

EXASCALE

Fournisseur sélectionné !

EVIDEN a été choisi pour la fourniture du nouveau système HPC *Alice Recoque*. Une annonce faite lors du salon *SuperComputing*.



Le calcul intensif au service de la connaissance

QUANTIQUE

Année internationale

Une activité rythmée avec la mise en ligne d'un 1^{er} système quantique, le lancement des Maisons du Quantique, etc.

RAPPORT D'ACTIVITÉS

2025



VEILLE

TECHNOLOGIQUE

Au service de l'Exascale

Un véritable laboratoire d'expérimentation, point de convergence stratégique en innovation, IA, technologies de stockage mémoire, etc.

IA

Un guichet unique

AI Factory France est lancée pour soutenir la recherche en IA et le développement d'applications industrielles.

HPC DURABLE

Programme à pleine vitesse

NumPEX a augmenté significativement la portée scientifique de ses actions : activités nouvelles, animation de la communauté internationale...



www.genci.fr

GENCI



En charge de **METTRE À DISPOSITION** des moyens performants de calcul et de traitement de données massives, **GENCI** a pour mission, aux niveaux national et européen, de favoriser au bénéfice des **COMMUNAUTÉS DE RECHERCHE** scientifique, académique et industrielle, l'usage du calcul intensif associé à l'Intelligence artificielle et aux dispositifs prototypes de calcul quantique.

Plus de 237 PFlop/s répartis dans 3 centres de calcul

- 91,6 PFlop/s au CINES (**Supercalculateur ADASTRA**)
125,9 PFlop/s à l'IDRIS (**Supercalculateur Jean Zay**)
20 PFlop/s au TGCC (**Supercalculateur Joliot-Curie**).
- Pour l'ensemble de l'IR*, 2 489 dossiers de demande de ressources traités dans l'année, avec **plus de 4,6 milliards d'heures cœurs demandées en CPU** et 171 millions d'heures GPU.
- Les trois centres comptaient plus de **6 000 utilisateurs actifs en 2025**, issus de la recherche académique et de la recherche privée.
- 11 Comités thématiques.

* Infrastructure de Recherche (IR)



**CINQ
associés**



Inria

**France
Universités**


**MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'ESPACE**
Liberté
Égalité
Fraternité

04.

AU CŒUR DES GRANDS DÉFIS

Le mot de Anders JENSEN , directeur exécutif, EuroHPC	04
Le mot de Sophie PROUST , directrice exécutive de l'agence de programmes dans le numérique, Inria	05
Le mot de Hughes METRAS , directeur de l'agence de programmes ASIC, CEA	06
L'interview de Mickaël KRAJECKI , président-directeur général de GENCI	07
Le mot des associés	08
On parle de nous	12
Le mot des centres de calcul	14

18.

**ENJEUX 2025****Le journal d'une année****Retour sur une année riche de progrès et d'avancées**

Perspective Exascale	20
Côté Intelligence artificielle	22
Côté recherche quantique	26
Côté HPC durable	29
Cellule de Veille technologique	30

32.

AU SERVICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Comment fonctionne GENCI ?	34
La communauté des chercheurs	39
Les résultats des chercheurs des Comités Techniques (CT)	46
La communauté des industriels	57

60.

L'ENVIRONNEMENT DE GENCI

L'écosystème de GENCI en région	62
L'écosystème de GENCI en Europe	63
La société civile GENCI	65



Les actions communes d'EuroHPC, et de GENCI, dynamisent l'IA et le calcul intensif en Europe.



Anders Jensen,

DIRECTEUR EXÉCUTIF

L'année 2025 a marqué une étape décisive dans la consolidation de l'écosystème européen du calcul haute performance (HPC) et des technologies informatiques de pointe, l'entreprise commune EuroHPC (EuroHPC JU) et GENCI travaillant en étroite collaboration avec de nombreux partenaires français et européens.

L'objectif est clair : doter l'Europe de capacités informatiques de classe mondiale, souveraines et intégrées, au service de la science, de l'industrie et des citoyens. GENCI a collaboré activement avec EuroHPC JU sur de multiples initiatives visant à atteindre cet objectif.

Une étape majeure a été franchie avec la signature du contrat concernant le supercalculateur exascale *Alice Recoque*, le deuxième en Europe, qui sera exploité par GENCI. Ce système renforcera considérablement notre capacité à relever les défis scientifiques et industriels les plus exigeants, notamment dans les domaines de l'intelligence artificielle, de la modélisation climatique et de la santé.

Parallèlement, l'année 2025 a été marquée par des progrès tangibles dans la stratégie européenne hybride HPC-quantique. L'inauguration du processeur quantique Ruby, ainsi que l'installation de Lucy, ordinateur quantique photonique, soulignent la diversité et la complémentarité des technologies quantiques développées par EuroHPC JU en collaboration avec GENCI. Ces deux systèmes sont sur le point d'être mis à la disposition des utilisateurs et permettront d'explorer des applications dans les domaines de la science des matériaux, de la météorologie et de la simulation en ingénierie, entre autres.

Ces avancées s'inscrivent dans le cadre du projet d'intégration ambitieux EURO-QHPC, coordonné par GENCI et financé par EuroHPC JU, qui rassemble six entités d'hébergement d'ordinateurs quantiques ainsi que leurs supercalculateurs associés répartis à travers l'Europe. Cette infrastructure hybride sans précédent facilitera le couplage de multiples technologies quantiques avec des systèmes HPC de pointe, accélérant ainsi le développement d'applications pratiques et concrètes.

À l'avenir, l'AI Factory France promet également de renforcer davantage les synergies HPC-IA, stimulant ainsi la compétitivité de l'Europe dans plusieurs autres domaines.

Collectivement, ces réalisations reflètent un engagement commun en faveur de l'excellence, de l'ouverture et de la souveraineté technologique européenne, soulignant le rôle central de la France, à travers GENCI et ses partenaires, dans la construction de l'avenir numérique de l'Europe.

L'État a confié à Inria la mission d'Agence de programmes dans le numérique – algorithmes, logiciels et usages pour renforcer la souveraineté numérique de la France par la recherche et l'innovation.

Ses missions incluent la construction d'une vision prospective scientifique concertée, l'élaboration et le pilotage de programmes permettant des partenariats stratégiques à fort impact, l'accompagnement du tissu économique national par le transfert, l'appui aux politiques publiques et la coordination d'actions européennes et internationales.

L'action est structurée par des programmes thématiques en soutien des stratégies nationales d'accélération et de France 2030, que ce soit dans le cœur du numérique avec l'intelligence artificielle, le calcul scientifique post-Exascale, la cybersécurité, les systèmes réseaux et cloud, les technologies logicielles pour le quantique, les mondes virtuels, ou dans les grands usages avec le numérique en santé ou le numérique et l'environnement.

Dans le cadre de la stratégie nationale en IA, GENCI, avec l'appui d'Inria dans son rôle de coordination auprès de l'État des volets recherche, pilote le projet européen AI Factory France (AI2F) qui constitue un point d'entrée national à un ensemble de services d'IA accessibles aux entreprises et au monde académique, en s'appuyant sur les grandes infrastructures de calcul nationales.

Par ailleurs, le Programme « *Calcul scientifique post-Exascale* » porte des objets dont GENCI est un interlocuteur privilégié :

- Le PEPR *NumPEX* (pilote conjointement par Inria, le CEA et le CNRS) vise à concevoir et à développer les composants logiciels qui équiperont les futures machines Exascale et à préparer les principaux domaines d'application scientifiques et industriels pour exploiter les capacités de ces machines.
- L'action financée par France 2030 « *Composants pour l'IA* », conjointement avec le CEA dans sa mission d'Agence de programmes (ASIC), vise le développement de composants modulaires d'accélération pour l'IA, et leur environnement logiciel en s'appuyant sur une conception conjointe matériel/logiciel/applications pour atteindre ses objectifs de performance, de fiabilité et de frugalité.

La CSA « Post-Exascale », portée par Inria, va rassembler l'écosystème européen, en lien étroit avec la stratégie nationale.




GENCI est un acteur central du calcul haute performance en France et en Europe, qui joue un rôle majeur dans les dynamiques liées à l'IA.



Sophie Proust,

DIRECTRICE EXÉCUTIVE DE L'AGENCE DE PROGRAMMES DANS LE NUMÉRIQUE, INRIA



Pour bâtir des feuilles de route impactantes, l'Agence ASIC doit absolument s'appuyer sur des interactions fortes avec l'écosystème français du calcul haute performance. Je tiens à remercier les équipes de GENCI pour la qualité des échanges depuis ma prise de fonction en septembre dernier.



Hughes Metras,

DIRECTEUR DE L'AGENCE
DE PROGRAMMES ASIC

L'agence de programme ASIC est l'une des 7 agences créées en 2024 pour structurer les écosystèmes de recherche et développement dans les domaines à fort enjeux sociétaux, économiques et de souveraineté. Aux missions de veille scientifique et d'animation des communautés s'ajoute une mission principale de construction de feuilles de route puis de programmes de recherche pour proposer des avancées scientifiques qui intercepteront les feuilles de routes technologiques et produites de l'industrie à un horizon de 5 à 10 ans. L'Agence ASIC a pour périmètre le volet matériel des technologies numériques en coordination avec l'agence numérique Inria qui couvre le volet logiciel, algorithmes et usages. L'Agence ASIC intègre dans l'exercice de ses missions l'ensemble des chaînes de valeur afin de partir des enjeux applicatifs, notamment au niveau des infrastructures numériques (calcul, réseaux) et des systèmes (transport, robotique, terminaux) pour remonter jusqu'aux composants et matériaux.

Le domaine du calcul intensif en mutation rapide avec l'explosion de l'intelligence artificielle mais aussi l'arrivée prochaine de solutions de calcul émergentes comme le quantique ou le calcul analogique est un moteur d'innovation majeur dans le domaine des composants et des architectures. A ce titre, le rôle de leadership de GENCI en tant qu'opérateur d'infrastructures de calcul pour les communautés scientifiques est clé dans le maintien en France, d'une large communauté à la pointe des avancées dans le domaine. Cette excellence permet de bâtir des visions à long terme des besoins en infrastructures et donc de construire des feuilles de route pour les composants et systèmes qui les constituent.

C'est à partir de la formalisation de ces besoins que les deux agences ont pu bâtir un programme de recherche sur les composants pour l'IA (CAMELIA) avec l'ambition de proposer des solutions d'accélérateurs IA en rupture, notamment en termes de performance et de frugalité. Ce programme porté par les deux agences, couvre à la fois les volets matériels et logiciels de futures architectures de systèmes hétérogènes à base de chiplets. Finalisé et validé en 2025, ce programme démarre en ce début d'année 2026 et durera environ 6 ans en mobilisant plus de 20 équipes de recherche à travers la France. En parallèle, l'agence ASIC pilotera un programme plus focalisé sur le développement de méthodologies et d'outils de conception pour les system-on-chip hétérogènes qui viendra en appui de la plateforme européenne de conception en cours de lancement. Un objectif, favoriser la montée en compétences d'une communauté élargie de concepteurs. Les équipes de GENCI seront invitées à participer aux comités de suivi scientifique et industriel de ces deux programmes.

Au-delà des besoins de co-conception matérielle/logicielle/applications pour le calcul hétérogène mentionné précédemment, le travail de construction de feuilles de route dans le cadre de la Revue Nationale Stratégique a permis d'identifier des opportunités d'innovations majeures au sein des systèmes de calcul : technologies optiques pour les interconnexions très haut débit faible latence, chaînes de conversion d'énergie ou architectures et composants innovants pour le calcul à la croisée des technologies de stockage de données (mémoires) et de calcul (processeurs et accélérateurs). Ces sujets feront l'objet d'une attention particulière dans les mois qui viennent au sein de l'agence et de ses partenaires pour proposer des innovations à fort impact.

Interview



Le plan stratégique que nous préparons renforcera notre affirmation d'opérateur public assurant la maîtrise stratégique du numérique de puissance.



Mickaël KRAJECKI,

PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DE GENCI



— COMMENT RÉSUMERIEZ-VOUS L'ANNÉE 2025 ?

M. K. : Étant arrivé en février 2026 comme PDG de GENCI, je tiens à remercier vivement mon prédécesseur, Philippe Lavocat pour l'action qu'il a portée pendant dix ans. Je connais bien GENCI, ayant notamment été jusqu'à très récemment président du comité thématique portant sur l'intelligence artificielle. Philippe m'a transmis les clés de cette remarquable infrastructure de recherche, qui a pour vocation de mettre l'excellence numérique au service de la science et de l'innovation. Dans les trois principaux champs technologiques dont nous avons la responsabilité, le calcul intensif, le calcul quantique et l'IA, 2025 aura été marquée par des réalisations déterminantes : choix par EuroHPC et le consortium Jules Verne du fournisseur Bull pour le supercalculateur Exascale *Alice Recoque* ; inauguration de *Jean Zay 4* ; mise en service du

calculateur quantique Ruby et lancement du projet AI Factory France.

— QUELS SONT LES PRINCIPAUX DÉFIS ET ENJEUX DE GENCI POUR 2026 ?

M. K. : Le premier d'entre eux résidera dans la recherche d'un équilibre entre la stratégie nationale et la stratégie européenne. Cela s'explique notamment par le périmètre croissant d'EuroHPC, l'émergence des AI Gigafactories, dans un contexte international particulièrement tendu. Le déploiement et l'appropriation par les communautés scientifiques des technologies quantiques constitue un second défi majeur. Il s'agit non seulement des systèmes déjà installées au TGCC, Ruby et Lucy, mais également de celui reposant sur les qubits de chat, que nous allons acquérir cette année. Enfin, la définition de la stratégie de GENCI pour les prochaines

années constitue un enjeu majeur. C'est le sens du plan stratégique que nous sommes en train de préparer. Il renforcera notre affirmation d'opérateur public assurant la maîtrise stratégique du numérique de puissance. Avec en son cœur notre mission d'assurer aux chercheurs un accès à des infrastructures de calcul au meilleur niveau européen et international. Cela nous conduira notamment à un renforcement de la complémentarité entre les trois centres.

— QUEL MOT DÉFINIT, SELON VOUS, LES ANNÉES À VENIR ?

M. K. : Sans aucun doute, le mot synergie. Il traduit l'esprit et la lettre de notre action quotidienne pour le déploiement de projets européens d'envergure à l'instar d'*Alice Recoque*, aussi bien que l'esprit d'entraide qui préside aux relations des collaborateurs de GENCI en interne comme avec ses interlocuteurs extérieurs.

LE MOT DES ASSOCIÉS



L'année 2025 a confirmé le rôle central du GENCI dans le paysage français et européen du calcul haute performance (HPC) et de l'intelligence artificielle. Le succès du supercalculateur *Jean Zay*, salué par la communauté scientifique et industrielle, illustre bien la pertinence des choix stratégiques opérés ces dernières années.

Parmi les réalisations majeures de 2025, je retiens la sélection et le lancement du projet AI Factory France, dans le cadre du programme EuroHPC, qui positionne la France comme un acteur incontournable de l'IA, pour la recherche académique mais aussi pour les nombreuses start-up qui ont accès à nos moyens de calcul publics. Notons aussi une avancée historique avec la signature du contrat d'achat du supercalculateur exascale

Alice Recoque, qui positionne notre pays à l'avant-garde du calcul haute performance. Alice Recoque permettra de relever des défis scientifiques et technologiques majeurs, tout en renforçant la souveraineté européenne dans un domaine où la compétition internationale est intense. Il convient aussi de relever le déploiement de deux calculateurs quantiques, Jade et Ruby, dans les infrastructures HPC, qui représente un progrès significatif dans la transformation des technologies quantiques. Enfin, l'extension des capacités du supercalculateur ADAstra au CINES permettra de répondre à la demande croissante et soutenue de l'usage de l'intelligence artificielle.



Jean-Luc MOULLET
Directeur général de
la recherche et de
l'innovation

Ces nombreux exemples illustrent le travail remarquable accompli par les équipes du GENCI et des centres de calcul de ses associés qui mettent en œuvre les supercalculateurs dans les centres de calcul. Leur expertise et leur engagement participent à notre succès collectif et renforcent notre capacité à innover ensemble.

L'année 2026 s'annonce riche en perspectives. Nous serons particulièrement attentifs au montage du supercalculateur *Alice Recoque*, dont la mise en service en 2027 marquera une nouvelle étape pour la France et l'Europe. Par ailleurs les progrès réalisés dans le domaine du quantique devraient permettre de compléter l'offre de GENCI et de renforcer son positionnement dans ce domaine très prometteur, pour lequel il convient de continuer à développer des cas d'usages.

En 2026, le GENCI continuera donc à jouer ce rôle clé pour relever les défis scientifiques et technologiques de demain. 🗨️

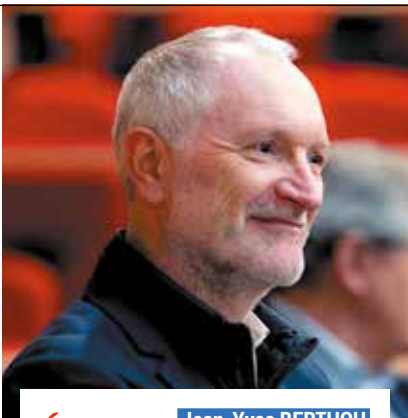


Antoine PETIT
Président-directeur
général



Le succès du supercalculateur *Jean Zay*, dont la puissance a été portée à 126 Pflops en 2024, ne se dément pas et son appropriation par les communautés scientifiques, notamment de l'intelligence artificielle, dépasse toutes les attentes puisque les demandes de ressources portent sur près de cinq fois sa capacité.

Le chemin ne s'arrête pas là. Il convient maintenant de préparer le remplacement des partitions les plus anciennes de la machine, installées en 2019, dans un contexte budgétaire pourtant très incertain. Il est également nécessaire de poursuivre et d'intensifier l'accompagnement des équipes de recherche dans l'appropriation et l'utilisation des outils d'IA. Ainsi, 2025 marque le renforcement de l'équipe des ingénieur(e)s en IA du CNRS, qui apporte expertise technique et appui opérationnel pour le déploiement des projets sur *Jean Zay*.


Jean-Yves BERTHOU
**Directeur général
délégué à la politique
de site**


Nous annonçons l'an dernier notre projet de réponse à l'appel AI Factory lancé par EuroHPC. Co-piloté par GENCI et Inria au titre de coordinateur de la stratégie nationale de recherche en IA (SNRIA), le projet AIF France a été accepté pour financement en mars 2025. Il associe les capacités de calcul Françaises portées par GENCI et l'ensemble des acteurs de la SNRIA au premier rang desquels les 9 AI Clusters. **Ce sont plus de 800 M€ de projets financés par la SNRIA qui contribueront à l'offre de service AIF France, pour le bénéfice de douze verticales métiers**, dont la robotique, le spatial et l'aéronautique, l'énergie, la défense, la santé, ou encore l'agriculture.

La croissance observée ces dernières années des demandes d'accès aux calculateurs GENCI pour l'IA s'accélère, représentant 76 % des heures de calcul GPU consommées. Près de 60 % des projets déposés en 2025 dans le domaine IA sont des projets nouveaux et démontre

la vitalité du domaine. 88 % des projets déposés par Inria utilisent ou développent des technologies IA. Ces projets ont consommé 12 % des capacités GPU de GENCI et sont issus de 9 des 10 centres Inria de l'Université, dont Inria Chile.

À titre d'exemple, le projet de Pierre-Yves Oudeyer du centre Inria de l'Université de Bordeaux, à qui a été attribué 2 millions d'heures GPU sur les machines *Jean Zay* et *ADASTRA*, vise à créer des agents d'apprentissage autonomes, capables d'explorer des environnements complexes tel que *Minecraft* ou la robotique et de collaborer avec les humains via le langage naturel. Une des applications de ce projet est le développement de modèles capables de suivre et de prédire les trajectoires d'apprentissage des élèves afin de proposer des parcours d'exercices personnalisés.

Jean-Christophe Lombardo du centre Inria de l'Université Côte d'Azur quant à lui sollicite les capacités GPU de GENCI dans le cadre de *Pl@ntNet*, une plateforme participative mondiale dédiée à l'identification des végétaux et au suivi de la biodiversité végétale et utilisée par 20 millions de personnes dans le monde. Les travaux réalisés sur les ressources GENCI ont notamment porté sur l'amélioration des modèles de classification et sur la cartographie de la distribution des espèces à grande échelle, en croisant les observations citoyennes avec des images satellites (Sentinel) et des données environnementales. ●●

Par ailleurs, l'évolution rapide du paysage du calcul intensif, les moyens européens (future machine Exascale *Alice Recoque* au TGCC), combinés au développement de partenariats public-privé (AI Factory France, futures « *gigafactories* », etc.) imposent de repenser le positionnement, le rôle et les missions de GENCI. **Formidable outil de dialogue, de mutualisation et de rationalisation, GENCI permet de répondre collectivement aux besoins sans cesse croissants de nos communautés scientifiques.** Enfin, il convient de saluer la mémoire de Mme Hélène Mouchard-Zay, fille cadette de *Jean Zay*, disparue récemment. Ce lles et ceux qui ont eu la chance de la rencontrer et d'écouter ses interventions à l'occasion de la dédicace de notre calculateur à son père, garderont le souvenir d'un moment privilégié avec une femme exceptionnelle. ●●

LE MOT DES ASSOCIÉS



Pierre-Alain MULLER
Président de
l'Université de Haute-
Alsace, référent
numérique de France
Universités



2025 a marqué un tournant pour le calcul intensif et l'IA en France, avec des avancées majeures portées par GENCI. L'inauguration en mai de la quatrième extension du supercalculateur *Jean Zay*, dotée de 1 456 GPU NVIDIA H100, a multiplié par quatre sa puissance, atteignant 125,9 millions de milliards d'opérations par seconde. **Ce fleuron, hébergé par l'IDRIS (CNRS), est désormais le vaisseau amiral européen pour l'IA au service de la recherche, soutenant plus de 1 700 projets scientifiques** dans

des domaines aussi variés que la biomédecine, l'astronomie ou l'industrie.

Parallèlement, le lancement du projet AI Factory France, sélectionné par EuroHPC, concrétise une ambition nationale et européenne. Coordonné par GENCI et Inria, ce hub unique fédère 20 partenaires publics et privés, dont les 9 IA Clusters, France Universités et le CEA, pour répondre aux défis du calcul, des données et des compétences en IA. Il offre des services d'infrastructure, de formation et d'expertise à toute la communauté scientifique et économique, des startups aux grands groupes.

Enfin, la convergence entre simulation numérique et IA, initiée en 2019, porte ses fruits : pour la première fois en 2025, GENCI a alloué plus d'heures de calcul à l'« IA pour la Science » qu'à l'IA « classique », validant ainsi une approche intégrée et innovante.

Ces réalisations placent la France à l'avant-garde du calcul intensif et de l'IA, au service de la science et de l'innovation. 🌟🌟

**Nos CINQ
associés**





Marie-Hélène MATHON
Responsable
des infrastructures
de recherche



L'année 2025 marque une étape structurante pour GENCI et pour le calcul scientifique français. L'entrée progressive dans l'ère de l'Exascale, la convergence entre calcul haute performance, intelligence artificielle et technologies quantiques, ainsi que le renforcement des initiatives européennes, confirment le rôle central de GENCI dans la stratégie nationale et européenne.

Dans ce contexte, le CEA, à travers le TGCC, est pleinement mobilisé. Les équipes de GENCI, du CEA et d'EuroHPC ont mené un

appel d'offres qui s'est soldé par la commande d'EuroHPC auprès de Bull du futur supercalculateur Exascale *Alice Recoque*. La préparation du TGCC s'est poursuivie avec des adaptations majeures des infrastructures, menées sans interruption de la production scientifique et en respectant un calendrier particulièrement exigeant. Ce travail témoigne de l'engagement et du savoir-faire des équipes du TGCC. En parallèle, un effort soutenu d'optimisation et de portage des codes scientifiques vers les architectures GPU se met en place pour accompagner la montée en puissance des usages hybrides HPC-IA, au service de simulations toujours plus complexes et de l'exploitation de volumes de données croissants.

L'année 2025 marque également une avancée significative dans le domaine quantique avec la mise en service de deux systèmes complémentaires, *Ruby* (société Pasqal) et *Lucy* (société Quandela). Leur intégration au TGCC permet d'engager les premières expérimentations de calcul hybride associant ressources HPC et quantiques

et positionne le TGCC comme l'une des rares plateformes en Europe à intégrer simultanément plusieurs technologies quantiques en environnement de production.

Si le calcul quantique reste à un stade préindustriel, son articulation progressive avec le HPC constitue un axe stratégique que le CEA et GENCI portent conjointement, au niveau national comme dans le cadre des programmes EuroHPC. Le TGCC s'affirme ainsi comme une plateforme pionnière, à l'interface des trois grandes familles technologiques qui structureront le calcul scientifique de demain : haute performance, intelligence artificielle et quantique. ”

 **France
Universités**


**MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'ESPACE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



**Pour en savoir plus
sur les associés de
GENCI**

ON PARLE DE NOUS

→ Dans la presse – Sur le Web



19 novembre 2025

Dans son usine d'Angers, Eviden – entreprise du groupe Atos – fabriquera le premier supercalculateur Exascale français : Alice Recoque. Un projet chiffré à 554 millions €.

Dans son usine du Maine-et-Loire, la branche produits du groupe Atos prépare la mise en production du premier supercalculateur Exascale français. Une machine qui aura la capacité de dépasser la puissance d'un exaflop par seconde, soit la réalisation d'un milliard de milliards de calculs à la seconde, augmentant par cinquante la capacité du précédent système. Le projet est chiffré à 554 millions € sur cinq ans de fonctionnement. Il est cofinancé par EuroHPC, avec un budget issu du Programme Europe Numérique (DEP), et par le consortium Jules Verne, piloté par la France à travers le GENCI et le CEA, avec la participation des Pays-Bas au travers de Surf, et de la Grèce avec GRNET.



L'USINE DIGITALE

18 novembre 2025

Eviden, AMD et SiPearl sélectionnés pour Alice Recoque, le nouveau supercalculateur Exascale français.



Le prochain grand supercalculateur français avance. Ce 18 novembre, EuroHPC et le consortium Jules Verne (composé du GENCI, du CEA et des organismes néerlandais et grecs SURF et GRNET) ont annoncé la sélection d'Eviden pour construire Alice Recoque, nommé après la scientifique française éponyme, l'une des premières femmes à s'être distinguée dans le domaine de l'intelligence artificielle.

franceinfo:

29 novembre 2025

Bienvenue à Alice Recoque, le premier supercalculateur Exascale français.

La France met en production son premier supercalculateur capable de réaliser un milliard de milliards d'opérations à la seconde. Outre ses usages scientifiques, il a vocation à renforcer l'attractivité technologique tricolore.

Alice Recoque est d'abord une brillante informaticienne, spécialiste de l'intelligence artificielle française, née en 1929 et décédée en janvier 2021. C'est une pionnière en matière de travaux techniques, mais également sur les enjeux sociétaux.



14 mai 2025

La puissance de calcul du supercalculateur Jean Zay vient d'être multipliée par quatre.



L'un des ordinateurs les plus puissants de France a été officiellement inauguré mardi à Orsay, en région parisienne.

Il a été doté d'une quatrième

extension qui lui permet d'effectuer près de 126 millions de milliards d'opérations par seconde. Quand on parle de supercalculateur, il faut imaginer dans une salle de la taille d'un terrain de tennis, un alignement de grandes armoires métalliques...

L'USINE NOUVELLE

08 mai 2025

À quoi va servir l'AI Factory de la France, soutenue par l'Europe ?

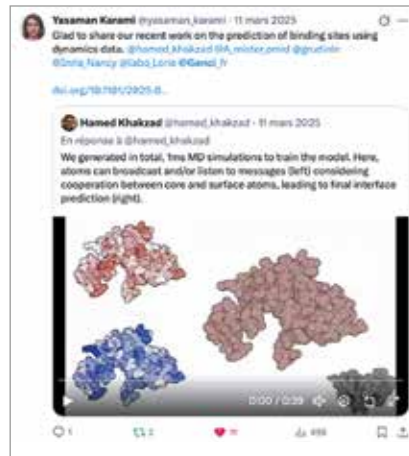


L'Union européenne a annoncé le lancement de 13 AI factories, ou usines à IA, dont une en France. Cette initiative vise à soutenir le développement de la puissance de calcul,

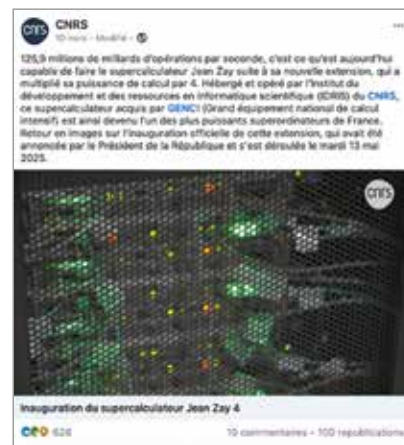
avec une offre de services adaptés, explique le GENCI, qui sera en charge de sa coordination.

ON PARLE DE NOUS

→ Sur les réseaux sociaux



Découvrez plus
d'actualités GENCI



→ IDRIS-JEAN ZAY

APRÈS LA 4^E EXTENSION, DES DEMANDES EN FORTE CROISSANCE



**Pierre-François
LAVALÉE**

Directeur de l'IDRIS
(centre de calcul du CNRS
hébergeant et opérant
le supercalculateur
Jean Zay)

L'infrastructure nationale *Jean Zay* a marqué en 2025 une étape majeure avec l'inauguration officielle de sa quatrième extension, suivie de son ouverture à l'ensemble des communautés scientifiques. Cette extension représente un incrément significatif pour les moyens de calcul nationaux, répondant aux besoins croissants liés à l'Intelligence Artificielle (IA) et à son

utilisation exponentielle dans tous les domaines scientifiques (*AI4Science*). Ces nouvelles ressources suscitent un intérêt exceptionnel auprès des utilisateurs, avec des demandes deux à trois fois supérieures aux capacités disponibles, illustrant leur rôle clé dans l'avancement de la recherche.

Dans ce contexte, l'accompagnement renforcé pour les communautés scientifiques reste une priorité absolue. L'IDRIS propose ainsi **un catalogue complet de formations, couvrant à la fois le HPC et l'IA (250 ingénieurs et chercheurs en 2025). L'institut a également organisé, en collaboration avec Nvidia, son hackathon international annuel, accompagnant 10 projets innovants en 2025.** Par ailleurs, l'IDRIS s'implique activement dans des initiatives européennes, notamment le projet *MINERVA* (minerva4ai.eu), dédié au soutien de l'IA à grande échelle ou *AI2F* (<https://aifactory-france.eu/>). Enfin, en tant que co-organisateur de la « *Journée Deep Learning pour la Science* », l'IDRIS contribue à favoriser les échanges et le partage d'expériences autour des applications du *Deep Learning* dans les sciences. La préparation de l'avenir passe aussi par une activité de veille technologique ouverte aux communautés, avec l'hébergement de DALIA, la première architecture Nvidia NVL72 Grace Blackwell en Europe pour la recherche académique, qui préfigure les nouvelles architectures de calcul/inférence des années à venir.



→
Supercalculateur DALIA - un rack NVL72 composé de 18 nœuds avec chacun 2x NVIDIA Superchip GB200 (1x processeur NVIDIA Grace 72x cœurs Arm Neoverse v2, 480 Go de mémoire LPDDR5X et 2 GPU NVIDIA Blackwell B200 chacun avec 192 Go de mémoire HBM3e) reliés entre eux via le NVSwitch (130 To/s de bande passante, 5000 câbles coaxiaux pour une longueur totale de 3,2 km).

→ TGCC – JOLIOT-CURIE

DÉVELOPPEMENT DU QUANTIQUE EN ATTENDANT... *ALICE RECOQUE*



**Nicolas
LARDJANE**

Responsable du TGCC
(centre de calcul du CEA
hébergeant et opérant
le supercalculateur
Joliot-Curie)

En 2025, le Très Grand Centre de calcul du CEA (TGCC) a poursuivi la trajectoire initiée avec GENCI autour du développement du calcul quantique et de la préparation à l'Exascale.

L'année a été marquée par une avancée majeure, avec la mise en production du simulateur quantique Ruby fourni par la société Pasqal. Les chercheurs français et européens ont ainsi accès à une machine d'une capacité de 100 qubits, intégrée dans l'environnement du TGCC. La société Quandela a installé fin 2025 un second calculateur quantique d'une capacité de 12 qubits basé sur une approche photonique, et un appel d'offres est en cours pour une troisième technologie qui arrivera en 2027. Ces équipements s'inscrivent dans une stratégie d'exploration portée par le projet national HQL, visant à structurer une offre de calcul hybride accessible aux communautés académiques et industrielles. De nombreuses formations et actions en régions ont été initiées, les premiers retours sont prometteurs.

Parallèlement, le TGCC a achevé fin 2025 les principaux travaux d'adaptation de ses infrastructures en vue de l'accueil du

supercalculateur Exascale *Alice Recoque*.

Cette évolution d'ampleur a porté notamment sur l'accroissement de la capacité électrique (+ 24 MW), la mise en place d'une boucle de refroidissement à l'eau tiède de 20 MW et l'adaptation des salles informatiques pour répondre aux contraintes de masse, d'alimentation et d'encombrement des armoires de calcul de nouvelle génération. À l'issue d'un appel d'offres porté par EuroHPC, la société Bull fabriquera et installera la machine *Alice Recoque* au TGCC en 2026, pour une mise en service en 2027. Avec plus de 100 racks de calcul, *Alice Recoque* offrira à la communauté scientifique une capacité de calcul dépassant l'exaflops grâce à une partition GPU AMD particulièrement efficace en HPC et IA. Une capacité de calcul scalaire est également intégrée pour remplacer, à terme, la machine *Joliot-Curie*.

Je tiens à souligner l'unité des trois centres de calcul nationaux et de GENCI dans ce projet, notamment avec la mise en place d'une équipe de support applicatif avancé dès 2026 afin d'accompagner les utilisateurs.

Au-delà des aspects techniques, ces évolutions traduisent la volonté de la France et l'Europe de se maintenir comme acteur central de l'écosystème du calcul intensif au sens large. En articulant calcul haute performance, intelligence artificielle et calcul quantique, le TGCC et GENCI renforcent la capacité à soutenir des projets scientifiques parmi les plus ambitieux, tout en anticipant les besoins futurs des communautés.

→
Le logo du futur
supercalculateur
Alice Recoque a été révélé
en 2025.



→ CINES-ADASTRA

PERSPECTIVE D'UNE EXTENSION CONFIRMÉE



**Michel
LABADIE**

Directeur du CINES
(centre de calcul de
France Universités
hébergeant et opérant
le supercalculateur
ADASTRA)

En 2025, le CINES poursuit dans son rôle structurant dans le calcul intensif et l'accompagnement des usages scientifiques.

Avec une puissance de calcul stable à 90 Pflop/s, le supercalculateur ADASTRA confirme son rôle central en accompagnant plus de 1 200 utilisateurs. La plateforme maintient un haut niveau de service, avec une disponibilité supérieure à 99 % pour les CPU et à 98 % pour les GPU, ainsi qu'un support utilisateur soutenu.

Afin de faciliter la prise en main de la machine, le CINES a également enrichi son accompagnement avec la mise en ligne de vidéos pédagogiques "quick start". Diffusées sur Canal U et YouTube, elles permettent aux utilisateurs de

se familiariser plus rapidement avec l'environnement ADASTRA et ses bonnes pratiques, tout en optimisant le temps des équipes support.

Le CINES se positionne également dans la préparation des chercheurs au futur calculateur exascale *Alice Recoque*. L'expertise des équipes du CINES et l'architecture d'ADASTRA constituent un atout majeur pour accompagner les communautés scientifiques dans l'adaptation de leurs codes pour qu'ils fonctionnent avec la technologie AMD, en lien avec GENCI, le CEA et l'IDRIS.

Dans cette dynamique, le CINES a poursuivi son engagement auprès des communautés scientifiques à travers l'organisation de hackathons dédiés à l'optimisation des codes sur

→
Formation
utilisateurs
donnée au
CINES, en 2025,
par les équipes
de support.





architectures GPU, en partenariat avec HPE et AMD. Cette dynamique se poursuivra en 2026 avec plusieurs événements déjà programmés.

Le dialogue avec les utilisateurs s'est poursuivi tout au long de l'année, notamment à travers la tenue de quatre Comités des utilisateurs Calcul. Ces rencontres ont permis de partager les évolutions de la plateforme, de recueillir les besoins des communautés et d'alimenter une démarche d'amélioration continue des services proposés.

L'année 2025 a vu le renforcement des activités autour de l'intelligence artificielle, avec la structuration d'un pôle dédié et une implication dans des projets européens tels que Minerva, contribuant à accompagner les nouveaux usages et à soutenir l'innovation scientifique.

Enfin, fin 2025, GENCI a confirmé l'extension du supercalculateur ADAstra, marquant une nouvelle étape dans le renforcement des capacités nationales de calcul intensif. Cette évolution prévoit l'ajout de 84 nœuds équipés de processeurs MI300, permettant de porter le nombre d'APU de 112 à 448 et d'atteindre une capacité totale de plus de 2 000 accélérateurs (GPU et APU).

L'infrastructure de stockage sera également renforcée avec l'ajout de 3 Po d'espace haut débit et faible latence sur la zone /scratch, afin d'accompagner la montée en puissance des usages et des volumes de données traités, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle.



Photo du personnel du CINES prise devant le centre de calcul.

LE JOURNAL D'UNE ANNÉE

MINI-SOMMAIRE

Exascale, sélection du fournisseur du
calculateur *Alice Recoque*

p.20

AI Factory France, le guichet unique
pour accélérer l'IA en France

p.22

Jean Zay 4 : l'IA accélère la
recherche française

p.24

L'année internationale du quantique
à GENCI

p.26

HPC durable, le programme *NumPEX*
à pleine vitesse

p.29

La Cellule de Veille Technologique :
au service de l'Exascale et des défis
à venir

p.30

TECHNOLOGIES



→ Exascale

Sélection du Fournisseur du calculateur *Alice Recoque*

EuroHPC et le consortium Jules Verne ont annoncé la sélection de la société EVIDEN pour la fourniture du calculateur *Alice Recoque*, le 18 novembre 2025, dans le cadre du salon Super Computing 2025

L'année 2025 aura été principalement consacrée à la sélection du fournisseur du calculateur *Alice Recoque*. Cette procédure d'acquisition, menée par EuroHPC a débuté en septembre 2024 et s'est achevée en novembre 2025.

GENCI a rédigé avec le CEA le cahier des charges. Cinq sessions de dialogue ont été organisées avec les candidats entre janvier et juin 2025. Ces sessions ont permis de

faire évoluer le cahier des charges jusqu'à la version finale publiée en juillet 2025. Après l'évaluation des offres par un comité de trois experts, la sélection de la société EVIDEN, aujourd'hui Bull, pour la fourniture du calculateur *Alice Recoque* a été annoncée conjointement par EuroHPC et le consortium Jules Verne, le 18 novembre 2025.

UNE NOUVELLE GÉNÉRATION DE CALCULATEUR

Le calculateur *Alice Recoque* comprendra une partition unifiée composée de processeurs AMD nouvelle génération : CPUs AMD EPYC "Venice" et GPUs AMD Instinct MI430X interconnectés avec une solution réseau Bull (BXIv3) et intégrée dans une plateforme BullSequana XH3500.

Pour les workloads scalaires uniquement, *Alice Recoque* intégrera une partition scalaire dédiée avec plus de 100 000 cœurs utilisant des processeurs européens SiPearl RHEA2 128 cœurs basés sur ARM. Le pré/post-traitement ou les charges de travail SMP importantes seront traités par une partition supplémentaire.

Composé de 94 racks, le système aura la capacité d'atteindre le seuil de l'Exaflop avec 25 % de racks et de composants en moins que les autres systèmes Exascale. *Alice Recoque* intégrera de nouvelles technologies européennes dans

La sélection d'EVIDEN pour la fourniture du calculateur *Alice Recoque* marque une étape importante dans le projet Exascale en France.

CORINNE BEAL, CHEF DE PROJET EXASCALE À GENCI

→
Le logo du supercalculateur *Alice Recoque* valorise à la fois les valeurs humanistes propres à la science, son universalisme, dans le contexte d'une souveraineté française et européenne, accompagnée d'une baseline qui traduit l'ambition assignée à cette machine.





Annnonce de la sélection de Bull/EVIDEN pour la fourniture d'Alice Recoque à SC25.

Dévoilement du logo du calculateur Alice Recoque

Ce logo se compose de plusieurs éléments. La sphère bleue avec les initiales « AR » fait référence à la fois à l'atome ou particule élémentaire et au globe terrestre. L'étoile qui orne cette sphère symbolise la boussole, à l'image de celle qui guidait les marins, et incarne également la « promesse » de nouvelles découvertes. **Cela renvoie à la figure d'Alice Recoque, pionnière de l'IA, ainsi qu'à la machine elle-même, porteuse de promesses collectives, scientifiques, sociétales et donc universelles.**

les processeurs/accélérateurs, les réseaux, le stockage, le refroidissement et les infrastructures, ainsi que dans les middlewares HPC/IA/QC et les applications destinées aux utilisateurs finaux.

Le calculateur sera installé au Très Grand Centre de Calcul du CEA (TGCC) à partir du dernier trimestre 2026, pour une mise en production à la fin de l'année 2027.

CONSORTIUM JULES VERNE

La Grèce représentée par GRNET a rejoint le consortium Jules Verne en juillet 2025. Nous avons également poursuivi les échanges avec les partenaires académiques et industriels susceptibles de rejoindre le consortium. Après la signature de l'accord

d'hébergement signé en juin 2024, nous avons signé avec EuroHPC l'*Administrative Agreement* qui régit le versement de la participation des pays membres du consortium aux coûts d'acquisition et le Grant Agreement qui définit les conditions de versement par EuroHPC du financement des coûts de fonctionnement.



Pour en savoir plus sur le calculateur Alice Recoque

→ Intelligence artificielle

AI Factory France, le guichet unique pour accélérer l'IA en France

Lancée fin 2025, AI Factory France est un guichet unique offrant ressources de calcul, expertises et services pour soutenir la recherche en IA et le développement d'applications industrielles.

Initié par la Commission européenne dans le cadre de la stratégie AI Continent et sélectionné par EuroHPC en mars 2025, AI Factory France (AI2F) marque une étape clé pour la souveraineté numérique européenne, en renforçant l'autonomie stratégique et la compétitivité du continent dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA).

UN ECOSYSTÈME SOUVERAIN POUR L'EXCELLENCE EN IA

Coordonné par GENCI associé à Inria au titre de l'Agence de programmes

numérique, le projet dispose d'un budget de 30 M€ sur trois ans, dédié au développement d'infrastructures, de services et d'initiatives à fort impact. Il fédère 16 partenaires académiques et d'innovation, dont le CNRS, le CEA, l'AMIAD et les Universités porteuses des *IA Clusters*, contribuant à structurer un écosystème national cohérent et interconnecté. Intégrée à un réseau européen de 19 AI Factories et 13 antennes, l'AI2F collabore étroitement avec ses homologues, notamment irlandais, afin de mutualiser les ressources, partager les expertises et renforcer la dynamique européenne.

→
Les responsables des *work packages* d'AI2F, réunis lors du lancement du projet à Station F.
De gauche à droite : Arnaud Renard, Laurent Patoux, Raphaëlle Achach, Cedric Auliac, Maïke Gilliot



Pour en savoir plus
sur AI Factory
France



→
 Annonce de la
 collaboration entre
 NVIDIA et AI Factory
 France par Howard
 Wright (VP Startups,
 NVIDIA) lors d'un
 événement à
 Station F.



Accélérer l'innovation en IA

AI Factory France accélère l'adoption de l'IA par les startups et PME grâce à un partenariat inédit avec les programmes NVIDIA Inception et Connect. **Cette initiative leur donne accès à des infrastructures de calcul avancées et à des services spécialisés en IA.** S'appuyant sur l'expérience de GENCI (plus de 80 startups accompagnées et 1 700 projets par an), AI2F renforce l'innovation et la compétitivité à l'échelle européenne.

AU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE L'INDUSTRIE

L'AI2F vise à renforcer l'accès aux ressources de calcul, notamment via le supercalculateur Exascale *Alice Recoque*, levier central pour le développement et l'entraînement de modèles d'IA de nouvelle génération, tout en structurant un continuum public-privé au service des besoins industriels.

Le projet facilite l'usage des données et modèles, en améliorant leur accessibilité, valorise les outils partenaires et propose un accompagnement expert en IA et data science, couvrant l'ensemble du cycle de vie des projets. Il soutient aussi l'émergence de talents, la formation et mobilise des fonds de capital-risque pour

accélérer l'innovation. L'objectif est de déployer ces services à l'échelle européenne au service d'une adoption massive de l'IA, dans un cadre compétitif et responsable, notamment via une structuration sectorielle. L'AI2F structure des communautés dans 12 secteurs clés tels que la robotique, la défense, ou la santé, en favorisant les synergies entre recherche, innovation et industrie.

Lancé à Station F fin 2025, son déploiement s'accélère avec des collaborations européennes faisant de cette initiative un pilier de la réponse européenne aux enjeux de l'IA.

AI2F apporte une réponse essentielle aux besoins de la recherche académique et des entreprises en IA, aux niveaux national et européen.

CÉDRIC AULIAC,
 RESPONSABLE DE
 PROGRAMME IA À GENCI

→ Intelligence artificielle

Jean Zay 4 : l'IA accélère la recherche française

Avec Jean Zay 4, GENCI et l'IDRIS ont offert aux scientifiques français une puissance inégalée en Europe : 126 pétaflops, 1 456 GPU H100, plus de 3,8 millions d'heures GPU mobilisées. Les Grands Challenges, période de qualification de nouveaux moyens de calcul, ont permis à dix projets de repousser les limites de la simulation et de l'IA dans des domaines stratégiques.

Un supercalculateur au service de la science souveraine ! En décembre 2025, *Jean Zay 4* est devenu pleinement opérationnel : 126 pétaflops crête, refroidissement optimisé, recyclage de chaleur fatale, maîtrise énergétique des entraînements IA. Ce saut technologique, fruit d'un dialogue compétitif exemplaire entre GENCI, l'IDRIS, Eviden, NVIDIA et DDN, place la France au cœur de la stratégie européenne de calcul intensif et d'IA responsable.

GRANDS CHALLENGES : QUALIFICATION ET PERCÉES HORS NORMES

Depuis 2008, chaque nouveau supercalculateur GENCI est inauguré par une phase « Grands Challenges » : période de mise en production où la machine est qualifiée à très grande échelle sur des codes de référence et des projets scientifiques majeurs. Peu de projets sont sélectionnés – ils mobilisent une part très significative des ressources – et sont choisis pour leur intérêt scientifique ou sociétal majeur et leur capacité à pousser la machine à ses limites. Cette phase permet à la fois de valider la robustesse et la stabilité du système dans ces conditions extrêmes et d'offrir aux équipes – qui acceptent en contrepartie possiblement de rencontrer des instabilités – un accès à une puissance et capacités inédites, générant des avancées qui n'auraient pas été possibles autrement. Les Grands Challenges

Jean Zay 4 ont mobilisé plus de 3,8 millions d'heures GPU H100 sur dix projets emblématiques, couvrant des domaines stratégiques : astronomie, biologie, chimie quantique, santé, conduite autonome et modèles de langage souverains.

APERÇUS DES GRANDS CHALLENGES JEAN ZAY 4

● L'IA au cœur de l'astronomie et de la biologie

AION-1, par le CNRS, unifie pour la première fois l'analyse multimodale de données astronomiques (images, spectres, mesures physiques) dans un modèle de 3 milliards de paramètres entraîné sur 120 To. Il prédit des propriétés physiques avec une précision inégalée et s'adapte en quelques heures à de nouvelles tâches.

● Biologie moléculaire et sa dynamique

Canaux ioniques et mutations génétiques, par le CNRS : par la constitution d'un atlas des cinétiques, aider au développement de thérapies de précision, en classant les mutations selon leurs effets fonctionnels ou en orientant la conception de médicaments. DynaRepo, par l'Université de Nancy : capture plus de 1,1 milliseconde de dynamique moléculaire sur 700 systèmes, offrant le premier dépôt français de conformations macromoléculaires. Il alimente désormais des modèles IA en leur

Couverture du Grands Challenges consacrée aux projets développés grâce à Jean Zay 4.



Jean Zay 4 transforme la puissance de calcul en accélérateur de connaissance et d'innovation grâce à l'IA.

PHILIPPE LAVOCAT,
PRÉSIDENT-DIRECTEUR
GÉNÉRAL DE GENCI

offrant une base pour intégrer les mouvements du vivant et en explorer la dynamique.

● Chimie quantique et « drug design » révolutionnés

FeNNix-Bio1, par la startup *Qubit Pharmaceuticals*, est le premier modèle de fondation capable de simulations atomistiques réactives en phase condensée avec précision quantique, atteignant des erreurs d'énergie libre d'hydratation de 0,37 kcal/mol. Il simule des systèmes de plusieurs millions d'atomes en quelques jours.



←
Détail des racks de calcul de la quatrième extension du supercalculateur Jean Zay : design réalisé par la startup française *Obvious*.

● IA pour la santé

H-optimus-1, par la startup *Biopimus* : devient le modèle de référence en histologie, surpassant les extracteurs existants sur 23 tâches biomédicales grâce à 2 milliards d'images entraînées.

● IA pour la sécurité

Un projet de conduite autonome, porté par Valeo AI, apprend à partir de 1 800 heures de vidéos YouTube brutes et atteint des performances compétitives sur des scénarios critiques sans aucune annotation.

● Modèles de langage souverains et francophones réduisant l'empreinte carbone et la dépendance aux clouds étrangers

Lucie-7B, porté par la startup Linagora, est le premier LLM multilingue équilibré (soit à même de corriger les biais), entraîné sur des données ouvertes et traçables. Pleias 1.0 est la première famille de modèles de langue entraînée exclusivement sur des données ouvertes (*Common Corpus*) Vigogne LLM une série de SLM (*Small Language Model*) spécifiquement optimisés pour le français.

Un impact sociétal et environnemental maîtrisé

Ces projets associent performance extrême et sobriété : **faible empreinte carbone (électricité nucléaire), recyclage de chaleur, optimisation énergétique des entraînements**. Ils incarnent une IA souveraine, éthique et au service du bien commun, de la médecine de précision à la transition énergétique.



**Retrouvez
l'intégralité des
Grands Challenges
Jean Zay 4**

→ Quantique

L'année internationale du quantique à GENCI

Alors que 2025 a été déclarée « année internationale du quantique » par l'ONU, elle a été particulièrement rythmée et déterminante pour GENCI dans ce domaine. La plateforme HQI se développe, avec la mise en ligne d'un premier système quantique, l'installation d'un second, et publication d'un appel d'offre pour le troisième. GENCI est également très actif dans le soutien et la promotion des écosystèmes quantiques français et européen, avec le lancement des Maisons du Quantique, sans oublier la Quantum Zone à Vivatech 2025 !

En début d'année, les différentes Maisons du Quantique sélectionnées fin 2024 ont été inaugurées progressivement, au sein de cinq régions : l'Occitanie (Maison du Quantique Occitanie, ou MQO), l'Auvergne-Rhône-Alpes (Maison du Quantique Alpes, ou MQA), le Grand Est (Maison du Quantique Grand Est, ou MAQUEST), l'Île-de-France (Maison du Quantique Île-de-France, ou QUORUM) et Nouvelle Aquitaine (Maison du Quantique Nouvelle Aquitaine, ou HYBQUANT).

MISE EN VISIBILITÉ DES ÉCOSYSTÈMES LOCAUX DU CALCUL QUANTIQUE HYBRIDE

Le réseau a déjà pu nouer un premier partenariat international avec QuantumBW, qui accompagne

l'écosystème du Bade-Wurtemberg en Allemagne, signé le 7 octobre 2025 lors de la foire *Quantum Effects*, à Stuttgart. Les collaborations internationales étaient à l'honneur d'un atelier organisé par les Maisons du Quantique le 5 décembre 2025 aux EDF Labs à Palaiseau, en marge de la conférence QUEST-IS, auquel ont contribué le Canada (PINQ2), le Japon (RIKEN) et l'Allemagne (QuantumBW et la Munich Quantum Valley). Ce dernier événement donnera lieu, on l'espère, à de nombreux échanges et collaborations entre écosystèmes dans les mois qui viennent. Des comités thématiques vont être lancés prochainement, pour aider les différentes Maisons du Quantique à échanger sur des sujets liés à l'algorithmie quantique, et coordonner de nouvelles initiatives telles que des hackathons, ou encore des écoles d'été.

→
Table ronde sur la Quantum Zone HQI à Vivatech 2025, sur le passage de la recherche fondamentale vers l'industrie, en présence de Philippe Baptiste, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Espace.





Le calculateur *Ruby* (comme *JADE*) marque une avancée majeure dans l'implémentation du calcul quantique dans le paysage scientifique et industriel européen.

L'inauguration franco-allemande de *Ruby* et de *JADE*

Le 13 novembre a eu lieu une inauguration en triplex entre le TGCC, Bruxelles et FZJ des calculateurs *Ruby* et *JADE*, acquis auprès de Pasqal pour le projet européen HPCQS. L'occasion de revenir sur les motivations derrière l'achat de ces deux systèmes pilotes et leur intégration au sein de la stratégie quantique européenne.

L'ARRIVÉE DE PREMIERS SYSTÈMES AU SEIN DE LA PLATEFORME HQI

Ruby, un calculateur quantique analogique de 100+ qubits, acquis auprès de Pasqal via le projet Européen HPCQS, a été mis en service et inauguré le 13 novembre 2025, en même temps que son jumeau *JADE*, hébergé au Forschungszentrum Juelich (FZJ), en Allemagne. vcvt est désormais disponible pour les utilisateurs de la plateforme HQI. Après la mise à disposition par Quandela d'un accès distant à une technologie similaire en

mars 2025 pour les utilisateurs de la plateforme, Lucy, un système de calcul quantique photonique à 12 qubits acquis par *EuroHPC Joint Undertaking* auprès de Quandela, a été installé au TGCC à partir du 15 octobre 2025. Deux nouveaux appels d'offre ont été lancés aux mois de septembre et octobre 2025 pour compléter les technologies exposées dans la plateforme : Le premier, EuroSSQ-HPC, piloté par EuroHPC, pour un système à qubits de spin hébergé par SURF aux Pays-Bas, et le second, piloté par GENCI, pour un système à 18 qubits de

chat, qui sera hébergé, quant à lui, au TGCC. Cette dernière machine sera livrée et installée début 2027. L'année 2025 amorce donc l'accès, pour les utilisateurs de la plateforme HQI, à des dispositifs de calcul quantique opérant dans les conditions d'un centre de calcul.

LANCEMENT D'UNE COLLABORATION DÉTERMINANTE POUR UNE EUROPE DU CALCUL QUANTIQUE HYBRIDE

Le 19 mars 2025, à Cracovie, en marge du *EuroHPC Summit*,

s'est tenu le lancement du projet *EuroQHPC-Integration*. Rassemblant 30 partenaires issus de 17 pays européens et coordonné par GENCI, ce projet fédère les stratégies d'intégration HPC-Quantique de six systèmes basés sur des technologies complémentaires, acquis par EuroHPC et hébergés dans six centres de calcul européens : PSNC, en Pologne (EuroQCS-Poland), BSC-CNS, en Espagne (EuroQCS-Spain), LRZ, en Allemagne (Euro-Q-Exa), CINECA, en Italie (EuroQCS-Italy), IT4Innovations, en République Tchèque (Lumi-Q), et GENCI/CEA, en France (EuroQCS-France). Les partenaires vont collaborer, entre

© CEA CADAM



← Inauguration des calculateurs quantiques *Jade* et *Ruby* : une étape majeure vers une infrastructure européenne hybride de calcul haute performance et de simulation quantique.

autres, sur l'harmonisation de l'expérience utilisateurs, l'échange d'expertise entre équipes de support, le partage de bibliothèques d'applications et de benchmarks, et l'élaboration de retours communs vers les initiatives européennes et internationales de normalisation et standardisation. Les premiers résultats issus de ce projet devraient émerger dès 2026.

LA QUANTUM ZONE À VIVATECH 2025

Présent pour la quatrième année sur la conférence *Vivatech*, à Paris, le programme HQL y a été particulièrement visible cette année. Il a organisé une table ronde faisant intervenir, entre autres, M. Philippe Baptiste, Ministre de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. Trois autres Ministres sont venus visiter le stand lors de la journée grand public. Pays à l'honneur cette année, le Canada a envoyé une délégation sur le stand pour une longue discussion sur de possibles opportunités de partenariats entre nos deux écosystèmes. 13 start-ups ont été hébergées sur la *Quantum Zone* au

cours de ces quatre journées de salon, et d'autres programmes de la Stratégie Nationale Quantique tels que *MetriQs-France*, *AtomQtrl* ou encore le *PEPR-Quantique* y ont présenté leurs activités. Le stand n'a pas désempli au cours des quatre jours de l'événement, ce qui préfigure une surface plus étendue, et une présence renforcée de la Stratégie Nationale Quantique pour l'édition 2026.

Cette inauguration marque une avancée majeure vers l'implémentation du calcul quantique dans le paysage scientifique et industriel européen.

PHILIPPE LAVOCAT,
PRÉSIDENT-DIRECTEUR
GÉNÉRAL DE GENCI



**Pour en savoir plus
sur *Ruby* et *JADE***

→ HPC durable

Le programme Exascale *NumPEX* à pleine vitesse en 2025

L'année 2025 a été riche pour le programme *NumPEX*, qui a significativement augmenté la portée scientifique de ses actions notamment en matière d'activités nouvelles et en termes d'animation de la communauté internationale.

NumPEX a lancé son 1^{er} appel à projets HPC/HPDA/IA fin 2024 qui, doté d'un budget de 4M €, a permis le financement de 4 projets :

- **DAIMOS** : pile logicielle modulaire et frugale pour l'apprentissage profond à grande échelle, intégrant des algorithmes d'entraînement distribué optimisés pour l'entraînement de réseaux de neurones à graphes, et des outils HPC réutilisables.

- **SAGE-HPC** : plateforme logicielle ouverte et évolutive pour l'optimisation multi-fidélité de problèmes physiques complexes, intégrant l'optimisation bayésienne, l'apprentissage par renforcement profond et des stratégies hybrides – guidée par l'IA.

- **Koktails** : contribue à une pile logicielle open-source pour supercalculateurs à base de GPU, via le modèle de programmation Kokkos et intégrant l'IA et Python pour assurer la portabilité des performances et faciliter la transition des applications HPC héritées vers ces nouvelles architectures.

- **ASTRA** : une approche unifiée pour le développement workflows pour l'analyse de données scientifiques massives déployables sur des infrastructures fédérées, avec comme cas d'usage le *Square Kilometer Array* (SKA).

→ La première réunion *YoungPEX* a eu lieu en novembre 2025 au laboratoire IRIT de Toulouse et était axée sur trois sujets majeurs : le HPC éco-responsable, l'utilisation d'assistants IA génératifs dans la recherche HPC et l'égalité/parité dans la communauté scientifique HPC.



● ● ***NumPEX* accélère l'intégration IA/HPC/HPDA au travers de collaborations internationales et de projets innovants préparant la machine Exascale *Alice Recoque*.**



JÉRÔME BOBIN,
CO-DIRECTEUR DU PROGRAMME DE RECHERCHE *NUMPEX*

NumPEX, en collaboration avec InPEX, a organisé en avril 2025 un atelier à Kanagawa (Japon), où une centaine de participants européens, américains et japonais se sont réunis autour des enjeux dans le domaine du HPC : intégration croissante de l'IA, workflows, continuum digital ou codesign.

Plusieurs ateliers ont été organisés dont un, intitulé «*AI and HPC: Sharing AI-Centric Benchmarks of Hybrid Workflows*», qui a mis l'accent sur :

→ Une compréhension partagée des workflows HPC/HPDA pilotés par l'IA ;
 → Les modes de couplage entre IA et HPC/HPDA et les motifs d'exécution communs ;
 → Des benchmarks collaboratifs, de proxy-apps et de métriques de validation ;
 → Le développement d'outils standardisés pour tester la performance et la scalabilité ;
 → Une feuille de route avec des jalons pour des événements futurs.

Le prochain atelier InPEX a eu lieu en avril 2025 à Rio de Janeiro, et NumPEX

y a animé plusieurs sessions, autour du roadmapping post-Exascale, de l'usage des IA génératives pour la

conception d'applications, ainsi que de l'hybridation HPC-IA.

Réseau YoungPEX

En 2025, NumPEX a lancé son comité YoungPEX, un réseau interdisciplinaire qui rassemble de jeunes chercheurs (doctorants, post-doctorants et ingénieurs) de toutes les composantes du programme NumPEX. Les principaux objectifs de ce groupe de travail sont de stimuler de nouvelles dynamiques de recherche et les échanges entre les différents projets NumPEX, de créer des synergies entre les chercheurs et de préparer les collaborations futures.

→ HPC durable

La Cellule de Veille Technologique : au service de l'Exascale et des défis à venir

En 2025 la CVT s'est mise au service du projet Exascale. Née de la collaboration entre GENCI, et ses partenaires, la CVT est bien plus qu'une simple veille. Elle est un véritable laboratoire d'expérimentation, un point de convergence stratégique pour l'innovation et l'évaluation de technologies de rupture en matière de calcul haute performance (HPC), d'intelligence artificielle (IA) ou des technologies de stockage mémoire sur ADN.

La mission première de la CVT est d'identifier et tester les technologies émergentes dans les domaines de l'Exascale, de l'IA, du traitement des données instrumentales et du stockage. Cette veille s'appuie sur un réseau d'experts de GENCI, des trois centres nationaux, d'acteurs régionaux (MESONET) et des porteurs d'applications HPC et IA.

KELLY, PROTOTYPE ARM POUR PRÉPARER ALICE RECOQUE

En 2025, la CVT a contribué au dimensionnement et à l'acquisition de Kelly, un prototype scalaire

basé sur l'architecture ARM, installé au CEA DAM. Doté de 8 serveurs biprocesseurs NVIDIA Grace, il remplace la partition A64FX de Joliot-Curie et permettra aux communautés de se préparer à la partition scalaire Rhea2 (SiPearl) prévue fin 2027 sur Alice Recoque.

PARTENARIATS AVEC LES STARTUPS FRANÇAISES

La CVT a également renforcé ses collaborations avec des startups de rupture. Avec Arago, elle explore les accélérateurs photoniques pour l'IA. Avec Biomemory, elle étudie le stockage de données sur ADN

de synthèse. Cette technologie promet jusqu'à 1 000 fois moins d'encombrement que les solutions sur bandes, avec une stabilité exceptionnelle pour le stockage froid à très long terme, et une empreinte environnementale exceptionnellement faible. Un premier prototype est envisagé en 2027 pour évaluer ses performances et les nouveaux services de duplication qu'elle rend possibles.

AXES STRATÉGIQUES 2026-2028

Face aux tensions géopolitiques et à la dépendance vis-à-vis des fournisseurs étrangers, la CVT intensifie ses actions : développement de l'inférence IA avec un focus sur les solutions tout-optiques, renforcement des collaborations avec les acteurs privés et publics (notamment le ministère des Armées) et exploration de technologies alternatives comme le stockage ADN. Malgré un ralentissement temporaire lié à la charge Exascale, 2026 sera marqué par une accélération forte d'actions de prospective afin d'anticiper les besoins de *Jean Zay Next*, de l'AI Factory France et la participation à l'émergence de solutions européennes.



←
Kelly, le prototype scalaire basé sur l'architecture ARM, installé au CEA DAM.

Anticiper les ruptures technologiques, c'est garantir à la France sa capacité à calculer, à innover et à décider en toute souveraineté.

ÉRIC BOYER,
CHEF DE PROJETS HPC/HPDA/IA

AU SERVICE DE LA RECHERCHE

MINI-SOMMAIRE

Une offre de service complète

p.34

**Les modalités d'accès aux
ressources**

p.36

**Les moyens de calcul disponibles en
2025**

p.37

**Un nouveau moyen d'accès : les
allocations stratégiques**

p.38

**Le mot de la présidente du Comité
d'évaluation de GENCI**

p.39

La communauté des chercheurs

p.40

La communauté des industriels

p.57





COMMENT FONCTIONNE GENCI ?



EuroHPC
Joint Undertaking



anr
agence nationale
de la recherche

SERVICES

- **HARDWARE AND SOFTWARE TECHNOLOGICAL WATCH**
- **FREE ACCESS TO HPC AND HYBRID HPC/QUANTUM COMPUTING SYSTEMS FOR OPEN RESEARCH**
- **ACCESS TO STORAGE CAPACITIES (FROM FLASH TO LONG TERM STORAGE USING MAGNETIC TAPES)**
- **USER SUPPORT**
- **TRAINING**
- **DISSEMINATION OF SCIENTIFIC RESULTS**



ADASTRA



HPE Cray EX4000 aggregated of 132,7 Pflop/s

3 partitions - AMD based:

Scalar, converged and APU architecture

• GENOA: Scalar 3,9 Pflop/s - 104 448 cores

• MI250X: Converged 74 Pflop/s - 1424 GPUs

• MI300A: APU 54,8 Pflop/s - 448 APUs

(Including 336 APUs extension - July 2026)

ALICE RECOQUE



ALICE RECOQUE
BEYOND HPC

EuroHPC Exascale system for addressing HPC and AI Factory at scale

• Bull Sequana XH3500 of > 1 EFlop/s sustained unified nodes using AMD Venice CPUs and MI430x GPUs

• scalar nodes using SiPEARL Rhea2 CPUs

• federated by Bull BXlv3 400 Gb/s interconnect

BULL/

Conver

• 36 NV

• 72 NV

• 17 TB

• 14 TB

RUBY QUANTUM



A 100 qubit analogue quantum computer based on neutral atoms provided by Pasqal (HPCQS)

LUCY QUANTUM



A 12 qubit digital quantum computer based on photons provided by Quandel (EuroQCS-France)

SUPERCOMPUTERS

JOLIOT CURIE



Bull Sequana XH2000 of 13.1 Pflop/s

Multiple partitions offer a wide variety of processors

Scalar nodes: 12 Pflop/s

• ROME: AMD – 2292 nodes

– More than 293000 cores

Converged nodes: 1,1 Pflop/s

– V100 – 32 GPUs

JEAN ZAY



HPE/BULL SGI 8600/XH3000 of 125,9 Pflop/s

4 partitions - scalar and converged

Scalar: 2,3 Pflop/s – Intel CSL: 720 nodes

– 28 800 cores

Converged nodes: 121 Pflop/s

• NVIDIA V100 – 15,5 Pflops/s – 1832 GPUs

• NVIDIA A100 – 8,2 Pflop/s – 416 GPUs

• NVIDIA H100 – 99,9 Pflop/s – 1456 GPUs

PROJECTS

AI FACTORY FRANCE AI2F



A federated one-stop-shop of infrastructures and services for the AI community

EPICURE & MINERVA

A pan European task forces for User support in HPC and AI

AST ALICE RECOQUE

A tailored user support team for preparing the inception and supporting users on Alice Recoque

EPI2 / EUPEX

Developpement of EU microprocessor technologies

DALIA



NVIDIA GB200 NVL72 of 2,9 Pflop/s

ged architecture, composed of 36 nodes:

NVIDIA Grace Arm Neoverse v2 – 72 cores

NVIDIA Blackwell GPUs

of LPDDR5X

of HBM3E memory federated using NVLink

KELLY



BULL NVIDIA Grace-Grace

Scalar architecture

• 8 NVIDIA Grace-Grace CPUs nodes

• 240 GB LPDDR per node

• Infiniband 400 Gb/s

QUANTUM COMPUTERS

KITY QUANTUM



A 18 qubit early FTQC quantum computer based on cat qubits provided by Alice & Bob

EuroSSQ-HPC

SURF

Remote access to a 16 qubit quantum computer based on spins, acquired by EuroHPC JU and hosted by SURF (NL)

EUROHPC-I



EuroHPC QC Hosting Entities toward HPC and QC integration

LES MODALITÉS D'ACCÈS AUX RESSOURCES

Les moyens de calcul de GENCI, composés de ressources de calcul scalaire, accélérées et depuis cette année, quantiques, sont accessibles à l'ensemble de la recherche ouverte française, que ce soit la recherche académique, industrielle ou les startups.

Les moyens de calcul et de stockage nationaux sont mis à disposition gratuitement via des allocations d'un an renouvelable pour les projets scientifiques en calcul haute performance, en Intelligence Artificielle (IA) et en quantique, émanant des sphères publiques et privées avec un numéro SIRET. Pour être éligibles, les travaux de recherche ouverte doivent donner lieu à une ou des publications à l'issue de la période d'allocation. Deux étapes sont nécessaires : faire une demande de ressources sur un ou plusieurs calculateurs et les obtenir, puis faire une demande de compte sur les calculateurs sur lesquels vous avez obtenu des ressources. Ces deux demandes se font sur le portail www.edari.fr, pour les trois centres de calcul nationaux (CINES, IDRIS et TGCC). Tout accès confondu, 14 % des dossiers sont liés aux industriels, dont 9 % portés directement par des établissements privés tels que des startups.



Les Allocations Stratégiques

Avec l'arrivée de la partition H100 sur *Jean Zay*, un nouveau type d'accès est disponible pour les projets de grande envergure à fortes retombées sociétales. La procédure de sélection de ces projets s'étant mise en place en 2025, nous avons sélectionné 6 projets issus des Allocations Régulières pour expérimenter le fonctionnement de ce nouveau type d'allocation : une quantité de ressource de calcul très importante (plusieurs centaines de milliers d'heures de calcul accéléré) sur un temps court (deux ou trois mois).

TYPES D'ALLOCATIONS

En 2025, un nouveau type d'allocation s'est ajouté aux Allocations Régulières et Allocations Dynamiques : les Allocations Stratégiques. Pour rappel, les Allocations Régulières sont ouvertes, 2 fois par an, aux porteurs de projet qui ont besoin de ressources importantes en calcul : plus de 50 millions d'heures cœurs CPU ou 50 000 heures GPU. Elles nécessitent une évaluation scientifique et technique avant d'être accordées. Les deuxièmes, les allocations dynamiques, plus simples

à obtenir, sont quant à elles disponibles toute l'année et sont dédiées aux projets moins gourmands en heures de calcul. Elles sont aussi accessibles aux doctorants et aux étudiants de Master 2, alors que les Allocations Régulières sont, elles, strictement réservées à des personnels permanents des structures de recherche (enseignant, chercheur, ingénieur, post-doctorant). L'ensemble du processus d'attribution des ressources par GENCI est toujours certifié ISO 9001.



Découvrez l'infographie des modalités d'accès

LES MOYENS DE CALCUL DISPONIBLES EN 2025

Les capacités de calcul GENCI (en Pflop/s) sont apportées à plus de 90 % par les partitions équipées d'accélérateurs GPU. Nous avons également d'importantes partitions CPU et depuis cette année, des QPU (partitions quantiques).

ADASTRA



Le CINES accueille un ordinateur du constructeur HPE d'une puissance de 91 PFlop/s, avec une partition scalaire de 544 nœuds composés d'AMD EPYC Genoa représentant 104 448 cœurs et de deux partitions convergées, une de 356 nœuds composés de AMD MI250x totalisant 1 424 GPU et une de 28 nœuds composés de AMD MI300A totalisant 112 APU.

JOLIOT-CURIE



Le TGCC héberge un ordinateur du constructeur Atos d'une puissance crête de 13 PFlop/s, composé de 3 partitions de production dont 2 partitions scalaires, d'une partition prototype ARM et d'une plateforme quantique. Une première partition scalaire de 2 292 nœuds AMD Rome pour 12 PFlop/s et 293 376 cœurs. La deuxième partition scalaire à base d'Intel Skylake a été arrêtée définitivement au mois de novembre. Enfin, à la partition accélérée de 32 nœuds Nvidia à base de V100 pour 1,2 PFlop/s et 128 GPU s'ajoute une partition prototype composée de 8 nœuds équipés de deux processeurs scalaires Nvidia ARM Grace 72 cœurs, visant à préparer les codes pour le passage à la machine européenne Exascale. La plateforme Quantique est composée d'un émulateur quantique QLM d'Atos et d'un ordinateur physique quantique à atomes froids mis en service pour la machine Pasqal à l'automne.

JEAN ZAY



L'IDRIS exploite un ordinateur d'une puissance crête de 126 PFlop/s composé d'une partition scalaire et de 3 partitions convergées. Une première partition scalaire de 720 nœuds Intel Cascade Lake pour 2,5 PFlop/s et 28 800 cœurs. Une partition accélérée de 15,5 PFlop/s composée de 437 nœuds accélérés à base de GPU Nvidia V100 totalisant 1 832 GPU, d'une autre partition accélérée de 8,2 PFlop/s composée de 52 nœuds accélérés à base de GPU Nvidia A100 totalisant 416 GPU et d'une dernière partition accélérée de 100 PFlop/s composée de 364 nœuds accélérés à base de GPU Nvidia H100 totalisant 1 456 GPU. Depuis l'automne, l'IDRIS accueille désormais un petit ordinateur appelé Dalia, qui est composé d'un NVL72 GB200 de chez Nvidia.



Le détail des ordinateurs est disponible sur le site d'eDARI

UN NOUVEAU MODE D'ACCÈS : LES ALLOCATIONS STRATÉGIQUES

Les Allocations Stratégiques (AS) sont dédiées à de très gros projets académiques et industriels capables de renforcer la souveraineté nationale et relevant d'un intérêt stratégique pour la France. Elles sont attribuées sur la dernière extension de Jean Zay.

Ces Allocations validées par un comité stratégique sont de courte durée – quelques mois maximum – mais avec des volumes d'heures très importants. L'objectif est notamment de pouvoir entraîner des modèles d'IA de grande ampleur afin de répondre à un besoin ponctuel très important en ayant des enjeux scientifiques, économiques et sociétaux démontrés.

ENTRAÎNEMENT D'UN MODÈLE DE DIARISATION

Durant la phase de construction du processus de validation des demandes d'allocations stratégiques, nous avons sélectionné, dans les Allocations Régulières, 6 dossiers demandant des ressources hors normes pour leur proposer de tester ce nouveau type d'allocation.

Parmi les projets sélectionnés, le projet de la société *pyannote.AI* a permis l'entraînement d'un modèle de diarisation (qui parle quand) à l'état de l'art. Ce modèle est notamment sur le point d'être déployé dans l'outil de visioconférence de la nouvelle suite numérique de la DINUM. Cet outil permettra de proposer des comptes rendus de réunion générés par IA fiable.

A également été sélectionné le projet d'entraînement de nouveaux LLM déposé par Linagora, dans le cadre du projet de recherche OpenLLM France. Ce projet regroupe des acteurs privés et publics, tels que Linagora, le CEA, le CNRS ou encore l'association Class'Code. 3 LLM, allant de 1 milliard de paramètres à 15 milliards, ont été entraînés sur des corpus français et européen.



Image de diarisation sur le projet *pyannote.AI*.



Comment faire une demande ?

Le dépôt de demande d'Allocation Stratégique, se fait sur le site www.edari.fr après avoir contacté GENCI pour vérifier les conditions d'obtention.

Le mot de



Marjorie BERTOLUS

PRÉSIDENTE DU COMITÉ
D'ÉVALUATION DE GENCI,
DIRECTRICE DE RECHERCHES ET
COORDINATRICE D'INITIATIVES
EUROPÉENNES, CEA

En 2025, le Comité d'évaluation de GENCI a accompagné des projets d'excellence, illustrant la diversité et le dynamisme scientifiques.

L'année 2025 confirme la place essentielle de GENCI dans l'accompagnement des recherches nécessitant des moyens de calcul intensif. Dans un contexte de sollicitation des ressources croissante, en particulier sur les processeurs GPU, le Comité d'Évaluation a veillé à assurer une répartition équilibrée et exigeante, au service de la qualité scientifique des projets soutenus. Comme les années précédentes, la grande majorité des demandes a pu être satisfaite grâce à l'engagement conjoint des présidents de comités thématiques, des directeurs de centres et des équipes de GENCI.

L'année est également marquée par une diversification croissante des usages. Les projets mobilisant les ressources de GENCI couvrent un spectre toujours plus large, avec une montée en puissance des travaux à l'interface entre simulation, traitement de données massives et intelligence artificielle, ainsi que des applications dans des domaines à fort impact tels que la santé, le climat ou l'ingénierie.

Dans la continuité des évolutions engagées, l'arrivée de la machine *Jean Zay 4*, des ordinateurs quantiques *Ruby* et *Lucy* et l'annonce de la future machine Exascale *Alice Recoque* constituent des étapes majeures pour la communauté de recherche française. Cela ouvre de nouvelles perspectives pour les différents acteurs et illustre l'ambition de GENCI de se positionner au meilleur niveau international, tout en accompagnant les utilisateurs dans la transition vers ces nouvelles architectures.

Les échanges avec les utilisateurs, renforcés ces dernières années, continuent de jouer un rôle structurant, notamment à travers les comités d'utilisateurs, mais aussi les webinaires du programme « *GENCI Users* », les actions de formation et les hackathons.

Je remercie l'ensemble des acteurs impliqués pour leur engagement et la qualité du travail accompli.

Les mots des Présidents des Comités Techniques (CT)



Sally CLOSE
Présidente du CT1

CT1

ENVIRONNEMENT

Le nombre de projets évalués par le CT1 en 2025/6 est resté à peu près constant par rapports aux années précédentes, avec une cinquantaine de projets concernés, dont 6 nouveaux cette année. Les thèmes traités par les projets couvrent l'ensemble du domaine, même si **la modélisation du climat prend toujours une place prédominante, et les résultats obtenus grâce aux allocations montrent des avancés techniques aussi bien que scientifiques**. Il y a toujours une demande

forte sur CPU, avec une demande GPU croissante, mais encore plutôt marginale, bien que de nombreux projets incluent désormais des volets qui cherchent à exploiter des méthodes d'apprentissage automatique sur certains aspects, et que le portage de certains codes communautaires sur GPU est en cours. La qualité des dossiers demeure très bonne, avec de nombreux projets soutenus par des financements ANR ou Européen, et de jeunes chercheurs et chercheuses qui participent à la plupart des projets.



Rémi ZAMANSKY
Président du CT2a

CT2A

ÉCOULEMENTS NON RÉACTIFS

Les équations de la mécanique des fluides résistent encore et toujours à un traitement analytique, et l'obtention de solutions numériques précises de ces problèmes intrinsèquement multiéchelles, nécessite de titrer le maximum de la puissance de calcul offerte. Le calcul haute performance est ainsi devenu un outil incontournable de la recherche en mécanique des fluides, permettant la découverte des mécanismes fondamentaux des instabilités hydrodynamiques, de la turbulence ou émergents des couplages "multiphysiques".

La puissance des supercalculateurs est aussi mise à profit pour générer des bases de données de référence indispensables aux développements de nouveaux modèles à visées applicatives, plus économes en ressources de calcul. Le nombre et la diversité des projets (53 dossiers en 2025 pour plus 350 millions d'heures de calcul demandées) témoignent que la simulation numérique des écoulements est au cœur des enjeux actuels : énergie, environnement, procédés...



Stéphane JAY
Président du CT2b

CT2B

ÉCOULEMENTS RÉACTIFS & MULTIPHASIQUES

Les projets du CT2b se caractérisent par la diversité des thématiques faisant intervenir des écoulements multiphasiques et/ou réactifs associant des travaux de nature très fondamentale basés sur des simulations numériques directes aux configurations plus appliquées proches des conditions industrielles dans les domaines des transports, de l'énergie et de l'environnement. Cela se retrouve dans **les dossiers soumis en 2025 qui trouvent leurs débouchés pour la sécurisation des systèmes énergétiques, l'amélioration de leur efficacité et la réduction de leurs émissions**. L'apport du CT2b en faveur de la production d'énergie décarbonée depuis plusieurs années est ainsi très conséquent. On souligne comme fait marquant l'arrivée des approches Lattice Boltzmann avec des défis à relever pour la prise en compte des aspects multiphysiques, dont les performances notamment sur GPU peuvent laisser envisager des gains substantiels en terme de capacité de simulations dans les années à venir.



Morgane Dos Santos
Chercheuse en physique

CT3

BIOLOGIE ET SANTÉ

En 2025, le comité thématique 3 « Biologie et santé » a évalué 12 projets dans le cadre de l'allocation A18 et 16 projets pour l'allocation A19. **Ces projets couvrent les domaines de l'imagerie médicale, la radiothérapie, les dynamiques moléculaires et fluidiques ou encore les neurosciences**. Sur l'ensemble des dossiers évalués, 13 étaient de nouveaux projets, reflétant le renouvellement des thématiques et des équipes, tandis que 15 correspondaient à des renouvellements, illustrant la poursuite de travaux engagés et le besoin d'un accès durable aux ressources de calcul. Au total, plus de 83 millions d'heures de calcul ont été allouées. Plus de 90 % de ces ressources ont été consommées sur les partitions *Joliot-Curie/Irene* Rome et *ADASTRA* Genoa.

Dans l'ensemble, l'activité du comité met en évidence l'importance du calcul haute performance en biologie et santé, tant pour la compréhension des mécanismes que pour le développement d'applications à fort impact sociétal.



Dubois Yohan
Président du CT4

CT4

ASTROPHYSIQUE ET GÉOPHYSIQUE

En 2025, le CT4 a connu une forte hausse des demandes en temps de calcul : +50 % d'heures CPU (450 Mh) et +86 % GPU (2,3 Mh) pour 56 dossiers. Cela marque une étape importante dans l'adoption des architectures accélérées : de nombreux domaines ont migré vers les GPU (NVIDIA et AMD). Toutefois, la transition reste plus difficile pour certaines applications historiques, en particulier celles fondées sur le raffinement adaptatif de maille. Le CT4 se distingue par la diversité de ses approches (volumes finis, méthodes spectrales, SPH, PIC, MHD, transfert de rayonnement) appliquées à des systèmes couvrant une large gamme d'échelle sur vingt ordre de grandeur, allant du noyau terrestre à l'Univers observable.

LA COMMUNAUTÉ DES CHERCHEURS



Virginie Grandgirard
Directrice de Recherche
CEA – Fellow CEA

CT5

PHYSIQUE THÉORIQUE ET PHYSIQUE DES PLASMAS

En 2025, le nombre de dossiers soutenus par le CT5 est resté stable, avec 30 projets traités. Le volume global d'heures de calcul de notre communauté (fusion par confinement magnétique et inertielle, plasmas froids, théorie des champs et des particules, matière condensée, etc...) croît de 6 % par rapport à 2024, atteignant 899 millions d'heures CPU et 8,354 millions d'heures GPU. Les partitions CPU restent clairement privilégiées, et le CT5 confirme sa position de plus gros utilisateur de la partition Irene-Rome, avec 743 Mh, soit près de 33 % des heures disponibles. Parallèlement, le virage vers le calcul accéléré s'intensifie : la consommation GPU a presque triplé (facteur 2,7). **Cette progression illustre l'optimisation des codes de QCD et de physique des plasmas, qui diversifient leurs usages sur les architectures en utilisant non seulement les GPUs NVIDIA mais également AMD** (1,89 Mh sur les GPU MI250X, soit 19 % de l'enveloppe globale). L'intégration de l'IA dans les projets reste encore marginale, son potentiel pour optimiser les simulations et analyser les données massives reste encore à démontrer.



Hélène Barucq
Directrice de recherche

CT6

MATHÉMATIQUES, INFORMATIQUE ALGORITHMIQUE, CALCUL QUANTIQUE

Durant l'année 2025, 14 projets ont été soumis dont 8 étaient de nouvelles propositions. Il est fort de constater que le CT6 ne fait pas l'objet d'un grand nombre de propositions mais certains projets sont fédérateurs et embarquent plusieurs équipes de recherche. C'est un effort fédérateur intéressant, en phase avec l'ambition de créer la future pile logicielle française. **On observe une augmentation des soumissions en lien avec le calcul quantique, essentiellement dans le domaine du hardware.** La modélisation numérique assistée par apprentissage machine et méthodes statistiques commence aussi à prendre de la place dans ce comité technique, avec une utilisation croissante des GPUs.



Patrick FUCHS
Maître de conférences
Université Paris Cité

CT7

MODÉLISATION MOLÉCULAIRE APPLIQUÉE À LA BIOLOGIE

Le CT7 a évalué 47 dossiers en 2025 et distribué environ 132 millions d'heures CPU (équivalent CSL) et 8 millions d'heures GPU (équivalent V100). Depuis plusieurs années maintenant, toutes les partitions GPU disponibles au GENCI sont largement utilisées par le CT7, les codes étant pour la plupart portés sur les différentes architectures. **La dynamique moléculaire tout-atome, gros-grain ou encore en QM/MM reste la technique centrale des utilisateurs, appliquée à toutes les biomolécules** (protéines, protéines membranaires, acides nucléiques, interactions protéines / peptides moléculaires, etc.). Quelques projets utilisent aussi les outils comme AlphaFold 2 et 3 pour prédire la structure de protéines à partir de leur séquence. Le *machine learning* est de plus en plus utilisé pour améliorer l'échantillonnage ou analyser les simulations. À nouveau, les moyens du GENCI sont essentiels à nos chercheurs.



David Loffreda
Président du CT8
(1^{re} période)



Céline Chizallet
Présidente du CT8
(2^e période)

CT8

CHIMIE QUANTIQUE ET MODÉLISATION MOLÉCULAIRE

Avec plus de 50 dossiers soumis en accès régulier et une centaine de projets actifs en allocation dynamique en 2025, le CT8 démontre un dynamisme en croissance sur des domaines liés à la réactivité chimique en phase gaz ou condensées, et aux interfaces réactives. Le développement de codes pour répondre à ces objectifs avec précision et efficacité demeure un champ de recherche très vivace. 2025 est marquée par un recours fréquent à des outils fondés sur l'intelligence artificielle pour l'élaboration de potentiels interatomiques, faisant appel aux GPU mis à disposition par le GENCI. Les données d'apprentissage sont obtenues à l'aide d'approches de chimie quantique, incontournables, à l'aide de ressources CPU. L'impact des travaux de la communauté de chimie théorique sur des domaines aussi variés que la transition énergétique, la corrosion, la découverte de nouveaux matériaux, la compréhension fondamentale de processus chimiques, géologiques et biologiques, pourrait être ainsi décuplé.



Michèle RAYNAUD
Directrice de Recherche

CT9

PHYSIQUE, CHIMIE ET PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

En 2025, les 91 projets soumis au CT9 témoignent pour notre communauté de l'importance des enjeux relatifs aux matériaux en termes de développement de méthodes et d'études de systèmes variés. L'allocation globale accordée au CT est conséquente avec 531 millions d'heures CPU et 2,6 millions d'heures GPU. L'effort de portage des codes vers les partitions GPU se poursuit. Il induit une pression et des besoins croissants sur les partitions GPU. Ces moyens alloués ont permis d'explorer avec des méthodes ab-initio de DFT et de la dynamique moléculaire les propriétés spectrales, optiques, magnétiques, thermodynamiques et de transport de systèmes variés dans le but de rechercher par exemple des alternatives durables aux matériaux ainsi qu'aux procédés de fabrication associés. **L'avenir s'oriente vers l'amélioration de la qualité des prédictions, l'augmentation des échelles de simulation et l'amélioration du couplage entre échelles avec l'IA.**



Michaël KRAJECKI
Directeur du pôle
Recherche de l'Agence
Ministérielle pour l'IA
de Défense (AMIAD)

CT10

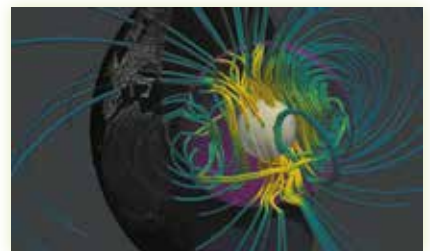
IA, APPLICATIONS TRANSVERSALES DE CALCUL

En 2025, comme l'année précédente, le CT10 a vu son nombre de projets augmenter de l'ordre de 30% dans le cadre des accès réguliers, dépassant les 80 projets évalués. La communauté IA plébiscite à nouveau les infrastructures de calcul mise à disposition par GENCI pour développer leurs projets de recherche et d'innovation ! J'aimerais aussi souligner l'apport des accès stratégiques qui se sont mis en place en mode préfiguration et qui ont permis d'accélérer certains projets en leur allouant des ressources conséquentes sur Jean Zay sur une période déterminée en mode « sprint ». Pour ne citer qu'un projet, je retiendrai celui porté par *pyannote.AI*, qui permet la transcription des réunions dans l'outil Visio porté par la DINUM. Ce dernier petit mot au titre du CT10 est l'occasion pour moi de vous remercier pour votre confiance et pour souhaiter la bienvenue à nos nouveaux experts du CT10 et à son nouveau président Olivier Cappé ! Chaque année, j'ai eu la chance et le plaisir de découvrir de nouveaux projets, toujours plus ambitieux et je ne doute pas qu'Olivier sera les accompagner pour les années à venir.

SIMULER LE CŒUR DE LA TERRE, LE DÉFI COMPUTATIONNEL DE LA MODÉLISATION DE LA GÉODYNAMO

Sous nos pieds, à des milliers de kilomètres de profondeur, le **noyau externe liquide** de la Terre, un océan bouillonnant de fer et de nickel en fusion, génère le **champ magnétique terrestre**. L'aimantation de roches très anciennes montre que ce champ magnétique existe depuis environ 4 milliards d'années. Or, dans ces temps anciens, le mécanisme actuel – la convection dans le noyau de fer liquide – était vraisemblablement impossible à cause de la chaleur libérée au-dessus par la solidification progressive des roches du manteau. D'où provenait alors ce champ

magnétique ? Une étude récente (Schaeffer et al. 2025) a réalisé les premières simulations d'une dynamo dans l'océan de magma situé à l'époque entre le noyau et le manteau solide. Ces simulations ont nécessité des hautes résolutions et des calculs importants sur les machines GPU de GENCI pour résoudre cette couche de fluide relativement fine, montrent que l'océan de magma seul ne peut pas expliquer le champ magnétique ancien. Bien que d'autres pistes ont été proposées, le mystère reste pour l'instant entier !



Ces simulations et bien d'autres peuvent servir également à d'autres études, même pour d'autres planètes, grâce à un tout nouveau catalogue interactif en ligne : le « *planetary dynamo simulation explorer* » : <https://bit.ly/4uvPI1l>

Augmenter la puissance de calcul brut ne suffira pas. Nous avons besoin d'améliorer nos modèles pour pouvoir s'affranchir des petites échelles. Ces dernières, bien que ne présentant pas un grand intérêt scientifique, doivent être calculées dans les simulations pour obtenir un résultat. Arriver à modéliser l'effet de ces petits tourbillons sans les calculer explicitement est crucial pour améliorer les modèles tout en réduisant leur consommation électrique.

NATHANAEL SCHAEFFER,
DÉVELOPPEUR PRINCIPAL DU CODE DE CALCUL *GEODYNAMO XSHELLS*

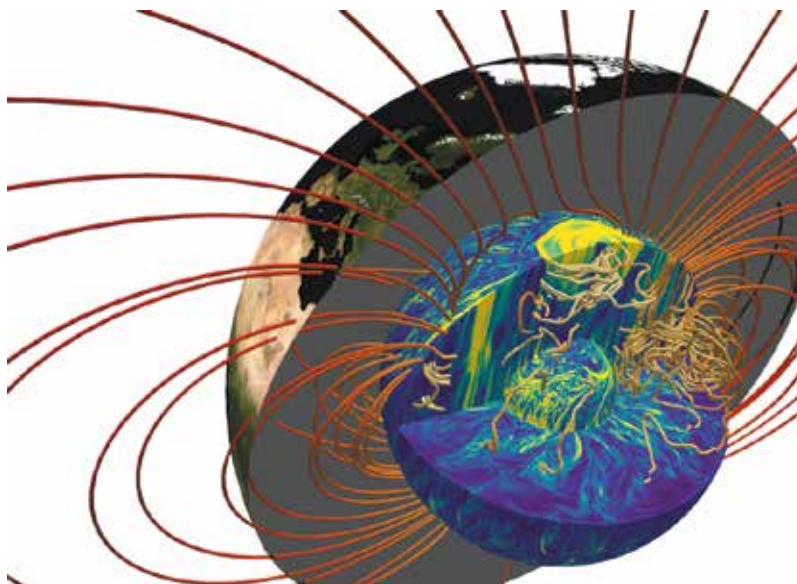
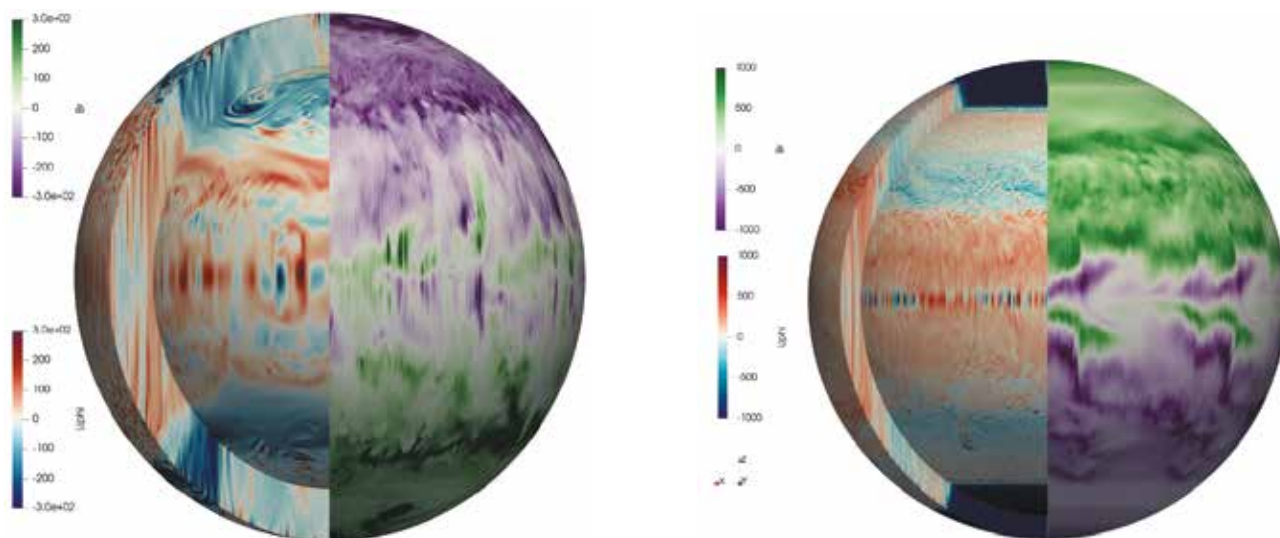


Figure 1 : Vue du noyau de la Terre issu d'une simulation de géodynamo montrant les **lignes de champ magnétiques**, qui forment un **beau dipôle à la surface de la Terre** mais qui présentent une structure complexe due à l'interaction avec les mouvements de métal liquide du noyau. Ces derniers sont représentés par des couleurs allant du bleu sombre (liquide au repos) au jaune vif (déplacements rapides). Un gros tourbillon est présent au pôle nord du noyau.



Figure 2 : Instantané 3D de simulations de dynamo dans un BMO. L'hémisphère gauche montre la **vitesse azimutale** (écoulements turbulents et colonnaires), tandis que l'hémisphère droite affiche le **champ magnétique radial** (structure dipolaire). Des simulations comme celles-ci nécessitent une **puissance de calcul parallèle massive** pour résoudre la turbulence à fine échelle. La différence entre les 2 est l'épaisseur du BMO, qui se referme petit à petit par solidification par le haut.



LES RÉSULTATS DES CHERCHEURS

CT1

Environnement

LAERO, Univ. Toulouse,
CNRS, IRDJean-Pierre
CHABOUREAU
Physicien

ADASTRA 50 000 heures GPU / 20 000 heures CPU ■ Jean Zay : 1 million d'heures CPU

Modéliser les vents extrêmes au cœur des orages tropicaux et des tempêtes. Violents et tourbillonnants, les vents extrêmes peuvent provoquer des dégâts considérables. Nos simulations à très haute résolution en révèlent la dynamique, ouvrant la voie à une meilleure compréhension et à une prévision plus fiable.

L'atmosphère peut produire des vents extrêmement violents et tourbillonnants, capables de provoquer des dégâts importants. Ces phénomènes, souvent très localisés, se forment à des échelles très petites dans l'atmosphère. Ils sont si fins que les modèles actuels de prévision météorologique ne peuvent pas les représenter correctement.

Les simuler avec précision est un véritable défi. En effet, reproduire ces rafales et ces tourbillons dans les modèles nécessite une puissance de calcul énorme, encore difficile à mobiliser sur les durées très courtes nécessaires à la prévision du temps.

Pour mieux les étudier, nous avons utilisé une version optimisée du modèle météorologique Mésos-NH, conçue pour fonctionner sur le supercalculateur AdastrA équipé de GPU. Cela nous a permis de réaliser des simulations numériques à très haute résolution, capables de reproduire plus finement les orages tropicaux et les tempêtes.

Ces travaux ont apporté deux avancées importantes. D'abord, les rafales et les tourbillons sont désormais mieux représentés dans les simulations, ce qui permet de mieux comprendre leur rôle dans les orages tropicaux et les tempêtes. Ensuite, les calculs sont devenus beaucoup plus rapides et moins énergivores : le modèle fonctionne environ six fois plus vite tout en consommant deux fois moins d'énergie. Ces gains ouvrent la voie à des simulations encore plus fines et plus rapides.

Certaines de ces simulations serviront aussi à construire une base de données de référence sur les orages tropicaux. Elle aidera à concevoir les algorithmes d'une future mission spatiale du CNES appelée C2OMODO. À terme, ces progrès permettront de mieux comprendre les vents extrêmes et d'améliorer leur prévision, un enjeu essentiel pour la sécurité des populations et des infrastructures.

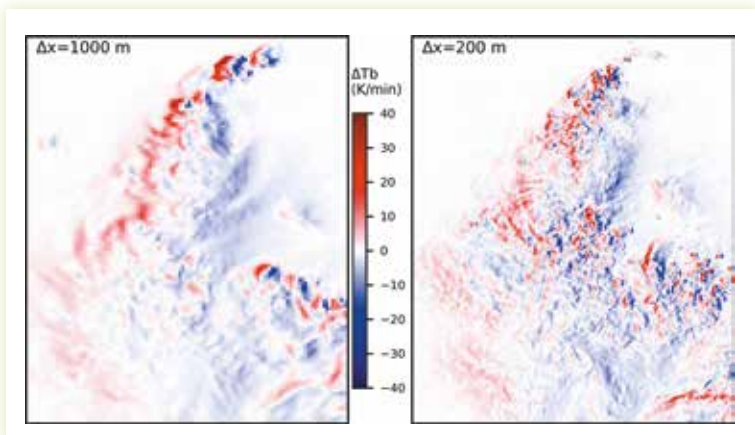


Figure 1 : Variation en une minute de la température de brillance à 183 GHz au-dessus d'un système convectif de mésoéchelle au large du Cap-Vert. À gauche, l'image simulée par Mésos-NH à la résolution des modèles actuels de prévision numérique du temps. À droite, l'impact de la représentation à fine échelle de la turbulence. Les détails montrent l'effet des vitesses verticales très intenses, explicitement représentées dans les cœurs convectifs du système.


Ugo LEBREUILLY
 Chercheur

Gabriel VERRIER
 Doctorant

Patrick HENNEBELLE
 Chercheur

Joliot-Curie (Rome) : 15 millions d'heures CPU

Les poussières interstellaires sont les constituantes fondamentales des planètes. Contraindre leur taux de collision est essentiel pour progresser dans notre compréhension de la formation planétaire.

L'origine des planètes demeure, à ce jour, encore mystérieuse. En effet, les grains de poussière qui en sont les constituants fondamentaux gagnent plus de 12 ordres de grandeur en taille pour former les cœurs planétaires au sein des disques protoplanétaires. La coagulation des grains est très certainement responsable de la croissance du micron au centimètre tandis que des instabilités dynamiques permettraient la formation des planètes à partir des grains centimétriques. Les observations récentes de protoétoiles en formation nous indiquent que la coagulation des grains pourrait être importante avant même la formation des disques, ce qui contredit les prédictions théoriques actuelles. Découvrir un canal permet-

tant la formation rapide de ces gros grains est l'un des objectifs des simulations réalisées dans le cadre du projet « l'aube des planètes ».

La turbulence est très probablement le moteur principal de la coagulation des grains. Les modèles théoriques « état de l'art » de collisions dans la turbulence peinent à expliquer la formation de gros grains avant la naissance des disques. Mais ils négligent un point fondamental de la dynamique des grains : la concentration des poussières peut être sujette à variation ! Pour améliorer ces modèles, nous nous sommes intéressés à l'évolution dynamique de mélanges gaz-poussière avec turbulence forcée à l'aide de simulations réalisées avec le code communautaire RAMSES. Ces simulations ont mis à jour un découplage important des grains qui peuvent se concentrer fortement dans des conditions proches de celles des environnements proches des protoétoiles. Ce découplage pourrait être la clé vers plus de coagulation car il permet naturellement d'observer plus de collisions entre les grains. À l'aide de ces nouvelles simulations, nous avons pour objectif de développer un nouveau modèle théorique de croissance et concentration des grains dans la turbulence qui pourra être utilisé dans le contexte de la formation planétaire.

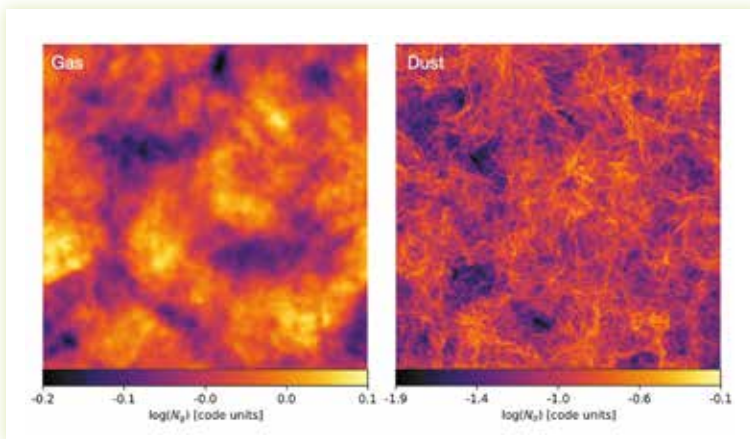


Figure 1 : Cartes de densité de colonne du gaz (à gauche) et de la poussière (à droite) pour l'une des simulations du projet. Nous observons un fort découplage entre le gaz et la poussière. Cette dernière se concentre de manière privilégiée dans certaines zones de l'écoulement, favorisant les collisions entre les grains.

LES RÉSULTATS DES CHERCHEURS

CT2A

Écoulements
non réactifs &
multiphasiques

Laboratoire de
Mécanique des Fluides
de Lille – Kampé de
Fériet



Melodi MARCELLO
Professeur Arts et
Métiers, Lille

Joliot-Curie : 2 Millions d'heures CPU

Ce projet améliore la prédiction de l'écoulement dans les compresseurs axiaux en combinant simulations, mesures expérimentales, assimilation de données et apprentissage automatique. Une approche multi-fidélité est conçue et mise en œuvre grâce à l'utilisation de moyens de calcul haute performance.

Le projet consiste à examiner comment mieux prédire les écoulements d'air complexes à l'intérieur d'un compresseur axial, une machine utilisée dans les moteurs destinés aux applications aérospatiales. Bien que les simulations numériques soient désormais très performantes, elles peinent encore à rendre compte de tous les détails des écoulements turbulents dans des conditions industrielles réelles. Afin d'améliorer la précision, nous proposons de combiner les simulations avec des mesures réelles effectuées en laboratoire à l'aide d'une technique d'imagerie des écoulements par laser. Ce couplage est réalisé via l'assimilation de données, qui fusionne les prévisions du modèle numérique avec les données expérimentales afin que la simulation puisse être corrigée au fur et à mesure de son exécution. La technique spécifique, le filtre de Kalman d'ensemble, nécessite normalement de nombreuses simulations de haute précision, ce qui est très

coûteux. Pour réduire les coûts, nous utilisons une approche multifidélité qui combine des simulations rapides et grossières avec des simulations plus coûteuses en ressources informatiques et plus détaillées. Cet ensemble complet de données, qui tient compte des prévisions numériques et des résultats expérimentaux, est utilisé pour entraîner des modèles de réseaux neuronaux, qui complètent le système numérique en augmentant la précision et en réduisant encore les coûts de calcul. La stratégie pour cette analyse est illustrée en Figure 1. Les calculs ont été réalisés en utilisant les ressources de calcul du cluster IRE-NE, pour un total de 2 millions d'heures scalaires. Les simulations de l'ensemble ont été exécutées avec différents nombres de cœurs, en fonction de la taille de chaque problème numérique. Plus précisément, les simulations à faible fidélité utilisaient des maillages de 5 millions d'éléments et ont été exécutées sur 96 cœurs, chacune demandant 2 300 heures scalaires CPU. Les simulations à haute fidélité employaient des maillages de 50 millions d'éléments et nécessitaient 640 cœurs (400 000 heures scalaires CPU).

Les premiers résultats suggèrent que cette stratégie hybride, basée sur une modélisation physique combinée à l'apprentissage automatique, pourrait offrir un moyen plus efficace de prédire les écoulements d'air dans des machines complexes, aidant ainsi les ingénieurs à concevoir des compresseurs plus performants et plus fiables.

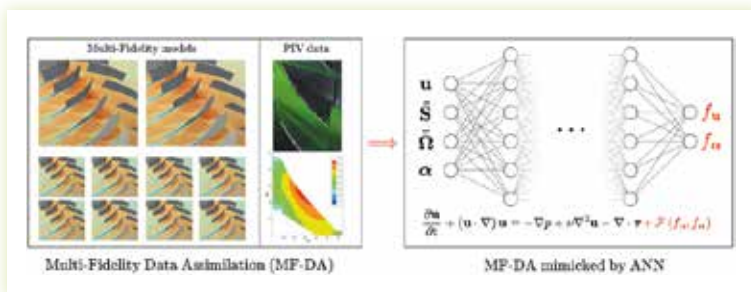


Figure 1 : Schématisation de la méthodologie d'Assimilation de données multi-fidélités (gauche) et l'approximation de ce processus par l'intégration d'un réseau de neurones artificiels pour la prédiction d'un terme de forçage dans les équations dynamiques (droite).

CT 2B

Écoulements
réactifs ou/et
multiphasiques

IFP Energies nouvelles



Karine TRUFFIN
Ingénieure de recherche

Joliot-Curie (SKL et Rome) : 7 861 835 heures

Les ressources de calcul de GENCI ont permis de réaliser des simulations numériques haute-fidélité pour l'étude de la combustion hydrogène et des systèmes énergétiques avancés. Ces travaux combinent simulations *LES*, *DNS* et analyses d'incertitude afin d'améliorer la compréhension des mécanismes physiques dans les moteurs à hydrogène et d'autres systèmes énergétiques.

Ce projet vise à développer des modèles et outils numériques permettant de mieux comprendre et prédire les phénomènes complexes intervenant dans les moteurs à hydrogène et certains systèmes énergétiques. Des simulations aux grandes échelles (*LES*) et des simulations numériques directes (*DNS*) ont été réalisées avec le code CFD CONVERGE.

Une première partie du travail a porté sur la combustion hydrogène dans les moteurs à allumage commandé fonctionnant en régime très pauvre. Des simulations *LES* multi-cycles d'un moteur optique monocylindre ont permis d'analyser les interactions entre turbulence, allumage et propagation de flamme. Les résultats reproduisent correctement les structures d'écoulement observées expérimentalement ainsi que l'évolution de la pression dans le cylindre et sa variabilité cyclique. Ils montrent toutefois la nécessité de disposer de modèles de combustion prédictifs pour différents niveaux de turbulence et carburants.

Une approche originale combinant *LES*, diagnostics expérimentaux et analyse d'incertitude a également été développée. Des modèles multi-fidélité ont permis de quantifier l'influence de paramètres tels que l'avance à l'allumage ou certains paramètres du modèle de combustion, tout en limitant le coût numérique.

Les ressources GENCI ont aussi permis de générer une base de données haute-fidélité destinée à l'apprentissage automatique. Des simulations *DNS* d'un brûleur hydrogène prémélangé turbulent ont fourni des champs détaillés utilisés pour entraîner des réseaux de neurones convo-

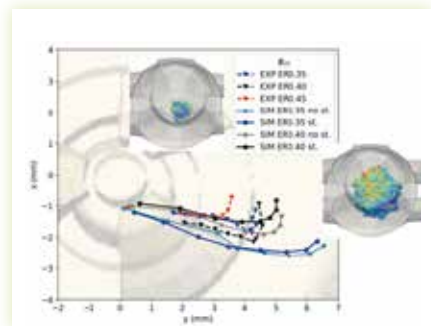


Figure 1 : Trajectoire du centre du noyau de flamme. Comparaison entre les résultats expérimentaux d'un moteur à allumage commandé (triangles) et les simulations *LES* (cercles) pour deux richesses (0,35 et 0,4).

lutionnels afin d'améliorer la modélisation sous-maille de la combustion turbulente dans les *LES*. Par ailleurs, un modèle de raffinement de maillage adaptatif (AMR) a été développé pour optimiser la résolution des structures turbulentes dans des cas d'accélération de flammes en milieu confiné. Enfin, des simulations *LES* ont été menées pour l'étude hydrodynamique de plateformes d'éoliennes offshore flottantes dans le cadre du benchmark international OC7. Les résultats reproduisent correctement les mouvements de la plateforme et les charges hydrodynamiques.

LES RÉSULTATS DES CHERCHEURS

CT5

Physique
théorique et
physique des
plasmas

Laboratoire Plasma et
Conversion d'Énergie,
LAPLACE, Univ.
Toulouse, CNRS, INPT



Laurent GARRIGUES
Professeur Arts et
Métiers, Lille

Maison de la Simulation,
CEA, CNRS, Univ. Paris
Saclay



Marc CHUNG-TO-SANG
Chercheur post-
doctorant



Mathieu LOBET
Ingénieur de Recherche
au CEA

INRIA Bordeaux



Clément GUILLET
Chercheur INRIA

Inst. Mathématiques,
IMT, Univ. Toulouse,
CNRS

Fabrice DELUZET
Ingénieur de Recherche

Jacek NARSKI
Maître de Conférence,

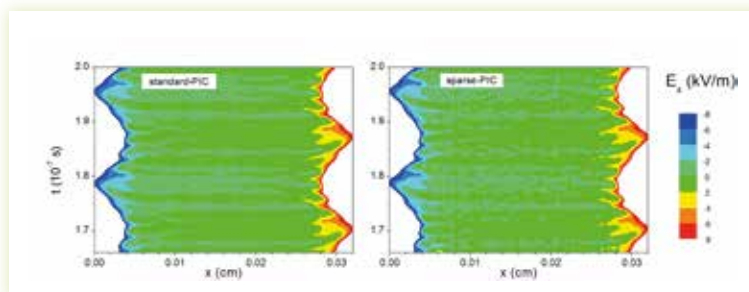
Joliot-Curie (Rome) : 2 000 000 heures

Les simulations *Particle-In-Cell* (PIC) couramment utilisées en physique des plasmas nécessite des ressources informatiques considérables. Le projet Sparse-PIC introduit une nouvelle classe d'algorithmes PIC basée sur une combinaison de techniques de grille clairsemée et d'algorithme PIC pour réduire les ressources de calcul.

La simulation en conditions réelles des plasmas froids hors-équilibres par des approches lagrangiennes, bien qu'utilisant de puissantes techniques de particules dans la cellule (PIC) complétées par des méthodes efficaces de calcul haute performance, nécessite des ressources informatiques considérables pour de fortes densités de plasma. Ceci s'explique pour deux raisons principales. Premièrement, les conditions de stabilité qui contraignent les paramètres numériques à résoudre les petites échelles d'espace et de temps. Deuxièmement, les méthodes PIC reposent sur un échantillonnage de la fonction de distribution par des particules numériques dont le mouvement est intégré dans le temps dans le champ électrique auto-cohérent. L'algorithme PIC reste proche de la physique et offre une efficacité incomparable par rapport aux méthodes eulériennes, discrétisant la fonction de distribution sur un maillage. Il est largement utilisé avec succès dans le domaine des plasmas depuis plus de 40 ans. Néanmoins, pour ménager les ressources de

calcul, le nombre de particules numériques est limité par rapport à celui des particules physiques. Inhérents à cet échantillonnage "grossier", les méthodes PIC produisent des approximations numériques sujettes à des fluctuations statistiques qui disparaissent lentement avec le nombre moyen de particules par cellule. Une percée est donc nécessaire pour réduire les ressources de calcul de plusieurs ordres de grandeur et rendre possible l'utilisation de la méthode PIC pour des calculs 2D et 3D.

Le projet ANR MATURATION dans lequel s'inscrit cette étude vise à introduire une nouvelle classe d'algorithmes PIC avec une efficacité de calcul sans précédent, en analysant et en améliorant, en parallélisant et en optimisant ainsi qu'en évaluant, dans le contexte exigeant des plasmas froids hors-équilibres par des calculs 2D à grande échelle et 3D, une méthode récemment proposée dans la littérature, basée sur une combinaison de techniques de grille clairsemée et d'algorithme PIC



↑
Figure 1 : Comparaison du profil du champ électrique axial en fonction du temps obtenu avec les méthodes Standard et Sparse PIC dans le cadre de simulations 2D d'un plasma de décharge RF couplée capacitivement. Le maillage est de 5122 avec respectivement 50 millions et 5 millions de particules pour les méthodes Standard et Sparse PIC. La méthode Sparse-PIC est capable de reproduire les instabilités de gaines observées avec une accélération du temps de calcul d'un facteur 4. Ces travaux ont été financés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre du projet n°ANR-22-CE46-0012.

CT9

Physique, chimie
et propriétés des
matériaux

Institut Néel, CNRS/UGA,
Grenoble



Xavier BLASE
Directeur de Recherche

Laboratoire L_SIM/MEM/
IRIG/CEA Grenoble



Ivan DUCHEMIN
Ingénieur chercheur

Joliot-Curie (Rome) : 700 000 heures

Dans le cadre d'une collaboration CNRS/CEA Grenoble, nous avons réduit par plusieurs ordres de grandeur le coût associé à une famille d'approches, les théories de perturbation à N-corps en mécanique quantique, pour l'étude des propriétés optoélectroniques de systèmes cristallins ou organiques comprenant jusqu'à plusieurs milliers d'atomes.

La description des propriétés électroniques de systèmes d'intérêt en physique et chimie repose sur la mécanique quantique dont la complexité est formellement exponentielle avec le nombre d'électrons. Le développement des outils numériques associés concilie deux stratégies complémentaires, d'une part l'écriture de codes modernes, massivement parallèles (e.g. MPI/OpenMP), et d'autre part le développement d'approximations et d'algorithmes permettant de réduire le nombre d'opérations nécessaires au calcul d'une observable physique.

Dans le cadre d'une collaboration CNRS/CEA Grenoble, nous avons développé les codes Fies-ta (*French Initiative for the Electronic Structure of Thousand of Atoms*) puis BeDeft (*beyond Density Functional Theory*) qui implémentent des théories dites de perturbation à N-corps offrant un

très bon compromis entre précision et temps de calcul. La reformulation des opérateurs de la mécanique quantique (e.g. fonctions de réponse électronique) dans une approche dite d'espace-réel et temps-imaginaires permet de réduire le coût de ces approches, avec un nombre d'opérations nécessaires qui croît désormais comme la puissance trois – et non plus la puissance quatre – du nombre d'électrons dans le système. D'autre part, le développement d'approches de type « poupées russes » permet de traiter un sous-système « actif » d'intérêt avec une très bonne précision, tout en tenant compte de l'effet d'un environnement complexe (un solvant, un substrat métallique ou semiconducteur, etc.) dont la complexité peut être réduite par des techniques de partitionnement et de compression automatique sur peu de degrés de liberté effectifs. Nos applications ont porté sur les systèmes organiques désordonnés pour le photovoltaïque ou les écrans plats (OLEDs), mais aussi les systèmes cristallins avec défauts (émetteurs quantiques dans le nitrure de bore hexagonal). Notre travail s'efforce de trouver un équilibre entre croissance des moyens de calculs et exigences de réduction de la consommation.

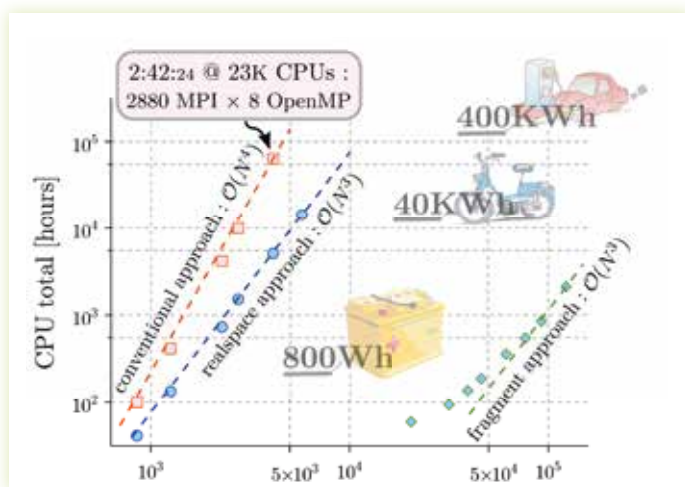


Figure 1 : Temps CPU en fonction du nombre d'électrons pour un calcul des propriétés électroniques dans l'approche dite « GW » (G fonction de Green, W potentiel Coulombien écranté). L'approche traditionnelle à complexité quartique (rouge) est comparée à une approche à complexité cubique (bleu) et à une approche « fragment » (vert) à complexité cubique mais avec un préfacteur réduit par découplage en sous-systèmes. La conversion approchée des temps de calcul en consommation électrique est schématisée (Image Ivan Duchemin, L_SIM, IRIG, CEA/Grenoble).

LES RÉSULTATS DES CHERCHEURS

CT8

Physique, chimie
et propriétés des
matériauxLaboratoire CPCV,
Département de Chimie
ENS-PSL, SU, CNRSGuillaume STIRNEMANN
Directeur de Recherche
et Professeur attachéZakarya BENAYAD
DoctorantOlaia ANTON
DoctorantePierre VIEILLARD
DoctorantLaboratoire CPCV,
Département de Chimie
ENS-PSL, SU, CNRS &
LMCE, CEA, Univ. Paris
SaclayMathilde KRETZ
Doctorante

Jean Zay, Joliot-Curie et ADAstra : 2 millions heures CPU et 165 000 heures GPU

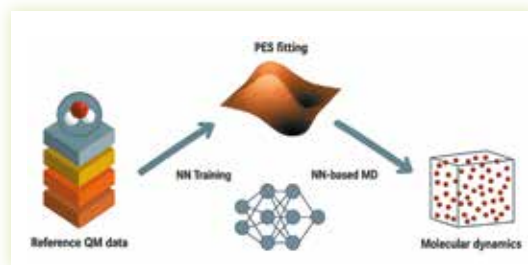
Les potentiels interatomiques issus de l'apprentissage automatique permettent d'effectuer des simulations moléculaires en combinant précision quantique des interactions moléculaires et efficacité numérique de la propagation des équations du mouvement. Ils révolutionnent notre compréhension de la réactivité chimique.

L'émergence de l'intelligence artificielle transforme profondément la chimie computationnelle, en particulier grâce aux potentiels interatomiques issus de l'apprentissage automatique (MLIPs). Contrairement aux représentations traditionnelles des surfaces d'énergie potentielle, les MLIPs surmontent les limitations classiques de passage à l'échelle en offrant un équilibre efficace entre précision et coût computationnel pour le calcul des énergies et des forces atomiques dans les simulations moléculaires. Ils ont ainsi permis des avancées significatives dans un large éventail d'applications, notamment la modélisation à grande échelle de matériaux, d'interfaces et de réactions chimiques. Malgré ces progrès, la construction de jeux de données d'entraînement de haute qualité, essentiels à la précision des MLIPs, demeure un défi majeur, en particulier dans le contexte de la réactivité chimique. Les processus réactifs impliquent souvent des événements rares de franchissement de barrières, difficiles à capturer et donc sous-représentés dans les jeux de données standards. Pour répondre à ce défi, notre groupe a co-développé ArcaNN, un cadre méthodologique complet dédié

à la génération de jeux de données d'entraînement adaptés aux MLIPs réactifs. ArcaNN combine un apprentissage concurrent avec des stratégies d'échantillonnage avancées afin de garantir une représentation précise des configurations de haute énergie. Il intègre des flux de travail automatisés pour l'entraînement itératif, l'exploration, la sélection de configurations, ainsi que l'annotation des énergies et des forces.

Nous avons appliqué cette stratégie à l'étude des mécanismes moléculaires, ainsi que des propriétés thermodynamiques et cinétiques, de plusieurs réactions chimiques clés en milieu aqueux, en particulier celles liées à l'origine de la vie et au rôle potentiel des catalyseurs et des groupes activateurs. Les travaux en cours étendent cette approche à divers systèmes, notamment la catalyse homogène pour la réduction du CO₂ et les matériaux énergétiques. Parallèlement, nous explorons de nouvelles orientations méthodologiques combinant des modèles d'IA générative et l'apprentissage actif afin d'accélérer et d'optimiser davantage la construction des jeux de données d'entraînement pour les MLIPs.

Figure 1 : Les MLIPs consistent en l'entraînement d'un modèle ML (typiquement un réseau de neurones, NN) à reproduire des données quantiques de référence en faisant la correspondance entre environnements atomiques locaux et la surface d'énergie potentielle du système. Ces modèles permettent ensuite de propager efficacement des simulations de dynamique moléculaire du système.



GT7

Modélisation
moléculaire
appliquée à la
biologie

Inria



Yasaman KARAMI
Chargée de recherche



Hamed KHAKZAD
Chaire de Professeur
Junior



Omid MOKHTARI
Doctorant

Jean Zay : 404 000 heures GPU H100 et 180 000 heures GPU V100

Les fonctions biologiques reposent sur des molécules en mouvement, pourtant la plupart des approches restent statiques. Grâce à Jean Zay, nous avons développé DynaRepo, une base de données de dynamique moléculaire à grande échelle, ainsi que DynamicGT, un modèle d'IA sensible à la dynamique, améliorant la prédiction des interactions biomoléculaires.

Les biomolécules comme les protéines, l'ARN et l'ADN sont fondamentalement dynamiques : leurs mouvements gouvernent leurs fonctions, leurs interactions et leur implication dans de nombreuses pathologies. Pourtant, la majorité des approches actuelles, y compris en intelligence artificielle, reposent encore sur des représentations statiques, limitant leur capacité à capturer ces phénomènes essentiels.

Grâce au supercalculateur Jean Zay, nous avons franchi un cap en produisant et en exploitant des données dynamiques à grande échelle. Nous avons ainsi développé DynaRepo, le premier nœud officiel MDDb (*Molecular Dynamics Data Bank*) en France et aujourd'hui le deuxième plus important en Europe, accessible en ligne ([https://](https://inria.mddbr.eu/)

inria.mddbr.eu/). Cette base regroupe plus de 700 systèmes biologiques et plus de 1,1 milliseconde de simulations de dynamique moléculaire. Les données, homogènes et enrichies d'analyses pré-calculées, sont mises à disposition selon les principes FAIR, facilitant leur réutilisation par la communauté scientifique.

Sur cette base, nous avons conçu DynamicGT, la première architecture d'apprentissage profond explicitement développée pour intégrer la dynamique moléculaire dans la prédiction des sites d'interaction. Contrairement aux approches classiques, DynamicGT exploite des ensembles de conformations issus de simulations, ce qui permet de mieux capturer les régions flexibles ou désordonnées, souvent invisibles dans des structures statiques. Cette approche améliore significativement les performances tout en réduisant les besoins en données d'entraînement. Le code est disponible en accès libre (<https://github.com/amisteromid/DynamicGT>).

Ces travaux montrent que l'intégration de la dynamique constitue un levier majeur pour la prochaine génération de modèles d'intelligence artificielle en biologie. Ils ouvrent des perspectives importantes en découverte de médicaments, en ingénierie des protéines et en compréhension fine des mécanismes moléculaires, en rapprochant structure, dynamique et fonction.

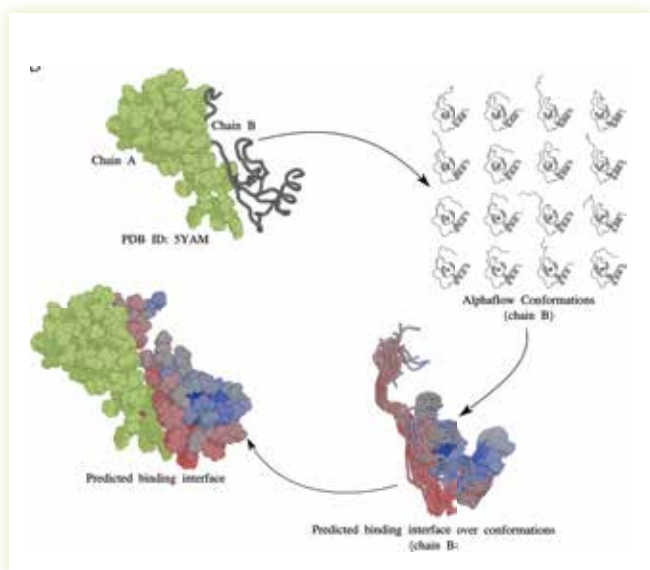


Figure 1 : Exemple d'analyse issue des simulations de dynamique moléculaire utilisées dans DynaRepo et exploitées par DynamicGT : les ensembles conformationnels permettent de capturer la flexibilité des biomolécules et d'identifier des sites d'interaction invisibles dans des structures statiques. (Figure adaptée de l'article DOI : 10.1016/j.cels.2025.101454)

LES RÉSULTATS DES CHERCHEURS

CT3

Biologie et Santé

Gleamer



Gonzague DE
CARPENTIER
Ingénieur IA



Julien GENZLING
Ingénieur IA



Gabriel MISRACHI
VP Intelligence
Artificielle

Jean Zay : 28 000 heures GPU A100 65 000 heures GPU H100

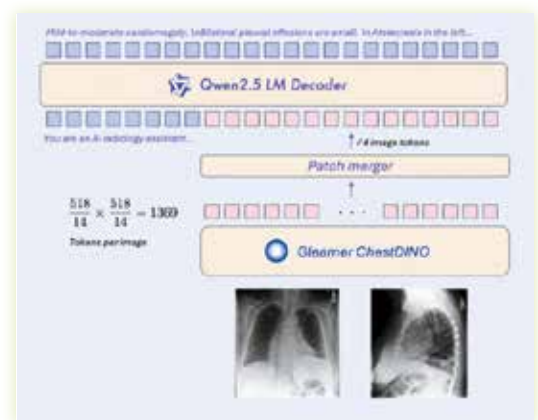
L'analyse radiologique repose sur des images dont les caractéristiques diffèrent profondément des photographies naturelles. Nous développons des modèles de fondation entraînés spécifiquement sur des corpus radiologiques massifs, et explorons leur application à la détection de pathologies et à la génération de comptes-rendus.

Les images médicales présentent un défi particulier pour l'intelligence artificielle : leur distribution diffère profondément des images naturelles en raison de la physique d'acquisition, des structures anatomiques et des anomalies cliniques subtiles. Nous avons développé trois modèles de fondation spécifiques à la radiologie – ChestDINO pour les radiographies thoraciques, BreastDINO pour la mammographie, et BoneDINO pour la radiographie musculo-squelettique – pré-entraînés par auto-supervision (DINOv2) sur plusieurs millions de radiographies issues de sources cliniques en Europe et en Amérique.

L'allocation *Jean Zay* nous a permis de conduire une étude systématique comparant ces modèles à leurs homologues génériques aux deux échelles ViT-Base et ViT-Large, en classification par probing

et en détection de pathologies en fine-tuning. Notre résultat central est que le pré-entraînement domaine-spécifique est d'autant plus bénéfique que le modèle est grand, avec des gains significatifs dans toutes les modalités. Cet avantage s'accroît encore en régime de faibles annotations, rendant la combinaison grand modèle et pré-entraînement domaine-spécifique particulièrement précieuse pour les pathologies rares ou les nouveaux sites cliniques. Ces résultats sont confirmés sur sept benchmarks publics couvrant les trois modalités radiologiques. Dans un second volet, nous avons exploité ces encodeurs pour développer ChestVLM, un modèle vision-langage pour la génération automatique de comptes-rendus. Fine-tuné sur un large corpus multilingue, ChestVLM surpasse l'état de l'art open-source sur toutes les métriques d'évaluation.

Figure 1 : Pipeline ChestVLM. En bas : deux radiographies thoraciques (face et profil) alimentent l'encodeur ChestDINO (bloc central inférieur) ; la formule $518/14 \times 518/14 = 1\,369$ indique le nombre de tokens produits par image. Le module de fusion de patches (bloc central) réduit ce volume d'un facteur quatre avant décodage par Qwen2.5 (bloc supérieur). Un extrait du compte-rendu généré est visible en haut de la figure.



CT6

Mathématiques,
informatique
algorithmique,
calcul quantique

CERMICS, CNRS, ENPC,
Inst. Polytechnique de
Paris



Amaury HAYAT
Chercheur / Professeur



François CHARTON
Professeur

Axiom Math



Alberto ALFARANO
Chercheur

Jean Zay : 40 000 heures A100 50 000 heures CSL

Ce projet explore la capacité de l'intelligence artificielle à développer une intuition mathématique et à aider les chercheurs sur des problèmes théoriques difficiles. Les premiers résultats montrent qu'elle peut déjà proposer de nouvelles solutions à certains problèmes.

Ce projet explore une question ambitieuse : une intelligence artificielle peut-elle développer une véritable intuition mathématique et aider à résoudre des problèmes que les humains ne savent pas encore traiter ? L'idée est d'entraîner des modèles de *deep learning*, en particulier des *Transformers*, sur des jeux de données mathématiques construits avec soin, afin qu'ils apprennent à proposer des solutions à des problèmes théoriques difficiles. L'objectif n'est pas de remplacer les mathématiciens, mais de leur fournir un nouvel outil : une IA capable de formuler de bonnes conjectures, ensuite vérifiables rigoureusement. Cette approche est particulièrement prometteuse pour des situations où trouver une solution est très difficile, alors que vérifier qu'une proposition est correcte est plus accessible.

Les premiers résultats sont très encourageants. Le projet s'est notamment attaqué à la recherche de fonctions de *Lyapunov*, des objets mathématiques essentiels pour étudier la stabilité d'un système

dynamique. Intuitivement, une fonction de *Lyapunov* joue le rôle d'une sorte d'"énergie" : si l'on parvient à construire une quantité qui reste positive et décroît au cours du temps, on peut montrer que le système revient vers un état stable plutôt que de diverger. Ces fonctions sont fondamentales en mathématiques, en physique ou en automatique, mais elles sont souvent extrêmement difficiles à découvrir. En entraînant un modèle sur des exemples soigneusement générés, nous montrons qu'il peut proposer de très bonnes fonctions candidates. Les modèles entraînés atteignent d'excellentes performances, dépassent les solveurs algorithmiques existants et, sur certains benchmarks, les performances humaines. Ils parviennent même à proposer de nouvelles fonctions candidates dans des cas où aucune méthode générale n'est connue. Ce projet vise ainsi à ouvrir une nouvelle voie, à l'interface entre intelligence artificielle et recherche mathématique, pour accélérer la découverte et faire émerger de nouvelles idées en mathématiques.

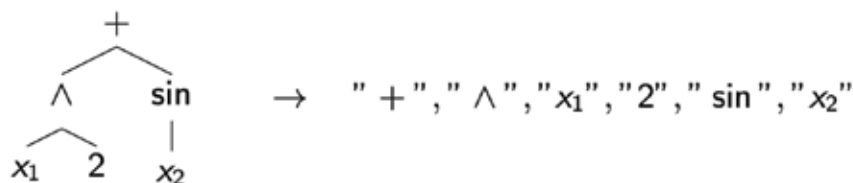


Figure 1 : Représentation d'une fonction mathématiques en entrée et sortie du réseau de neurones (la fonction est représentée comme un arbre qui est énuméré selon un ordre topologique). C'est ce format que "voit" le réseau de neurones et qu'il renvoie.

LES RÉSULTATS DES CHERCHEURS

CT10

Intelligence
artificielle et
applications
transversales
du calcul

Dragon LLM



Gaëtan CAILLAUT
Chercheur



Raheel QADER
Chercheur



Jingshu LIU
Chercheur



Mariam NAKHLE
Doctorant

Jean Zay : 10 000 heures V100

50 000 heures A100

50 000 heures H100

L'objectif de cette étude est d'explorer les méthodes d'adaptation d'un Grand Modèle de Langage (LLM) à des cas domaines métiers spécifiques, en particulier le domaine financier et les tâches qui lui sont généralement associés.

Nous avons finetuné 5 modèles dont les nombres de paramètres varient entre 8 et 70 milliards. Ces entraînements ont été réalisés sur un jeu de données de plus de 2 millions de documents et de conversations, répartis entre différentes catégories thématiques avec un fort accent sur le domaine financier. Cette diversité permet d'adapter efficacement les modèles au domaine de la finance tout en conservant les compétences initiales des modèles, telles que leurs connaissances du monde, leurs capacités de raisonnement ou encore leurs fonctionnalités agentiques.

La répartition des données est la suivante :

- Finance : 54 %
- Traduction : 20 %
- Général : 16 %
- RAG (Retrieval-Augmented Generation) : 8 %
- Raisonnement, Mathématiques et Code : 2 %

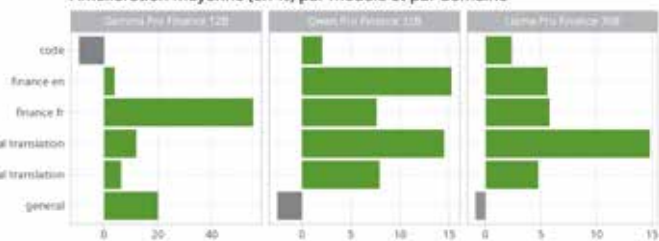
Les modèles sont publiés sur la plateforme *Huggingface* sous des licences autorisant librement leur utilisation à des fins de recherches. Un rapport scientifique et technique complet est également disponible sur arxiv: "*The LLM Pro Finance Suite*:"

Multilingual Large Language Models for Financial Applications."

1. Deux modèles de 8 milliards de paramètres (Llama Open Finance 8B et Qwen Open Finance R 8B)
2. Modèle de 12 milliards de paramètres (Gemma Pro Finance 12B)
3. Modèle de 32 milliards de paramètres (Qwen Pro Finance R 32B)
4. Modèle de 70 milliards de paramètres (Llama Pro Finance 70B)

Nos modèles surpassent systématiquement tous les modèles de référence sur les benchmarks financiers et les tâches de traduction financière, ce qui souligne l'efficacité de notre processus d'entraînement. Ce dernier combine génération de données synthétiques, collecte de données spécifiques au domaine et filtrage rigoureux des données. Par ailleurs, cette spécialisation ne se fait pas au détriment des capacités générales : les modèles LLM Pro Finance restent au même niveau que les LLM généralistes les plus performants sur les benchmarks standards.

Amélioration moyenne (en %) par modèle et par domaine



← **Figure 1** : Nos modèles spécialisé pour la finance sont jusqu'à 50 % plus performants sur les tâches financières que les modèles ayant servi de base à leur *fine-tuning*, sans détérioration majeure de leurs performances sur des tâches plus généralistes. Ces améliorations sont plus marquées pour les modèles de petite taille, ce qui suggère qu'il est préférable de les spécialiser pour des tâches métier spécifiques.

Simulation haute-fidélité *LES* d'une turbine *Openfan*

Le programme de démonstration technologique RISE (*Revolutionary Innovation for Sustainable Engines*) lancé en juin 2021 a pour objectif de développer les briques technologiques du prochain moteur pour avion mono couloir et vise une réduction de 20 % de la consommation carburant et des émissions de CO₂ par rapport aux moteur actuels.

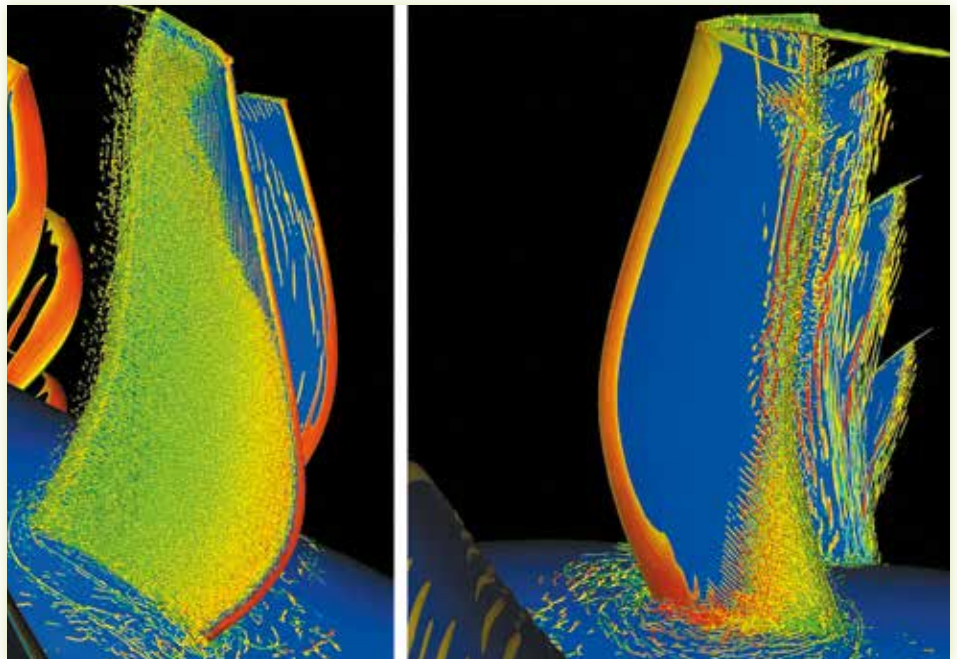
Avec son architecture championne dite « *Openfan* », l'absence de carénage une augmentation significative du rendement propulsif, notamment de la soufflante et de son redresseur, et donc une réduction de consommation carburant. Autre que la géométrie de la soufflante et de son redresseur, un des leviers permettant d'améliorer les performances aérodynamiques consistent à faire en sorte d'avoir une partie de l'écoulement laminaire sur la pale.

ENTRE RÉGIME LAMINAIRE ET RÉGIME TURBULENT

L'écoulement en régime laminaire est généralement souhaité car les pertes de charges et le frottement en parois sont moins importantes et donc les performances meilleures. Dans le cas de

l'écoulement de l'air autour d'une hélice, ces phénomènes s'opèrent dans la couche limite (proche de la paroi), donc à une échelle relativement faible. Dans cet écoulement, il existe généralement des zones en régime laminaire, et d'autres en régime turbulent. Les calculs réalisés dans le cadre de ces activités avec le code *Fast* développé par l'Onera a pour objectif de réaliser une simulation haute-fidélité d'un *Openfan* avec la méthode de calcul *LES* (*Large Eddy Simulation*), de quantifier l'apport de la laminarité, d'identifier précisément les zones laminaires et turbulentes, et le type de transition pour le comparer à des pratiques utilisées en conception. Malgré son échelle réduite, le calcul de l'ensemble des 26 aubes du système par une approche *LES* demeure très couteux. L'aube modélisée en *LES* contient 90 % des 3 milliards de cellules de calcul.

→
Figure 1 : Critère Q sur l'extrados (droite) et l'intrados (gauche) indiquant les zones laminaires et turbulentes.



De la recherche fondamentale à l'intelligence de la voix : le parcours de *pyannoteAI*

Né dans les laboratoires académiques et propulsé par les infrastructures de calcul de haute performance de GENCI, *pyannoteAI* illustre comment la recherche de pointe peut se transformer en produit industriel souverain. Aujourd'hui intégré à *La Suite* de la DINUM, l'outil de diarisation du locuteur développé par la startup française s'appuie sur des années d'entraînement réalisé sur le supercalculateur *Jean Zay*.

Il y a quelque chose d'assez rare dans l'histoire de *pyannoteAI* : le produit n'a pas été conçu pour le marché. Il a d'abord été pensé pour répondre à une question scientifique précise "*qui parle, et quand ?*" dans des enregistrements audio réels, bruités, imparfaits. C'est cette exigence de rigueur scientifique, héritée de dix années de recherche au sein de laboratoires académiques dont le CNRS, qui constitue aujourd'hui l'avantage concurrentiel de la startup.

UNE TECHNOLOGIE NÉE EN LABORATOIRE

La diarisation du locuteur (la capacité à segmenter automatiquement un enregistrement audio en fonction des différents intervenants) est un problème ancien de la communauté du traitement automatique de la parole. Ce qui distingue l'approche de *pyannoteAI*, c'est d'avoir refusé les compromis. Pendant des années, les modèles ont été entraînés, évalués et améliorés dans un cadre de recherche ouverte, avec des publications

scientifiques à la clé, des benchmarks publics et une communauté d'utilisateurs académiques qui a forgé la robustesse des algorithmes.

La bibliothèque open source *pyannote*, audio, sur laquelle repose tout l'édifice, compte aujourd'hui plus d'un milliard de téléchargements. Elle est utilisée dans des dizaines de pays, dans des contextes aussi variés que la transcription médicale, l'analyse de réunion, l'intelligence conversationnelle d'entreprise ou encore le sous-titrage automatique. Ce n'est pas un hasard : c'est le résultat d'une décennie d'itérations rigoureuses.

LE RÔLE DÉCISIF DU CALCUL INTENSIF

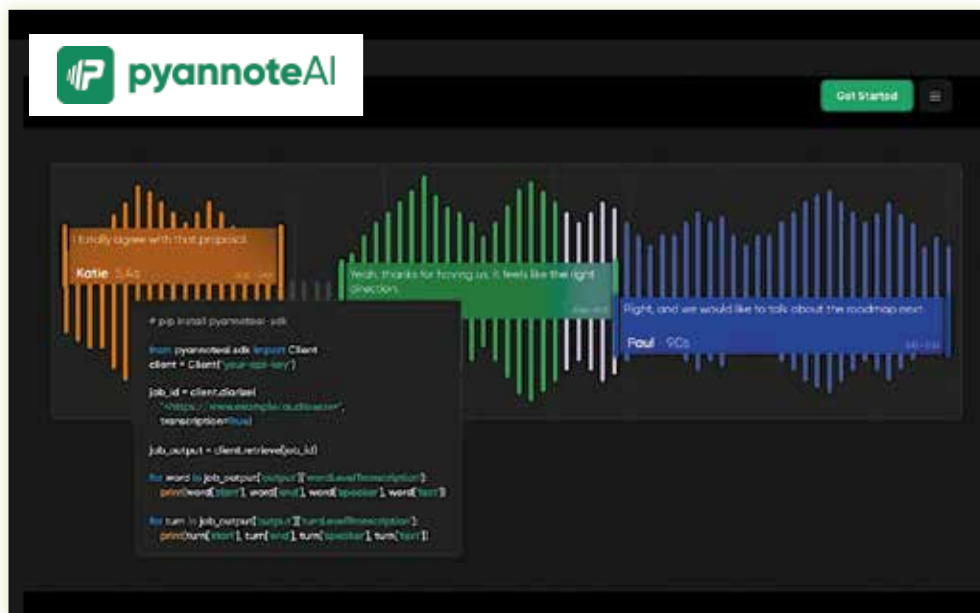
Le passage de la recherche au produit industriel n'aurait pas été possible sans accès à des ressources de calcul à la hauteur des ambitions. L'entraînement des modèles de dernière génération (*Precision-2* et *Community-1*) a nécessité des milliers d'heures GPU sur le supercalculateur *Jean Zay* de l'IDRIS, dans le cadre d'allocations accordées par GENCI.

Ces ressources n'ont pas seulement permis d'entraîner des modèles plus grands. Elles ont rendu possible une exploration systématique des architectures, des données d'entraînement et des stratégies d'optimisation qui aurait été inaccessible autrement. C'est cette capacité à itérer rapidement à grande échelle qui a permis d'atteindre les niveaux de précision aujourd'hui reconnus comme les meilleurs du marché sur les benchmarks internationaux de référence. « Sans

→
Hervé Bredin (à gauche) et Vincent Molina (à droite), les deux fondateurs de la startup *pyannoteAI*.



→
Exemple d'un modèle de
diarisation développée par
la startup *pyannoteAI*.



Sans l'accès aux ressources de Jean Zay, nous n'aurions pas pu conduire les expériences d'entraînement qui ont fait la différence. Le calcul intensif n'est pas un accélérateur pour nous, c'est une condition nécessaire.

Hervé BREDIN, CHIEF
SCIENCE OFFICER ET CO-
FONDATEUR DE PYANNOTEAI

l'accès aux ressources de Jean Zay, nous n'aurions pas pu conduire les expériences d'entraînement qui ont fait la différence. Le calcul intensif n'est pas un accélérateur pour nous, c'est une condition nécessaire », déclare Hervé Bredin, Chief Science Officer et co-fondateur de pyannoteAI (à gauche sur la photo).

D'UNE STARTUP DEEPTech À UN OUTIL SOUVERAIN

PyannoteAI est aujourd'hui une startup commerciale, mais elle n'a rien renié de ses origines académiques. L'équipe continue de publier, de contribuer à des benchmarks publics, et de maintenir

la dimension open source de son écosystème. Ce positionnement hybride (entre rigueur scientifique et exigences industrielles) est ce qui a convaincu la Direction Interministérielle du Numérique (DINUM) d'intégrer les modèles de *pyannoteAI* dans *La Suite*, la plateforme numérique souveraine de l'État français. Cette intégration marque une étape symbolique autant que stratégique : des modèles entraînés sur l'infrastructure publique française de calcul intensif, développés dans un esprit de recherche ouverte, viennent désormais alimenter les outils numériques quotidiens de l'administration française. La boucle est bouclée, et elle est entièrement souveraine.

Ce travail a bénéficié de l'accès aux ressources HPC de l'IDRIS dans le cadre des allocations 2024-AD011014274R2, 2024-AS011016439 et 2024-A0181016176, attribuées par GENCI.

L'ENVIRONNEMENT DE GENCI

MINI-SOMMAIRE

Partenaire du projet Mesonet en région
p.62

CLUSSTER, Cloud souverain de partenaires publics et privés
p.63

EPICURE, support aux communautés / EUPEX évolue mais poursuit son chemin
p.64

Une adaptation des processus dans un paysage en mutation
p.65

Notre organisation interne
p.68

Les membres des comités et des commissions
p.69

GENCI en 2026
p.70





→ GENCI en région

Partenaire du projet MesoNET en région

Le projet MesoNET (2021-2027) est une fédération de mésocentres régionaux. Objectif : renforcer la structuration des offres nationales et régionales en simulation numérique, par le calcul haute performance (HPC), associé à l'intelligence artificielle (IA) et au calcul quantique. La spécificité : l'accompagnement de proximité.

Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche souhaite la création d'une Infrastructure de Recherche (IR) en région ayant vocation à structurer et porter dans la durée une offre de service numérique de calcul et de traitement des données scientifiques pour l'ESR français, insérée dans une offre à l'échelle internationale. Cette solution aura l'avantage, d'une part, de rationaliser les investissements publics en moyens humains et financiers pour le secteur du numérique dans l'ESR et, d'autre part, d'offrir aux utilisateurs nationaux et européens via EGI et EOSC un catalogue en région de services unique et lisible auquel les initiatives locales pourront s'associer.

des communautés scientifiques et enseignantes. Ces acteurs construisent depuis trois ans une offre complète, via une structure opérationnelle fédérée (mutualisée, rationalisée, avec un principe de dévolution) qui couvre les besoins des utilisateurs en traitement massif de la donnée HPC, HTC, IA et quantique, depuis l'accès à des ressources de calcul et stockage régionales et des accompagnements et jusqu'à l'accès aux ressources nationales et européennes. Il s'agit également de pallier l'insuffisance du vivier national de compétences dans le domaine du numérique en offrant des services nécessaires aux formations initiales et continues et en maintenant un groupe d'experts répartis sur tout le territoire, et en développant interactions, compétences et complémentarités.

MISE EN PLACE D'UNE OFFRE COMPLÈTE

Une proposition a été soumise durant l'année 2025 par les partenaires de MesoNET et de France Grilles afin de mettre en commun des services complémentaires au bénéfice

Zoom sur...

Des chiffres clés

Pour l'ensemble du projet MesoNET, environ **160 personnes techniques** sont impliquées dans les différents groupes de travail comme la sécurité, le stockage, le portail d'accès ou le support avec son équipe commune d'ingénieurs. Plus de **720 utilisateurs de toutes les régions en France** ont déjà bénéficié de ces équipements dans plus de 160 projets de recherche.

↓
L'ensemble des
acteurs du projet
MesoNET.



→ GENCI en Europe

CLUSSTER, Cloud souverain de partenaires publics et privés

Dans le cadre de la stratégie nationale autour du Cloud, le projet CLUSSTER vise à mettre en place un Cloud souverain d'infrastructures et de services pour l'IA entre acteurs publics et privés.



Le projet CLUSSTER (Cloud Unifié Souverain de Services, de Technologies et d'infrastructuRes), démarré début 2023, s'est achevé le 31 décembre 2025. Il s'inscrit dans la stratégie d'accélération CLOUD de la Direction Générale des Entreprises (PIA4) et bénéficie d'un financement de BPI France.

Autour d'un partenariat public/privé, CLUSSTER a démontré la capacité à mettre en œuvre une solution permettant de fédérer des services cloud souverain, sécurisé, unifié et évolutif (Infrastructure as a Service) en réponse à des besoins en Intelligence Artificielle (IA), HPC

et en calcul quantique. Il constitue un point d'entrée unique pour toute la communauté académique et industrielle vers un ensemble d'infrastructures et de services.

Lors de cette année 2025, le calculateur DALIA, acquis par GENCI a été installé au centre de calcul national CNRS-IDRIS dans une zone hors ZRR (Zone à Régime Restrictif) et mis en production après validation de son bon fonctionnement par un projet de grand challenge.

Les connexions entre le site eDARI, permettant le dépôt de dossier pour la recherche ouverte et le portail CLUSSTER ont été développées. et ont fait l'objet d'une qualification via des tests fonctionnels.

Le portail CLUSSTER ne sera pas mis en production en 2026 ni pour la recherche confidentielle ni pour la recherche ouverte. En effet, aucun des partenaires privés du projet n'a souhaité s'engager dans la commercialisation du portail.



← La machine DALIA au sein de l'IDRIS.

Zoom sur...

Le calculateur DALIA

DALIA est composé de 72 GPU Nvidia nommée *Blackwell* qui se caractérise par une performance augmentée d'un facteur 2.5 pour les tâches d'entraînement de modèles et presque d'un facteur 30 pour les tâches d'inférences grâce à l'introduction de nouveaux opérateurs flottants 4 bits (FP4). Les demandes de ressources se font par l'eDARI.

→ GENCI en Europe



EPICURE, support aux communautés

EPICURE (*Eurohpc aPpIication sUPport pROject*) est un projet financé par EuroHPC. Sa mission est de mettre en place un service de support applicatif (*Application Support Team*) distribué à l'échelle européenne pour le calcul haute performance.

Le projet EPICURE est entré dans sa deuxième année en 2025. Financé par EuroHPC, il réunit des chercheurs et des experts venant de tous les centres de calculs d'hébergeant des calculateurs EuroHPC. Depuis son lancement, le 1^{er} février 2024, les experts d'EPICURE ont apporté du support à plus de 90 projets pour le portage ou pour l'optimisation de codes. La France est représentée dans ce projet par GENCI et le CINES, en tant qu'entité affiliée de GENCI.

Tous les projets bénéficiant d'une allocation de ressources sur un calculateur EuroHPC peuvent bénéficier du support d'EPICURE.



→
Réunion annuelle 2025

→ GENCI en Europe

EUPEX évolue mais poursuit son chemin



Le projet EUPEX (*EUropean Pilot for EXascale*), lancé en 2022 et cofinancé par EuroHPC JU et plusieurs États européens, vise à développer des technologies souveraines pour les futures architectures Exascale européennes.

Développé autour du processeur Rhea1 de SiPearl et doté de 40,8 M€ sur 4 ans, le projet rassemble industriels et académiques

européens, dont Atos, le CEA, Inria et GENCI. Le retard du processeur Rhea1, dont le *tape-out* n'a eu lieu qu'en juin 2025, a conduit le consortium à réorienter le projet vers une approche logicielle renforcée sur plateformes Grace Hopper et Grace-Grace. Malgré la réduction des ambitions matérielles et l'arrêt de l'intégration GPU, EUPEX a poursuivi l'intégration de son stack logiciel HPC et l'optimisation ARM, tout en maintenant une forte dynamique collaborative et sa vision de souveraineté technologique européenne.



→
EUPEX a présenté ses travaux et sa vision lors de la conférence HiPEAC, début février 2026 à Cracovie (Pologne).

→ La société civile GENCI

Une adaptation des processus dans un paysage en mutation

Dans un contexte d'activités en forte croissance, GENCI a poursuivi en 2025 la consolidation de ses processus internes, le renforcement de sa conformité et l'adaptation de ses ressources humaines afin de mieux sécuriser ses opérations et accompagner efficacement ses projets stratégiques.

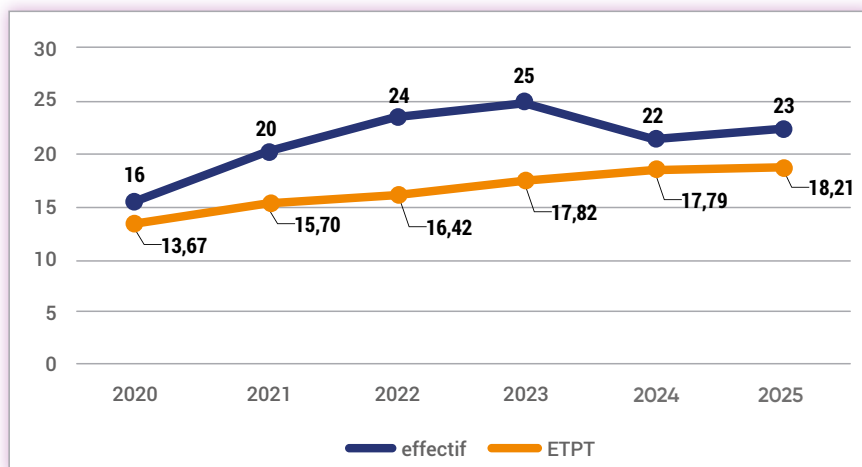
Un travail approfondi a été mené afin d'organiser la chaîne des engagements de dépenses avec les différents responsables de budgets en la faisant reposer sur des délégations de pouvoirs permettant d'engager GENCI selon un cadre précis et un niveau de dépenses adapté dans le respect des règles de la commande publique. Ce dispositif a été mis en place au cours du premier trimestre 2025. La signature des délégations a été précédée de formations collectives du personnel et de formations spécifiques plus poussées vers les délégataires salariés.

POURSUITE DE L'AMÉLIORATION DES PROCESSUS INTERNES ET CONFORMITÉ

Des formations spécifiques ont été organisées pour former et sensibiliser le personnel aux nouvelles chartes internes entrées en vigueur fin 2024 :

- **la charte relative aux bonnes pratiques des processus achats** dans l'objectif d'assurer la conformité juridique des procédures de passation et garantir le respect des grands principes de la commande publique, de veiller à la bonne utilisation des deniers publics, de promouvoir des achats responsables (intégrant notamment le développement durable, l'insertion sociale...) et de protéger GENCI et ses salariés, en favorisant l'adoption de bonnes pratiques ;
- **la charte de déontologie** afin de rappeler les règles de bonne conduite à respecter par le personnel afin de prévenir tout type d'infraction, de fraude ou de délit dans leurs interactions avec les partenaires externes et de prévenir les possibles conflits d'intérêts. Elle s'adresse à tous les salariés GENCI, à tous niveaux de responsabilité, en les invitant à agir avec éthique et probité dans le cadre de leur activité professionnelle, tout en préservant l'image de GENCI.

↓
Évolution des effectifs de GENCI depuis 2020.



Entre exigence de conformité, structuration des processus et mobilisation des équipes, GENCI renforce ses fondations pour accompagner durablement la montée en puissance de ses projets stratégiques.

EDOUARD BRUNEL, SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE GENCI

Dans le cadre de ses obligations de conformité en matière de données à caractère personnel, outre ses actions internes de suivi et de mise à jour de la conformité, GENCI poursuit par ailleurs le suivi de l'attribution des accès aux calculateurs dans le cadre des accords-de sous-traitance au regard du RGPD signés avec chacun des trois centres de calcul.

ÉLECTIONS DU COMITÉ SOCIAL ET ÉCONOMIQUE (CSE)

De nouvelles élections se sont tenues sur le dernier trimestre 2025. 1 poste de titulaire et 1 poste de suppléant étaient à pourvoir. 1 salarié titulaire et 1 salarié suppléant ont été élus. Après une session de formation des deux salariés élus, une première réunion du CSE s'est tenue en décembre.

La Direction se réjouit du résultat des élections après une carence de quatre ans sans représentant du personnel car la mise en place du CSE permettra d'approfondir et d'enrichir le dialogue social à GENCI.

ÉVOLUTION DES RESSOURCES HUMAINES

Les activités autour des projets Exascale et HQI (HPCQS, EUROQCS, EUROHPC-Intégration), AI2F, mais également des autres projets (CLUSSTER, DALIA, ADAstra, EUPEX), au montage juridique et financier parfois très complexe, ont très fortement mobilisé les équipes GENCI au niveau technique, administratif, juridique et financier.

À ces grands projets s'ajoutent les activités juridiques avec les



←
Les
équipes
de GENCI
en 2025.

→
En 2025, GENCI a
poursuivi le suivi de
l'attribution des accès
aux calculateurs
dans le cadre de ses
accords au regard
du RGPD avec les
3 centres de calcul.



différents centres entraînant une inflation de l'activité juridique et financière : conventions avec les centres, notamment pour l'accueil de la machine exaflopique au CEA et phases de recettes associées dans le cadre de renouvellement des moyens de calcul et de stockage des centres. Ces activités variées et intenses soulignent la charge de travail toujours importante à laquelle les équipes de GENCI sont soumises. Afin de prendre en compte cette charge de travail soutenue, GENCI a lancé une étude avec l'aide d'un prestataire spécialisé dans les ressources humaines et la conduite

du changement pour mettre en place un plan de charge sur tous les projets et activités de GENCI pour mieux piloter la charge de travail. La construction de ce plan de charge s'accompagne en parallèle d'une démarche sur la Gestion des Emplois et des Parcours Professionnels. Elle vise à anticiper, adapter et accompagner les évolutions des emplois, des compétences et des parcours professionnels au sein de GENCI.

Afin de prendre en compte cette charge de travail et répondre aux enjeux des nouveaux projets,

GENCI a recruté quatre personnes : une cheffe de projets en IA, un responsable du programme IA, une juriste junior et une apprentie en communication pour un effectif total de 23 personnes.

Notre organisation interne

Comité de direction



Philippe LAVOCAT

Président-directeur général
(jusqu'à janvier 2026 – retraite)



Michaël KRAJECKI

Président-directeur général
(depuis février 2026)



Édouard BRUNEL

Secrétaire général



Jean-Philippe PROUX

Responsable des Opérations
et de la Sécurité



Stéphane REQUENA

Directeur Technique & Innovation



Marie-Hélène VOUETTE

Responsable de partenariats
Conseiller relations institutionnelles

Fonctions supports et administratives



Maïté CAMPEAS

Assistante de direction



Jason LAFRENIÈRE

Responsable administratif
et financier



Célia LAGIÈRE

Juriste d'affaires



Christèle COCHARD

Office manager



Marieke PODEVIN

Responsable juridique déléguée
à la protection des données



Rasa FALLAHZADEH

Chargée administrative
de projets



Andreea GILBERT

(depuis juin 2025)



Éric BOYER

Chef de projets
HPC/HPDA/IA



Raphaëlle ACHACH

Chef de projets en
Intelligence Artificielle



Sabine MEHR

Responsable Calcul quantique



Félix GIVOIS

Ingénieur Calcul
quantique



Cédric AULIAC

Responsable de
Programmes en
Intelligence Artificielle



Anna RIVET

Chef de projets
Opérations



Corinne BEAL

Chef de projet Exascale



Guillaume LECHANTRE

Chef de projets
infrastructure

Communication



Nicolas BELOT

Responsable Communication
et relations européennes



Annabel TRUONG

Chargée de
communication

Les membres des Comités et des Commissions (au 31.12.2025)

CONSEIL DE GENCI

Représentant l'État et le MESRE : M. Laurent CROUZET -
M. Ivan MOSZER

Représentant le CEA : Mme Marie-Hélène MATHON
- M. Hervé DESVAUX

Représentant le CNRS : Mme Adeline NAZARENKO
- M. Denis VEYNANTE

Représentant les Universités : Pierre-Alain MULLER -
M. Olivier SIMONIN

Représentant Inria : M. Jean-Yves BERTHOU

COMITÉ CONSULTATIF ADMINISTRATIF ET FINANCIER (CCAF)

Représentant l'État et le MESRE : M. Antoine PERRANG,
Président du CCAF

Représentant le CNRS : Mme Myriam STEPHANUS

Représentant le CEA : Mme Louise JULLIEN-TAMISIER

Représentant Inria : Mme Catherine SUPPER

Représentant les Universités : M. Michel DELLACASAGRANDE

COMMISSION DES MARCHÉS (CM)

Représentant l'État :

M. Philippe AJUELOS, *Administrateur ministériel des données des algorithmes et des codes sources – direction du numérique pour l'éducation du Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, Président de la Commission des Marchés*

Mme Lara MONTANTIN, *Juriste au service de la performance, du financement et de la contractualisation avec les organismes de recherche Département de l'appui au pilotage des organismes et de la réglementation*

Représentant le CEA :

M. Éric STEHLE, *Directeur des Achats et des Partenaires Stratégiques de Paris-Saclay (CEA)*

M. Thibault PELLETIER, *Chef du Service du Référentiel et de la Commission des Marchés au sein de la Direction des Achats et des Partenariats Stratégiques CEA)*

Représentant le CNRS :

M. Sébastien TURCI, *Directeur délégué aux achats et à l'innovation du CNRS*
Mme Marie-Laure COLIN, *Responsable Pôle Droit public économique et Réglementation du CNRS.*

COMITÉ TECHNIQUE (CT)

Représentant l'État et le MESRE :

M. Arnault LESERVOT, *Département Services et Infrastructures Numériques*

Représentant le CEA :

Mme Valérie BRENNER,
Direction de la Recherche Fondamentale,
M. Émeric BRUN,
Direction de l'Énergie Nucléaire
M. Nicolas LARDJANE, *Responsable du TGCC*

Représentant le CNRS :

M. Michael KRAJECKI, *Délégué Scientifique*
M. Pierre-François LAVALLÉE,
Directeur de l'IDRIS

Représentant France Universités :

M. François BODIN, *Professeur Université de Rennes 1*

M. Michel ROBERT puis Michel LABADIE,
Directeur du CINES

Représentant Inria :

M. Lucas NUSSBAUM, *Responsable du programme plateformes d'expérimentation à la Direction Générale Déléguée à l'Innovation*

COMITÉ D'ORIENTATION STRATÉGIQUE DES INVESTISSEMENTS (COSI)

Comité en charge de conseiller et d'apporter une assistance à GENCI dans sa stratégie d'investissements en produisant notamment un plan pluriannuel d'investissements à partir des orientations du comité des besoins scientifiques du MESRI et orientant les travaux du CT et du CCAF.

Représentant l'État et le MESRE :

M. Laurent CROUZET, *Chef du Département Services et Infrastructures Numériques*

Représentant le CEA :

M. Christophe CALVIN, *Direction de la Recherche Fondamentale*

Représentant le CNRS :

M. Denis VEYNANTE, *Président du comité directeur de la mission Calcul-Données*

Représentant France Universités :

M. Olivier SIMONIN, *Président de l'Institut National Polytechnique de Toulouse*

Représentant Inria :

Pas de représentant.

GENCI EN 2026

En 2026, l'activité de GENCI sera marquée par de nombreux défis

INFRASTRUCTURES, UTILISATEURS ET PROJETS

- Inauguration du calculateur quantique photonique *Lucy*
- Sélection du fournisseur pour le stockage *Alice Recoque*
- Portail de l'AI Factory France
- Extension d'ADASTRA
- Acquisition d'un calculateur quantique à qubits de chats
- Action des Maisons du Quantique
- Appels à projets A20 et A21
- Résultats scientifiques

ÉVÉNEMENTS

EuroHPC summit Week 2026 **ISC**
Forum ORAP
Vivatech **AI Action Summit**
France Quantum
Supercomputing

ET BIEN D'AUTRES ENCORE...

Un grand merci aux rédacteurs et aux contributeurs pour le temps et l'énergie que vous avez consacrés à ce rapport retraçant l'ensemble de l'activité de GENCI pendant l'année 2025.

C'est grâce à tous les acteurs présents dans ce rapport et à bien d'autres encore que GENCI peut atteindre ses objectifs et voir de nouvelles perspectives se dessiner chaque année.

Directeur de la publication : Michaël KRAJECKI – **Coordination :** Annabel TRUONG – **Conception & réalisation :** avec **des mots** – **Photos & illustrations :** Atos ; X. Bouzas ; CEA ; Jean-Pierre Chaboureau ; CINES ; CNRS Photothèque ; DR ; EuroHPC ; Eviden ; France Universités ; Remy Gabalda/MaxPPP ; GENCI ; Pascal Guittet ; IDRIS ; Inria ; iStock ; NVIDIA ; R. Pak/CNRS Photothèque ; PyannoteAI ; Radio France ; Safran ; Nathanael Schaeffer ; TGCC/CEA ; Karine Truffin – **Impression :** Quarante Six – GENCI : 6 bis, rue Auguste Vitu 75015 Paris - France – Tél. : +33 1 42 50 04 15 © GENCI – juin 2026



GENCI – 6 bis, rue Auguste Vitu 75015 Paris – France
Tél. : +33 1 42 50 04 15
www.genci.fr



Suivez GENCI

