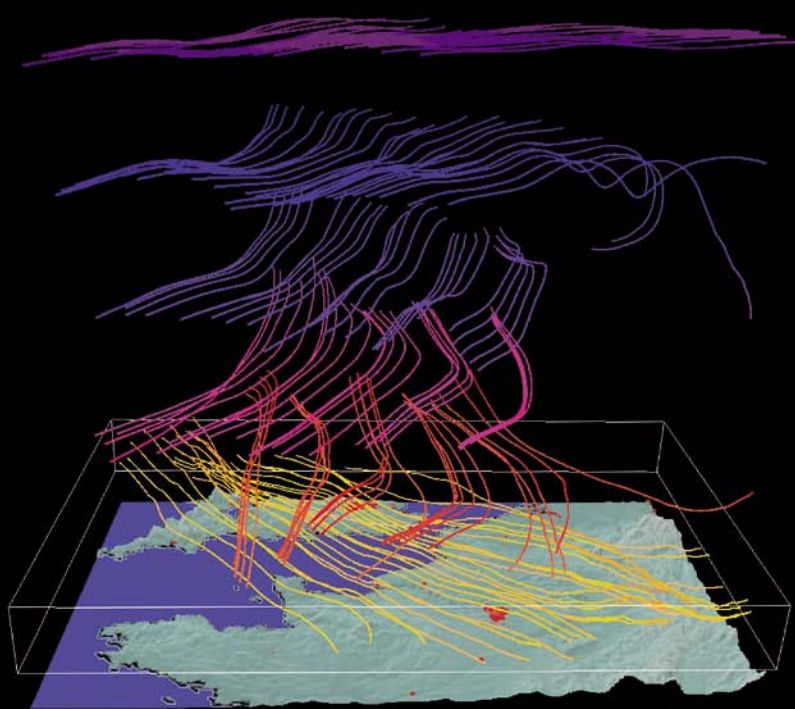




RAPPORT D'ACTIVITÉS 2023





sommaire

4 •	CALCUL INTENSIF #1 : MISE EN SERVICE D'AUSRAL	14 •	CALCUL INTENSIF #4 : EUROCC, CENTRE DE COMPÉTENCE HPC
8 •	CALCUL INTENSIF #2 : BILAN D'EXPLOITATION 2023	18 •	SYVIK : ACCOMPAGNER LES USAGES ET FACILITER LES PARTENARIATS
10 •	LABORATOIRES ET LOGICIELS	22 •	ÉTABLISSEMENTS DIRECTEMENT CONNECTÉS SUR SYVIK
12 •	CALCUL INTENSIF #3 : MESONET AU CRIANN		

En couverture (au centre) : simulation haute fidélité de l'interaction entre une flamme hydrogène/air et un choc.
Application : maîtrise du risque d'explosion lié à l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur d'énergie décarbonnée.
É. Yhuel, G. Ribert et P. Domingo. Coria - UMR 6614 CNRS, Insa et Université de Rouen Normandie.

Ci-dessus : visualisation de mouvements cohérents de l'atmosphère à l'échelle régionale (lignes de courant colorées par la pression hydrostatique). La modélisation des grandes échelles spatio-temporelles combinée à l'analyse de données vise à affiner les prédictions statistiques et la probabilité d'événements extrêmes.
K. Sayeed, C. Blervacq, M. Fossa, N. Massei, L. Danaïla. M2C Rouen - UMR 6143 CNRS, Universités de Rouen et Caen Normandie.

Avec le renouvellement des moyens de calcul et leur implantation sur le site du futur Centre de données régional de Saint-Romain-de-Colbosc, l'année 2023 a permis de voir la concrétisation d'actions engagées par le Criann depuis près de trois ans. Cette opération très importante par son ampleur et sa complexité aura mobilisé les équipes du Criann et leur expertise dans les domaines du calcul, du réseau et de l'hébergement informatique.

En Normandie, les laboratoires de recherche et les entreprises disposent d'une nouvelle machine puissante, Austral, pour mener à bien leurs travaux. Austral est architecturée en sous-ensembles « HPC » et « HPDA » afin de répondre aux besoins en simulation numérique, en intelligence artificielle et en traitement de données. Le plateau de calcul intensif constitue un outil réellement mutualisé entre les différentes disciplines scientifiques.

Qu'il me soit permis de remercier ici la Région Normandie, l'État et l'Union européenne cofinanceurs de cette opération. Qu'il me soit également permis de remercier les chercheurs qui, par leurs exposés lors de l'inauguration, ont su illustrer l'intérêt scientifique de disposer de ces moyens de calcul et d'un accompagnement dans leur utilisation.

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 sous forme électronique sur le site Web du Criann.

**o
t
i
d
e**



Inauguration officielle du supercalculateur Austral, le 12 octobre 2023.

2023 a vu également vu le départ d'Hervé Prigent. Hervé a contribué à la création du Criann (alors Crihan) dès 1991, il aura profondément marqué la trajectoire de l'association en tant que responsable technique, puis en tant que directeur à partir de 2007. Je tiens à lui exprimer la reconnaissance du Criann pour son investissement qui ne s'est jamais démenti au fil des années.

L'équipe poursuit la trajectoire engagée. En calcul intensif, il s'agit de consolider les nouveaux services sur Austral ainsi que de poursuivre la participation du Criann à la dynamique nationale du projet MesoNET et du Centre de compétence HPC EuroCC.

Concernant le réseau régional Syvik, le chantier d'augmentation des capacités de la boucle principale, de 100 à

400 Gbit/s, se poursuit. Il permettra d'accompagner les établissements dans l'évolution de leurs usages numériques et dans l'utilisation des nouveaux outils pour la recherche.

Le projet immobilier du futur CDR2 reste un sujet ouvert, dans l'attente d'une gouvernance commune pour exploiter ce futur outil. Pour autant, les établissements d'enseignement supérieur et de recherche se sont emparés du volet des services mutualisés pour la recherche, dans le cadre de la labellisation des data centers par le ministère.

DANIEL PUECHBERTY
PRÉSIDENT DU DIRECTOIRE DU
CRIANN

calcul intensif #1

MISE EN SERVICE D'AUSTRAL

LE SUCCESSION DE MYRIA EST ENFIN ARRIVÉ ! SA MISE EN SERVICE SUR LE SITE DE SAINT-ROMAIN-DE-COLBOSC S'EST DÉROULÉE ENTRE FÉVRIER ET OCTOBRE 2023, SUIVANT UN CALENDRIER MÉNAGEANT AU MIEUX LES CONTRAINTES ADMINISTRATIVES LIÉES AUX FINANCEMENTS ET LA DISPONIBILITÉ DES PROCESSEURS DE DERNIÈRE GÉNÉRATION.

L'acquisition du nouveau calculateur et de son infrastructure d'hébergement avait été contractualisée en 2022 avec le constructeur HPE dans le cadre du marché national Matinfo. L'année 2023 a permis de finaliser la mise en œuvre d'Austral sur le site du futur Centre de données régional (CDR2) et de marquer un point final à une opération particulièrement lourde par son ampleur, sa durée et sa complexité.

Pour mémoire, les travaux d'aménagement du site de Saint-Romain-de-Colbosc réalisés par la Région Normandie avaient permis la livraison de l'infrastructure d'hébergement du calculateur en fin d'année 2022. Le calculateur en lui-même a fait l'objet de plusieurs livraisons sur l'année 2023. Les premiers éléments reçus début février comprenaient les nœuds de calcul GPU, la baie de stockage et les équipements nécessaires à leur interconnexion et à leur administration. Le calculateur a donc fait l'objet d'un premier déploiement et d'une première série de validations techniques et fonctionnelles. Son accès a été ouvert à un nombre limité de chercheurs utilisateurs des GPU pour une première vérification de service régulier (VSR), laquelle a été finalisée fin avril.

Les nœuds de calcul parallèle, dotés de la dernière génération de processeurs AMD Genoa, ne sont arrivés que début juillet. Enfin, les nœuds de visualisation, équipés de ces mêmes processeurs et des dernières cartes graphiques Nvidia L40 sont arrivés fin septembre.

La mise en service de la deuxième tranche s'est étalée sur l'été et a été finalisée courant octobre, à l'issue d'une deuxième phase de vérification de service régulier.

Parallèlement, les chaînes techniques de l'infrastructure d'hébergement, alimentation électrique et systèmes de refroidissement par air et par eau, ont été mises en service et leur bon fonctionnement a pu être validé au fur et mesure de la montée en charge. La mise au point de la climatisation a ainsi duré plusieurs mois, ce qui est classique sur ce type d'installation comprenant une régulation complexe.

Les caractéristiques du supercalculateur Austral.



Vues de l'infrastructure d'hébergement et de la livraison du calculateur Austral.



Nœuds de calcul

23 808 cœurs pour le calcul parallèle

Nœuds de calcul AMD Genoa
2x96 cœurs@2.4 GHz et 768 Go RAM DDR5

88 GPU Nvidia A100 80 Go

Interconnexion SXM4, 8 GPU par nœud de calcul

Un nœud à large mémoire partagée

6 To RAM DDR4 et 224 cœurs@2.6 GHz

2 nœuds de veille technologique

4 GPU AMD Mi210 par nœud

Interconnexion

Slingshot 200 Gbit/s

Stockage rapide

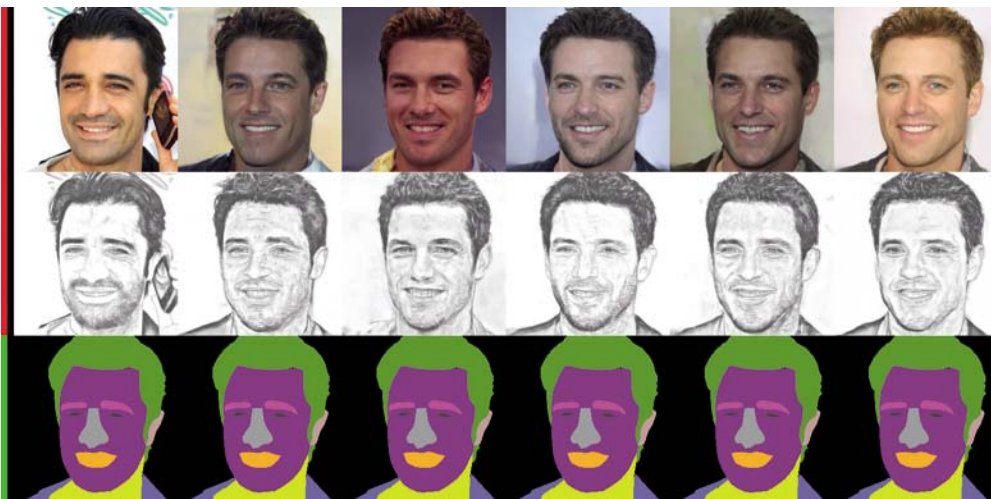
2 Po dont 1 Po NVMe

Visualisation à distance
Environnements interactifs pour l'IA

Linux RedHat - Slurm - Lustre

Puissance crête 2 PFlop/s

Exemple d'application de l'IA générative (modèle de diffusion). La photo et le dessin réels sont donnés pour référence dans la première colonne. À partir du masque correspondant à ces éléments (ligne du bas), sont générés les photos et les dessins des colonnes suivantes. T. Mayet, S. Bernard, C. Chatelain, R. Herault, Litis - Université et Insa de Rouen Normandie.



- De la même façon, des problèmes « de jeunesse » ont été rencontrés avec Austral : ces difficultés sont classiques pour un système qui comporte les dernières technologies matérielles avec de nombreuses briques logicielles interdépendantes. Les équipes du constructeur HPE sont restées très impliquées dans la résolution de ces dysfonctionnements, qui n'ont pas remis en cause l'intégrité de la solution. Le suivi des travaux avec le constructeur faisait l'objet de points hebdomadaires, voire quotidiens suivant les périodes et les problèmes à résoudre. L'équipe du Criann a été fortement mobilisée tout au long de l'année par ces opérations, qu'elles concernent l'infrastructure d'hébergement, les opérations relatives à l'administration système, à la migration des données des utilisateurs ou au portage des codes sur la nouvelle architecture, à la documentation du service ou aux vérifications des performances obtenues sur le jeu de codes de test (benchmarks) et sur lesquelles le constructeur avait pris des engagements.

LES APPORTS D'AUSTRAL

Myria avait permis de franchir le cap des 10 000 cœurs et des 0,75 PFlop/s, Austral a permis de passer à 23 808 cœurs pour les calculs parallèles et de disposer d'une puissance crête de 2 PFlop/s également répartie entre CPU et GPU. Les choix d'architecture s'appuient sur des objectifs de per-

formance pour un jeu d'applications scientifiques représentatives des besoins régionaux. De machine à machine, le gain de performance atteint un facteur 3,5 pour les applications parallèles exécutées sur CPU et un facteur 10 sur GPU, tout en restant dans une enveloppe énergétique en moindre augmentation (augmentation inférieure à 30%). Ce gain intègre à la fois l'augmentation de capacité et les mesures observées sur les applications de benchmark.

Avec l'arrivée d'Austral, le service de visualisation à distance voit ses capacités renforcées, et de nouveaux modes d'accès interactifs sont proposés pour l'intelligence artificielle. D'une part, un service Jupyterhub a été mis en place en réponse aux demandes des utilisateurs. Ce service permet aux chercheurs en IA de paramétrer leurs modèles avant d'exécuter leurs entraînements sur de grandes masses de données. Il permet également d'analyser l'exécution des entraînements avec l'interface TensorBoard. D'autre part, HPE a installé sa plateforme MLDE (Machine Learning Development Environment) dédiée au développement collaboratif et au déploiement de modèles de machine learning. Outre des services similaires à ceux de Jupyterhub, cette plateforme permet, de façon automatisée, la gestion de version et l'optimisation des hyperparamètres des modèles. MLDE s'utilise au travers d'une interface Web ou en ligne de commande.

CHAQUE GÉNÉRATION DE MACHINE PERMET DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES

Les exposés scientifiques lors de l'inauguration du calculateur Austral ont permis au public présent d'appréhender la diversité des travaux de recherche menés sur les moyens de calcul du Criann et les attentes des chercheurs vis-à-vis de la nouvelle machine. Dans le domaine des sciences dites « de l'ingénieur », Austral, comme ses prédécesseurs permettra de continuer à améliorer la précision des modèles. En témoignent les visuels de la même simulation des interactions entre la houle et une turbine d'hydrolienne réalisés au LOMC (ci-dessous). En sciences des matériaux, le laboratoire GPM envisage d'aller vers de plus grandes échelles spatiales et tempo-

relles avec ses modèles permettant de prédire la microstructure des alliages d'acier modernes en fonction des traitements qu'ils subissent. Austral permettra aussi l'analyse de systèmes toujours plus complexes. En biologie, l'équipe du laboratoire Dynamique utilise le calculateur du Criann depuis 2019 pour mener des études sur des ensembles de génomes microbiens, en particulier pour l'étude des pathogènes associés aux infections respiratoires. Pour cette équipe, les méthodes évoluent constamment et demandent des solutions de calcul à haute capacité, en parallèle de l'augmentation de rendement des séquenceurs et de l'accroissement des bases de données.

INAUGURATION D'AUSTRAL : LES EXPOSÉS SCIENTIFIQUES

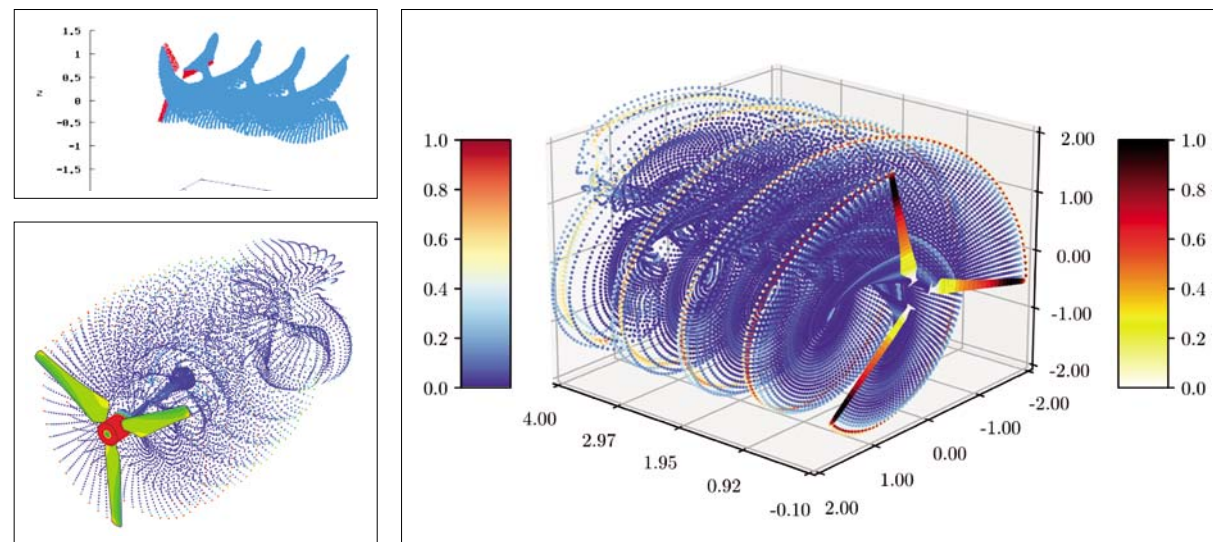
Génomique et métagénomique infectieuses. Meriadeg Le Gouil, MCU-PH, Université de Caen Normandie, laboratoire Dynamique.

Modélisation numérique au service de la science des matériaux. Pr. Helena Zapolsky, Université de Rouen Normandie, laboratoire GPM.

Le HPC au service du développement des énergies marines renouvelables. Pr. Grégory Pinon, Université Le Havre Normandie, laboratoire LOMC.

Le supercalcul en appui à une combustion sûre et efficace. Pascale Domingo, directrice de recherche CNRS, laboratoire Coria.

Comment concevoir des architectures de réseau de neurones performantes et économes ? Alexis Lechervy, MCF, Université de Caen Normandie, laboratoire Greyc.



Trois simulations réalisées au LOMC en 2008, 2011 et 2023 (équipe de Grégory Pinon) montrant les progrès dans la précision des modèles.

AVEC L'ÉTALEMENT DANS LA DURÉE DE LA MISE EN SERVICE D'AUSTRAL,
LA PRODUCTION 2023 A PRINCIPALEMENT ÉTÉ EFFECTUÉE SUR MYRIA.

La septième année de production de Myria s'est globalement bien passée, sans panne majeure, un incident sur la baie de stockage en avril ayant heureusement pu être résolu par l'équipe technique. Afin de limiter la consommation d'énergie avec deux calculateurs en fonctionnement simultané, la configuration de Myria a été progressivement réduite à partir d'octobre, au fur

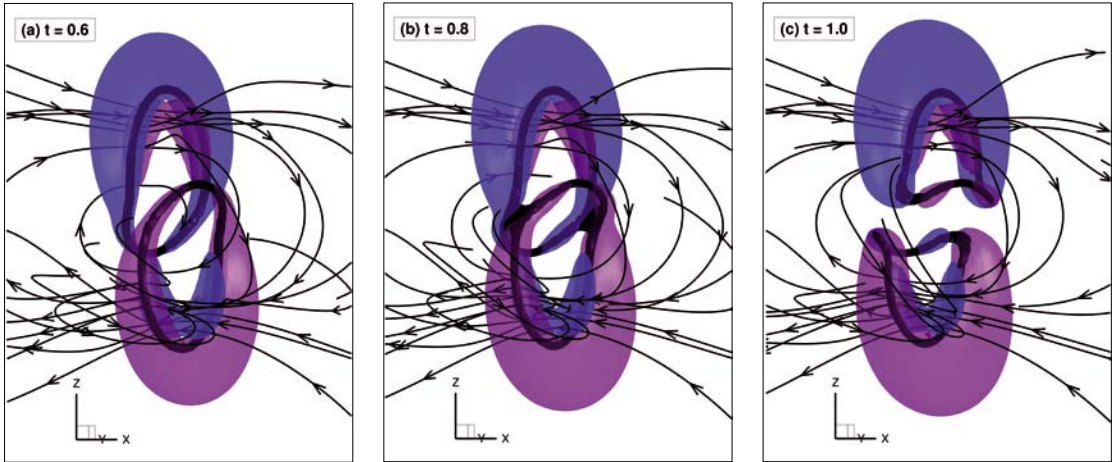
et à mesure de la migration des utilisateurs. Myria est cependant resté accessible pour quelques utilisateurs ayant rencontré des problèmes pour le portage de leurs codes ou de logiciels commerciaux demandant, de la part du Criann, une adaptation à l'architecture d'Austral. La production sur Myria en 2023 est restée soutenue, avec 50 millions d'heures.cœur comptabilisées au niveau du système d'exploitation, et près de 58 millions d'heures.cœur comptabilisées par l'outil de réservation de ressources. La production sur Austral, comptabilisée seulement à partir de septembre, s'élève à 12,5 millions d'heures.cœur comptabilisées par l'outil de réservation de ressources. Les analyses présentées concernent les heures produites sur Myria.

PRODUCTION DES LABORATOIRES DE RECHERCHE
Les moyens de calcul sont utilisés par une vingtaine de laboratoires normands qui produisent la quasi-totalité des heures de calcul. En 2023, les 11 laboratoires extérieurs à la région totalisent moins de 3% des heures, contre environ 10% les années passées. Les heures de calcul sont attribuées par projet scientifique et tout compte utilisateur est ouvert dans un projet. En 2023, 90 demandes d'heures ont

été déposées par les chercheurs et traitées sur la plateforme d'attribution de ressources de calcul (plateforme gramc.criann.fr mise en service en 2021, basée sur l'outil Gramc du mésocentre Calmip).

PRODUCTION DES ENTREPRISES
Les entreprises ont produit 11,2 millions d'heures.cœur sur le calculateur Myria, soit un volume similaire à celui des années précédentes, avec un nombre d'entreprises restant stable. Même si la part des PME est en augmentation, le secteur industriel reste le principal consommateur des heures de calcul.

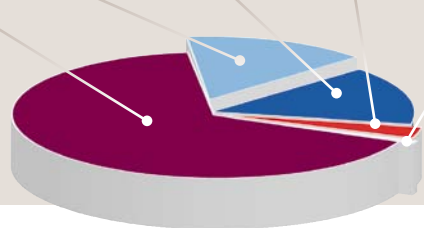
SYSTÈME D'INFORMATION CALCUL
Avec l'arrivée d'Austral, un nouveau système d'information a été mis en place. La comptabilité des heures de calcul est désormais basée sur les ressources comptabilisées par l'outil de réservation de ressources, à l'instar des usages dans les autres centres de calcul. Le système d'information a fait l'objet de quelques améliorations en 2023, en particulier pour sa conformité avec les exigences de la norme ISO 27001, mais il reste basé sur un outil ancien et devra faire encore l'objet d'évolutions en 2024.



Collision frontale de deux anneaux vortex superfluides dans un fluide visqueux initialement au repos (maillage 128³). Nouveau modèle couplant les équations de Navier-Stokes et de Gross-Pitaevskii. M. Barchet, G. Sadaka, Z. Zhang, V. Kalt and I. Danaila, Journal of Computational Physics, n°488, 2023. LMRS UMR 6085 CNRS et Université de Rouen Normandie.

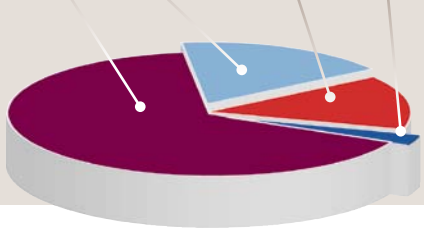
RÉPARTITION THÉMATIQUE
DES HEURES ACADÉMIQUES (EN %)

MÉCANIQUE DES FLUIDES ET ENVIRONNEMENT 65,7
PHYSIQUE THÉORIQUE ET MATÉRIAUX 16,1
CHIMIE ET BIOLOGIE 14,7
INFORMATIQUE, ALGORITHMIQUE ET MATHÉMATIQUES 2,9
SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES 0,6



RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE
DES HEURES ACADÉMIQUES (EN %)

ROUEN 66
ALENÇON CAEN CHERBOURG 17,1
LE HAVRE 14,1
AUTRES 2,8



ENTREPRISES : RÉPARTITION DES HEURES PAR SECTEUR (EN %)

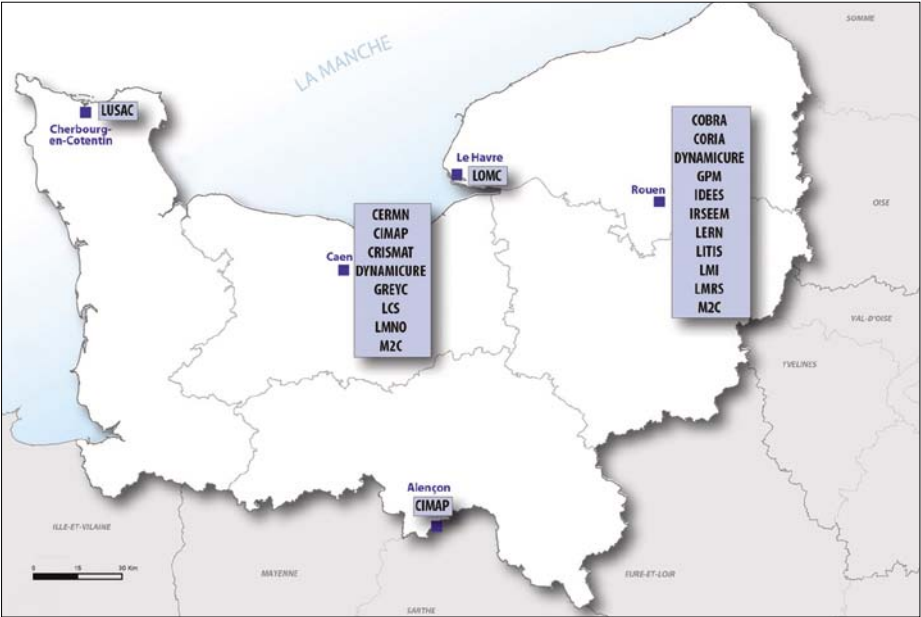
MILLIONS D'HEURES DE CALCUL 11,2 Mh
ENTREPRISES UTILISATRICES 21
COMPTES UTILISATEURS 53
INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE 93,4
AASQA ET STRUCTURES PUBLIQUES 2,1
PME ET STARTUP 4,5



laboratoires

UTILISATEURS DU SERVICE
DE CALCUL INTENSIF DU CRIANN

LABORATOIRES TRIÉS PAR AGGLOMÉRATION	HEURES CONSOMMÉES SUR MYRIA	NOMBRE DE COMPTES	NOMBRE DE PROJETS SCIENTIFIQUES	LABORATOIRES TRIÉS PAR AGGLOMÉRATION	HEURES CONSOMMÉES SUR MYRIA	NOMBRE DE COMPTES	NOMBRE DE PROJETS SCIENTIFIQUES
LUSAC - Cherbourg	328346	7	1	LITIS - Rouen	107343	15	11
CIMAP Alençon - UMR 6252	424011	3	1	LMI - Rouen - FR 3335	265	2	2
CERMN - UNICAEN	720399	5	2	LMRS - UMR 6085 - Rouen	918501	6	2
CRISMAT - Caen - UMR 6508	93138	10	5	M2C - Rouen - UMR 6143	470874	6	5
GREYC - Caen - UMR 6072	1311046	1	1	LRCS - Amiens - UMR 7314	80708	3	1
LCS - Caen - UMR 6506	33240	3	1	Chrono-environnement - Besancon - UMR 6249	12101	1	1
LMNO - UMR 6139	818256	13	5	GATE - Saint-Etienne - UMR 5824	470093	1	1
M2C - Caen - UMR 6143	96551	1	1	ICMN - Orleans - UMR 7374	70599	1	1
LOMC - Le Havre - UMR 6294	5455444	12	3	GSMA - Reims - UMR 7331	121351	3	1
COBRA - Rouen - UMR 6014	3593606	14	11	ICMR - Reims - UMR 7312	64159	1	1
CORIA - UMR 6614 - Rouen	18277385	54	14	MEDyC - Reims - UMR CNRS 7369	4297	1	1
ESIGELEC - Rouen - IRSEEM	737	1	1	LASIR - Lille - UMR 8516	2925708	6	4
GPM - Rouen - UMR 6634	1934429	14	5	GSA - ENSA Paris Malaquais	6001	1	1
Dynamicure - Rouen & Caen - UMR 1311 INSERM	66702	8	1	HCERES	31	1	1
IDEES UMR 6266 - Rouen	174958	2	1	LCT - Paris - UMR 7617	96886	1	1
LERN - Rouen - UR 4702	19885	2	2	LISN - Orsay - UMR 9015	50925	1	1



Carte des laboratoires normands utilisateurs des moyens de calcul du Criann. Réalisation : SIG 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	THÉMATIQUE SCIENTIFIQUE	NOM DU LOGICIEL	NOMBRE DE VERSIONS INSTALLÉES	LOGICIEL LIBRE	LICENCE UTILISATEUR	USAGE RESTREINT
SIMULATION ATOMISTIQUE ET OUTILS CONNEXES	CHARMM	3				MÉCANIQUE, ACOUSTIQUE	Code ASTER	3			
	GROMACS	3					CAST3M	1			
	NAMD	2					HYPERWORKS	1			
	MOLPRO	1					LS-DYNA	1			
	VASP	3					NASTRAN	1			
	PSI4	1					SALOME-MECA	1			
	DALTON	1				MATHÉMATIQUES, STATISTIQUES	FREEFEM ++	1			
	AMF	1					OCTAVE	1			
	LAMMPS	2					SCILAB	1			
	QCORE	1					R	2			
	ASE	1					Python/dask	1			
	ICMR-GAUSSIAN	1					Python/pandas	5			
BIOLOGIE	Quantum Espresso	4				MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING	PyTorch	3			
	VMD	1					TensorFlow/Keras	1			
	Augustus	1					Horovod	1			
	Guppy	2					Scikit-learn	5			
MÉCANIQUE DES FLUIDES	Dorado	1					OpenCV	5			
	Star CCM+	7				MAILLAGES	GMSH	2			
	SWASH	2				COUPLEURS	Oasis	4			
	MODULEF	1					Precice	3			
	DUALPHYSICS	1				VISUALISATION	Paraview	1			
	YADE	1					Ferret	1			
	TELEMAC-MASCARET	5					Xmgrace	1			
	OPENFOAM	12					Molden	1			
	FOAM-EXTEND	1					Ncview	1			
	CODE_SATURNE	1									
MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE, CLIMATOLOGIE, OCÉANOGRAPHIE	WRF - WPS	3									
	NCL	2									
	WGRIB	2									
	GEOS	1									
	GDAL	1									
	CDO	1									
	R_TERRA	1									
	NCO	1									
	SIRANE	2									

Ce tableau présente uniquement les logiciels installés sur Austral en 2023. Le Criann procède à ces installations en fonction des demandes des utilisateurs. Cette liste n'est donc pas exhaustive.

calcul
intensif

#3

MESONET AU CRIANN

MESONET RASSEMBLE LES MÉSOCENTRES DES DIFFÉRENTES RÉGIONS FRANÇAISES
SOUS LA COORDINATION DE GENCI ET A POUR OBJECTIF, À TERME, DE CONSTITUER UNE
INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE.

Le projet MesoNET (2021-2027) bénéficie d'un financement de l'ANR pour l'acquisition de ressources de calcul et pour la mise en place d'un fort niveau d'accompagnement et de support aux utilisateurs.

BOREALE, LE CALCULATEUR DE TECHNOLOGIE
VECTORIELLE

Dans le cadre de MesoNET, le Criann a pris en charge la mise en œuvre de la machine d'architecture vectorielle du projet. Celle-ci avait été acquise en 2022 auprès de la division européenne du constructeur japonais NEC. Boreale a fait l'objet en janvier 2023 d'une ultime phase de vérification de service régulier, avec une quinzaine d'utilisateurs, qui a permis de valider définitivement la configuration installée. À la même période, une semaine de formation à

la vectorisation a été dispensée par les ingénieurs de NEC dans les locaux du Criann et a réuni des utilisateurs de différents laboratoires français. Le constructeur a ensuite annoncé la fermeture de ses bureaux français, début février. Le Criann interagit désormais directement avec l'entité européenne, située en Allemagne, en particulier pour la résolution de problèmes complexes de fonctionnement ou de portage de codes utilisateurs. Par exemple, l'un des cas traités en 2023 concernait l'utilisation de la bibliothèque de format de données ADIOS2. Le Criann a d'abord construit un code reproducteur du problème, lequel a permis à NEC d'effectuer le diagnostic, d'apporter une solution et d'envisager un correctif sur son compilateur.

PERFORMANCE DES CODES

Plusieurs utilisateurs ont souligné les bonnes performances de leurs codes de simulation de champs physiques ou de mécanique des fluides (déjà bien vectorisés) sur les processeurs NEC Aurora Tsubasa VE20B équipant Boreale, à la fois en termes de temps de restitution, d'énergie consommée et de facilité de portage. On peut citer le code Nemo, code communautaire de référence pour la circulation océanique, testé par le Cerfacs, ainsi qu'un code interne testé par EDF R&D. Deux utilisateurs ont partagé leur retour d'expérience lors de présentations aux JCAD 2023¹. Enfin, en dynamique moléculaire, Quantum Espresso, dont le portage avait été piloté par le Criann, a confirmé ses bonnes performances.

1 - Étude comparative de trois architectures spécialisées avec un code applicatif, P. Parnaudeau, Institut Pprime, JCAD 2023. Épilogue du calcul vectoriel ?, R. Carpentier, IDRIS, JCAD 2023. Présentations disponibles sur le site <https://jcad2023.sciencesconf.org/resource/page/id/9>

LISTE DES PROJETS AYANT PARTICIPÉ
À LA VSR DE BOREALE

INTITULÉ DU PROJET	LABORATOIRE / ORGANISME
Zeolitic Ice for Energy Transition	LCS Ensicaen - UMR 6506
Multiscale modelling of phase transformation in metallic binary alloys	GPM - UMR 6634 CNRS, Insa et Université Rouen Normandie
Exploration of vectorisation for numerical methods	LMRS - UMR 6085 CNRS et Université Rouen Normandie.
Spectral methods for numerical relativity	LUTH - UMR 8102 CNRS, Observatoire de Paris et Université Paris Cité
Vectorisation d'un code de calcul 3D implicite (Firestar3D)	IMATH - Université de Toulon
Simulation du collapse d'un réseau de bulles par une onde incidente	Institut PPRIME - UPR 3346 CNRS - Poitiers
Veille technologique Idris	Idris - Orsay
VmaxCart3D – comparaison de la performance des opérations de stencil sur maillages cartésien sur différents accélérateurs	EDF R&D
Performances du modèle communautaire NEMO sur machine vectorielle	Cerfacs - Toulouse

CALCUL QUANTIQUE

Afin de soutenir l'utilisation de la machine Boreale, le Criann a organisé le 16 novembre une formation sur le logiciel de recuit quantique NEC Vector Annealing, suivie d'un prêt du logiciel sur quelques mois. Cet outil permet de résoudre des problèmes d'optimisation combinatoire. Un grand bénéfice est attendu des calculateurs quantiques sur ce type de problème ayant des applications concrètes, par exemple en logistique.

Le planning de MesoNET comportait pour 2024 l'acquisition d'une deuxième tranche de calculateur équipée de la nouvelle génération VE30. Celle-ci ne pourra pas être installée comme prévu initialement car elle n'est disponible qu'en refroidissement par eau. Une alternative est donc à l'étude.

STOCKAGE DE DONNÉES

MesoNET comporte également un volet relatif au stockage de données de recherche produites sur les calculateurs, typiquement sur la durée d'un projet de recherche ou d'une thèse, et pour faciliter la migration de données d'un centre de calcul à un autre en fonction des besoins, ou vers un dispositif de stockage pérenne en fin de projet. Ce système de stockage distribué sera déployé sur une quinzaine de mésocentres, dont le Criann. En 2023, le groupe de travail MesoNET concerné a défini son architecture globale. Celle-ci sera basée sur l'outil de gestion de données iRODS, technologie disponible en logiciel libre et soutenue par une communauté de grands centres de calcul et de données au niveau mondial depuis près de deux décennies. Ce système de stockage sera mis en œuvre en 2024.

SUPPORT MUTUALISÉ ET DYNAMIQUE NATIONALE

Outre le stockage, le Criann est intégré au groupe de support mutualisé et participe aux autres groupes de travail (GT) du projet. Le GT Sécurité vise l'homologation de sécurité des infrastructures mises en production ; au Criann, cette homologation s'inscrit dans le cadre des travaux sur l'ISO 27001. Le GT Portail concerne l'outil d'attribution de ressources ; le Criann a apporté une contribution significative à la rédaction d'un cahier des charges, en particulier pour préciser les besoins liés à l'enseignement. Le Criann contribue au GT Communication et anime le GT Industrie dans le cadre du projet EuroCC (cf. page 14). Les émissions de gaz à effet de serre et l'informatique quantique font également l'objet de groupes de travail. MesoNET permet au Criann d'aborder ces différents sujets dans le cadre d'une collaboration nationale entre mésocentres bénéficiant de l'appui de Genci. La transformation de cette dynamique collective en infrastructure de recherche à l'issue du projet fait également l'objet d'un nouveau groupe de travail.

Nœuds de calcul

Total 72 Vector Engines
NEC SX Aurora Tsubasa 20b
Par VE : 8 cœurs@1.6 Ghz et 48 Go HBM2
Par cœur : 64 registres vectoriels de 256 éléments DP

Sur 9 nœuds de calcul Intel Xeon Icelake
2 x 16 cœurs@2.9 GHz - 256 Go DDR4
960 Go NVMe

Interconnexion
InfiniBand 200 Gbit/s

Stockage rapide
510 To

Visualisation à distance

Rocky Linux - Slurm - NEC GxFS

Puissance crête vectorielle 177TFlop/s

Caractéristiques du supercalculateur Boreale.

calcul intensif #4

EUROCC CENTRE DE COMPÉTENCE HPC

Le Criann est partenaire de la phase 2 du projet EuroCC, qui a démarré début 2023 pour une durée de 3 ans. Chacun des 33 pays participants a créé un centre national de compétence (NCC) dans le domaine du HPC et abonde le cofinancement de l’Union européenne apporté au travers de EuroHPC. Le centre de compétence français, appelé CC-FR, est porté par Teratec, avec pour partenaires le Cerfacs, Inria Academy et les mésocentres de l’Université de Reims Champagne Ardennes (URCA) et du Criann.

ACCOMPAGNEMENT À L’USAGE DU HPC PAR LES MÉSOCENTRES

L’accompagnement de proximité et sur mesure à l’usage du HPC propose diagnostic, conseil et accompagnement allant de la prise en main du HPC jusqu’à l’optimisation de codes sur les architectures parallèles CPU ou GPU, selon les besoins. Le programme s’appuie sur les compétences de deux ingénieurs HPC, l’un basé au Criann et l’autre à l’URCA. Il est développé à l’échelle nationale, en coordination avec les mésocentres partenaires de MesoNET, et s’adresse aux entreprises, industrie, PME et startup, comme au secteur public, administrations, collectivités et domaine académique.



PARTICIPATION AUX SALONS PROFESSIONNELS EN 2023

DATE	ÉVÉNEMENT
28 mars	Techinnov, Parc floral de Paris (rendez-vous B2B)
31 mai et 1 ^{er} juin	Forum Teratec, Parc floral de Paris (participation au stand Europa Village)
8 juin	Masterclass « Les technologies IA au cœur de vos enjeux business » à French Tech Paris-Saclay (intervention)
22 et 23 juin	Salon 360 Grand-Est, Strasbourg (participation sur le stand CC-FR de l’URCA)
27 juin	Forum des partenaires de French Tech Paris-Saclay
19 et 20 septembre	Salon Innopolis Paris (participation au stand CC-FR de l’URCA)
25 et 26 septembre	Salon Big Data & AI Paris (stand, intervention)
17 octobre	Événement de lancement de Dihnamo, le Dôme, Caen
18 et 19 octobre	Salon Rendez-vous Carnot, Lyon (stand et rendez-vous B2B)

LES FORMATIONS CALCUL AU CRIANN EN 2023

FORMATION	DURÉE	NOMBRE DE SESSIONS	NOMBRE DE STAGIAIRES FORMÉS
Vectorisation sur NEC Aurora Tsubasa	4 jours	1	5
NEC Vector Annealing Introduction	1 jour	1	10
Calculateur Myria : usage généraliste	1/2 journée	1	17
Calculateur Myria : usage Deep Learning	1/2 journée	1	13
Programmation parallèle MPI	1,5 jours	1	3
Programmation parallèle OpenMP	1,5 jours	1	5
Bases de la programmation Python	2 jours	1	3
Python pour le HPC	2 jours	1	9

COMMENT LE CRIANN LES A ACCOMPAGNÉS

ADVESTIS



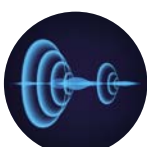
Data science et machine learning : optimiser son algorithme sur architecture parallèle

BRAINTALE



Logiciel dispositif médical : traiter de très importants volumes de données

CEVAA



Acoustique et vibrations : réaliser une simulation de grande taille par éléments finis

HORAE TECHNOLOGY



Gestion de portefeuille : devenir rapidement autonome dans l’utilisation du supercalculateur

ENVIRONNEMENT HYDROLOGIE



Des eaux propres à la baignade



Modélisation fine de la dispersion de souches bactériologiques depuis leur point d’émission

Comment réussir à ouvrir des sites de baignade en Marne après les JO de Paris 2024 ? Pour appuyer les plans de gestion mis en place par les pouvoirs publics sur ces zones fortement urbanisées, Prolog Ingénierie a développé un modèle couplant hydro-dynamique et qualité de l’eau sur le supercalculateur du Criann.

ÉTAPE 1

Modélisation 2D par le système Telemac-Mascaret représentant les conditions hydrodynamiques d’un tronçon de la Marne de 40 km de long

ÉTAPE 2

Hiérarchisation des sources de pollutions dues aux rejets d’eaux usées permanents ou accidentels ainsi qu’aux rejets d’eau de pluie

ÉTAPE 3

Zoom sur un site de baignade potentiel. Modélisation 3D pour une représentation fine de la dispersion de la pollution à l’échelle locale



ÉQUIPE

Prolog Ingénierie : Dr Lan Anh Van, Dr Guido Petrucci et Dr Francesco Piccioni
Équipe support du Criann : Dr Patrick Bousquet-Mélou et Béatrice Charton

EXPERTISE

Hydrodynamique fluviale

SUPER CALCULATEURS

120 000 heures CPU sur le supercalculateur Myria du Criann

PROGRAMME

SIMSEO - EuroCC



À gauche : présentation synthétique de différents cas d’usage des moyens de calcul par les entreprises.
À droite : poster de présentation détaillée de travaux réalisés précédemment avec l’entreprise Prolog Ingénierie en vue des JO de Paris 2024.



Participation du Criann à différentes manifestations professionnelles dans le cadre de EuroCC. De gauche à droite et de haut en bas : avec les collègues rémois au salon Innopolis ; matinale IA à French Tech Paris Saclay ; forum Teratec ; présentation au salon BDAIP'23 ; forum des partenaires de la French Tech.

...

UN CHARGÉ DE PROJET

Dès le début d'année, le Criann a recruté un chargé de projet afin de diffuser l'offre d'accompagnement, et de mener des actions de communication et d'animation de réseau.

Un partenariat a été mis en place avec les French Tech Grand Paris et Paris Saclay afin d'y assurer une présence régulière. Une participation à différents salons professionnels a été organisée tout au long de l'année afin de rencontrer les entreprises (voir le tableau page 14). À cet effet, différents supports de communication ont été réalisés (voir pages 16 et 17). Ces éléments

sont partagés avec les partenaires de MesoNET dans le cadre du GT industrie. Les partenaires peuvent aussi bénéficier des moyens du centre de compétence pour organiser des événements régionaux ou pour communiquer sur leurs réalisations avec des entreprises.

DES ENTREPRISES TÉMOIGNENT

Au niveau du Criann, trois entreprises ont bénéficié du programme d'accompagnement en 2023, ainsi qu'une équipe de recherche. Les entreprises accompagnées sont régulièrement invitées à témoigner lors d'interventions communes avec le Criann. Ainsi

en 2023, Horae Technology est intervenu lors de la Masterclass « Les technologies IA au cœur de vos enjeux business » à French Tech Paris-Saclay en juin, et Advestis Part of Mazars lors de l'atelier « Supercalculateur pour l'IA » au salon Big DATA & AI Paris en septembre.

DES FORMATIONS AU HPC

EuroCC a également pour objet de développer des formations dans le domaine du HPC et des technologies associées. Le Criann contribue au travers de ses formations orientées vers un usage des moyens de calcul HPC pour l'intelligence artificielle. ■

EuroCC Centre de compétence HPC

ACCÉDEZ
AUX SUPERCALCULATEURS
RÉGIONAUX

BÉNÉFICIEZ
DE L'EXPERTISE
DE NOS SPÉCIALISTES

ACCÉLÉREZ
VOS WORKFLOWS
EN SIMULATION NUMÉRIQUE,
TRAITEMENT DE DONNÉES
ET IA

VOUS ÊTES UNE ENTREPRISE
(PME, STARTUP, INDUSTRIE)
→ eurocc@criann.fr

VOUS ÊTES UN ÉTABLISSEMENT PUBLIC (ADMINISTRATION, ENSEIGNEMENT/RECHERCHE)
→ eurocc@univ-reims.fr

MesoNET le réseau des 21 mésocentres universitaires français

CCFR CENTRE DE COMPÉTENCE HPC HPDA IA

Le Centre de compétence EuroCC est financé par :

Piloté par :

En partenariat avec :

TERATEC **ACADEMY** **CERFACS** **CRANN** **MESONET**

un accompagnement sur mesure

Chaque projet est unique et demande une prise en charge individualisée.

Accompagnement gratuit

DEMANDE D'ACCOMPAGNEMENT → ANALYSE DU BESOIN PAR L'EXPERT HPC → PROPOSITION D'ACCOMPAGNEMENT ET DEVIS

accord de confidentialité 1 à 2 mois

contractualisation 0

Accompagnement de projet : expert HPC, moyens de calcul sur devis

PROJET COURT TERME : MODÈLES & OUTILS CONNUS → PROJET MOYEN TERME : MODÈLES CONNUS MAIS OUTILS À DÉVELOPPER → PROJET LONG TERME : MODÈLES & OUTILS INCONNUS

facturation 6 mois / 12 mois

Sélection d'éléments visuels créés pour présenter EuroCC et le programme d'accompagnement des PME. À gauche : kakémono ; à droite : extraits de la plaquette.

LE RÉSEAU RÉGIONAL SYVIK CONSTITUE LE SOCLE SUR LEQUEL
LES ÉTABLISSEMENTS NORMANDS PEUVENT CONSTRUIRE LEURS SERVICES NUMÉRIQUES.

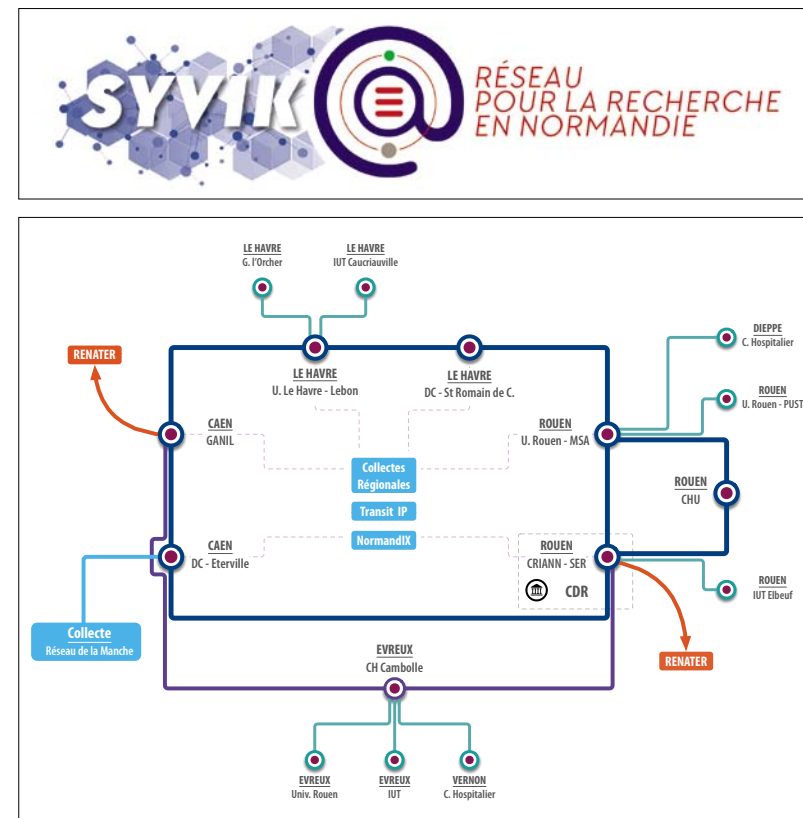
L'année 2023 a été marquée par le déploiement effectif de plusieurs projets dont certains étaient en préparation depuis près de deux ans. La pénurie de composants électroniques liée à la période post-Covid puis au contexte géopolitique est actuellement en cours de résorption. Ainsi, les délais de livraison de matériels réseaux chez les différents constructeurs sont revenus à un niveau quasi normal. Cette situation permet désormais de mener les projets nécessitant l'acquisition d'équipements informatiques dans des délais plus raisonnables.

LA VISIOCONFÉRENCE : UN SERVICE DÉSORMAIS INCONTOURNABLE

La généralisation de l'utilisation de la visioconférence et du télétravail lors de la pandémie a profondément modifié les habitudes de travail même après le retour des usagers en présentiel. La visioconférence est devenue un outil utilisé de façon quotidienne par tous. L'année 2020, avec les périodes de confinement, avait vu émerger un foisonnement de solutions de collaboration déployées dans les établissements. Afin de rationaliser le fonctionnement de ces différents services de visioconférence et de faire

baisser les coûts, le Criann a négocié, avec l'aide de Normandie Université, l'acquisition de licences Zoom pour les établissements intéressés. Ces licences permettent de couvrir les besoins de l'ensemble des personnels et étudiants de ces établissements. La solution Zoom est une solution

par défaut en nuage mais qui permet aussi un déploiement sur son infrastructure en propre. C'est ainsi que, début 2023, le service a été déployé sur des serveurs gérés par la communauté ESR normande et hébergés dans le Centre de données régional. La solution Pexip utilisée auparavant



L'architecture du réseau Syvik.

avant a été arrêtée définitivement en juin, à expiration des licences encore actives.

BOUCLE PRINCIPALE DE SYVIK : DES CAPACITÉS DÉCUPLÉES

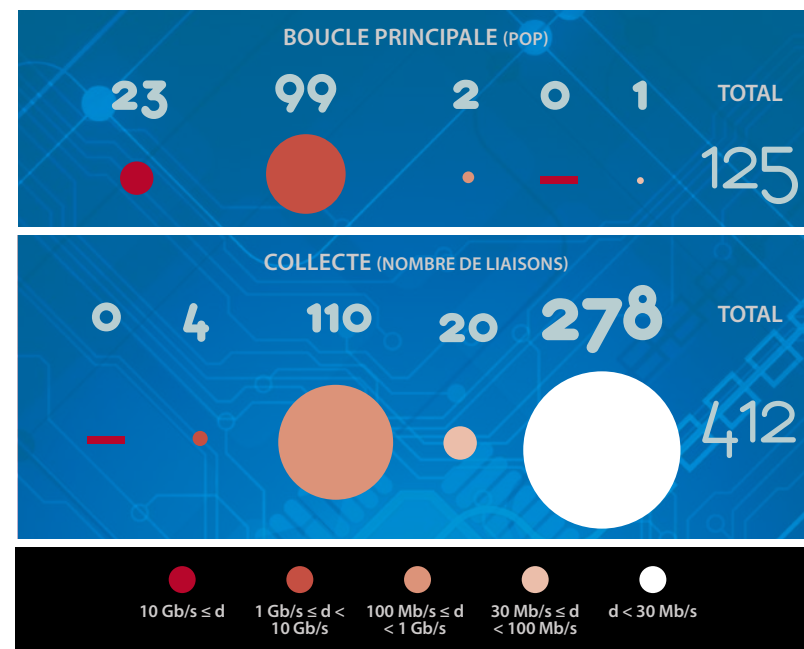
La boucle principale de Syvik repose sur l'utilisation de fibres noires sur lesquelles sont installés des équipements de multiplexage optique (DWDM) qui permettent de déployer des services dédiés de transport, actuellement à 10 Gbit/s. Suite à des études entamées en 2021, la Région Normandie avait fait l'acquisition en septembre 2022 d'équipements complémentaires permettant notamment de passer la capacité totale de la boucle de 100 Gbit/s à 4x100 Gbit/s.

SEPT MOIS DE MIGRATION

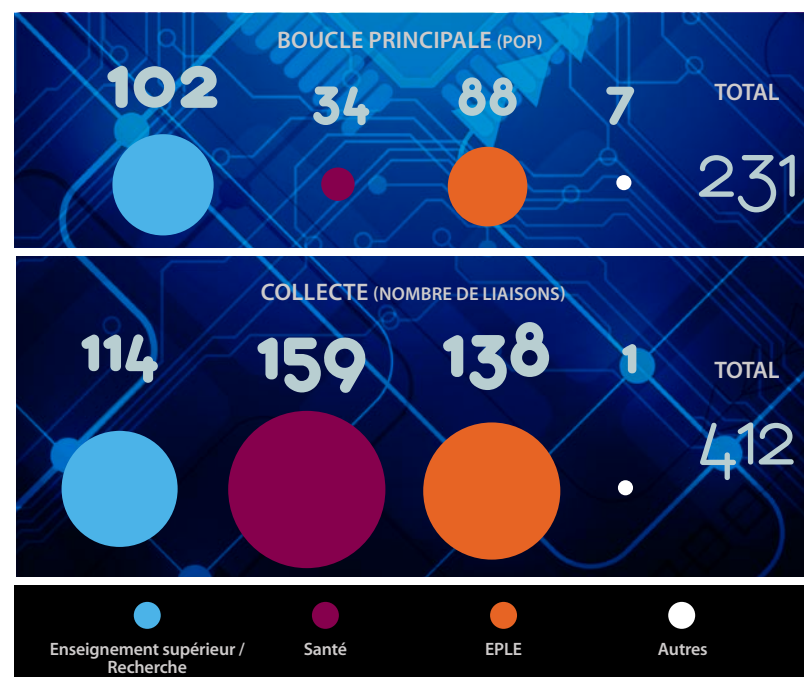
Après la livraison des nouveaux équipements en février, une phase de migration a débuté. Elle s'est étendue de mars à septembre. Cette opération complexe a notamment nécessité un travail préparatoire important avec le déménagement des points de présence d'Éterville, du Havre et de Saint-Romain-de-Colbosc. La migration s'est déroulée en prenant en compte les contraintes organisationnelles des établissements (période d'examen, transmission de données critiques, etc.) et en limitant au maximum les interruptions de service. Cette augmentation de capacité va permettre de répondre aux besoins de connectivité du nouveau calculateur du Criann ainsi qu'à ceux du futur CDR2 avec la possibilité de déployer



DÉBIT DE RACCORDEMENT



NOMBRE DE RACCORDEMENTS



- des services dédiés de transport allant jusqu'à 100 Gbit/s. De nouvelles fonctionnalités sont également intégrées à cette opération : un système de multiplexage de type OTN (Optical Transport Layer) permet de multiplier les canaux et d'en faciliter le déploiement à partir d'une console centrale ; un système de supervision OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer) apporte un diagnostic plus rapide et plus précis en cas de coupure ou de contraintes physiques sur les fibres en indiquant le lieu exact de l'incident sur le parcours, ce qui rend plus efficace l'intervention des équipes de maintenance sur le terrain.
- Le Criann a également fait l'acquisition d'équipements de routage complémentaires en fin d'année afin de mettre en adéquation les capacités de commutation et de routage de Syvik avec la couche optique. Ces équipements doivent être déployés et mis en service début 2024 dans le cadre du renouvellement du marché d'exploitation et de collecte.

EXPLOITATION DE SYVIK : RENOUVELLEMENT D'UN MARCHÉ STRUCTURANT

Le marché d'exploitation du cœur de réseau de Syvik et de fourniture de collectes multi-opérateurs arrivait à échéance en fin d'année 2023. Dès septembre 2022, le Criann et ses partenaires avaient lancé les travaux préparatoires à son renouvellement, avec notamment une phase d'identification et d'échange avec les acteurs pouvant répondre à cette consultation. Ce marché couvre deux éléments essentiels du fonctionnement de Syvik. D'une part, il permet au Criann, maître d'ouvrage du réseau, de déléguer au titulaire la supervision 24/7 des infrastructures, la gestion des modifications et le maintien en conditions opérationnelles des équipements actifs et des services réseaux. D'autre part, il permet d'offrir aux établissements un choix étendu d'offres de raccordement sur Syvik (tous ne peuvent pas se connecter directement sur les points

de présence de la boucle principale, notamment pour des raisons d'éloignement ou de coût).

Ce nouveau marché, publié en tout début d'année, a malheureusement dû être classé sans suite pour non-conformité, les modèles de documents financiers ne permettant pas de comparer correctement les offres des différents candidats. Après modification de ces pièces administratives, une nouvelle consultation a été lancée début juillet et le marché a été attribué en novembre à un nouveau titulaire. La réponse du candidat retenu comporte un éventail très large de solutions de raccordement en termes de techniques, de débits, de disponibilité et de coûts. Concernant les aspects financiers, le renouvellement de ce marché a permis une réduction importante des coûts, en particulier sur la partie liaisons de collecte.

Suite à l'attribution du marché, une période de migration a débuté et devra se prolonger jusqu'à mai 2024, au plus tôt. Contrairement aux marchés précédents où le titulaire avait été reconduit, ce marché marque un changement à ce niveau. D'un point de vue technique, les migrations étaient donc jusqu'alors simplifiées par la conservation de l'infrastructure existante. Le changement de titulaire va nécessiter la reconstruction complète de 450 liaisons de collecte actuellement en production sur Syvik et la mise en place de nouveaux outils de supervision pour l'exploitation du cœur de réseau.

CDR : UN NOUVEAU MODÈLE ÉCONOMIQUE

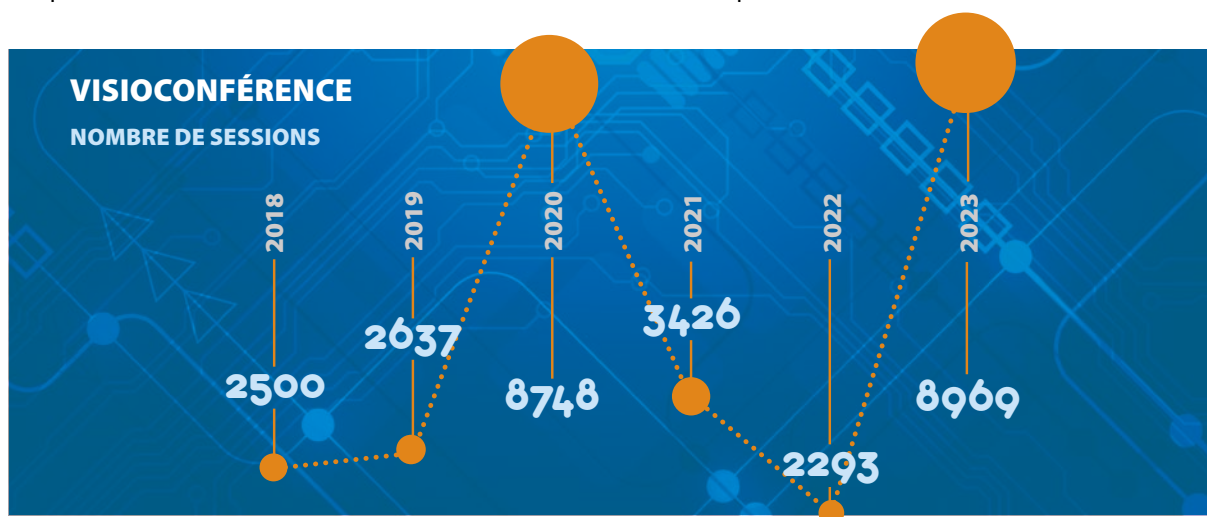
En prévision de la libération début 2024 de deux travées (20 baies) dans le CDR1 lié à l'arrêt du calculateur Myria, le Criann a revu en profondeur le modèle de facturation lié à l'hébergement dans le CDR1. Celui-ci était jusqu'à présent basé au prorata

du nombre de U (unité de stockage) utilisés dans les baies. Myria utilisant un très grand nombre de U (de l'ordre de 70%) dans le CDR1, son démantèlement aurait eu pour conséquence d'augmenter fortement la contribution des partenaires hébergés. Un nouveau mode de facturation a donc été proposé et mis en place, fondé sur une location à la baie à coût fixe (hors énergie). Ce nouveau modèle économique a été présenté au comité technique Syvik de novembre et validé à l'assemblée générale de décembre. La libération de baies dans le CDR1 va permettre notamment de déménager le calculateur Boreale et d'accueillir de nouveaux partenaires en attendant la construction du futur CDR2.

ISO 27001 / HDS : UN CADRE CONFIANCE NUMÉRIQUE POUR LES SERVICES DU CRIANN

Le Criann a entamé en septembre 2021 une démarche de certification ISO/IEC 27001 (management de la

sécurité) et HDS (Hébergeur de données de santé) sur l'ensemble de ses activités (calcul, réseau, hébergement). Accompagné par un prestataire spécialisé, un travail important et soutenu de formalisation des procédures a été effectué sur 2022 et 2023. Il a impliqué l'ensemble des équipes techniques et administratives. Un deuxième audit blanc a été réalisé durant l'été et a permis de valider la maturité du processus engagé. La première phase de l'audit initial de certification a eu lieu fin octobre et a permis de valider la base documentaire constituée. La deuxième phase de cet audit a eu lieu mi-janvier 2024 et a permis d'obtenir les certifications officielles fin février. Ces certifications permettront d'augmenter la confiance numérique des services proposés par le Criann auprès de ses membres, mais également de répondre aux besoins de projets de recherche nécessitant une certification HDS dans le cadre de leur hébergement. ■



étabissements

DIRECTEMENT CONNECTÉS SUR SYVIK

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 et DSDEN 14	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
	Crous Normandie	100 Mbit/s
	IEP Rennes	1 Gbit/s
CAEN- OPTIMIA	Région académique Normandie - Site Caen Caponière	1 Gbit/s
	CHU de Caen Normandie	10 Gbit/s
	Univ. Caen Normandie - Sites des campus 1 et 4	10 Gbit/s
	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
	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	100 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
	Région Normandie - Lycées (COP)	10 Gbit/s
	Collecte multi-opérateurs (CMO)	1 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	100 Mbit/s
ÉVREUX - CAMBOLLE	Centre hospitalier intercommunal Eure-Seine	10 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
	Collecte multi-opérateurs (CMO)	1 Gbit/s
	CD 27 - Collèges et Hôtel du Département	1 Gbit/s
GONFREVILLE- L'ORCHER	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
	Écoles de la ville et médiathèque	100 Mbit/s

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
	Univ. le Havre Normandie - IUT Schuman	1 Gbit/s
	INSA Rouen Normandie - Campus du Havre	1 Gbit/s
	Crous - Restaurant universitaire Le Havre	100 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
	Crous - Résidences universitaires	100 Mbit/s
	Atmo Normandie - Site du Havre	100 Mbit/s
LE HAVRE - IUT SCHUMAN	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
	Région Normandie - L'Atrium	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	10 Gbit/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
	Région Normandie - L'Atrium	1 Gbit/s
	Région académique Normandie - Site Rouen Fontenelle	10 Gbit/s
	Région académique Normandie - DSDEN 76	1 Gbit/s
	Région Normandie - Lycées (COP)	1 Gbit/s
	Crous - Résidences universitaires	100 Mbit/s
	Crous - RU Madrillet et cafétérias Insa et Esigelec	10 Mbit/s
	Crous - Services centraux	100 Mbit/s
	Esigelec	100 Mbit/s
	Normandie Université	10 Gbit/s
	Collecte multi-opérateurs (CMO)	1 Gbit/s
	Atmo Normandie	100 Mbit/s
	Centre hospitalier intercommunal Elbeuf Louviers Val-de-Reuil	1 Gbit/s
VERNON-CH	CHI Eure Seine - Site de Vernon	10 Gbit/s
SAINT-ROMAIN-DE-COLBOSC	Atmo Normandie	100 Mbit/s
	Criann	10 Gbit/s
	CD 76 - Collèges	1 Gbit/s
VAL-DE-REUIL	Région Normandie - Lycées	1 Gbit/s
	CD 27 - Collèges	1 Gbit/s
	Ville de Val-de-Reuil - Écoles	100 Mbit/s



CRIANN

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

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

www.criann.fr

Le plateau de calcul intensif du Criann est cofinancé par la Région Normandie, l'État français et l'Union européenne (fonds Feder).
MesoNET bénéficie d'un financement de l'Agence nationale de la recherche au titre du programme des Investissements d'avenir.

Le centre de compétence EuroCC français est cofinancé par l'Union européenne et par l'État français.
Le réseau régional Syvik est cofinancé par la Région Normandie et l'Union européenne (fonds Feder).

Le fonctionnement du Criann bénéficie du soutien de la Région Normandie.

