génération, préfigurant les supercalculateurs Exascale. Cette acquisition est indispensable pour permettre aux chercheurs, non seulement d'effectuer leurs travaux de production, mais surtout de développer ou de porter leurs codes sur les machines qui équiperont, dans un

futur proche, les centres nationaux et européens. Cette plateforme de calcul moderne intégrera les technologies les plus récentes, dans le cadre d'un partenariat de haut niveau avec le fournisseur retenu et le(s) concepteur(s) des processeurs / accélérateurs. Ce partenariat mobilisera, côté constructeur, des ingénieurs maîtrisant parfaitement ces techniques en évolution rapide et, côté normand, le service de support scientifique du CRIANN et les équipes de recherche impliquées dans des problématiques de portage ou de développement de codes à l'échelle Exascale.

[2] LA CRÉATION D'UNE MAISON NORMANDE DES SCIENCES DU NUMÉRIQUE

La création d'une Maison Normande des Sciences du Numérique permettra de concrétiser la volonté des établissements de faire émerger un pôle d'enseignement et d'animation scientifique de haut niveau dans le domaine du HPC. En s'appuyant sur les compétences existantes, qu'il s'agit de pérenniser et de soutenir, les échanges et les synergies entre équipes de recherche et l'approche pluridisciplinaire des problèmes seront encouragés au travers de la mise en commun d'outils numériques et de méthodes, de séminaires et de formations avancées, de codirection de thèses entre laboratoires (par exemple math-géologie). Cette action permettra en outre de valoriser les travaux effectués dans les laboratoires et de faciliter le travail des équipes n'ayant pas de spécialistes dans ces domaines.

Piloté initialement par le CRIANN pendant une première phase de 18 à 24 mois, ce projet doit ensuite être porté

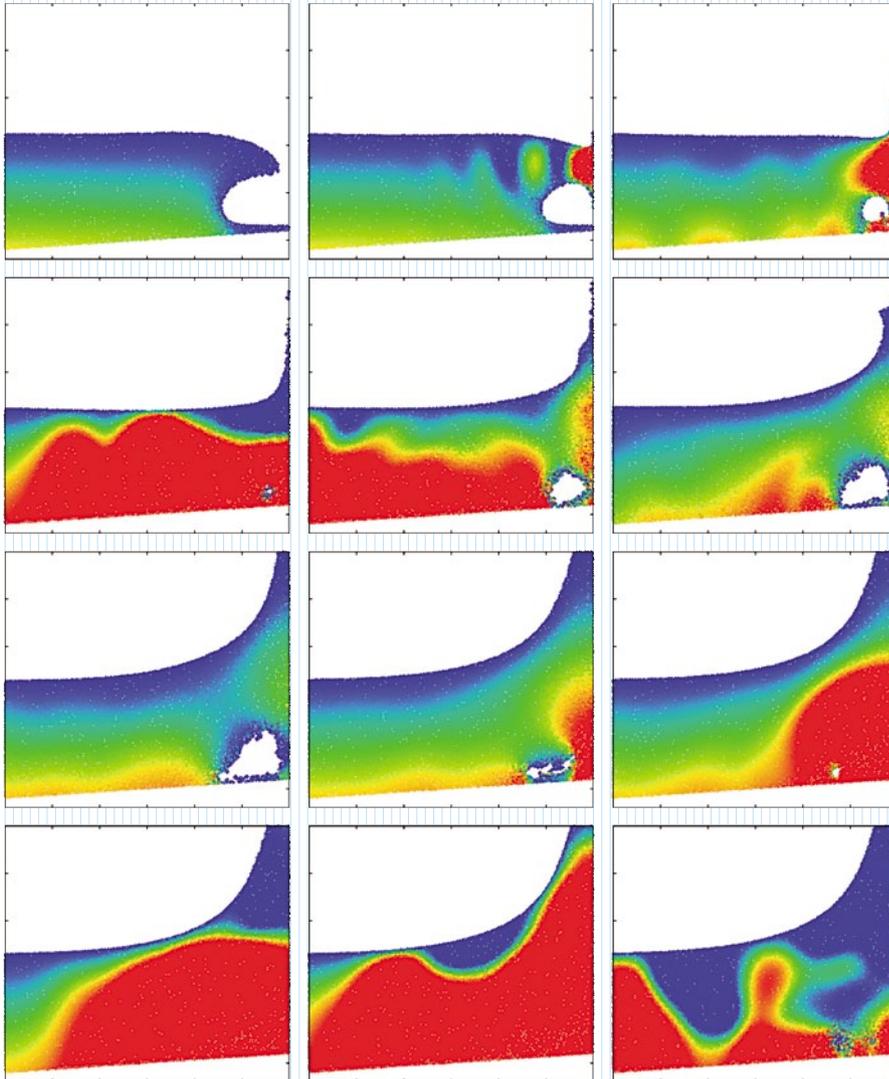
par les établissements d'enseignement supérieur et de recherche. Il s'adresse en premier lieu aux équipes utilisant la simulation numérique (typiquement les équations aux dérivées partielles) ou le traitement de données (« Big Data »), dans un objectif de co-construction et de mutualisation des efforts face aux enjeux actuels.

Un certain nombre d'actions concrètes ont été proposées pour sa phase de démarrage :

- Une cartographie des compétences et des besoins permettra de donner une meilleure visibilité sur les compétences dans les laboratoires et de cataloguer les outils disponibles.
- Un guichet unique pour les besoins en calcul intensif (HPC) et traitement massif des données (« Big Data ») sera mis en place. Pour compléter le support scientifique du CRIANN, une première action de montée en compétence sera organisée sur les technologies « accélérateurs » (nouveaux types de processeurs informatiques, comme les GPU et les Phi) qui apparaissent dès à présent comme transversales à plusieurs thématiques de recherche. Dès le démarrage du projet, des formations de haut niveau sur ces technologies (architecture, domaines d'application, programmation puis optimisation) seront organisées afin d'accompagner les chercheurs.

Ce projet a clairement une vocation scientifique et technique en direction de la communauté universitaire, mais il a également pour but de faciliter les liens avec le monde économique. Ainsi, le travail de cartographie servira à l'organisation proposée pour la plateforme normande d'aide aux entreprises.





Simulation de l'impact d'une vague extrême (soliton) sur une paroi verticale par une méthode SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics). X.Z. Lu, J-M. Cherfils, G. Pinon, E. Rivoaten et J. Brossard - LOMC UMR 6294 - CNRS et Université du Havre



L'ouverture des formations et des supports aux entreprises et aux start-up permettra par ailleurs d'articuler le projet en cohérence avec l'initiative French Tech et le projet « Data Lab normand ».

[3] LA MISE EN ŒUVRE D'UNE PLATEFORME NORMANDE D'AIDE AUX ENTREPRISES

Depuis sa création, le plateau technique de calcul intensif du CRIANN et les services qui y sont associés constituent un outil mutualisé, déployé au service des chercheurs des établissements publics et ouvert aux entreprises dans une démarche de soutien à l'innovation et à la compétitivité. Ainsi, au cours des années 90, la plateforme du CRIANN a pu être utilisée ponctuellement par les implantations régionales de grandes entreprises des secteurs aéronautique, spatial ou naval. L'élargissement de l'usage en direction des PME et ETI, qui fut l'objet d'une action collective régionale en 2006, permit par exemple d'accompagner un bureau d'ingénierie vers la simulation numérique des écoulements fluides ainsi qu'une start-up du secteur naval alors en phase de création.

Les succès de quelques PME ne doivent cependant pas faire oublier qu'une majorité d'entre elles reste à convaincre des bénéfices de l'usage du calcul intensif, alors que les outils de simulation numérique connaissent un développement accru de leur champ d'application et gagnent en précision. C'est là précisément l'objet de la politique d'incitation menée au niveau national, qui s'est traduite en 2014 par l'appel à manifestation d'intérêt « Diffusion de la simulation numérique » de la Direction Générale des Entreprises. En réponse à cet AMI, la société civile GENCI a proposé un programme d'« Accompagnement de proximité des PME », basé sur la constitution d'un petit nombre de





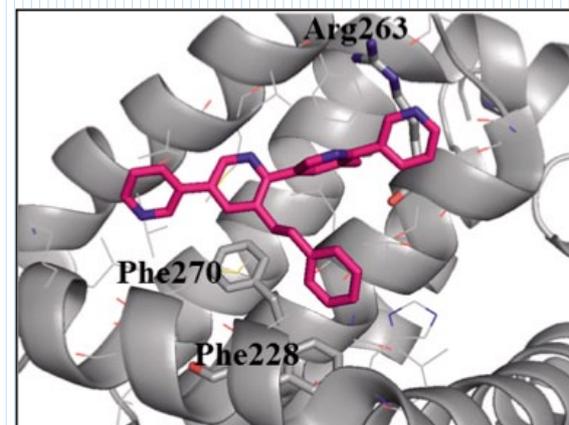
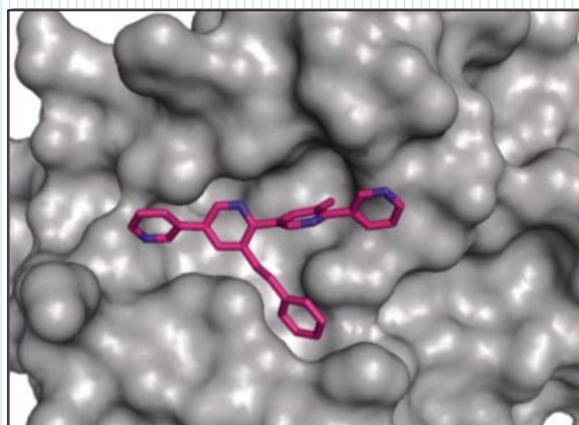
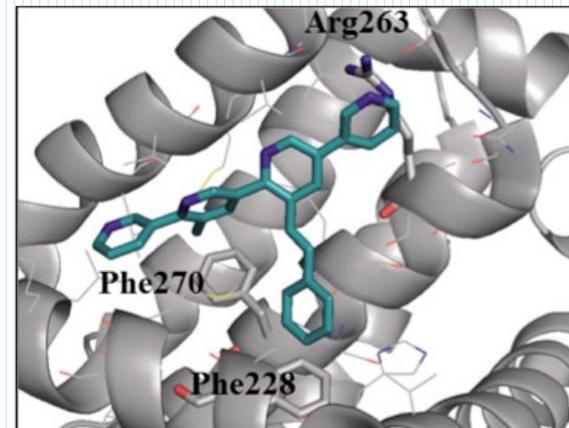
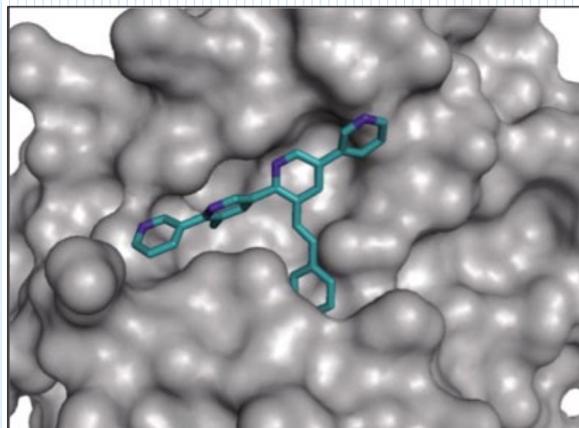
plateformes régionales, chacune réunissant les quatre compétences : centre de calcul, établissements de recherche, acteurs

de l'innovation et puissance publique régionale.

Une candidature normande à ce programme s'avérait donc être une opportunité pour fédérer des compétences complémentaires autour d'un projet commun afin de constituer un écosystème élargi autour de la simulation numérique et du calcul intensif.

Le dossier constitué par le CRIANN a bénéficié du soutien commun des deux Régions normandes, de la ComUE Normandie Université représentant l'ensemble de ses laboratoires de recherche, ainsi que de différents partenaires Innovation qui seront les relais de cette action auprès de leurs membres. Le dossier a été retenu pour constituer l'une des sept plateformes régionales du programme. L'ambition du programme est de démultiplier en région l'initiative HPC-PME qui avait été lancée par GENCI, INRIA et Bpifrance en s'appuyant sur les moyens de calcul d'EQUIP@MESO, dont ceux du CRIANN. La démarche proposée aux entreprises consiste à effectuer une preuve de concept que le recours aux moyens de calcul intensif est réalisable, et que la brique d'expertise qui peut leur manquer dans tel ou tel domaine peut être trouvée au sein des laboratoires. Il s'agit de monter au cas par cas un accompagnement sur mesure - expertise scientifique, accès aux moyens de calcul - et d'en mesurer les bénéfices.

Le CRIANN est d'ores et déjà opérationnel pour ce qui concerne l'accueil des entreprises et leur accompagnement dans l'utilisation des outils. En revanche, un important travail reste à effectuer en synergie avec les partenaires sur différents volets du programme :



Modélisation moléculaire au service de la découverte de nouveaux ligands : les molécules oligopyridine, des foldameres de hélice alpha, inhibent Mcl-1 et sensibilisent ainsi les cellules cancéreuses ovariennes aux stratégies ciblant Bcl-XL. Equipe J. Sopkova-de Oliveira Santos, CERMN Université de Caen Normandie

- un travail de communication vers le monde des entreprises pour lequel les partenaires Innovation joueront un rôle majeur ;
- un travail de recensement des expertises en modélisation et simulation numérique présentes

au sein des laboratoires normands ; ceci constitue précisément l'une des premières tâches recensées dans le projet de Maison Normande des Sciences du Numérique.

POUR UN ÉCOSYSTÈME NORMAND DE CALCUL INTENSIF À LA POINTE DE L'INNOVATION

PRMN > INDICATEURS

**NOMBRE DE COMPTES
UTILISATEURS**

académiques et entreprises

176

**NOMBRE DE PROJETS
SCIENTIFIQUES**

académiques et entreprises

76

**NOMBRE D'HEURES DE CALCUL
CONSOMMÉES SUR 12 MOIS**

académiques et entreprises
en millions d'heures.cœur
octobre 2014 - fin septembre 2015

16,5 mh

**POURCENTAGE DES HEURES DE CALCUL
ACADÉMIQUES CONSOMMÉES**

octobre 2014 - fin septembre 2015

75%

La principale ressource de calcul du Pôle Régional de Modélisation Numérique (PRMN) est une grappe de calcul IBM iDataPlex, mise en service en 2010 et complétée en 2012. Cette machine est constituée d'environ 3000 cœurs de calcul, répartis sur plus de 250 serveurs interconnectés par un réseau à faible latence InfiniBand, et d'un sous-ensemble de stockage d'environ 280To.

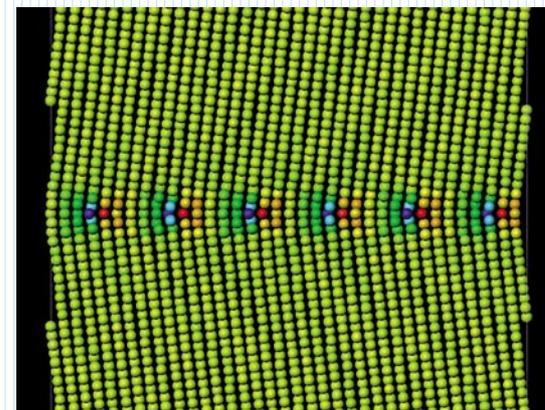
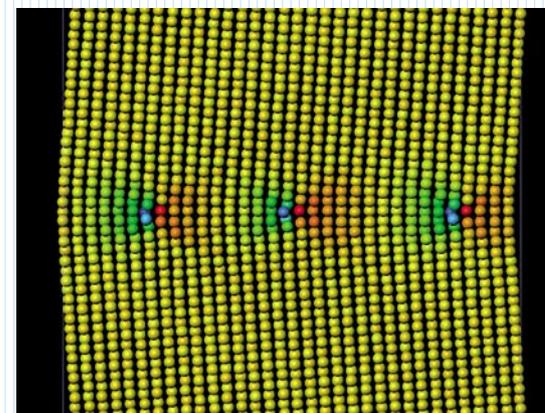
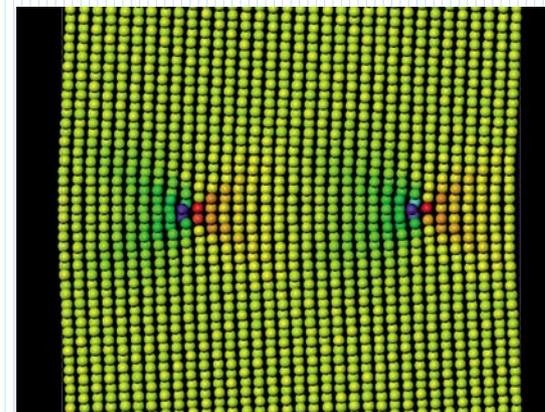
Cette grappe de calcul repose ainsi principalement sur des technologies datant de 2009 (réseau, disques, mémoires, processeurs), même si certains éléments sont un peu plus récents. C'est donc aujourd'hui une machine en fin de vie et les pannes matérielles en 2015 ont été plus nombreuses qu'au cours des années précédentes. La production n'en a cependant pas trop souffert dans la mesure où les dysfonctionnements n'ont pas impacté tout le calculateur.

L'année passée a été marquée par une production d'un bon niveau en terme de charge et d'heures consommées (16,5 Mh.cœur), mais cela doit être considéré comme le maximum de ce que la machine peut fournir au regard du profil des travaux demandés. En effet, les chercheurs sont aujourd'hui pénalisés du fait de la relative petite taille et de l'hétérogénéité du calculateur : les temps d'attente, pour les travaux massivement parallèles, sont de plus en plus longs alors que la demande en travaux sur plus de 1000 cœurs augmente régulièrement.

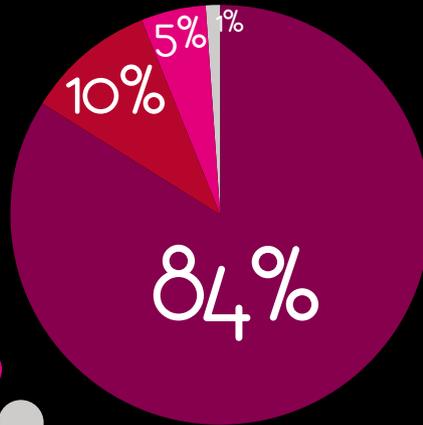
Le CRIANN a donc lancé une consultation pour le renouvellement de ses moyens de calcul, avec comme objectif de disposer, courant 2016, d'une solution de calcul moderne et préfigurant, pour partie, les machines Exascale qui équiperont les centres nationaux et européens dans les années à venir. Ces équipements permettront aux chercheurs normands de développer ou d'optimiser leurs applications afin d'améliorer leur performance globale ainsi que leur rendement par nœud de calcul, ce qui est fondamental, tant sur le plan scientifique (faire tourner des simulations de grande taille et/ou d'une grande précision), mais aussi dans un souci d'efficacité énergétique. Pour cela, le plateau technique du PRMN disposera en 2016 de processeurs de dernière génération et d'une architecture d'interconnexion encore plus rapide. L'accompagnement des chercheurs à l'utilisation de ces nouveaux calculateurs sera renforcé. En effet, il ne faut pas sous-estimer les difficultés de programmation des supercalculateurs modernes : beaucoup d'applications seront à optimiser, si ce n'est à réécrire (voir pages 20 à 23).

Lancée sous la forme d'un dialogue compétitif, cette consultation associe les établissements de la ComUE Normandie Université et le CRIANN au sein d'une commission d'analyse à laquelle participent également, en tant qu'experts, nombre de chercheurs normands.

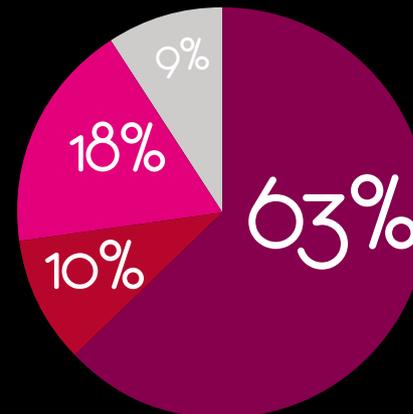
Polycristal de structure cubique centrée et visualisation du champ élastique autour de dislocations. H.Zapolsky, A. Vaugeois, O.Kapikranian et R. Patte - GPM UMR 6634 - CNRS INSA et Université de Rouen



RÉPARTITION THEMATIQUE DES HEURES ACADEMIQUES



RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES HEURES ACADEMIQUES



Simulation d'une flamme supersonique hydrogène-air et visualisation des structures turbulentes (en gris), de la température (en orange) et de la concentration d'hydrogène (en bleu). L. Bouheraoua, P. Domingo et G. Ribert - CORIA UMR 6614 - CNRS INSA et Université de Rouen

THÉMATIQUE SCIENTIFIQUE	NOM DU LOGICIEL	LOGICIEL LIBRE	LICENCE CRIANN (1)	LICENCE UTILISATEUR (2)	USAGE RESTREINT (3)
Modélisation moléculaire	MAESTRO		X		
	MASCOT		X		
	MATERIAL STUDIO		X		
	DISCOVERY STUDIO		X		
	FELIX		X		
	SYBYL		X		
Chimie quantique, dynamique moléculaire	JAGUAR		X		
	GAUSSIAN 03		X		
	DALTON				X
	AMBER			X	
	CHARMM			X	
	GAMESS	X			
	GROMACS	X			
	ABINIT	X			
	CP2K	X			
	NAMD	X			
	MOLPRO			X	
	SIESTA				X
	VASP				X
	DOL-POLY	X			
Mécanique des fluides	Ansys FLUENT / CFX			X	
	STAR CCM+			X	
	OPENFOAM	X			
	SATURNE	X			
	ISIS-CFD			X	
	SPH-flow			X	
	FDS	X			
	GERIS FLOW	X			
Modélisation atmosphérique, climatologie	BRAMS				X
	WRF				X
	SIRANE				X
	CHIMERE				X
	WAVE WATCH	X			
Mécanique	ASTER	X			
	ABAQUS			X	
	CAST3M				X
Acoustique	ACTRAN			X	
Mathématiques, statistiques	SCILAB	X			
	MATLAB			X	
	FREEFEM++	X			
	R	X			
Visualisation	PARAVIEW	X			
	VISIT	X			

LOGICIELS EXPLOITÉS PAR LE CRIANN POUR LE COMPTE DE SES UTILISATEURS

Ne figurent pas dans cette liste les logiciels développés en interne dans les laboratoires et installés directement par les chercheurs.

Les logiciels de modélisation moléculaire et de dynamique moléculaire acquis par le CRIANN sont utilisés par 13 équipes de recherche qui constituent le Réseau Normand de Modélisation Moléculaire (RNMM).

Les applications de leurs travaux couvrent différents domaines de la chimie et de la recherche médicale.

(1) Licence acquise par le CRIANN dans un contexte de mutualisation.

(2) Licence commerciale acquise par son utilisateur.

(3) Usage restreint à un utilisateur ou à une communauté (logiciel libre ou logiciel propriétaire développé en interne).

PRMN > CALCUL ENTREPRISES

NOMBRE
D'HEURES
DE CALCUL

en millions d'heures.cœur

4 mh

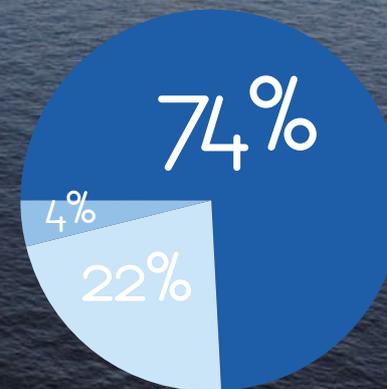
NOMBRE
D'ENTREPRISES
UTILISATRICES

12

NOMBRE DE PROJETS
SCIENTIFIQUES

20

RÉPARTITION
DES HEURES
PAR SECTEUR



AASQA : associations agréées de surveillance de la qualité de l'air
5 structures utilisatrices dont Air Normand

L'année 2015 a vu une forte croissance des heures de calcul par les entreprises, avec 4 Mh.coeur produites sur douze mois.

Le CRIANN accompagne en particulier l'Institut de Recherche Technologique Jules-Verne, basé à Nantes et dédié aux techniques avancées de production composites, métalliques et structures hybride. Créé en 2012 dans une démarche de mutualisation de moyens humains et techniques entre acteurs industriels et académiques, l'IRT Jules-Verne s'était rapproché du CRIANN dès 2013 afin de se doter d'un accès à des ressources de calcul intensif répondant à ses besoins pluridisciplinaires. L'année suivante avait été celle de la validation et du démarrage, avec une phase de tests par les utilisateurs suivie de la signature d'une convention. La montée en charge des activités a véritablement démarré fin 2014 et s'est poursuivie courant 2015, avec le soutien technique du CRIANN. L'IRT Jules-Verne représente aujourd'hui 5 projets scientifiques, une vingtaine de comptes utilisateurs et de l'ordre de 0.9 M.h sur 12 mois.



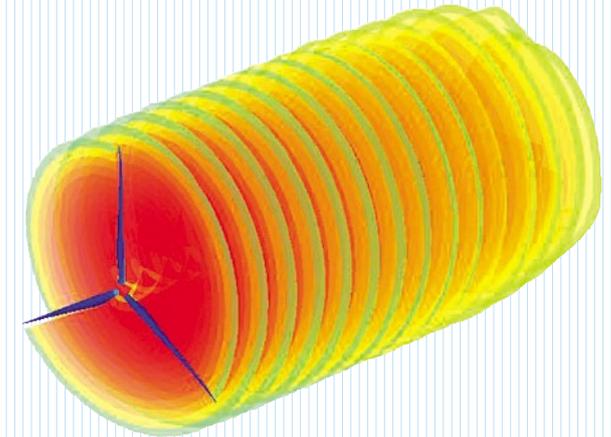
Page précédente et ci-dessus : le parc éolien Alpha Ventus d'AREVA Wind en mer du Nord (septembre 2009). Photos © AREVA/Jan Oelker

Les liens du CRIANN avec le bassin nantais sont historiquement liés aux applications navales de la mécanique des fluides. Ils se sont concrétisés en 2010 par la participation de l'Ecole Centrale de Nantes à l'achat du calculateur Antares. Cette collaboration arrivera à son terme en 2016 puisque l'ECN sera alors dotée de son propre centre de calcul.

L'année 2015 a également vu un renforcement de l'activité des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air sur la plateforme de qualité de l'air développée depuis 2012 sous l'impulsion d'Air Normand. Deux nouvelles AASQA ont en effet rejoint les utilisateurs du logiciel SIRANE développé par une équipe de l'Ecole Centrale de Lyon et qui permet d'effectuer des simulations à l'échelle intra-urbaine.

Au niveau régional, le code YALES2, développé par une équipe du CORIA, a fait l'objet en 2015 d'une utilisation dans un contexte industriel pour deux projets différents, tous deux liés à des implantations normandes.

Par ailleurs, le service calcul d'une grande entreprise industrielle régionale, ayant utilisé ponctuellement les ressources du CRIANN, a manifesté le souhait d'y avoir recours de façon plus régulière pour ses simulations de grande taille. Cette demande a conduit début 2015 à un audit sur le mode de fonctionnement et d'accès au plateau technique du CRIANN par sa direction informatique basée en Europe. Suite à cet audit, le CRIANN est maintenant officiellement reconnu en tant que centre de calcul intensif pour cette entreprise.



Singularités du sillage pour une éolienne offshore de 5MW avec ARDEMA3D. P Deglaire, Adwen Offshore. Les moyens du CRIANN servent de support aux travaux de R&D menés par Adwen Offshore, tant pour la mise au point de nouveaux codes métiers que pour leur validation via des simulations LES (Large Eddy Simulation) avancées effectuées avec le code YALES2 du CORIA.

Le renforcement de l'utilisation des moyens de calcul par le tissu industriel normand, en particulier par les PME et ETI, reste un objectif prioritaire pour le CRIANN. C'est une des raisons de notre participation au programme national de réponse à l'AMI « Diffusion de la simulation numérique » (voir page 6).

RÉSEAU RÉGIONAL

CAEN



LE HAVRE



ROUEN



PARIS



En 2012, le CRIANN a lancé une consultation pour créer une boucle de liaisons haut débit sur le périmètre des établissements de la ComUE Normandie Université. Courant 2013, les points de présence (PoP) de Mont-Saint-Aignan, Le Havre, Caen, Évreux et Saint-Étienne-du Rouvray ont ainsi été interconnectés avec des liaisons 10 Gbit/s construites par Orange, faute de pouvoir disposer d'un réseau de fibres optiques noires.

Le calendrier prévisionnel de mise en service de ces liaisons a été bouleversé, principalement suite à la destruction partielle du pont Mathilde à Rouen qui a contraint Orange à revoir l'architecture de ses infrastructures de service en Normandie, mais aussi à cause de plusieurs dysfonctionnements opérationnels chez l'opérateur.

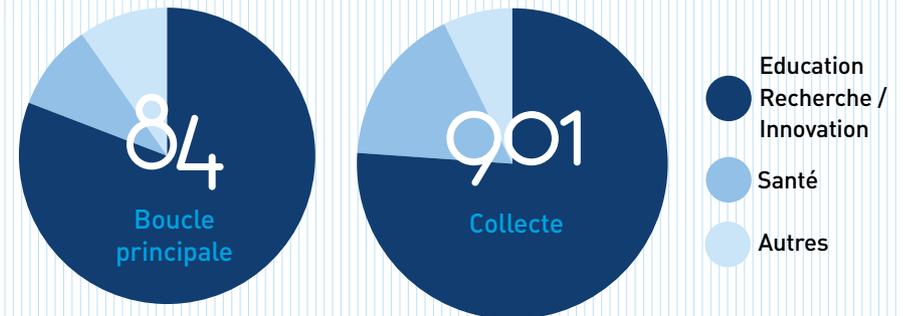
Après plusieurs échanges avec la direction régionale d'Orange et un travail d'identification technique des problèmes, la situation s'est stabilisée en 2015. L'opérateur a effectué un effort de réorganisation, notamment en termes de formation des équipes et de mise à niveau des procédures opérationnelles. La coordination technique est maintenant assurée chez Orange par un interlocuteur qui a une vision globale des prestations assurées pour SYRHANO, ce qui a permis, sur les trois premiers trimestres de 2015, de diminuer le nombre des incidents et des interventions de maintenance. Enfin, la liaison Évreux - Caen, qui pose encore problème du fait de sa longueur (plus de 700 km sur l'actuel réseau d'Orange), doit être remplacée avant la fin de l'année 2015, après la construction d'un lien identique mais plus court qui reposera sur les nouvelles infrastructures de l'opérateur.



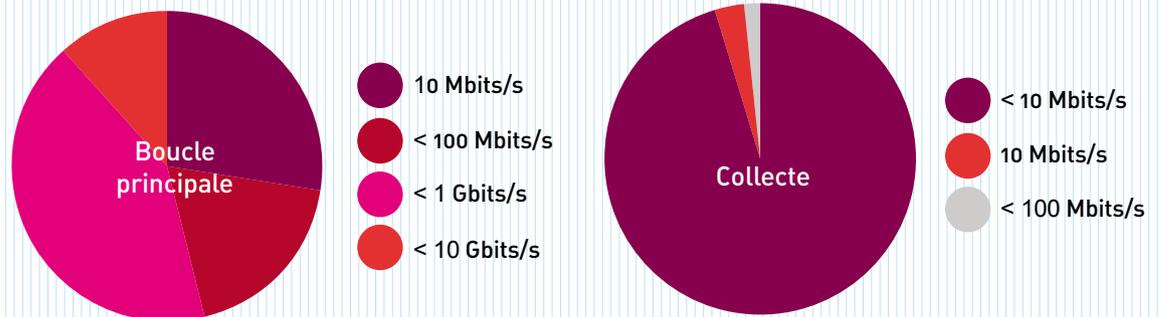
VOLUMÉTRIE DU RÉSEAU



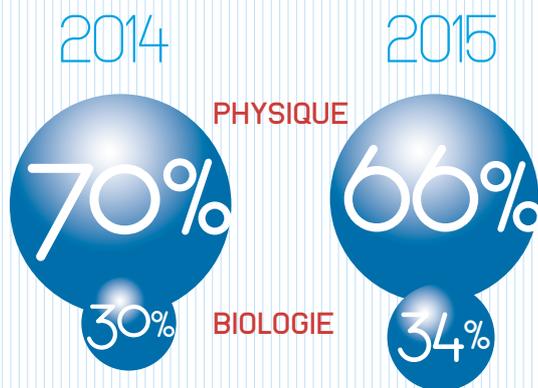
NOMBRE DE RACCORDEMENTS



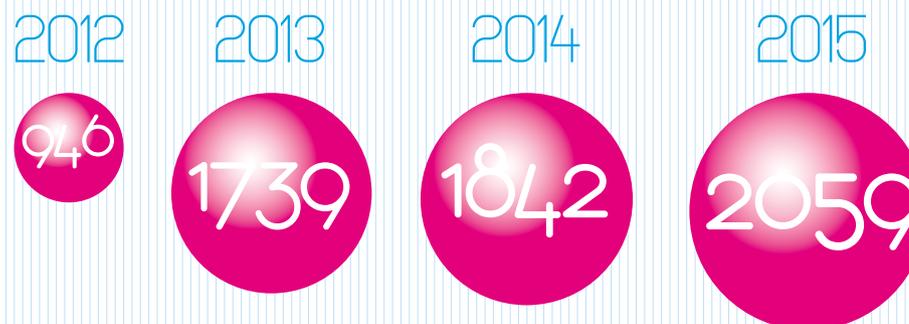
DÉBIT DE RACCORDEMENT



STOCKAGE



VISIOCONFÉRENCE NOMBRE DE SESSIONS



COURRIER ÉLECTRONIQUE



À l'instar de la coordination interne menée par Orange, une action similaire a été mise en place par l'équipementier informatique Brocade, suite à plusieurs échanges entre le CRIANN et leur département de R&D. Ce travail a permis de résoudre plusieurs dysfonctionnements constatés sur les équipements actifs déployés sur la boucle principale de SYRHANO.

Du point de vue des services, l'année 2015 a permis de consolider l'interface entre les réseaux SYRHANO et VIKMAN (Basse-Normandie) afin de s'assurer mutuellement en cas de rupture du lien vers le réseau national RENATER, mais aussi pour permettre de déployer, dans les meilleures conditions, un lien logique entre les deux hôtes de région dans le cadre des travaux de mise en œuvre du futur système d'information de la collectivité normande.

Par ailleurs, le CRIANN a fondé en 2015 l'association NormandIX avec trois opérateurs privés, pour mettre en œuvre un point d'échange régional qui a vocation à se déployer dès que possible en Normandie.

L'année 2015 a également été consacrée à la consultation pour le renouvellement du marché de collecte sur SYRHANO, utilisé en premier lieu par les établissements d'enseignement secondaire. Le cahier des charges et l'analyse des offres ont été réalisés en commun entre le Rectorat de Rouen et le CRIANN. Le nouveau marché devrait être attribué avant la fin de l'année civile. Il doit permettre d'assurer une transition avant une homogénéisation des collectes à l'échelle normande.

Par ailleurs, le CRIANN a travaillé avec la Région Haute-Normandie, le Conseil Départemental de l'Eure et l'agglomération Seine-Eure pour un raccordement en fibre optique noire sur SYRHANO. La mise à disposition par les collectivités d'un support optique de bout en bout permet en effet de s'affranchir des limites habituelles et d'offrir un raccordement optimum, que ce soit en terme de qualité de service, de débit, mais aussi du point de vue de la sécurité. Pour l'Eure, les efforts ont porté sur les établissements raccordables sur l'infrastructure optique de première génération déployée par Eure Numérique.

Pour les lycées, la Région a, dans un premier temps, lancé une opération de raccordement en utilisant le réseau de la Métropole Rouen Normandie. Une carte des établissements concernés est régulièrement mise à jour en ligne : <https://goo.gl/2O2OP8>.

Enfin, fin 2015, l'ARCEP a renouvelé l'enregistrement du CRIANN en tant qu'opérateur de services destinés à des groupes fermés d'utilisateurs.

ÉTABLISSEMENTS DIRECTEMENT CONNECTÉS SUR SYRHANO

APPELLATION/LOCALISATION DU POINT DE PRÉSENCE (POP)	ÉTABLISSEMENT OU SITE RACCORDÉ	DÉBIT SOUSCRIT EN 2015
Raccordements réseau optique CD27 (Acquigny, Evreux, La Heunière)	Collège Pierre et Marie Curie (Pont-Audemer)	1 Gbit/s
	Collège André Maurois (La Saussaye)	1 Gbit/s
	Collège Guillaume de Conches (Conches-en-Ouche)	1 Gbit/s
	Collège Georges Politzer (Evreux)	1 Gbit/s
	Collège Pablo Neruda (Evreux)	1 Gbit/s
	Collège César Lemaitre (Vernon)	1 Gbit/s
	Collège Georges Pompidou (Pacy-sur-Eure)	1 Gbit/s
	Collège Ariane (Vernon)	1 Gbit/s
Caen - GANIL	GCS Télésanté - PRATIC Bull	Service
Dieppe - CH	Collège Alexandre Dumas	100 Mbit/s
	Centre Hospitalier de Dieppe	10 Mbit/s
	Mairie de Dieppe - ESTRAN - Cité de la mer	10 Mbit/s
Elbeuf - IUT	IUT d'Elbeuf	1 Gbit/s
	Lycée André Maurois	1 Gbit/s
Evreux - Site universitaire Tilly	Université de Rouen - Antenne Evreux Tilly	1 Gbit/s
	CROUS - Restaurant Universitaire Tilly	10 Mbit/s
Evreux - IUT	Université de Rouen - IUT d'Evreux	1 Gbit/s
	Collège Paul Bert	1 Gbit/s
	CROUS - Brasserie IUT d'Evreux	10 Mbit/s
Evreux - Cambolle	CHI Eure Seine - site de Cambolle	1 Gbit/s
Gonfreville-l'Orcher	Collège Gustave Courbet	10 Mbit/s
	Écoles de la ville et médiathèque	10 Mbit/s
	Université du Havre - Site d'étude Cématerra	1 Gbit/s
Le Havre - IUT Schuman	Université du Havre - IUT Schuman	1 Gbit/s
	Lycée Robert Schuman	1 Gbit/s
	CROUS - Cafétéria IUT	10 Mbit/s
Le Havre - Site universitaire Lebon	Université du Havre - Lebon	10 Gbit/s
	Université du Havre - Prony	1 Gbit/s
	INSA de Rouen - Campus du Havre	1 Gbit/s
	CROUS - Restaurants universitaires Le Havre	10 Mbit/s
	Sciences Po - Le Havre	100 Mbit/s
	Centre Hospitalier du Havre	20 < d < 100 Mbit/s
	GCS Télésanté - PRATIC Bull	Service
	Université de Rouen - ESPE	1 Gbit/s
Mont-Saint-Aignan - Campus	Université de Rouen - Campus	10 Gbit/s
	CRHN - Pôle régional des Savoirs	1 Gbit/s
	Rectorat de Rouen - Fontenelle	1 Gbit/s
	Rectorat de Rouen - MSA	1 Gbit/s
	CROUS - RU Lavoisier	10 Mbit/s
	CROUS - Mont-Saint Aignan	100 Mbit/s
	CNED	10 Mbit/s

APPELLATION/LOCALISATION DU POINT DE PRÉSENCE (POP)	ÉTABLISSEMENT OU SITE RACCORDÉ	DÉBIT SOUSCRIT EN 2015	
Mont-Saint-Aignan - Campus	NEOMA Business School	100 Mbit/s	
	CNDP / CRMNE	20 < d < 100 Mbit/s	
	Esitpa - Ecole d'ingénieurs en agriculture Normandie	10 Mbit/s	
	IFA Mont-Saint-Aignan	10 Mbit/s	
Rouen - Site universitaire Pasteur	Université de Rouen - Site Pasteur	1 Gbit/s	
	CROUS - Restaurant universitaire Pasteur	10 Mbit/s	
Rouen - CHU	CHU de Rouen	100 Mbit/s	
	Centre Henri Becquerel	10 Mbit/s	
	Université de Rouen - Site Martainville	10 Gbit/s	
	CROUS - Restaurant universitaire Martainville	10 Mbit/s	
	CRHN - Hôtel de Région	1 Gbit/s	
	Lycée Jeanne d'Arc	1 Gbit/s	
	École Nationale Supérieure d'Architecture de Normandie	20 < d < 100 Mbit/s	
	Université de Rouen - Madrillet	10 Gbit/s	
Saint-Etienne-du-Rouvray - CRIANN	Université de Rouen - CORIA	1 Gbit/s	
	INSA de Rouen - Campus Madrillet	10 Gbit/s	
	INSA de Rouen	1 Gbit/s	
	CRIANN	10 Gbit/s	
	CRHN - Hôtel de Région	1 Gbit/s	
	CRHN - Pôle régional des Savoirs	1 Gbit/s	
	Datacentre CDR (Hébergements U. Rouen, Rectorat, INSA, CROUS)	10 Gbit/s	
	Rectorat de Rouen (rue de Fontenelle)	1 Gbit/s	
	Inspection Académique 76	1 Gbit/s	
	Lycée Le Corbusier (Saint-Étienne-du-Rouvray)	1 Gbit/s	
	Collège Les Hauts de Saffimbec (Pavilly)	10 Mbit/s	
	CROUS - Cafétéria ESIGELEC	10 Mbit/s	
	CROUS - Restaurant Universitaire Madrillet	10 Mbit/s	
	CROUS - Cafétéria INSA Rouen	10 Mbit/s	
	CROUS - Services centraux	100 Mbit/s	
	ESIGELEC	100 Mbit/s	
	Opéra de Rouen Haute-Normandie	10 Mbit/s	
	Normandie Université	1 Gbit/s	
	Val-de-Reuil	Collège Alphonse Allais (Val de Reuil)	10 Mbit/s
		Collège Pierre Mendes-France (Val de Reuil)	1 Gbit/s
Lycée Marc Bloch (Val de Reuil)		1 Gbit/s	
Collège Michel Montaigne (Val de Reuil)		1 Gbit/s	
Vernon-CH	Réseau des écoles de Val de Reuil	100 Mbit/s	
	CHI Eure Seine - Site de Vernon	1 Gbit/s	

ANIMATION SCIENTIFIQUE / FORMATION

NOMBRE
DE JOURNÉES
DE FORMATION

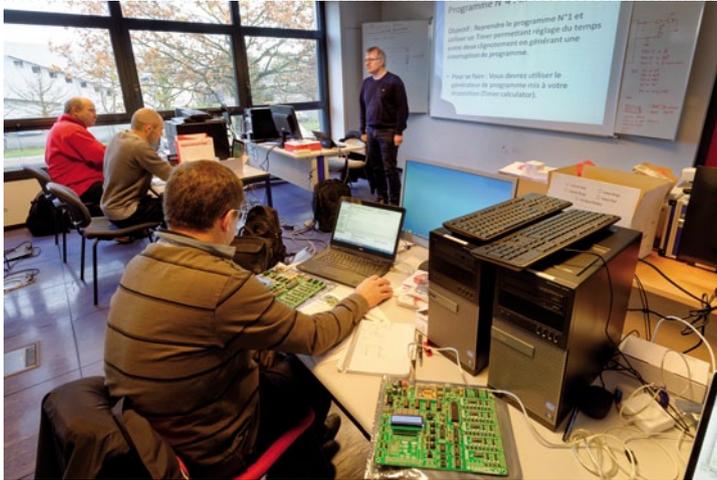
12

NOMBRE DE
PERSONNES FORMÉES

31

NOMBRE DE PROJETS AYANT BÉNÉFICIÉ
D'UN SUPPORT AVANCÉ

13



Dans le cadre des actions proposées à la communauté des utilisateurs du PRMN, les formations sont organisées au rythme de deux à trois sessions par an, en phase avec le calendrier universitaire. Dispensées par les ingénieurs du CRIANN, elles portent sur l'utilisation de la grappe de calcul et des outils de visualisation graphique, sur l'environnement Linux pour le calcul scientifique et sur le développement et le portage de codes sur architectures parallèles à mémoire partagée (bibliothèque OpenMP) et à mémoire distribuée (bibliothèque MPI). En fonction des besoins exprimés, d'autres modules peuvent être conçus avec l'appui d'intervenants extérieurs. Ainsi en janvier 2015, un ingénieur de la société Kitware a animé une session dédiée aux outils de visualisation open-source VTK et Paraview.

Ces formations sont suivies principalement par les doctorants (en particulier de l'ED SPMII) ainsi que par des ingénieurs, chercheurs et enseignants-chercheurs des différents laboratoires et par des utilisateurs

industriels. Le CRIANN a par ailleurs reconduit en 2015 sa participation à la formation optionnelle en calcul parallèle des étudiants du département Génie Mathématique de l'INSA de Rouen.

Les rencontres avec les utilisateurs ont été orientées par le contexte du renouvellement des ressources de calcul (voir page 9). La réunion d'octobre 2014, qui avait été dédiée à une première expression des besoins, a été suivie d'une deuxième réunion en juin 2015, plus particulièrement dédiée à la présentation des évolutions techniques envisagées et aux premiers retours d'expérience sur l'utilisation de l'architecture Xeon Phi, notamment par le CRIANN et par l'équipe du CORIA qui développe le code YALES2 et qui travaille sur ce sujet avec l'Exascale Lab (laboratoire commun Intel, CEA, et Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines). Cette réunion a également permis de présenter les nouveautés mises en place par le CRIANN pour faciliter la soumission de travaux au travers d'un portail web et le service SourceSup de Renater par un utilisateur du LOMC.



Le CRIANN participe activement aux actions communes entreprises dans le cadre du projet EQUIP@MESO. Elles permettent non seulement une synergie entre techniciens des centres de calcul, mais favorisent également les échanges scientifiques entre les utilisateurs de supercalculateurs.

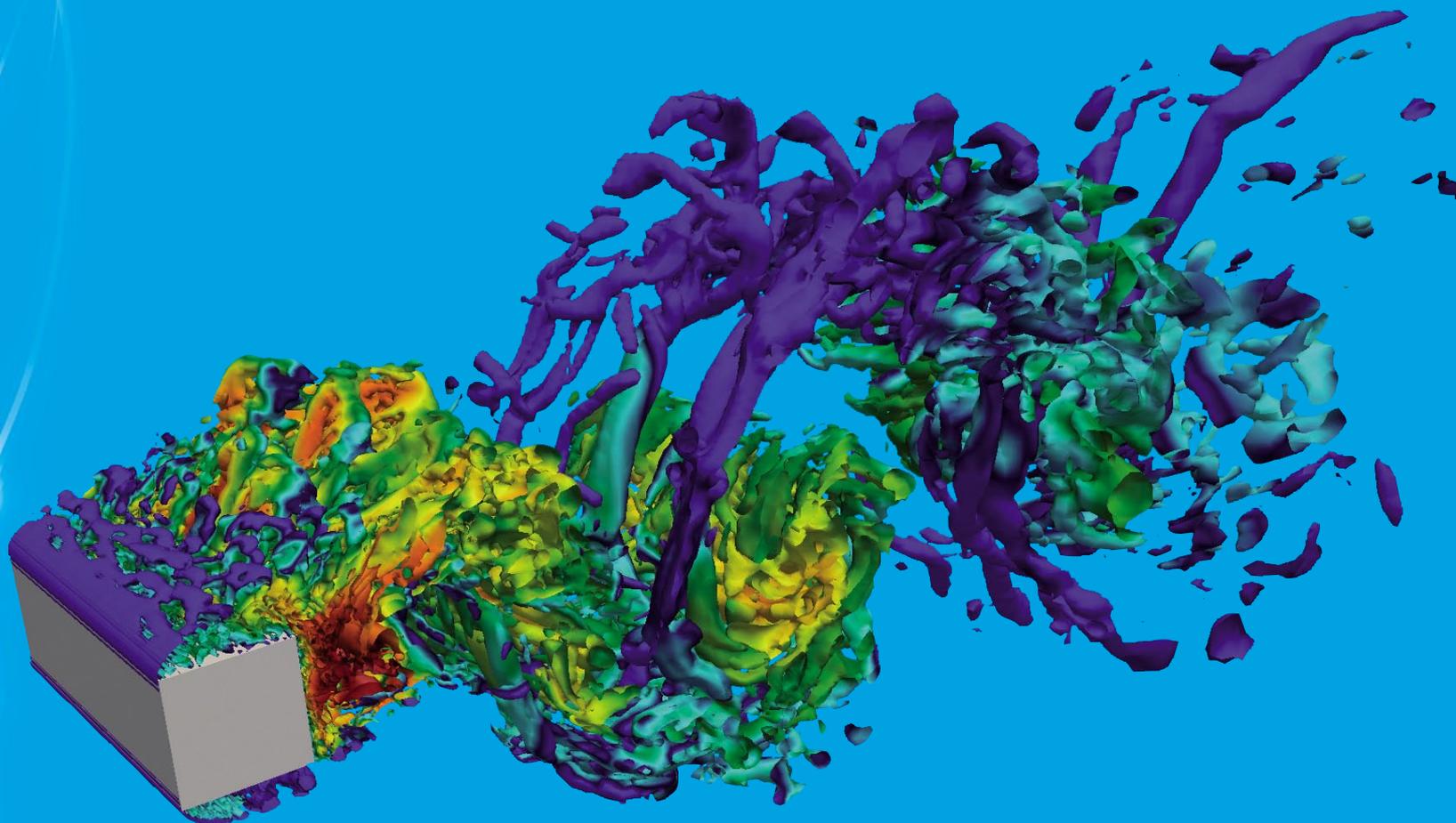
Sur un plan technique, le CRIANN a en particulier piloté le déploiement de sondes de métrologie PerfSONAR, actuellement testées entre les centres de calcul nationaux et régionaux.

Sur un plan scientifique, les deux rencontres annuelles organisées dans le cadre d'EQUIP@MESO permettent de véritables moments d'échange entre chercheurs et ingénieurs des centres de calcul. Les utilisateurs du CRIANN participent à ces rencontres. La journée thématique sur les sciences de l'univers organisée les 26 et 27 novembre 2015 a ainsi permis une présentation du laboratoire M2C Morphodynamique Continentale et Côtière de l'Université de Caen (équipe A.C. Bennis). Lors de la journée « Mésochallenges » du 7 octobre 2015 de l'IHP à Paris, c'est J. Sopkova, professeur à l'Université de Caen et chercheur au CERMN, qui a présenté ses travaux sur la modélisation moléculaire de nouveaux ligands (cf. illustration page 7).

CALCUL INTENSIF

P E R S
P E C T I V E S

CONTEXTE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE



LE CRIANN DANS LE CONTEXTE NATIONAL ET EUROPÉEN DES MOYENS DE CALCUL

Les supercalculateurs constituent des outils stratégiques pour la recherche et permettent des avancées scientifiques considérables. L'évolution rapide de leurs capacités, jusqu'alors décrite par la loi de Moore, est en permanence rattrapée par l'évolution des besoins des chercheurs. Déjà en l'an 2000, Mark Seager, du Lawrence Livermore National Laboratory déclarait que disposer de supercalculateurs de la classe du Terascale (10^{12} opérations par seconde) serait, pour ceux qui doivent modéliser des systèmes biologiques complexes, comme de posséder un microscope électronique alors que les autres en resteraient à des microscopes optiques. La même métaphore pourrait s'appliquer maintenant aux machines Exascale (10^{18} opérations par seconde) qui sont annoncées pour les prochaines années, car dans le domaine du calcul scientifique comme dans celui de l'informatique généraliste, les évolutions sont constantes et l'expression des besoins dépasse systématiquement les capacités technologiques du moment. Pour rester dans le domaine de la biologie, on peut ainsi mettre en parallèle l'analyse du génome humain, maintenant devenue courante, mais qui a mobilisé les capacités des supercalculateurs à la fin des années 90, et le nouveau défi de la modélisation du fonctionnement du cerveau humain, aujourd'hui projet d'envergure européenne pour l'horizon 2024.

A l'échelle de la France, l'organisation des moyens de calcul pour la recherche s'appuie sur trois niveaux : national, régional et local. Le niveau national (appelé Tier1), regroupe les trois centres de calcul du CNRS (IDRIS, à Orsay), du CEA (TGCC/CCRT de Bruyères-le-Châtel) et de l'Enseignement Supérieur (CINES à Montpellier). La stratégie d'équipement des moyens nationaux et la construction d'un écosystème intégré à l'échelle européenne sont les principales missions de la société civile GENCI dont les membres sont les trois tutelles mentionnées ci-dessus (le MENESR pour le CINES) ainsi que la Conférence des Présidents d'Université et l'INRIA. Au niveau régional, un certain nombre d'initiatives ont vu le jour notamment à Grenoble, Rouen, Strasbourg et Toulouse pour développer des moyens de calcul de taille intermédiaire (Tier2), qui permettent aux chercheurs de préparer le passage sur les moyens nationaux, mais aussi de donner accès à des moyens de calcul intensif à un plus grand nombre d'utilisateurs.

Au niveau local, ce sont essentiellement les universités ou les laboratoires qui se sont équipés de leurs propres moyens de calcul. L'ensemble de cette chaîne constitue un dispositif cohérent en terme de puissance disponible et d'accompagnement des chercheurs vers le niveau supérieur, ceci jusqu'au niveau européen (Tier0) qui s'appuie sur quelques centres, dont le TGCC pour la France et qui permet à l'Europe de se situer sur la scène mondiale, en compétition avec les USA, la Chine ou le Japon.

Pour la Normandie, l'initiative du CRIANN (alors CRIHAN), qui a démarré au début des années 90, a permis le développement d'une très forte compétence en calcul intensif dans les disciplines de recherche du CORIA, du GPM, du COBRA et de nombreux autres laboratoires de recherche. Depuis sa création, l'action du CRIANN a toujours été basée sur la mutualisation des ressources et sur l'interdisciplinarité pour accompagner le développement de la recherche publique et privée, régionale et inter-régionale. Le CRIANN a ainsi été sélectionné comme l'un des dix méso-centres régionaux du projet EQUIP@MESO coordonné par GENCI et lauréat des Investissements d'Avenir en 2010.

UNE COMPLEXITÉ TECHNOLOGIQUE CROISSANTE

Le calcul intensif, apparu dans les années 60, a été pendant plusieurs décennies le moteur d'innovations majeures qui ont permis à l'informatique de devenir ce qu'elle est aujourd'hui. Les supercalculateurs des années 70 ne disposaient que de quelques processeurs, dotés chacun de caractéristiques spécifiques et qui utilisaient des techniques de « vectorisation » (parallélisme obtenu grâce à l'exécution d'une instruction sur plusieurs jeux de données – SIMD pour Single Instruction Multiple Data). Au cours des années 80 et 90, l'évolution de l'électronique et des techniques de communication a rapidement permis d'élargir le parallélisme sous forme de grappes d'ordinateurs (interconnexion locale de systèmes), puis de « grilles », c'est-à-dire un ensemble d'ordinateurs interconnectés logiquement. Les difficultés techniques (cohérence de cache, refroidissement des processeurs, etc.) étaient surmontées par des solutions technologiques différentes suivant les constructeurs et il y avait alors pléthore d'architectures et de processeurs.





LE CRIANN EST L'UN DES MÉSOCENTRES RÉGIONAUX DE CALCUL INTENSIF



Les années 2000 ont vu les usages grand public exploser sur Internet et le monde des constructeurs informatiques se recentrer sur quelques acteurs dominant la concurrence. Dans le domaine du calcul intensif, Intel et IBM sont devenus les principaux fournisseurs de processeurs, et les dernières années ont vu s'accroître l'hégémonie d'Intel et de ses processeurs d'architecture x86. Pendant plus de dix ans, les supercalculateurs se sont développés en optimisant les techniques existantes, mais sans réelle innovation disruptive. Leur puissance continue d'augmenter mais des avancées significatives doivent encore être réalisées afin d'atteindre les solutions Exascale.

Depuis peu, des techniques dites « d'accélération » sont disponibles et permettent d'envisager un saut de puissance inédit. Les pionniers dans cette voie (NVidia avec son accélérateur GPU associé à un processeur Intel ou IBM, par exemple) sont maintenant rejoints par Intel avec sa puce de nouvelle génération à grand nombre de cœurs (Intel Xeon Phi) proposée en version accélérateur ou en version processeur à part entière. Des évolutions majeures sont également attendues dans les réseaux d'interconnexion entre les processeurs, tout comme dans le domaine des mémoires.

Les évolutions actuelles des processeurs se font dans plusieurs directions. Dès 2016, le choix portera notamment sur l'usage de processeurs généralistes « multi-core » (à cœurs rapides mais peu nombreux) ou celui de processeurs « many-core » (à cœurs moins rapides mais plus nombreux). Les coprocesseurs (accélérateurs) se développent également et offriront dans les mois qui viennent une interconnexion processeur-accélérateur ou accélérateur-accélérateur fournissant à la fois gain

de performance et gain de simplicité de programmation. En plus des machines permettant aux chercheurs de produire des résultats scientifiques, des plateformes de veille technologique seront pertinentes.

Pour tirer parti de ces nouvelles architectures et de ces nouveautés technologiques, les applications vont devoir être modifiées, voire totalement réécrites. Qui plus est, certains algorithmes ne seront plus adaptés à ces nouveaux systèmes et de nouveaux paradigmes de développement devront être trouvés. Typiquement, les techniques de parallélisation à plusieurs niveaux (au sein d'un même processeur, au sein d'un nœud et entre nœuds de calcul) vont devenir la règle. Avec le développement des grappes de calcul, les méthodes de passage de message (MPI) avaient pris le pas depuis une dizaine d'années sur les méthodes pour le parallélisme à mémoire partagée (OpenMP). Aujourd'hui, c'est l'augmentation du nombre de cœurs par processeur, notamment « many-core » (Xeon Phi), qui doit à nouveau inciter les chercheurs à utiliser OpenMP, en l'hybridant aux méthodes de passage de message. On pourrait faire ce constat de cycle également pour les techniques de vectorisation.

L'histoire se répète donc, mais avec un impact encore plus important pour les chercheurs, qu'ils développent eux-mêmes leurs applications ou qu'ils en soient de « simples » utilisateurs. Le passage aux machines Exascale va être une révolution pour peu que l'on sache maîtriser la technologie et en tirer toutes les performances.

DES BESOINS SCIENTIFIQUES RENOUVELÉS

L'invasion du numérique dans toutes les activités de la société se traduit également par une discipline émergente autour de l'ingénierie des données. Les chercheurs travaillant dans ce domaine voient s'accroître de façon considérable le potentiel de leurs algorithmes grâce à leur parallélisation sur les nouvelles technologies d'accélérateurs, y compris pour des applications embarquées : le double objectif de maîtriser la technologie et d'en tirer la quintessence est également d'actualité dans ce domaine.

D'autre part, les outils de simulation numérique produisent des jeux de données de grande taille et leur analyse requiert la mise en oeuvre de traitements adaptés.

Enfin, le champ d'utilisation des techniques de modélisation et de simulation s'élargit à de nouvelles disciplines jusqu'alors peu accoutumées à ces techniques complexes. Les approches pluridisciplinaires se généralisent, avec une forte sollicitation des disciplines mathématique, algorithmique et informatique.

Face à ces enjeux, une volonté de créer un environnement scientifique et technique transversal et de mutualiser les efforts s'est traduite par la création de plusieurs « maisons de la simulation » en France ces dernières années, sous différentes formes et avec un périmètre d'action plus ou moins large comme la Maison de la Modélisation et de la Simulation, Nanosciences et Environnement (MaiMOSiNE) en région Rhône-Alpes, la Maison de la Simulation en Île-de-France, la Maison de la Simulation de Champagne-Ardennes ou le projet de Maison Normande des Sciences du Numérique initié par le CRIANN.



Simulation de la transition à la turbulence par une méthode spectrale, visualisation du champ de vorticité axiale dans un élargissement brusque. K. Selvam et J. Peixinho - LOMC UMR 6294 - CNRS et Université du Havre



LE CRIHAN DEVIENT LE CRIANN

CENTRE RÉGIONAL INFORMATIQUE ET D'APPLICATIONS NUMÉRIQUES DE NORMANDIE



CRIANN

Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie

Technopôle du Madrillet • 745 avenue de l'Université • 76800 Saint-Etienne-du-Rouvray

Tél. : 02 32 91 42 91 • Fax : 02 32 91 42 92 • Mail : admin@criann.fr

SIRET n° 383 599 990 00025 • Code APE 7219Z **www.criann.fr**



Le Pôle Régional de Modélisation Numérique et le réseau régional SYRHANO sont deux actions inscrites dans le Contrat de Plan État-Région et bénéficient d'un cofinancement de l'Union Européenne (fonds FEDER)

