

45 ANS D'HISTOIRE D'UN

# CENTRE NATIONAL DE CALCUL SCIENTIFIQUE INTENSIF À MONTPELLIER

1979-2024



Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur

00101101

CENTRE INFORMATIQUE NATIONAL DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR



# INTRODUCTION

Au début des années 80, le premier ordinateur installé au CNUSC et fabriqué par la société IBM avait une capacité de 6 millions d'instructions par seconde (6 MIPS), soit mille fois plus puissant que le premier calculateur électronique, développé aux USA, l'ENIAC (1946, 5000 additions par seconde). Aujourd'hui, le supercalculateur de rang mondial ADASTRA, inauguré au CINES en 2023 avec une puissance de 75 pétaflops, est 10 milliards de fois plus performant que le tout premier ordinateur installé au CNUSC !

Pendant 45 ans le CINES - avec les deux autres centres nationaux (IDRIS du CNRS et TGCC du CEA) puis la coordination nationale de GENCI pour l'acquisition des moyens de calculs et l'affectation des heures de calcul aux communautés scientifiques, a accompagné les évolutions du calcul intensif, tout en initiant de nouvelles missions originales comme l'archivage pérenne des données numériques, ou l'hébergement d'infrastructures numériques d'établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche. Le CINES occupe ainsi aujourd'hui une place centrale dans l'organisation nationale des moyens de calcul.

Nous apportons ici dans ce contexte historique plusieurs témoignages pour évoquer l'émergence de l'informatique et du calcul scientifique à Montpellier, avant la création du CNUSC. Dans une seconde partie nous décrivons cette aventure qui a conduit progressivement à disposer de moyens de calcul intensif exceptionnels : évolutions vers Unix, passage du calcul vectoriel au parallèle, jusqu'à aujourd'hui avec les composants GPUs, avec comme fil conducteur la question du portage des codes sur de nouveaux environnements. Pendant cette période, l'accès aux moyens de calcul du CINES s'est fait localement, puis à distance avec des lignes spécialisées, puis par le déploiement des réseaux. Dans la troisième partie, nous évoquerons la période de 2018 à aujourd'hui, avec un CINES qui s'est adapté aux évolutions actuelles, qu'elles soient dans la standardisation pour la conservation des archives de l'État avec le programme interministériel Vitam (valeurs immatérielles transmises aux archives pour mémoire), ou technologiques avec les partitions GPUs incontournables d'ADASTRA pour les modélisations en intelligence artificielle, ou sociétales avec des enjeux de sobriété, de souveraineté et de sécurité. Dans la dernière partie nous nous projeterons vers l'horizon 2030, en nous inscrivant dans les orientations définies par l'État : plan d'investissement « France 2030 » pour les technologies innovantes (dont l'IA), enjeux de souveraineté, réponses aux défis planétaires sur les impacts environnementaux, les risques climatiques et les attentes sociétales avec pour conséquence de nombreuses transitions (énergétique, climatique, numérique et santé...) à accompagner.

Pour le CINES ce sera en 2030 un autre rendez-vous : 50 ans d'histoire, 50 ans d'évolutions, 50 ans de défis, les derniers étant actuellement ceux des moyens de calculs adaptés au calcul intensif et à l'intelligence artificielle, ainsi que celui de la sobriété énergétique, de la mutualisation, pour calculer mieux avec des ressources limitées.

Établir des ponts entre les sciences, les technologies, les innovations, la création de valeurs et les nouveaux usages, tel est notre fil conducteur.

**Pr. Michel ROBERT**

Directeur du CINES

01.09.2024

# SOMMAIRE

- 3 Introduction
- 6 Dates clés
- 7 Calcul intensif
- 8 Evolution des technologies  
de stockages et d'archivage des données

## 9-18 PARTIE 1

Émergence de l'informatique et des  
moyens de calcul à Montpellier

## 19-74 PARTIE 2

Historique technique d'un  
centre de calcul national

20-21 1979-1980

22-28 1980-1989

29-31 1990-1993



# DATES CLÉS



**17.11.1979**

Annnonce par le Président de la République de la création d'un second Centre National de Calcul Scientifique à Montpellier.

**20.04.1999**

Décret de création du CINES (Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur) Etablissement Public à caractère Administratif (EPA) en remplacement du CNUSC.

**24.04.2007**

Création de GENCI (Grand Équipement National de Calcul Intensif) : coordination des 3 centres nationaux CINES-MESR, IDRIS-CNRS et TGCC-CEA.

**2008**

Archivage numérique des thèses de doctorat françaises. L'ABES collecte les thèses. Le CINES est désigné par le Ministère comme centre national de conservation des thèses électroniques.

**2015-2023**

Supercalculateur OCCIGEN : 3,5 pétaflops.

**2023**

Inauguration du supercalculateur de rang mondial ADASTRA : 75 pétaflops (HPE Cray AMD) # 10 Top 500 Juin 2022 # 3 Green 500 2022 2023 (58,2 GF/W). 2 partitions CPU et GPU.

**2024**

Première extension d'Adastra avec une partition APU MI 300a. Mise en route de la plateforme d'archivage VITAM.

**1980-1981**

Construction et installation du CNUSC.

**2004**

Lancement du projet de Plateforme d'archivage du CINES (PAC).

**12.02.2008**

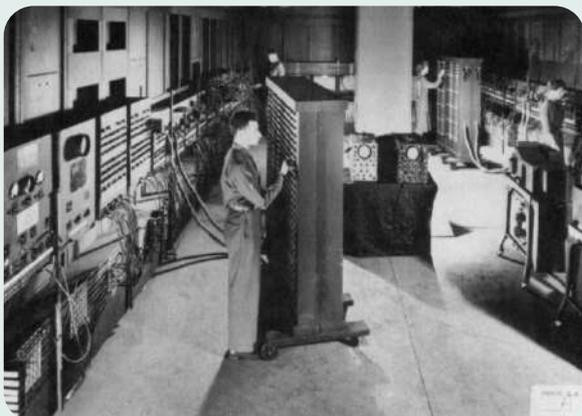
Une lettre co-signée des directeurs DGRI et DGES du MESR recentre les missions du CINES sur le calcul intensif, l'archivage pérenne, et une activité d'hébergement « sec » de matériels.

**06.03.2014**

Décret modifiant les statuts du CINES et officialisant les nouvelles missions :

- **Le calcul numérique intensif**, soit par les actions que le centre conduit directement soit par les conventions qu'il passe avec d'autres organismes publics ou privés, nationaux ou étrangers, en particulier dans le cadre des accords passés entre le centre et la société GENCI
- **L'archivage pérenne** de données électroniques afin de contribuer à la préservation du patrimoine scientifique national
- **L'hébergement** de matériels informatiques à vocation nationale dans la mesure de la disponibilité de locaux et de capacités techniques, électriques et de climatisation, ne compromettant pas l'exécution et l'évolution des deux missions précédentes.

# CALCUL INTENSIF



**Préhistoire (USA 1946) :** ENIAC (Electronic Numeral Integrator and Calculator) : premier calculateur électronique : 17468 tubes, 1500 relais, 30 tonnes, 150 KW pour une puissance de 5000 additions par seconde



**CNUSC 1981 :** ordinateur IBM 3033 U8 sous le système d'exploitation MVS et JCL (Job Control Language), offrant une mémoire de 8 Mo et un cycle de base de 57 nanosecondes, pour une puissance d'environ 6 Mips. La configuration était complétée par 11 unités de disques magnétiques de type IBM 3350 (temps d'accès moyen: 25 millisecondes; débit: 1,2 Mo/s), représentant une capacité de 7 Go en ligne, et 8 unités de bandes magnétiques 3420 étaient connectées pour les sauvegardes.



**CINES 2022 :** OCCIGEN (ATOS) 3,5 pétaflops, 3 336 nœuds de calcul / 85 824 cœurs, 650 millions d'heures de calcul par an soit plus de 5 milliards d'h.CPU consommées, 400 projets de recherche, 1800 utilisateurs, 8 ans d'exploitation, ~98 % de disponibilité. Très fort impact de cette machine, appréciée par la communauté de chercheurs. Bien qu'officiellement hors production depuis mai 2022, la machine a été utilisée à ~99 % jusqu'à fin octobre !



**CINES 2023 :** ADASTRA 75 pétaflops (HPE Cray AMD) # 10 Top 500 Juin 2022 # 3 Green 500 2022 2023 (58,2 GF/W). 2 partitions CPU et GPU. Du HPC à l'IA !

# EVOLUTION DES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE ET D'ARCHIVAGE DES DONNÉES



Stockage des données sur disque (photo de gauche)  
et bandes magnétiques (photo de droite)



Robot d'archivage (2024)



Stockage et services Adastra (2024)

# 01

Émergence de l'informatique  
et des moyens de calcul à  
Montpellier

# ÉMERGENCE DE L'INFORMATIQUE À MONTPELLIER

*Nous reprenons ici la publication « Sur la science informatique et son installation à Montpellier » par le Professeur Michel CHEIN, Bull. Acad. Sc. Lett. Montp.*

Établir une nouvelle discipline scientifique dans une université, est un processus long, complexe et difficile. Ce processus est encore plus difficile lorsqu'il s'agit d'une discipline jeune comme l'informatique que certains, heureusement de moins en moins nombreux, refusent de reconnaître comme une science. Bien que l'informatique soit la science au cœur du numérique : sans informatique pas de numérique !

Ce processus nécessite la création de cursus, la recherche et l'acquisition de machines, l'aménagement de l'espace dans des bâtiments existants ou la construction de nouveaux locaux. Il faut également établir un laboratoire de recherche et obtenir sa reconnaissance officielle. L'élément crucial est la présence de personnel : des universitaires, des administratifs, des techniciens, et des chercheurs pour mettre en place les structures et assurer leur fonctionnement. Cela nécessite des postes, et la lutte pour obtenir ces postes est un aspect central de la vie d'une université.

On peut distinguer trois étapes dans l'établissement de l'informatique à Montpellier :

- L'étape des pionniers, une vingtaine d'années entre 1960 et 1980.
- L'étape de la consolidation qui est celle de la création d'un cursus complet d'informatique à la faculté des sciences et de la création du CRIM (Centre de Recherche en Informatique de Montpellier), laboratoire associé au CNRS.
- La 3<sup>e</sup> étape commencée en 1992 par la création du LIRMM (Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier), résultat de la fusion de deux laboratoires le CRIM et le LAMM (Laboratoire d'Automatique et de Microélectronique de Montpellier), ne sera pas détaillée car il est facile de trouver des informations sur cette dernière période.

## Les pionniers 1960-1980

En simplifiant, on peut distinguer quatre types de pionniers en informatique. Des physiciens ou des chimistes ayant des besoins de calcul, ce fut le cas à Montpellier de Jean Falgueirettes, cristallographe. Une deuxième catégorie est constituée de mathématiciens attirés par tout ce qui concerne le calcul comme d'autres sont intéressés par des problèmes de physique ou de biologie, ou par des mathématiciens ayant des calculs importants à faire, ce fut le cas à Montpellier d'Yves Escoufier, statisticien. Une troisième catégorie de pionniers est composée d'universitaires d'une autre discipline pensant que l'informatique est une discipline tellement importante qu'une faculté des sciences doit avoir un département informatique et à Montpellier ce furent un mécanicien Olivier Maisonneuve et un mathématicien Bernard Charles.

<sup>1</sup> « Sur la science informatique et son installation à Montpellier » par Michel CHEIN, Professeur émérite à l'Université de Montpellier, Académie des Sciences et Lettres de Montpellier Bull. Acad. Sc. Lett. Montp., vol. 48, suppl. C1 (2017) Colloque "Montpellier et la Science, un passé prestigieux, atout pour l'avenir", 31 mars - 1er avril 2017, Montpellier (France)

## 1960

Tout commence cette année-là, avec la création d'un centre de calcul, rue de l'Université, équipé d'un IBM 1620, pour les travaux de Jean Falgueirettes sur les structures cristallines qui nécessitaient des calculs importants. Bernard Filliatre, qui s'occupera quelques années plus tard de la MIAGE (Maîtrise d'Informatique Appliquée à la Gestion), est le premier technicien embauché dans le centre de calcul.

## 1966

C'est l'année de la création de l'IUT avec pour seul département celui d'Informatique. Jean Falguièrettes assume les fonctions de directeur de l'IUT et du département informatique pendant deux années scolaires (plus tard J. Falguièrettes créera une filière informatique dans le centre associé du CNAM). L'IUT est hébergé Rue du Cardinal de Cabrières. L'arrivée du 360/40 au centre de calcul et le transfert du 1620 à l'IUT ont été concomitants à l'automne 1966.

## 1968

Yves Escoufier (un statisticien qui deviendra président de l'Université) et Robert Reix (un gestionnaire qui créera l'IAE) co-dirigent le département informatique.

## 1969

Création de la MIAGE (20 étudiants) avec B. Charles pour directeur et J. Falguières comme professeur d'informatique. Intégrée à l'ISIM (Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier) en 1970, cette filière deviendra la filière IG de Polytech en 2003 (avec deux ingénieurs en 71, 13 en 72, 24 en 73,... 40 maintenant). C'est aussi l'année du recrutement de Jean Bosmorin en 1969 comme Maître Assistant à l'IUT.

## 1970

Marc Nanard, qui était assistant à Lille, rejoint l'IUT, et Jocelyne Nanard l'ISIM.

## 1971

Yves Césari, un informaticien théoricien, est le premier professeur d'informatique recruté à Montpellier (il quittera quelques années plus tard l'IUT pour Paul Valéry). O. Maisonneuve, dont le rôle sera important y compris au niveau national puisqu'il sera président de la Commission Pédagogique Nationale des départements d'informatique, est recruté lui aussi comme professeur. Il crée un DEA d'informatique, Diplôme d'Études Approfondies, qui est nécessaire pour s'inscrire en thèse. Ce DEA, qui fonctionna un an, permit aux nombreux assistants, non informaticiens mais « convertis » à l'informatique dans le cadre d'un stage national organisé à Montpellier (H. Bétaille, J. Boyat, Danièle Héryn, A.-M. Massotte, J.-P. Magnier, ...), de préparer une thèse. B. Filliatre soutient une thèse d'État et est recruté comme professeur à l'ISIM.

## 1974

Création du CRIG, un laboratoire universitaire composé de 3 équipes, Informatique (J. Falguière et « sa » secrétaire Renée Bessière qui deviendra la secrétaire du CRIM), Statistiques (Y. Escoufier, retour de Montréal en octobre, date à laquelle il crée une option analyse des données en DEA de maths et qui créera un laboratoire de statistiques Université-ENSAM-INRA, avant de devenir président de l'UM2) et Gestion (R. Reix qui créera l'Institut d'Administration des Entreprises). Le CRIG, qui est plus une structure administrative qu'un laboratoire de recherche sauf en gestion, dispose d'une salle dans le département info de l'IUT et d'un SOLAR 16 (qui n'a pas ou très peu servi).

## 1975-80

Cette période voit une accélération du développement de l'informatique dans les deux pôles que sont l'IUT et l'ISIM. Deux professeurs d'informatique, spécialistes des systèmes, sont recrutés, Jean Ferrié à l'ISIM et Claude Boksenbaum à l'IUT. Marc Nanard soutient une thèse d'État. L'IUT s'est équipé d'un SIEMENS 4004 (360/30) et le centre de calcul d'un 360/65 installé dans un bâtiment spécialement construit sur le campus de la Colombière.

**Résumons la situation :** À la fin des années 70, il y a une douzaine d'informaticiens dispersés thématiquement, géographiquement (campus Triolet, Saint Priest, La Colombière et UPV) et institutionnellement (UM2 et UPV). Les deux places fortes sont : le département informatique de l'IUT (avec C. Boksenbaum, J. Bosmorin, M. Nanard, J.-M. Boë, H. Béthaille, J. Boyat, ...) et la filière FIG de l'ISIM (avec J. Ferrié, B. Filliâtre, J. Nanard, ...), il y a aussi quelques personnes autour de Y. Césari à l'UPV. Il n'existe pas de cursus d'informatique à la Faculté des Sciences et pas de laboratoire de recherche en informatique.

### **La consolidation 1980-1992**

Ces années sont marquées par la création et le développement d'un laboratoire de recherche, le CRIM, et d'un cursus complet à la faculté des sciences. Pour accélérer le développement de certaines disciplines dans des universités de province, la mission à la recherche du Ministère, dirigée par François Davoine, suscita le transfert d'équipes de recherche d'universités pléthoriques (en fait, parisiennes ...) vers des universités de province. Voulant quitter Paris VI, une partie de l'équipe de Michel CHEIN a sauté sur l'occasion. Cependant, si Paris VI était pléthorique, elle ne l'était pas en informatique ... Paris VI ne voulant pas perdre un poste de professeur, trois postes d'assistants et un poste de chercheur au CNRS et ayant de plus peur que ce départ suscite un appel d'air (ce qui d'ailleurs se produisit) ... Le transfert fut plus compliqué que prévu ! Leur mission était de créer un cursus complet d'informatique à la faculté des sciences (licence, maîtrise, DEA, plus tard complété par un IUP et une formation doctorale) et un laboratoire d'informatique reconnu par le CNRS.

Le CRIM, Centre de Recherches en Informatique de Montpellier, fut créé en 1982. Il était composé de trois équipes : Algorithmique et graphes (J.-P. Bordat, A. Cazes, M. Chein, O. Cogis, M.-C. Vilarem), Combinatoire des langages formels (J.-M. Boë, Y. Césari, E. Lochard, C. Mallol, M. Vincent) et Logiciel de base (C. Boksenbaum, J. Ferrié, J. Nanard, M. Nanard). Le CRIM s'est développé rapidement, en particulier grâce à la création du GSDIALR (Groupement Scientifique pour le Développement de l'Intelligence Artificielle en Languedoc-Roussillon) qui permit le transfert, entre autres, de J. Sallantin, d'O. Gascuel, et J. Quinqueton, la création du GLIM (Groupe de Recherche en Linguistique, Informatique et Médecine) avec C. Baylon et P. Dujols associant les trois universités montpelliéraines, et la création de l'École doctorale SPI (Sciences Pour l'Ingénieur, devenue I2S Information Structures Systèmes).

Cette période se termine avec la fusion du CRIM et du LAMM, créé et dirigé par C. Durante, pour créer le LIRMM en 1991 (comme laboratoire universitaire) et officiellement en 1992 comme unité mixte de l'UM2 et du CNRS. G. Cambon, son premier directeur, sut gérer avec doigté la difficile fusion de deux laboratoires ayant des cultures différentes, et depuis le LIRMM s'est développé pour devenir l'un des plus importants laboratoires français en informatique, robotique et microélectronique, dont le rayonnement est international.

## **ÉMERGENCE LOCALE DES MOYENS DE CALCUL À L'UNIVERSITÉ : LE CITIM <sup>2</sup>**

Le premier ordinateur acheté par la faculté des sciences est un IBM 1620. C'est Jean Falguerettes, professeur de cristallographie, qui est à l'origine de cet achat car il avait des besoins de calcul pour des structures de cristaux. Bernard Filliatre a été embauché comme technicien au début de l'année 1963. L'ordinateur a donc dû être acheté fin 1962 ou début 1963.

Cet ordinateur a été déménagé au campus du Triolet au moment où il a été livré aux scientifiques, c'est-à-dire à la rentrée 1964. Il a été ensuite transmis au département informatique de l'IUT quelque temps après sa création, qui date d'octobre 1966. Ce département était installé alors dans les locaux que la Faculté des Lettres venait de libérer rue Cardinal de Cabrières, aujourd'hui locaux utilisés par la Faculté de Droit et de Sciences Politiques. Un local avait été construit dans la cour pour accueillir l'IBM 1620. Cet ordinateur a été ensuite remplacé à l'IUT par un IBM 1440 qui sera lui-même remplacé lorsque le département informatique de l'IUT migrera au bâtiment K de l'IUT actuel par un Siemens d'occasion, reconditionné, comparable à un IBM 360.40.

Lorsque l'IBM 1620 a quitté la Faculté des Sciences pour le département informatique de l'IUT, il a été remplacé par un IBM 360.40. C'était le début du CITIM... avant la création du CNUSC en 1980.

<sup>2</sup> Cette partie a été rédigée par le Président honoraire de l'université de Montpellier 2, le Professeur de mathématiques Yves Escoufier.

## ÉMERGENCE D'UN CENTRE DE CALCUL NATIONAL POUR LE SUD DE LA FRANCE

Le choix du site de Montpellier pour créer un second centre de calcul national après celui situé à Orsay ne relève en rien du hasard. L'annonce a été faite le 17 novembre 1979 par le Président de la République dans le cadre du Plan du Grand Sud-Ouest (cf. annexe 1).

Ce Centre, initialement dénommé CIRCE 2 puis rapidement CNUSC (Centre National Universitaire Sud de Calcul), est devenu le CINES en 1999, avec de nouvelles missions et responsabilités fixées par décret : le calcul scientifique intensif, l'archivage pérenne de données numériques et l'hébergement d'infrastructures d'établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche (universités, organismes de recherche). Ce choix a pris notamment en compte la présence de l'Université de Montpellier qui disposait à l'époque d'un centre de calcul piloté par des scientifiques réputés et de la présence de la société IBM installée à Montpellier depuis 1965 afin d'y produire les ordinateurs les plus puissants à destination du marché européen.

Le CNUSC (Centre National Universitaire Sud de Calcul) a été ainsi créé en juillet 1980 à Montpellier dans le cadre du schéma directeur de l'informatique du ministère des universités, pour répondre à l'accroissement des besoins de la recherche en moyens informatiques. Occupant des locaux provisoires dans les bâtiments du jardin des plantes et hébergé à l'IUT de Montpellier pour les salles machines, jusqu'en juillet 1981, le CNUSC s'est ensuite installé dans ses locaux définitifs situés au nord de Montpellier dans la zone des laboratoires, 950 rue de St Priest.





Christian Durante

**Christian Durante**, premier directeur du CNUSC dont l'implication a été fondamentale pour la création du centre, et Jean-Claude Ippolito, directeur adjoint puis directeur du CNUSC, ont grandement contribué au développement de l'établissement au cours de ses premières années d'existence. Il s'agissait en particulier d'organiser le transfert d'une partie des personnels du CITIM au CNUSC et d'amorcer la création et le fonctionnement d'un nouveau centre.

Avant de rejoindre l'université de Montpellier, le Professeur Christian Durante avait débuté sa carrière à Toulouse au LAAS (Laboratoire de recherche du CNRS spécialisé dans l'analyse et l'architecture des systèmes) et il proposa la nomination d'un directeur adjoint Jean-Claude Ippolito qu'il avait connu au LAAS. Christian Durante dirigea le CNUSC de sa création en 1980 jusqu'en 1981. Il a par ailleurs joué un rôle déterminant dans la création du Laboratoire d'Automatique de Montpellier (LAM), devenu plus tard le LAMM et enfin le LIRMM. Il a également dirigé l'École Polytechnique Universitaire de Montpellier (ISIM devenu Polytech Montpellier), dirigé le CITIM avant d'assurer la direction du CNUSC. Son expertise a jeté les bases de la renommée du CINES en tant que centre d'excellence en calcul intensif.



Jean-Claude Ippolito

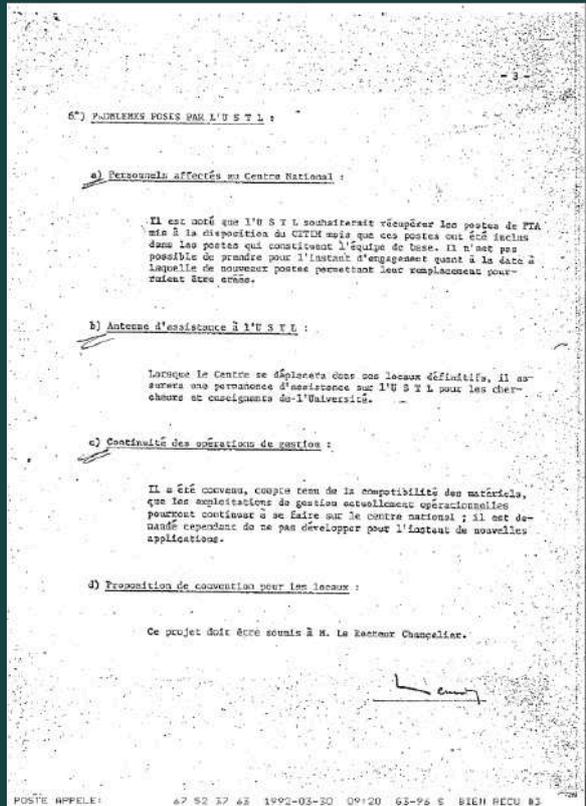
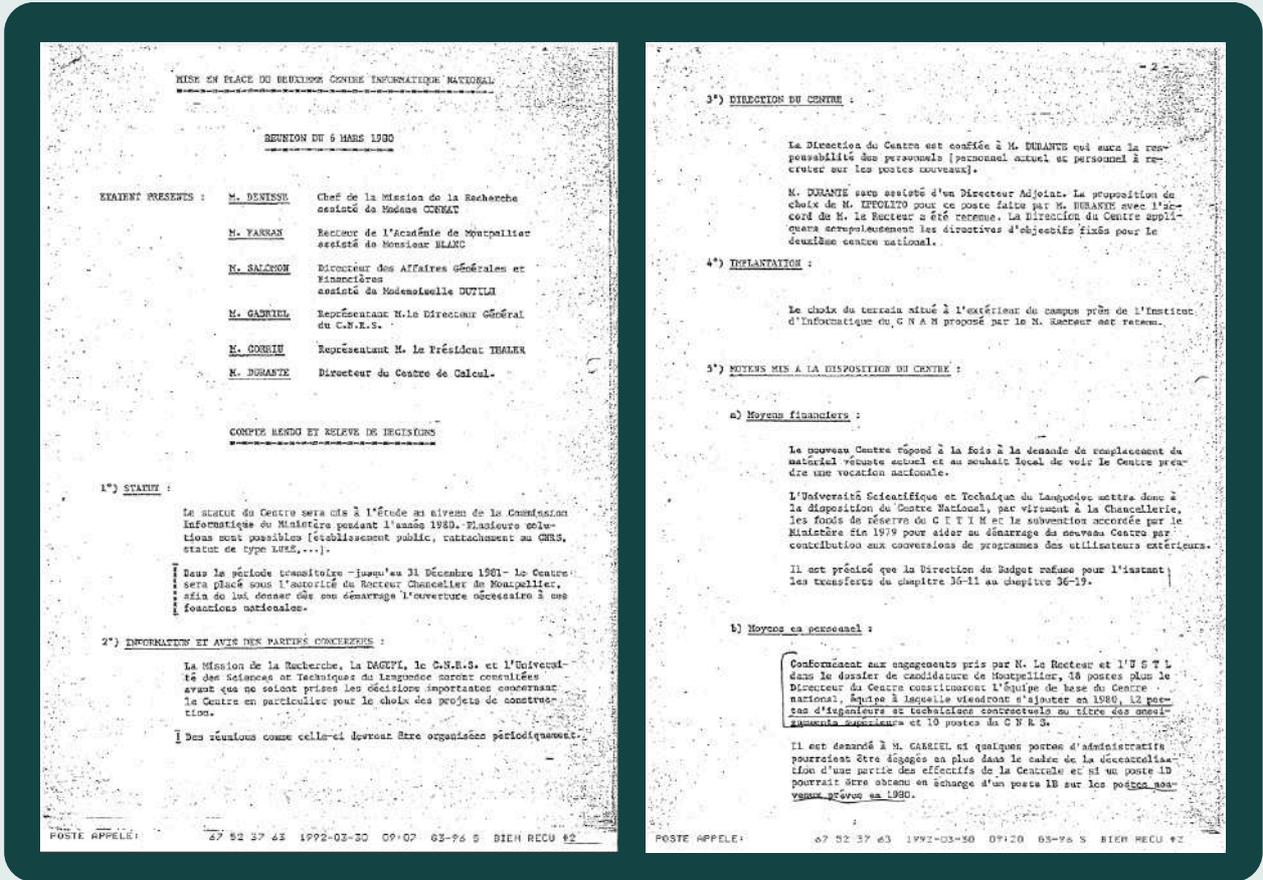
**Jean Claude Ippolito**, quant à lui, a succédé à Christian Durante en tant que directeur du CNUSC en 1981, après avoir été directeur adjoint. Ingénieur de recherche et premier responsable du service informatique au LAAS à Toulouse, il a dirigé le centre avec brio pendant neuf ans, contribuant ainsi à son expansion et à sa reconnaissance nationale et internationale.

Les directeurs du CNUSC puis du CINES	
Christian Durante	1980 - 1981
Jean-Claude Ippolito	1981 - 1989
Jean-Loic Delhaye	1990 - 1994
Philippe Rouzaud	1994 - 1997
Alain Quéré	1998 - 2002
Thierry Porcher	2003 - 2007
Francis Daumas	2008 - 2017
Boris Dintrans	2017 - 2022
Michel Robert	2022



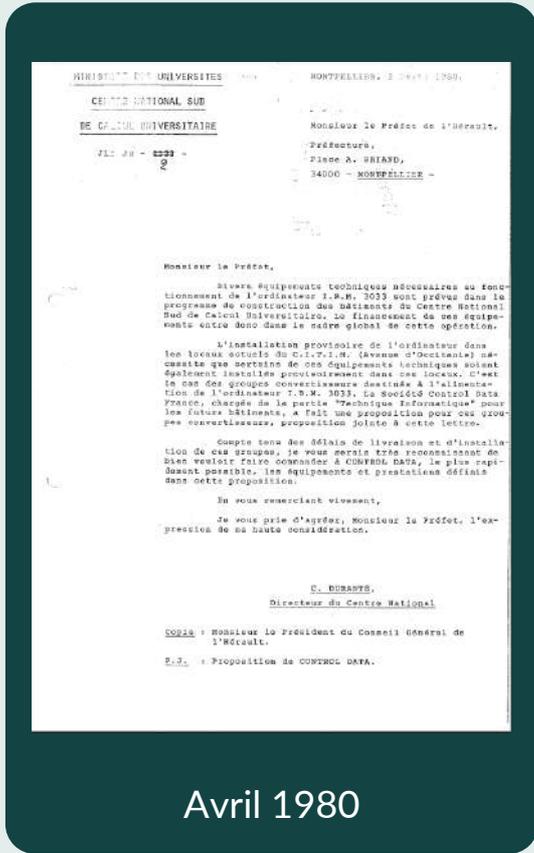
Plaques commémoratives dévoilées en 2024. La désignation en 2024 de la salle SM1 "Durante - Ippolito" symbolise ainsi la continuité et l'engagement du CINES envers l'excellence et l'innovation. Nous sommes honorés de rendre hommage à ces deux personnalités exceptionnelles qui ont laissé une empreinte indélébile dans l'histoire de notre centre.

# QUELQUES ARCHIVES : UNIVERSITÉ - CITIM - CNUSC

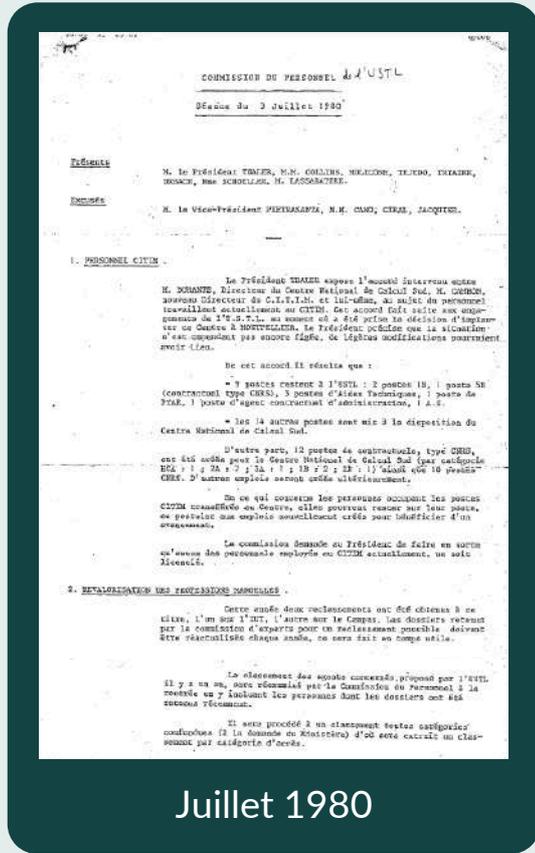


Mars 1980

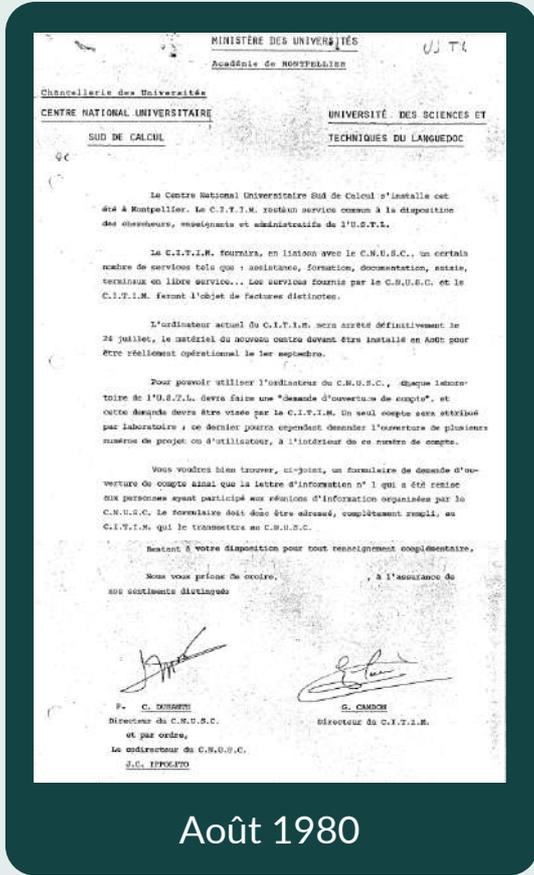
# QUELQUES ARCHIVES : UNIVERSITÉ - CITIM - CNUSC



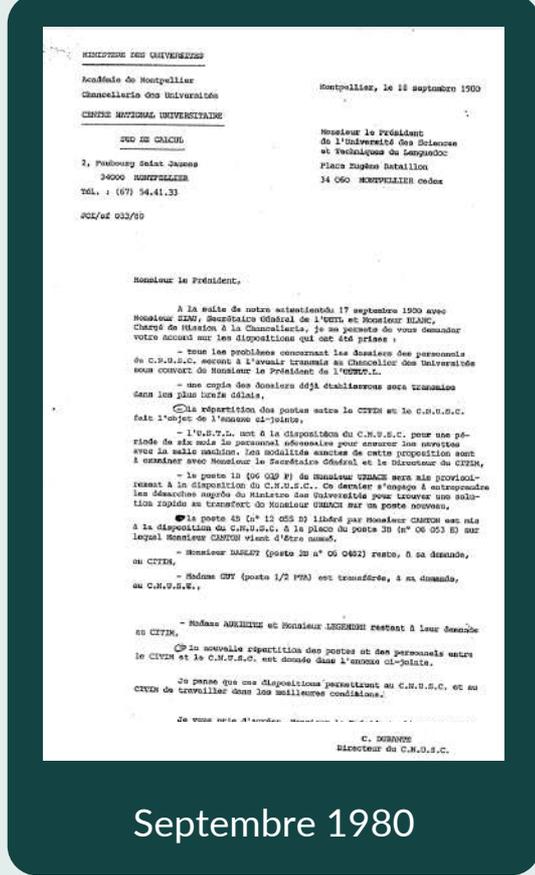
Avril 1980



Juillet 1980



Août 1980



Septembre 1980

# ANNEXE 1

## Archives : articles du journal Midi Libre



### 1979 : Le 2ème centre de calcul universitaire implanté à Montpellier

Me François Delmas, secrétaire d'État auprès du ministre de l'Environnement, a adressé hier à M. le recteur Farran la lettre suivante pour lui annoncer l'implantation à Montpellier du nouveau centre de calcul universitaire C.I.R.C.E. 2 : « Cher Monsieur le Recteur, « Le 12 novembre 1979, vous avez bien

voulu me demander de présider un repas de travail au cours duquel M. le sénateur Alliès, représentant l'Établissement public régional: M. Saumade, président du Conseil général de l'Hérault ; M. Frêche, maire de Montpellier, se sont joints à vous pour attirer mon attention sur l'intérêt que leurs assemblées portaient à l'implantation du centre de calcul Circe II à Montpellier, et sur la décision de ces assemblées de contribuer financièrement aux dépenses d'investissement de cette réalisation.

« J'avais au préalable, de mon côté, entretenu Mme Saunier-Séité, ministre des Universités de l'intérêt du choix qu'elle serait appelé à faire. Il m'est donc particulièrement agréable de vous confirmer que cette décision vient d'être rendue publique, hier, par M. le Président de la République. Il s'agit d'un choix des plus honorables pour notre Université de Montpellier et je le crois capital pour l'avenir de notre région. Je suis particulièrement heureux d'avoir pu joindre mes efforts aux vôtres et de vous féliciter du succès obtenu. »

Ainsi que l'indique cette lettre, la ville de Montpellier, le Conseil général de l'Hérault et le Conseil régional n'avaient pas manqué de tout faire pour obtenir cette implantation au cours de la réunion de travail avec le recteur de l'Académie et les représentants du ministère des Universités. L'action conjuguée de MM. Delmas, Frêche, Saumade, Alliès et Tailhades a donc permis de faire triompher au plus haut niveau les atouts de Montpellier, qui par sa position centrale entre Bordeaux et Nice est en effet la mieux placée pour assurer la desserte informatique de toutes les universités du Midi. L'impact de cette création sera important pour l'université de Montpellier, la ville et toute la région. Car, outre la création de 40 emplois de chercheurs, « Circe II » représente environ trois milliards et demi d'investissements d'Etat, 400 millions de budget annuel en fonctionnement et vraisemblablement d'importantes retombées dans le domaine de l'industrialisation en matière informatique.

### 1979 : Le deuxième centre de calcul universitaire sera implanté sur le campus montpelliérain

Le président de la République a annoncé, le samedi 17 novembre, à Mazamet, dans le cadre du Plan du Grand Sud-Ouest, l'implantation, à Montpellier, d'un deuxième Centre national de calcul universitaire.

Cet organisme, qui dépendra du ministère des Universités, concernera essentiellement, dans un premier temps, les universités et les laboratoires de recherche du sud du pays. Il est prévu que, dans un deuxième temps, son réseau couvre l'ensemble du territoire, en fonction de ses caractéristiques propres et du fait qu'il sera interconnecté avec le Centre national de calcul existant actuellement à Orsay dans la région parisienne. Le Centre de Calcul sera équipé avec du matériel I.B.M. de type 30-33, c'est-à-dire avec un très gros ordinateur.

Il permettra à tous les universitaires et les chercheurs de réaliser des calculs très importants au niveau de la recherche fondamentale et appliquée et leur donnera ainsi des moyens compétitifs de calcul par rapport à l'étranger. Ce Centre permettra également de développer dans la région des enseignements informatiques et offrira aux collectivités locales des moyens de calcul considérables. Le Centre de Calcul sera construit sur un terrain appartenant à l'État et affecté au ministère des Universités, situé au nord de Montpellier, dans la zone des campus universitaires.

Le Centre de Calcul comprendra une salle machines de 450 m<sup>2</sup> qui abritera le matériel informatique, des annexes techniques, des locaux administratifs et des locaux d'accueil pour l'organisation de conférences et de séminaires, soit pour l'ensemble une surface approximative de 2.000 m<sup>2</sup> environ, une extension à 4.000 m<sup>2</sup> étant d'ores et déjà envisagée.

La création à Montpellier de ce Centre national de calcul universitaire confirme la vocation informatique de la région. Elle est facilitée par la proximité des installations IBM qui assureront la maintenance.





# Historique technique d'un centre de calcul national

Francis DAUMAS, Directeur du CINES (2008-2017)  
avec l'aide des anciens directeurs.

1979

1980



La création d'un centre national  
dans le sud de la France



## JEAN-CLAUDE IPPOLITO

Co-Directeur 1980-1981 puis Directeur 1981-1989

L'histoire commence en 1979. À cette époque, dans le cadre du schéma directeur de l'informatique du Ministère des Universités, dont Madame Alice Saunier-Seïté est la Ministre, la Direction de la recherche a le projet de créer un centre de calcul national dans le sud de la France, en complément du CIRCE centre national de calcul du CNRS installé à Orsay dans la région parisienne. Chacun des deux centres a pour vocation de s'adresser à toutes les universités et les centres de recherche, et de créer un maillage avec les centres informatiques locaux.

Un appel à candidature est alors lancé par le Ministère à destination des académies du sud de la France. Plusieurs villes font acte de candidature pour accueillir ce nouveau centre. Sous le pilotage des responsables du centre informatique des universités de Montpellier et grâce au soutien de François Delmas Secrétaire d'Etat auprès du Ministre de l'Environnement, à la mobilisation combinée des instances universitaires et de recherche de Montpellier, des collectivités territoriales locales (Georges Frêche, Maire de Montpellier, Gérard Saumade Président du Conseil Général, Jacques Blanc, Président de la Région Languedoc-Roussillon) et la présence de l'usine IBM dans la ville, la candidature de Montpellier est finalement choisie. Le président Valéry Giscard d'Estaing annonce en novembre 1979, dans un discours prononcé à Mazamet, l'implantation de ce nouveau centre à Montpellier dans le cadre des mesures d'équipement du grand sud-ouest.



Le Centre National Universitaire Sud de Calcul est alors effectivement créé en juin 1980. Le professeur Durante de l'Université Montpellier en assure la direction, avant de la passer à Jean-Claude Ippolito, ingénieur venant du CERFACS de Toulouse. Un nouveau bâtiment financé par les collectivités territoriales est mis en chantier dans le nord de Montpellier, rue de Saint Priest, avec pour objectif une livraison en été 1981.

L'organisation de l'informatique s'articule sur trois niveaux : les centres points d'accès dans les universités, les centres de calcul régionaux (Grenoble, Marseille, Nice, Toulouse, Bordeaux, etc.) et les deux centres nationaux. La mission confiée au nouveau centre national CNUSC est donc, en relation avec les autres niveaux de l'organisation, de répondre au mieux aux besoins des universités et centres de recherche, en particulier dans le traitement de l'information et le calcul scientifique.

1980

1989



Les débuts du CNUSC



Le CNUSC (Centre National Universitaire Sud de Calcul) a été créé en 1980 à Montpellier dans le cadre du schéma directeur de l'informatique du ministère en charge des universités, pour répondre à l'accroissement des besoins de la recherche en moyens informatiques. Le CNUSC ouvre ses portes et ses services en septembre 1980.

Les premiers utilisateurs sont ceux du Centre Interuniversitaire de Traitement de l'Information de Montpellier (CITIM), puis avec la mise en service des premières lignes de transmission de données, les chercheurs de Grenoble, Marseille, Nice, Toulouse et Bordeaux ont accès aux services du centre.

Le CNUSC occupe des locaux provisoires dans les bâtiments du jardin des plantes mis à disposition par le rectorat, rue du Faubourg St Jaume, et est hébergé à l'IUT de Montpellier pour les salles machines, jusqu'en juillet 1981. Il s'est ensuite installé dans ses locaux définitifs situés au nord de Montpellier dans la zone des laboratoires, 950 rue de St Priest. Le CNUSC est inauguré par le Ministre de l'Éducation nationale Alain Savary le 4 juin 1982.

C'est alors un service rattaché à la Chancellerie des Universités. Christian Durante est le premier directeur. Jean Claude Ippolito lui succède en 1981. Il poursuivra son mandat jusqu'en 1989. Jean-Loïc Delhaye est Directeur Technique et Gabriel Cauvel de Beauvillé est le responsable administratif.

À ses débuts, le Centre était équipé d'un ordinateur IBM 3033 U8, la machine la plus puissante de la gamme IBM à cette époque, sous le système d'exploitation MVS et son fameux JCL (Job Control Language), offrant une mémoire de 8 Mo et un cycle de base de 57 nanosecondes, pour une puissance d'environ 6 Mips. La configuration était complétée par 11 unités de disques magnétiques de type IBM 3350 (temps d'accès moyen : 25 millisecondes ; débit : 1,2 Mo/s), représentant une capacité de 7 Go en ligne, et 8 unités de bandes magnétiques 3420 étaient connectées pour les sauvegardes.



L'utilisation de la ressource CPU optimisée par la technique de multiprogrammation permettait d'exécuter 10 à 15 travaux simultanément. Chaque travail qui s'exécutait bénéficiait d'environ 10 Mo de mémoire virtuelle. Une grande partie de ces travaux était soumise en batch. On est très loin des performances actuelles ! Les heures de calcul sont « facturées » aux utilisateurs.

## 1981

La première année (1981) est consacrée à la mise en œuvre des différents services de base : logiciels, progiciels, environnements de travail pour le traitement par lot (soumission de travaux sur terminal mais aussi encore sur lecteur de cartes), gestion et protection des données, documentations, formations locales puis à l'extérieur dans les villes connectées.

## 1982

Les années suivantes voient la multiplication des lignes spécialisées (Lyon, Pau, Limoges, Aix-en-Provence, Clermont-Ferrand, Besançon, etc.). Le service Transpac, réseau commuté, est ouvert.

Fin 1982, 42 ordinateurs ou terminaux lourds points d'accès sont connectés au centre, l'interconnexion avec le CIRCE est opérationnelle ainsi que l'accès au CRAY-1 du GETIA puis celui du CCVR (Centre de Calcul Vectoriel pour la Recherche) en 1983. La mise en service de logiciels se prolonge avec un poste de travail de CAO (Conception Assistée par Ordinateur, logiciel CATIA), la PAO (Publication Assistée par Ordinateur, DCF et imprimante à laser IBM 6670), les statistiques (logiciel SAS), calcul de structures, cartographie, éléments finis, etc.

## 1983

En juin 1983, 500 sigles situés dans 25 départements ont été ouverts sur l'IBM 3033, qui commence à saturer malgré la mise en œuvre de tarifs réduits pour les travaux de nuit et de week-end.

## 1984

En février 1984 une machine IBM 3081-D a pris le relais du 3033, il double la puissance de calcul disponible. La machine est frontale du calculateur vectoriel CRAY installé au CCVR près de Paris.

## 1985

En 1985, le système d'exploitation VM (Virtual Machine) est installé en complément de MVS. Le 7 novembre 1985 est inaugurée une première mondiale, la transmission de données à haut débit (2 Mb/s) via une antenne satellite. À la fin de cette année, on compte plus de 70 ordinateurs connectés en mode RJE/NJE.

## 1986

IBM 3081-D évolue en 3081-K et est complétée par un IBM 3090-200 en 1986, équipé de deux unités de calcul vectoriel (VF). La puissance totale du centre passe de 5 à 45 millions d'opérations par seconde en mode scalaire et à 250 millions d'opérations en mode vectoriel. La mémoire passe de 12 à 112 millions d'octets et l'espace disque de 10 à 45 milliards d'octets.

En 1986, le MEN, le CNRS, le CIRAD, l'INRA, l'INSERM et l'ORSTOM créent le réseau REUNIR (Réseau des Universités et de la Recherche) avec pour objectif la coordination des actions. L'unique salle machine (circulaire) étant pleine, deux nouvelles salles machines sont construites en 1986.

## 1988

La machine 3090 est transformée en IBM 3090-400E en 1988 avec 3 unités de calcul vectoriel alors que l'IBM 3081-K reprend les services VM et le 3033 est définitivement retiré.

Le CNUSC est alors le premier des cinq Centres de Compétence en Calcul Numérique Intensif (C3NI) associés à IBM qui doivent être mis en place en Europe. En 1988, le C3NI du CNUSC est composé de 4 ingénieurs IBM et 4 ingénieurs du CNUSC, tous spécialistes du calcul scientifique à haute performance.

Objectif : promouvoir dans les domaines de recherche l'utilisation des grands moyens de calcul et des techniques de calcul intensif (vectoriel et parallèle) par la formation (30 cours, 400 chercheurs formés entre 1988 et 1989), le conseil, l'assistance, la publication d'un manuel de référence diffusé en France, en Europe et aux US, l'optimisation de codes, les collaborations internationales telles que celle avec Cornell National Supercomputing Facility aux US qui accueille la liaison satellite entre le réseau des superordinateurs européens (EASInet) et le réseau américain NSFnet. L'initiative a du succès et dès la fin 1988 une cinquantaine d'équipes de recherche réparties sur toute la France travaillent avec le C3NI. Les équipes sont ensuite structurées en 4 pôles scientifiques : biologie-informatique, sciences de la terre, physique des solides, mécanique des fluides. Les heures de calcul financées par le Ministère sont attribuées par un groupe d'experts.

Un symposium européen sur le calcul de haute performance est organisé début 1989 à Montpellier.

Malgré cela, les moyens de calcul nationaux sont insuffisants comparés à la puissance installée pour la recherche publique dans les autres pays :

PAYS	PUISSANCE DISPONIBLE EN MFLOPS (LINPACK) AUTOMNE 1989
Etats-Unis	24 000
Japon	10 000
Allemagne	8 000
Italie	3 000
France (MEN+CNRS)	1 500
Suisse	1200



Conformément à sa vocation initiale de Centre de calcul offrant des moyens informatiques aux chercheurs des différentes disciplines, le CNUSC offre un large éventail de logiciels applicatifs dans toutes les disciplines, des bibliothèques scientifiques au traitement de texte en passant par les statistiques, bases de données hiérarchiques ou relationnelles (notamment le système DB2 d'IBM installé en 1986), outils graphiques, de cartographie, de CAO, de simulation et des outils de pointe en calcul intensif avec une aide personnalisée assurée par le service assistance.

Assistances et conseils spécialisés aux utilisateurs ainsi que formations ont fait partie dès le départ des missions des personnels du Centre et notamment du service assistance assurant un « Box Assistance » qui centralise tous les appels pour résoudre en direct les problèmes posés par les utilisateurs ou les transmettre vers les experts en garantissant le suivi via la rédaction de tickets d'incidents.

Dès 1983, le CNUSC héberge l'application nationale de bibliothéconomie SIBIL (Système Informatisé pour les Bibliothèques) regroupant 32 bibliothèques universitaires. Elle est rejointe en 1984 par la base de données de l'INSERM (BIR).

La mission de serveur de grandes bases de données du CNUSC est illustrée en 1987 par l'installation de nouvelles bases de données nationales, dont l'Inventaire Forestier National et la base LABINTEL des laboratoires du CNRS dont la première version est développée par le CNUSC.

Les missions calcul et bases de données sont indissociables de la troisième mission qui consiste à fournir les moyens de communication. C'est le temps de l'informatique centralisée de type « mainframe », les utilisateurs se déplacent alors sur les centres locaux reliés par des lignes spécialisées. Ils viennent travailler sur les terminaux (type 3270) mis à leur disposition dans des salles aménagées au CNUSC, ou utilisent le réseau Transpac de France Télécom. Les éditeurs s'appellent TSO/SPF et GUTS (développé par l'université de Göteborg). Ce réseau est basé sur le protocole X25 (commutation de paquets en mode point à point).



1- Terminaux graphiques



2 - Disques



4 - Zone de pupritage



3 - Lecteur de bande



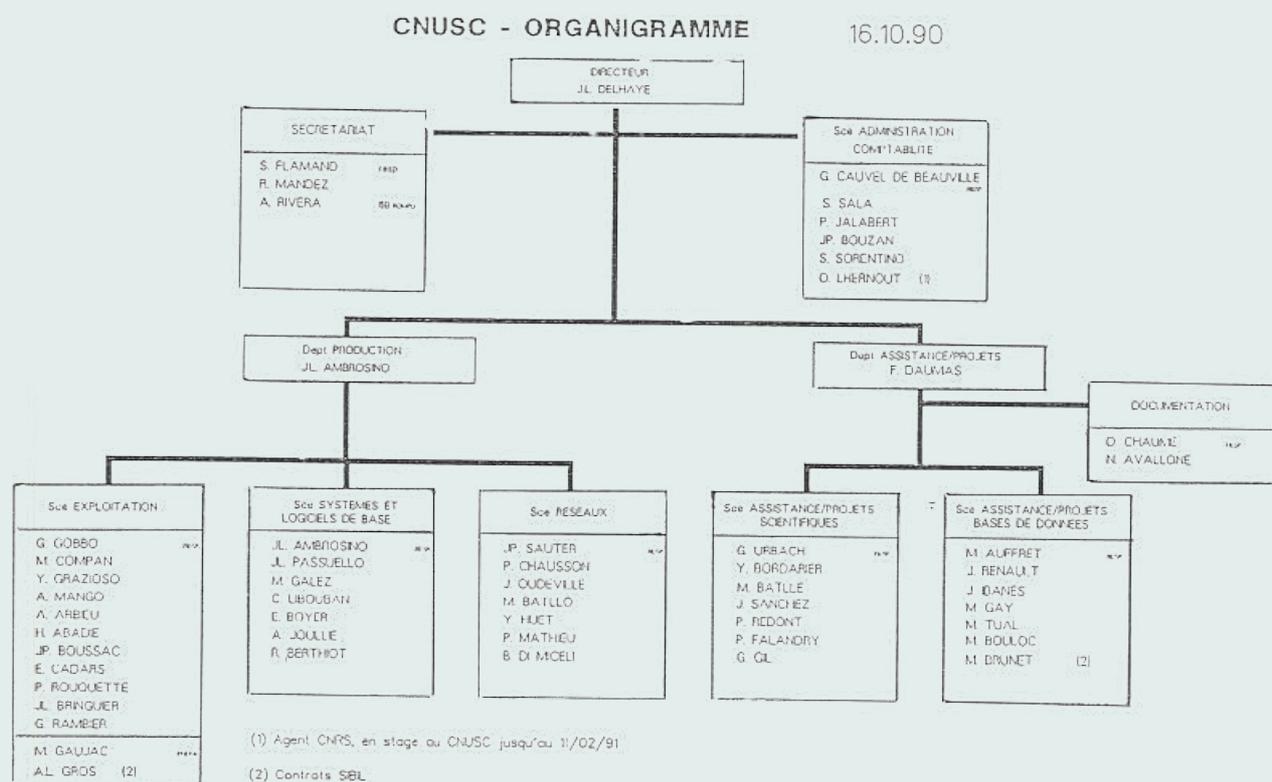
La mission de serveur de grandes bases de données du CNUSC est illustrée en 1987 par l'installation de nouvelles bases de données nationales, dont l'Inventaire Forestier National et la base LABINTEL des laboratoires du CNRS dont la première version est développée par le CNUSC.



Le réseau européen s'appelle alors EARN (European Academic and Research Network), créé en février 1984, lancé par IBM et 5 grands centres européens dont le CNUSC. Soutenu par IBM jusqu'en 1987, il connecte des matériels hétérogènes via un maillage de liaisons à 9 600 bauds.

Il est basé sur des protocoles spécifiques aux constructeurs et est interconnecté avec son homologue Bitnet aux États-Unis et Northnet au Canada. La messagerie est la principale fonction utilisée entre les machines hétérogènes. Une association à but non lucratif, de droit français (type loi 1901), siégeant à Paris, contrôle la gestion du réseau.

Fin 1989, le CNUSC se compose de 52 agents ingénieurs, techniciens et administratifs organisés en 4 services : Systèmes et réseaux, Assistance, Exploitation, Administration. Les personnels assurent : la gestion du centre, l'exploitation 24h/24, la mise en œuvre et l'adaptation des systèmes de base, l'installation des logiciels applicatifs, la gestion des réseaux, la formation, la documentation et l'assistance auprès des utilisateurs.





IBM 3033-U8  
6 Mips

< 1981

1984 >

IBM 3081-D  
12 Mips

IBM3090-200  
IBM3081-K

45 Mips

< 1986

1988 >

IBM3090-400 3VF  
250 Mflops

IBM3090-600J 6VF  
800 Mflops

< 1990

1990

1993



L'ère UNIX



## JEAN-LOÏC DELHAYE

Directeur 1990-1994

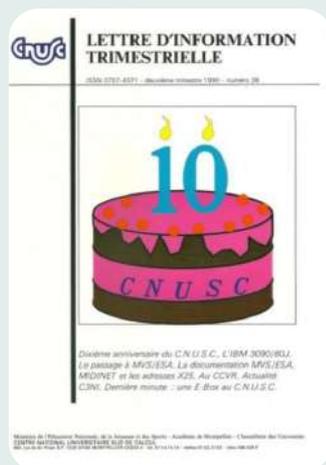
Début 1990, plus de 300 logiciels sont disponibles pour les utilisateurs, 150 liaisons spécialisées partent du centre pour relier 80 ordinateurs (dont le Cray 2 du CCVR) et 2000 terminaux de type 3270.

Dans les années 90, l'informatique évolue vers une informatique distribuée, les systèmes UNIX et les réseaux IP gagnent du terrain, les moyens informatiques se décentralisent dans les laboratoires, les stations de travail intelligentes et les micro-ordinateurs se généralisent.

Les missions du Centre deviennent incertaines pour sa tutelle, certains conseillers du Ministère considérant que le calcul intensif est peu utile ! Mais le CNUSC se transforme et défend sa mission calcul intensif.

Il faut cependant gérer la transition. L'ordinateur IBM 3090-600J doté de 6 VF (unités vectorielles) pour 150 Mips et 800 Mflops est installé en juin 1990 pour assurer la continuité et les dernières années des « mainframes » avec les systèmes MVS et VM. Parallèlement, une machine VAX 8810 sous VMS, installée en 1989, est mise à la disposition des utilisateurs jusqu'en octobre 1992, elle fait le lien avec les nombreux laboratoires équipés de mini-ordinateurs du constructeur DIGITAL.

Sous l'impulsion du nouveau Directeur Jean Loïc Delhaye, nommé en 1990, le Centre accomplit son passage aux systèmes UNIX. Un comité des utilisateurs est mis en place en 1991 pour accompagner cette mutation. Le système AIX est installé sur la machine IBM fin 1992 et le centre se dote d'un Centre de Ressources en Images de Synthèse Scientifiques (réalisation de séquences animées sur support vidéo).



Le CNUSC fête ses 10 ans et le CNRS annonce le projet de regroupement des deux centres de calcul, CIRCE et CCVR, en 1992.

Le CNUSC héberge plus d'une centaine de bases de données, la plupart sous DB2, de systèmes documentaires et de SIG (Systèmes d'Information Géographique).

Dans le même temps, la fermeture du SUNIST (Service Universitaire National pour l'Information Scientifique et Technique) installé jusqu'alors à l'Isle d'Abeau, incite la tutelle à un rapprochement avec le CNUSC dans le cadre d'un GIP.

Après une période compliquée de regroupement des effectifs au CNUSC (1992-1993) sous la responsabilité de son Directeur, cette initiative est abandonnée. L'ABES (Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur) est alors créée en 1993. Le CNUSC devient son centre serveur en hébergeant et opérant ses machines, essentiellement un IBM 3090 25J sous le système d'exploitation VM.

Les catalogues documentaires s'appellent alors SIBIL, CCN, TELETHESE, OCLC et Pancatalogue.

La même année voit la création par un décret du 27 janvier 1993 du groupement d'intérêt public (GIP) RENATER, « Réseau National de Télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche » ; il a pour objectif d'assurer la maîtrise d'ouvrage d'un réseau national de télécommunications pour la recherche et d'assurer les communications avec les réseaux des autres pays et les réseaux internationaux. Ce réseau s'appuie sur les protocoles TCP/IP. Une prise IP à 2 Mb est installée au CNUSC et opérationnelle fin novembre 1992. Des serveurs Gopher, WAIS et surtout WWW sont mis à la disposition des utilisateurs.

Les réseaux régionaux se mettent également en place, en Languedoc-Roussillon la Région finance le réseau R3LR.

Le CNUSC participe à un projet sino-européen d'Enseignement Assisté par Ordinateur itinérant, au profit des campagnes et des entreprises rurales de la province du Jiangsu. Le CNUSC est chargé de la partie informatique de l'EAO, le contenu est réalisé par le CIRAD, le CNRS et l'INRA.

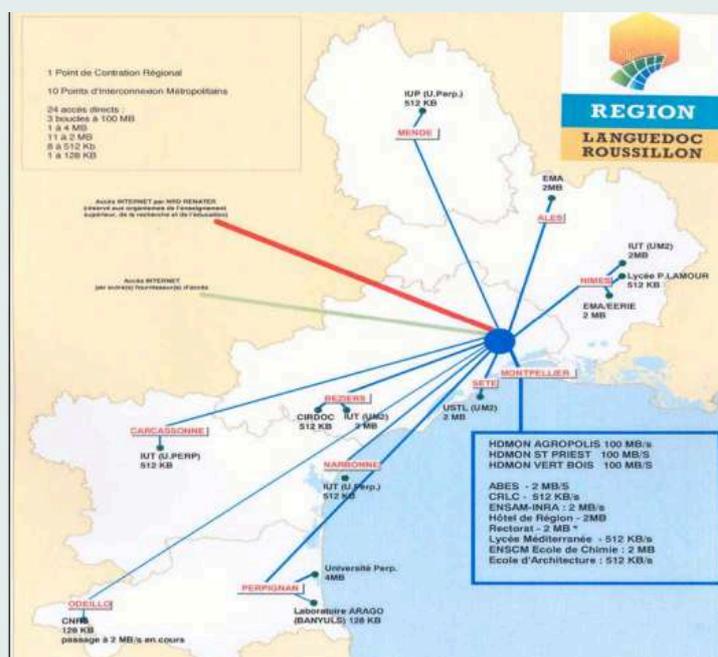
En 1993, la Direction de la Recherche et des Études Doctorales du Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, autorité de tutelle du CNUSC, définit comme première priorité du CNUSC l'excellence dans le domaine des bases de données et de la bibliothéconomie.

Si la mission calcul est maintenue, malgré la volonté de Claude Allègre alors Ministre, elle s'oriente vers des solutions intermédiaires basées sur des architectures moyennement parallèles, en complément des grands moyens de calcul installés par le CNRS et à l'Institut de Physique du Globe dont est issu le Ministre et dirigé par Vincent Courtillot.

Début 1994, le serveur Unix dédié aux bases de données est installé, c'est un IBM 7015-990 à base de technologie Power 2, il affiche 512 Mo de mémoire et plus de 100 transactions/secondes, le SGBDR installé est SYBASE et BASIS PLUS pour la gestion des bases de données documentaires.

La modification des statuts du CNUSC est évoquée, la création d'un GIP est alors avancée, mais le projet n'aboutit pas.

Après 14 ans passés au CNUSC comme Directeur technique puis comme Directeur, Jean-Loïc Delhaye cède sa place à un nouveau Directeur, Philippe Rouzaud, qui vient du CEA.



1994

1995



Ouverture et  
parallélisme



## PHILIPPE ROUZAUD

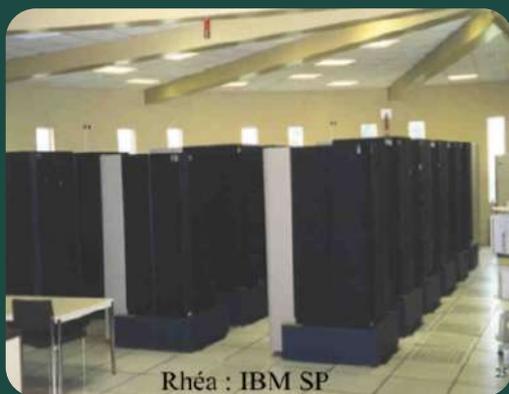
Directeur 1994-1997

En 1994 la Direction Générale de la Recherche réaffirme la mission scientifique du CNUSC, calcul, bases de données et informatique pour les bibliothèques, et dote le Centre d'équipements en accord avec ses missions.

Philippe Rouzaud est nommé Directeur et poursuivra son mandat jusqu'en 1998. Francis Daumas est Directeur Technique. Jean François Paintrand est Secrétaire Général. Un conseil scientifique est constitué et se réunit pour la première fois en septembre 1994 sous la présidence de Bernard Bigot.

En février 1994, le CNUSC a mis en service un serveur de bases de données sous AIX : un IBM 7015-990 (Pythie), doté de processeurs RISC de technologie Power 2, avec 512 Mo de mémoire pour une puissance permettant d'atteindre 300 Tps et disposant de 70 Go en ligne sur disques. C'est la machine de référence pour les nouvelles applications et la migration de l'existant vers les systèmes Unix, le SGBD SYBASE, les architectures clients/serveurs et le multimédia.

En juin 1994, un IBM ES9000 9121-621 (environ 60 Mips, 256 Mo de mémoire centrale, 180 Go d'espace disque), remplace l'IBM 3090/60J qui a quitté le centre en juin et le 3090-25J arrêté en septembre. Afin d'assurer la continuité, le centre continue de proposer des services de type « mainframe » pour les applications de bases de données sous MVS/DB2/CICS et de bibliothéconomie sous MVS et VM, jusqu'en 1998.



Le virage vers le calcul parallèle est concrétisé par l'arrivée d'un ordinateur à mémoire distribuée, IBM SP1 (Rhea) sous AIX, utilisant la technique du « Message Passing ». Il est composé de 32 processeurs Power1, chacun ayant une puissance crête de 126 Mflops, soit au total 4 Gigaflops. Le gestionnaire de tâches est LoadLeveler et la parallélisation s'appuie sur PVM (Parallel Virtual Machine) qui est alors le standard.

MPI (Message Passing Interface) est disponible en fin d'année 1995. Après quelques problèmes de jeunesse, la machine connaît une formidable montée en charge en 1995 grâce aux efforts des équipes du Centre.

Les processeurs seront par la suite remplacés par des Power2, permettant de doubler la puissance théorique (8 Gflops).

Cette machine évolue au cours des ans (79 processeurs en 1996, 107 en 1997) et constitue le seul supercalculateur parallèle du Centre jusqu'en juin 1999, date à laquelle il offrira 207 processeurs Power2SC/120 MHz à 256 Mo, dédiés au calcul. Sa puissance théorique crête globale est alors portée à 100 Gigaflops. À cette date, le Centre complétera son offre en calcul de haute performance par la mise en place d'un second supercalculateur du constructeur SGI.

Grande nouveauté au premier janvier 1995 : l'utilisation du calculateur SP s'effectuera à partir de dotations d'heures sur présentation de projets (180 000 heures produites en 1995, 426 000 en 1997, 664 000 en 1998) et les utilisateurs scientifiques pourront consulter les ressources qu'ils ont consommées via une interface en ligne sur [www.cnusc.fr](http://www.cnusc.fr). Depuis le 6 juillet 1994, le CNUSC est connecté directement au réseau RENATER par une prise à 34 Mbit/s (au lieu de 2 Mbit/s auparavant). En 1997, le CNUSC a également une prise à 4 Mbit/s sur le R3LR, lui-même relié au réseau national de la recherche par une prise à 4 Mbit/s puis à 6 Mbit/s, 8 Mbit/s en 1998 et 12 Mbit/s début 1999.

Sous la direction visionnaire de Philippe Rouzaud, les missions de l'équipe exploitation se modifient, grâce à l'évolution des systèmes, à l'acquisition d'une robotique GRAU (mai 1996) associée à un environnement DFHSM gérant les niveaux de stockage, et à une meilleure automatisation des procédures, les agents sont déchargés des tâches les plus astreignantes et les plus répétitives pour se consacrer à des activités plus gratifiantes. Les salles machines deviennent des salles « blanches ».

D'autre part, le CNUSC participe aux travaux du Groupe Logiciel du Ministère chargé de négocier des tarifs préférentiels avec les fournisseurs de logiciels (en premier Microsoft) pour l'ensemble des entités de l'ESR. La deuxième moitié des années 90 voit le décollage irrésistible d'Internet et du Web, adieu le Minitel dont certains centres de documentation ont du mal à se séparer !

Le 5 septembre 1994, lors de la réunion du conseil scientifique provisoire, Monsieur Bernard Bigot (Direction Générale de la recherche) rappelle qu'une expertise a été effectuée sur le CNUSC dont les principales conclusions ont été validées par le ministre de l'Enseignement Supérieur. Les deux grandes missions données au CNUSC sont le support des applications "Bibliothèques et Bases de Données" et le service de "Calcul modérément parallèle". Les petits utilisateurs actuels du CNUSC devront se tourner vers des solutions locales. D'autre part, un élargissement de la clientèle du CNUSC en dehors du MESR est possible sous contrôle du Conseil Scientifique. Cette démarche ne se limite pas aux seules activités de calcul.

Dorénavant, le CNUSC entre dans la procédure d'appels d'offres déjà utilisée par l'IDRIS et s'appuie sur les mêmes Commissions Thématiques Nationales. Toutes les demandes de moyens de calcul pour des activités de recherche sont soumises, dès le mois d'octobre 1994, à ces commissions qui apprécient le bien-fondé de la demande. Les recommandations des commissions sont arbitrées par les Conseils Scientifiques et transmises au Directeur qui tranche en dernier ressort.

Côté statuts, la création d'un GIP CNUSC est évoquée. Les partenaires pressentis sont le MESR, les collectivités locales, l'ABES. La participation des universités locales reste à trancher, ainsi que d'autres organismes extérieurs avec de fortes compétences scientifiques, dont le CNRS.

Les personnels « ex SUNIST » doivent être transférés à l'ABES dès sa création, décision confirmée par le Directeur des Enseignements Supérieurs le 13 mars 1995. Le CNUSC fait remarquer que le transfert à l'ABES de la totalité des anciens postes « ex SUNIST » revient à réduire l'effectif du CNUSC de cinq postes essentiels à son bon fonctionnement. La mise à disposition du CNUSC de certains personnels « ex SUNIST » dont les activités ne font pas partie des futures attributions de l'ABES est évoquée.



1995

2002



Du CNUSC au CINES



## ALAIN QUÉRÉ

Directeur 1998-2002

En novembre 1997, à sa demande, Philippe Rouzaud quitte sa fonction. Le ministère de la Recherche décide de consolider la structure administrative fragile du CNUSC (Centre national universitaire sud de calcul).

Après examen de plusieurs possibilités, dont celle d'un GIP, la décision est prise d'en faire un Établissement Public à caractère Administratif (EPA). Le but étant d'assurer la pérennité du centre, de redéfinir ses fonctions en affirmant sa vocation nationale et son rattachement direct au ministère chargé de la recherche et de l'enseignement supérieur. Cette modification entraîne un changement de nom : le CNUSC devient le CINES (Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur).

Alain Quéré est nommé Directeur pour mener à bien la transformation. Francis Dumas conserve la Direction Technique.

Le décret de création du CINES se fait attendre, il paraît le 20 avril 1999. Les missions sont alors définies dans l'article 2 des nouveaux statuts :

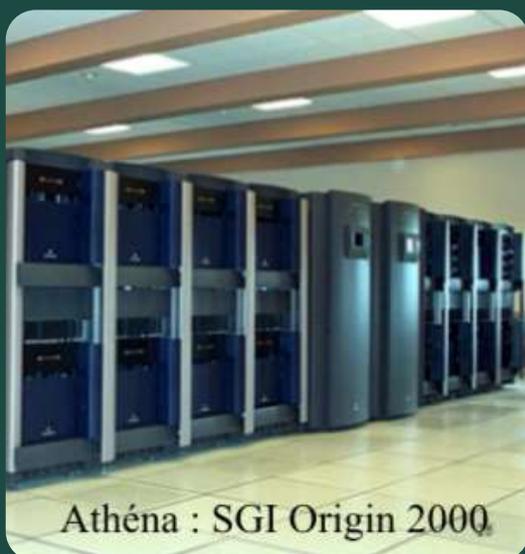
« Le Centre assure pour le compte des établissements publics d'enseignement supérieur placés sous la tutelle du ministre chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche et, dans la mesure de ses moyens, des organismes de recherche, un service informatique dans les domaines suivants :

- le calcul numérique intensif,
- l'exploitation des bases de données d'information et de documentation, notamment celles utilisées dans le secteur des bibliothèques,
- l'expertise et la formation en matière de réseaux informatiques nationaux et internationaux et en matière de technologies associées. »

Le Conseil d'administration est présidé par Yvon MADAY et un Conseil Scientifique est mis en place sous la présidence de Michel COSNARD. Le CINES est organisé en quatre services : le service systèmes et réseaux, le service assistance, le service production et le service administration.

Sur le plan technique, en juillet 1998, le supercalculateur parallèle SP2, sous AIX et Loadleveler, voit sa puissance passer à 60 Gflops pour 127 processeurs, puis à 100 Gflops pour 207 processeurs en novembre, c'est alors une des plus grosses configurations en Europe.

<sup>1</sup> On peut noter qu'avec l'IDRIS dépendant du CNRS l'État se dotait clairement de ceux centres de calcul nationaux très performants dédiés à la recherche civile.



Suite à un appel d'offres sur performances, un supercalculateur à mémoire partagée (technologie ccNUMA) SGI ORIGIN2000 à 256 processeurs R12000 à 300 MHz disposant de 80 Go de mémoire centrale est installé en septembre 1999. Cette machine, sous IRIX avec le gestionnaire de tâche LSF, offre une puissance crête de 154 Gflops qui s'ajoutent aux 100 Gflops de l'IBM SP passé en technologie SP3 (14 nœuds de 8 processeurs Power3 chacun) en novembre 1999. Une machine SGI Onyx comportant deux « pipes » IR2 est aussi mise en place pour travailler sur la visualisation à distance avec le logiciel Vizserver.

Le 20 août 1999, le CINES accueille le Nœud régional de Renater NRD qui offre un débit de 155 Mbits/s (dont 40 en IP) sur la boucle nationale et un double service IP et ATM. Parallèlement, est mis en service sur le CINES le point de concentration du réseau régional R3LR. En novembre 1999, la prise du CINES sur Renater passe à 100 Mbits/s.

Curieusement, au CNUSC (et aussi à l'IDRIS), la procédure d'attribution des heures de calcul aux chercheurs se faisait toujours à l'aide de formulaires papier. Une nouvelle application, permettant de simplifier la procédure et utilisant une interface WEB, appelée DARI (Demande d'Attribution de Ressources Informatiques), est mise en service d'abord au CINES puis proposée à l'IDRIS. Elle permet aux chercheurs de soumettre leurs demandes de ressources en ligne via une interface WEB et de gérer leurs attributions et aux experts de saisir leurs expertises. Avec le recul, dire que cette modification évidente était une innovation peut faire sourire. Mais, à l'époque, il n'a pas été facile de persuader l'IDRIS de son utilité et de convaincre de l'utiliser.

Au troisième trimestre 1999, la lettre d'information du CNUSC cède la place à la Gazette du CINES.

Un serveur de données SUN E4500 composé de 6 processeurs UltraSparc2, avec 800 Go de disques sécurisés en miroir et reliés en Fiber Channel, est connecté à haut débit (mode HIPPI) aux calculateurs. La fin des environnements « mainframe » (MVS et VM) au CINES est marquée par l'arrêt de l'IBM ES9000 le 31 décembre 1999, seul reste un équipement (IBM 2003/115, monoprocesseur sous OS/390) dédié à l'application SIBIL.

Le passage à l'an 2000 pour les programmes comportant une gestion des dates est alors une préoccupation majeure du monde informatique. La peur du « bug de l'an 2000 » mobilise les directions informatiques et envahit la presse. Cependant, tout se passe bien pour le CINES et les applications hébergées de l'ABES, le système documentaire SIBIL passe le cap mais est abandonné, en janvier 2002, pour le SUDoc (Système Universitaire de Documentation) mis en service fin 2000.

De 2000 à 2002, les machines de calcul vont subir plusieurs évolutions orientées par la demande des utilisateurs : un peu plus de 1 million d'heures en 1999, 2 millions en 2000, 3,2 millions en 2001 et 5 millions en 2002.

À la configuration des 207 nœuds monoprocesseur du SP2 (100 Gflops), s'ajoutent en novembre 2000 un IBM SP3 à 28 nœuds SMP octoprocesseurs NH1/Power3 (Héra, puissance crête 196 Gflops). En juin 2001, le remplacement par 29 nœuds SMP de 16 NH2/Power3+ équipés d'un switch rapide « colony » (1 GO/s) permet de porter la puissance crête du SP3 à 700 Gflops et l'espace temporaire à 2,3 TO. Enfin, 2 nœuds P690 (32 processeurs Power4 à 1,3 GHz chacun) sont ajoutés en octobre 2002 permettant d'atteindre la puissance théorique de 1 TeraFlop.

Côté SGI, après l'installation en 2000 d'une première configuration provisoire ORIGIN3000 de test (96 processeurs R12000/400Mhz, 77 Gflops), un ORIGIN3800 comportant 320 processeurs R14000/500Mhz et 160 Go de mémoire, pour une puissance crête théorique de 320 Gflops, installée en juin 2001, vient remplacer l'ORIGIN2000 qui est définitivement arrêté en novembre 2001. Le Ministre de la recherche Roger Gérard Schwartzberg procède à l'inauguration des nouveaux moyens de calcul le 18 mai 2001.

La configuration SGI ORIGIN 3800 passe à 512 processeurs en décembre 2001 et affiche alors une puissance de 512 Gflops et 256 Go de mémoire. L'ajout de 256 processeurs supplémentaires en décembre 2002 porte la puissance totale à 768 Gflops.



Inauguration par M. le Ministre Roger Gérard Schwartzberg - 18 mai 2001



Entre-temps, en novembre 2000, la plate-forme « serveur de fichiers » SUN E45000 sous Solaris est remplacée par un cluster de deux SGI 2100 (quadri-processeurs) avec DMF, accès HIPPI et Gigabit, et des baies de disques HDS offrant 2 TO utiles en RAID5 connecté en Fiber Channel, étendu à 4 TO en janvier 2002, le tout connecté à la robotique GRAU remplacée par une nouvelle robotique Storagetek 9740 installée en février 2002. Le GRAU est alors réservé aux autres données (hors calcul).

Parallèlement, une plate-forme IBM H50 à base de processeurs PowerPC héberge les applications reposant sur les SGBD Oracle et Sybase.



L'année 2002 voit également les premiers pas de mise en place d'un environnement d'archivage et de diffusion de documents numérisés. Le premier projet concerne les thèses numérisées.

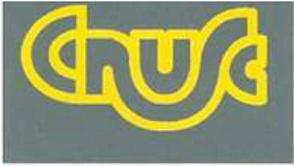
Le CINES et l'IDRIS (qui fête ses 5 ans) organisent des journées communes autour du calcul intensif.

Depuis janvier 2001, une antenne du GIP RENATER est hébergée au CINES et des cycles de formations communes (CiRen) sont inaugurés en novembre 2001. En novembre, une délégation visite le « earth simulator » au Japon (5120 processeurs dans 320 armoires sur 3000 m<sup>2</sup> pour 40 Tflops).

Le CINES propose également une formule d'accueil scientifique de 2 à 3 mois destinée aux chercheurs expérimentés souhaitant utiliser de façon intensive les moyens informatiques du Centre avec l'appui des ingénieurs du CINES.

En 2002, sont créés le C4 (Comité des Chercheurs Calculant au CINES) et, à l'initiative du Conseil Scientifique, un prix CINES destiné à récompenser les auteurs d'un projet de calcul innovant réalisé sur les machines du Centre.

Le CINES héberge de nombreuses applications pour l'ABES (PEB, Téléthèses, CCN, SUDOC, etc.), mais aussi CANAL\_U, Manuscrits médiévaux, CLORA, et participe aux projets européens E-Biosci et Oriel sur la documentation numérique en biologie.



## Découvrir le CNUSC

Ignorant tout, ou presque, du CNUSC en juillet, hésitant en été, puis candidat à la direction en septembre, j'ai été nommé à la Toussaint. J'avais passé trente ans à Nancy, dans les universités puis en détachement à l'INRIA, la mobilité peut donc se faire attendre mais, une fois déclenchée, elle ne traîne pas. J'ai pensé que je devais d'abord écouter et apprendre pour comprendre : la découverte d'une équipe solide, et d'une organisation interne fort judicieusement adaptée par mon prédécesseur me permettait une relative tranquillité ; mes deux premiers mois ont donc été essentiellement l'occasion de découvrir le centre.

**Ecouter** c'est souvent se faire expliquer l'histoire : la ténacité des pionniers, la forte personnalité du premier directeur, le dynamisme de ses successeurs, les réseaux avant RENATER, les machines qui occupaient d'immenses volumes, les systèmes « propriétaires », les bases de données qui se déroulaient sur bandes, ... c'est aussi, dans un passé plus récent, l'importante mutation vers une informatique plus ouverte, plus distribuée et une grande capacité d'évolution des personnels.

**Apprendre** c'est mesurer l'utilité d'un tel centre, c'est à dire découvrir les utilisateurs, et leurs préoccupations, très variées par les thématiques, et pourtant rapprochées par un point commun : l'informatique. C'est aussi devoir faire face à une croissance des activités : entre 1997 et 1998 le cumul des demandes en heures de calcul a doublé. Et, pour la partie base de données, le partenariat avec les bibliothèques et l'ABES se confirme avec la mise en place du nouveau « Système Universitaire de Documentation ».

**Comprendre** c'est aussi prendre un train en marche. Je voudrais citer deux progressions que je viens de vivre avec le plus grand intérêt.

La première a nécessité une très grande persévérance. J'admire ! Le projet est, je l'espère, sur le point d'aboutir. Il s'agissait de doter le centre de statuts permettant de simplifier et de rationaliser sa gestion. Le texte existe, il vient d'être accepté courant décembre après quelques ultimes modifications par le Conseil d'Etat. Le CNUSC va donc devenir un Etablissement Public à caractère Administratif rebaptisé CINES (Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur). Le dernier événement attendu, pour passer à la mise en œuvre, est la parution du décret de création au Journal Officiel.

L'autre progrès relève d'une préoccupation constante pour un centre qui doit essentiellement apporter aux chercheurs des ressources informatiques de pointe. Il s'agit de renouveler, ou de faire évoluer, les équipements. Le marché de mars 96 relatif à l'extension du SP2 sur financement de l'Etat prévoyait judicieusement différents lots. Nous venons, grâce au soutien de la Région Languedoc-Roussillon, de procéder à l'installation du « lot numéro 2 » c'est à dire que nous allons passer de 79 à 107 processeurs et d'une puissance théorique de 38 à 51 Gigaflops.

Dernière remarque évidente, découvrir le CNUSC c'est aussi découvrir le monde qui l'entoure : celles et ceux qui en ont la préoccupation au Ministère de l'Éducation Nationale de la Recherche et de la Technologie, au Rectorat, au niveau de l'Etat, de la Région et des différentes collectivités territoriales, ainsi que tous les partenaires : Universités, CNRS, et organismes de recherche qui y consacrent temps et ressources humaines. J'espère que nous saurons rendre à tous le fruit de leurs efforts ; c'est, en tout cas, le vœu que je formule pour le futur CINES à l'occasion de cette nouvelle année.

Alain Quéré

IBM ES9000-621

IBM SP1

SOUS AIX 32 PROCS POWER1

4 Gflops

IBM SP1

107 PROCS POWER1

IBM SP2

207 PROCS POWER2

100 Gflops



Athéna : SGI Origin 2000

SGI ORIGIN 2000

256 PROCS

154 Gflops

SGI ORIGIN  
3800

320 PROCS

320 Gflops

IBM SP3+

700 Gflops

< 1994

1996 >

< 1997

1998 >

< 1999

2000 >

< 2001

2002 >

IBM SP1

79 PROCS POWER1

IBM SP2

127 PROCS POWER2

60 Gflops

IBM SP3

28 NOEUDS SMP POWER3

196 Gflops

SGI ORIGIN 3800

512 PROCS

512 Gflops

IBM SP3

700 Gflops

IBM SP4

1 Tflops

2003

2004



Vers la création de GENCI  
et d'un service d'archivage



## THIERRY PORCHER

Directeur 2003-2007

En mars 2003, Thierry Porcher, en provenance du CEA/DAM, est nommé Directeur du CINES. Francis Daumas conserve la Direction Technique. Marcel Pontillon est secrétaire général. Le CINES compte alors 48 titulaires, dont 5 agents CNRS. Il est temps pour le CINES de faire évoluer ses moyens de calcul.

En septembre 2003, un appel d'offres comportant 2 lots est lancé. Le lot 1 concerne des nœuds composés de plus de 64 processeurs, le lot 2 des nœuds composés de moins de 64 processeurs. Les études techniques classent en tête la solution SGI sur le lot 1 et la solution IBM sur le lot 2. Malheureusement, cet appel d'offres est déclaré sans suite.

Parallèlement, l'automne 2003 voit l'installation en septembre d'une baie de disques HDS9570V offrant 14 TO utiles en RAID5 et le remplacement en novembre des bandothèques existantes (GRAU et STK 9740) par un robot STK 9310 comportant 5500 alvéoles, 4 lecteurs 9840 et 2 lecteurs 9940.

Entre août et septembre 2004, la configuration du calculateur SP est augmentée par l'installation de 7 nœuds P690 équipés chacun de 32 processeurs Power4+ à 1,7 GHz (2 nœuds avec 64 Go de mémoire et 5 avec 32 Go). Ces nouveaux nœuds sont interconnectés avec les deux nœuds P690 existants par un nouveau switch « Federation » à double plan (4 Go/s par lien). L'ensemble IBM comprend donc deux machines : le SP3 composé de 29 nœuds, à 16 processeurs, interconnectés par un switch Colony, qui représentent environ 700 Gflops avec un espace « scratch » de 4,6 To et le SP4 composé de 9 nœuds P690, à 32 processeurs Power4, interconnectés par le switch Federation, représentant 1,85 Tflops, doté d'un espace « scratch » de 4 To. Les espaces « scratch » sont sous GPFS.



**SGI - O3800 768 GFlops**



**IBM/SP4 1,85 TFlops**



**IBM/SP3 700 GFlops**

La plate-forme « serveur de fichiers » est basée sur un cluster de deux serveurs SGI 2100, chacun composé de 8 CPUs. Le cluster est connecté à 34 To de disques à travers un switch Gigabit Ethernet. Le système DMF gère les niveaux de stockage. En janvier 2006, un cluster HP formé de 16 bi-processeurs AMD Opteron à 1,8 GHz sous Linux est mis en production. Il est muni de 4 Go de mémoire par nœud et d'un réseau d'interconnexion InfiniBand : 0,15 Tflops. L'arrêt programmé de la partie IBM SP3 libère la salle machine N°1. Celle-ci sera rénovée en 2005 ainsi que l'alimentation électrique et la climatisation du centre, avec l'installation de 3 groupes froids sur le toit, afin de pouvoir accueillir une nouvelle machine de calcul.



Athéna : SGI Origin 2000

SGI ORIGIN

768 PROCS

768 Gflops



IBM SP3

700 Gflops

IBM SP4

1 Tflops

< 2003



Athéna : SGI Origin 2000

SGI ORIGIN

768 PROCS

768 Gflops

IBM SP3

700 Gflops

2004 >



IBM SP4

1,85 Tflops

20004

20005



Rénovation des  
infrastructures existantes

En effet, en 2004, le CINES dispose de 4 salles machines dénommées SM1, SM2, SM3 et SM4 (Asimov), dont les principales caractéristiques sont :

## SM1

- 360 m<sup>2</sup>
- Au 1er étage
- Faux plancher de 40 cm supportant 600 kg/m<sup>2</sup>

*Mise à jour 2024 : 2 tonnes/m<sup>2</sup> pour une partie de l'espace.*

## SM2

- 160 m<sup>2</sup>
- Au rez-de-chaussée
- Faux plancher de 30 cm supportant 600 kg/m<sup>2</sup>

## SM3

- 220 m<sup>2</sup>
- Au 1er étage
- Faux plancher de 40 cm supportant 600 kg/m<sup>2</sup>

## SM4 ASIMOV

- 140 m<sup>2</sup>
- Au rez-de-chaussée
- Faux plancher de 20 cm supportant 600 kg/m<sup>2</sup>

Le centre est alimenté par une ligne EDF 20 kV. Deux transformateurs de 630 kVA chacun ramènent cette tension à 400 V dans un local dédié (poste EDF au RDC). La distribution est assurée par un TGBT (local technique au RDC) et les onduleurs (local onduleurs au RDC) se répartissent comme suit :

## Onduleur 200 kVA

**DELPHYS - SOCOMEC**

- Autonomie 30 m<sup>2</sup>
- Supercalculateurs (en SM1 et SM3) et Asimov

## Onduleur 80 kVA

**GALAXY - MERLIN GERIN**

- Autonomie 1h30
- principalement SM1 (hors supercalculateur IBM) + SuDoc (SM2)

## Onduleur 5 kVA

**GTX 6000 - LIEBERT**

- Autonomie 1h30
- Réseaux R3LR3, HDMON

## Onduleur 7,5 kVA

**AP407 - LIEBERT**

- Autonomie 6h00
- NR (réseau RENATER)

La climatisation des salles machines et des bureaux est assurée par des systèmes distincts.

## Eau glacée

- 3 groupes de 100 kW sur le toit principal
- Pour la SM3 (3x44 kW)
- Pour les bureaux (environ 100 kW)

## Aéro refroidisseurs

- Sur le toit principal
- Pour la SM1 (4 x 44kW)
- Pour la SM2 (1 x 44 kW)

## Aéro refroidisseurs

- Pour la salle Asimov (3 x 19 kW)

Ces infrastructures doivent évoluer. La salle machine N°1, salle machine historique du CINES de forme circulaire, climatisée par soufflage d'air par le sol et reprise d'air en salle, affiche une saturation des circulations sous le faux plancher. Elle a d'autre part été conçue pour héberger également les opérateurs et pupitreurs. Elle n'est plus adaptée et doit être rénovée. Elle doit être repensée comme une salle machine blanche permettant d'accueillir le futur supercalculateur, successeur des configurations SGI et IBM, dont l'arrivée est initialement programmée pour 2005 et sera reprogrammée pour 2006.

Cette rénovation fait l'objet d'un appel d'offres lancé en 2004. Les caractéristiques du calculateur à installer, emprise au sol, consommation électrique, besoins en climatisation, etc., ne sont pas connues, mais compte tenu des performances du système visé, les infrastructures du CINES, notamment en matière d'alimentation électrique régulée et en matière de climatisation, ne sont pas adaptées. À la vue des offres potentielles, un refroidissement des baies de calcul par une technologie reposant sur des portes froides est envisagé et les infrastructures correspondantes sont mises en place. Le faux plancher de la SM1 est relevé à 60 cm et une puissance énergétique et de climatisation de 600 kW est installée. Parallèlement, il est nécessaire d'augmenter de 100 kW la puissance de la climatisation de la SM3 qui doit héberger les matériels qui doivent être déplacés de la SM1.

2005

2008



Tentative d'évolution  
des moyens de calcul

L'appel à candidatures pour l'acquisition du nouveau supercalculateur est lancé en juillet 2005. La procédure adoptée est un « appel d'offres sur performances ».

## Evolution salle machine SM1



début 2005



mi 2005



fin 2005

## 27 mars 2006

La commission d'appel d'offres se prononce pour l'acquisition d'un supercalculateur CRAY XT3 de 20 Tflops à base de 1 894 processeurs AMD Opteron bi-cœurs.

## 19 mai 2006

À la demande du Conseil d'Administration du CINES qui s'est tenu le 4 mai 2006, les membres de la commission d'appel d'offres se réunissent à nouveau le 19 mai 2006 au CINES. Étaient présents : Jean-Claude André (expert), Francis Daumas (directeur technique), Alain Dusserre (DGFIP), Alain Lichnewsky (ministère), Robert Martichon (agent comptable), Marcel Pontillon (secrétaire général), Thierry Porcher (directeur), Pascal Richard et Mounir Tarek (représentant les utilisateurs). L'objectif de cette réunion était de transmettre au Conseil d'Administration du CINES les informations complémentaires motivant le choix préconisé par la commission d'appel d'offres dans sa séance du 27 mars 2006.

## 29 mai 2006

Le 29 mai 2006, par 6 voix contre 5 et une abstention, le Conseil d'Administration autorise le directeur du CINES à lever la tranche ferme en faveur de la société CRAY. Le 7 juin 2006, le directeur de la recherche invoque une irrégularité dans la procédure pour demander au CINES de classer l'appel d'offres sans suite, ce qui est immédiatement acté.

## Janvier 2007

La configuration SGI (0,768 Tflops) en fin de vie est arrêtée. Parallèlement est installée une plate-forme expérimentale de 2 « lames » Cell IBM, chaque lame contient deux processeurs CELL comprenant chacun 1 cœur « maître » (PPE) qui commande 8 cœurs spécialisés (SPE) : puissance nominale crête 1 Tflops.

## 24 avril 2007

Est officiellement créée la société civile GENCI (Grand Équipement National de Calcul Intensif) : 50 % État, 20 % CNRS, 20 % CEA, 10 % universités. Elle a notamment pour mission : « Mettre en place et assurer la coordination des principaux équipements des grands centres nationaux civils dont elle assure le financement et dont elle est propriétaire ».

## Juillet 2007

Le conseil d'administration de GENCI décide « l'installation au CINES d'un ordinateur parallèle de type cluster de SMP, processeurs à mémoire partagée à base de nœuds de grande diffusion » pour une mise en service au second trimestre 2008 d'une configuration de puissance minimale de 50 Tflops. L'appel d'offres pour l'acquisition du supercalculateur, selon une procédure de dialogue compétitif, est publié au Journal Officiel de l'Union Européenne en août 2007.

En préparation de l'arrivée d'une nouvelle machine de calcul, le serveur de fichiers (cluster SGI 2100) est remplacé en juillet 2007 par une machine SGI Altix 450 sous Linux composée de 12 cœurs Itanium2 de type Montecito, auquel est reliée par un SAN la baie de disques HDS9585. Celle-ci offre 34 To d'espace disque utile sécurisé.

## Septembre 2007

Installation d'une plate-forme parallèle BULL composée de 20 nœuds R422 sous Linux, équipés chacun de 2 « sockets » quadri-cœurs Intel Xeon à 2 GHz et de 8 Go de mémoire. L'interconnexion des nœuds s'effectue par un réseau Infiniband au moyen d'un « switch » Voltaire DDR 24 ports et de cartes Connect-X.

## Septembre 2007 - mai 2008

La première collaboration CINES-GENCI se met en place pour le dialogue compétitif afin de sélectionner le nouveau supercalculateur qui sera la première acquisition de GENCI, installé au CINES grâce à la disponibilité de la salle machine N°1 mise aux goûts du jour. Le CINES transmet son expérience des marchés publics et en particulier des dialogues compétitifs à l'administration de GENCI.

2008

2017



Démarrage de  
l'archivage pérenne



## FRANCIS DAUMAS

Directeur 2008-2017

Dès 2002, une réflexion est entreprise entre le CINES et la tutelle des bibliothèques pour un archivage pérenne des fonds. Un premier document rédigé par Francis Daumas et soumis au Conseil Scientifique du 20 octobre 2002 présente les bases d'un système d'archivage (aspects matériels, logiciels et humains) et les atouts du CINES dans ce domaine.

Le projet de plateforme d'archivage du CINES (PAC) est lancé au printemps 2004 avec l'objectif de doter le CINES d'une plateforme et d'un service d'archivage numérique pérenne apte à répondre à la majorité des besoins et respectant les normes et standards. Une équipe pluridisciplinaire (informaticiens et archiviste) dédiée à la plateforme d'archivage a été constituée, chargée de couvrir les aspects organisationnels (définition et expertise des processus métiers et des méthodes), et techniques. Une première version de PAC est disponible en septembre 2007.

L'archivage des thèses électroniques est le premier projet à l'étude dès 2003. L'ABES collecte les thèses dans son outil STAR (Signalement des Thèses, Archivage et Recherche), initié suite à l'arrêté du 7 août 2006 relatif aux modalités de dépôt, de signalement, de reproduction, de diffusion et de conservation des thèses ou des travaux présentés en soutenance en vue d'un doctorat. Dans cet arrêté, le CINES est désigné par le Ministère comme centre national de conservation des thèses électroniques. L'intégration de la plateforme PAC à l'outil STAR est réalisée et mise en service en 2008 avec la deuxième version de PAC qui intègre le logiciel ArcSys.

## Comment... l'enseignement supérieur mutualise l'archivage

Le Centre informatique national de l'enseignement supérieur a mis deux ans pour bâtir une plateforme d'archivage pérenne et sécurisée, conforme aux exigences du guide P2A.

### LE PROBLEME

En 2004, le ministère de l'Enseignement supérieur demande au Cines [Centre informatique national de l'enseignement supérieur] de mettre en place une plateforme d'archivage commune à différents services. Pas si simple quand il faut composer avec une offre logicielle pas totalement adaptée et des moyens limités.

### LA METHODE

#### 1 Former l'équipe projet aux bonnes pratiques

En charge du dossier, Olivier Rouchon constitue une équipe projet d'une dizaine de personnes en puisant parmi les collaborateurs du Cines. Soit ainsi recrutés un archiviste à temps plein, trois développeurs, un expert en format de fichiers, un chargé de gestion documentaire et une personne dédiée à la surveillance des statistiques et à la gestion des incidents. La plupart d'entre eux sont volontaires. Rapidement, Olivier Rouchon dresse un premier constat : l'acquisition de la compétence d'archivage sera longue, car l'équipe n'est pas encore suffisamment rompue à l'exercice. « Il est facile de former des spécialistes en développement, mais c'est bien plus difficile pour un modèle conceptuel d'archivage », explique le chef de projet. Le Cines s'appuie sur le modèle DABS (Open Archival Information System) et fait partie intégrante du guide des bonnes pratiques P2A, qui définit la politique et les pratiques d'archivage sécurisées dans la sphère publique. Afin de faire acquiescer au principe de travail élargi nécessaire, des formations sont dispensées par une association



**Olivier Rouchon, chef de projet au Centre informatique national de l'enseignement supérieur**  
« La méthodologie d'évaluation basée sur Dramborn a permis d'identifier 75 risques types »

de professionnels, le PIN (pérennisation des informations numériques). Elle regroupe des intervenants venant de divers horizons, comme la bibliothèque nationale de France ou le cabinet Archive17, spécialisé dans l'archivage.

#### 2 Faire coder un module supplémentaire à l'éditeur

Pour l'assister dans la définition des besoins, le Cines sollicite un cabinet de consultants. A l'issue de son rapport, il

apparaît qu'aucun logiciel ne semble en mesure de répondre efficacement, aux attentes et aux nécessités de la plateforme d'archivage. Comme le Cines n'a pas les moyens, avec seulement trois développeurs, de maintenir un développement entièrement sur mesure, il se résout à passer titif. Parmi les quelques candidats présélectionnés, c'est finalement Infotel, éditeur du logiciel d'archivage Arcsys, qui forme le noyau pour fournir le socle de la plateforme. L'éditeur aura toutefois l'obligation de développer une couche supplémentaire d'intégration de documents sur la base des spécifications fournies par le Cines. Celles-ci mêmes qui avaient été mises au point dans l'outil propriétaire qu'utilisait précédemment le centre informatique. Infotel s'engage, par ailleurs, à fournir le code de ce module pour faciliter d'éventuelles modifications ultérieures.

#### 3 Informer tous les six mois sur l'état d'avancement

La plateforme d'archivage commune (PAC) réunit les thèses de l'Agence bibliographique de l'enseignement supérieur ainsi que les revues en sciences humaines et sociales du programme Persée. « En fait, que ce soit informatique, nous avons dû revoir ces services venant pour définir ensemble les protocoles de dépôt », explique Olivier Rouchon. Des groupes de travail ont également été formés avec le ministère de tutelle, qui officie comme service de contrôle. Tous les six mois, l'équipe du Cines remet un rapport sur les dernières évolutions du projet. « Nous n'avons fait qu'appliquer des principes généraux de conduite de projet », précise Olivier Rouchon. Il ne s'est pas appuyé sur les méthodes agiles proprement dites, mais sur les règles contenues dans l'approche Microsoft Solutions Framework. Celle-ci définit des phases de validation à chaque étape de programme, selon une méthode itérative.

#### 4 Sensibiliser l'archiviste à la gestion des risques

Afin d'atténuer au mieux l'impact des risques organisationnels et financiers, l'équipe du Centre informatique de l'ensei-

**L'AVIS DE LA CONSULTANTE**  
Sylviana Jun, directrice générale du Bureau Van Dijk Ingénieurs Conseils, cabinet de conseil et bureau d'études spécialisé dans l'archivage

« Le projet d'archivage du Cines répond aux évolutions attendues dans la gestion de l'information documentaire. Il respecte les préconisations de la Direction générale de la modernisation de l'Etat et de la Direction des archives de France ainsi que les normes et les standards d'échange et d'interopérabilité courants. La démarche est très structurée et structurante. Elle pourrait d'ailleurs servir de pilote pour d'autres projets d'archivage électronique. »  
« Le Cines endosse le rôle de tiers archiviste interne pour l'enseignement supérieur. Il offre l'ensemble des services d'archivage électronique : de la collecte à la conservation, en passant par la restitution et la sécurité. C'est un véritable facteur clé de succès. On ressent également l'aspect évolutif du projet avec démarche par étapes pour continuer à moderniser et à rendre plus performant le système mis en œuvre. »

### La plateforme d'archivage commune du Cines

- BOES** : Doter l'enseignement supérieur d'une plateforme et d'un service numérique d'archivage pérenne autour d'une solution générale basée sur les standards émergents en matière d'archivage.
- PERIMETRE** : Outre l'archivage des thèses électroniques collectées par l'Agence bibliographique de l'enseignement supérieur et des revues en sciences humaines et sociales du programme Persée, le Cines doit valider de nouveaux formats audio et vidéo.
- OUTILS** : Le logiciel Arcsys 4.2.3.0, d'Infotel, des serveurs d'applications Sun M4150, des baies de stockage Sun StorageTek S1640-4G ; un logiciel client spécifique au Cines assure les fonctions de serveur de transfert.
- SAISONS** : 2004 : démarrage du projet. Octobre 2005 : rapport d'une équipe de consultants remis au Cines. 2006 : élaboration tout au long de l'année des spécifications des besoins. Mars 2007 : premiers tests d'intégration avec archivage de thèses. Septembre 2007 : sortie de la première version de la plateforme d'archivage commune. Mai 2008 : mise à jour et sortie de la version 2.

nement supérieur définit son processus de gestion des risques. Elle classe ainsi ces derniers et réfléchit à des plans d'actions afin d'en atténuer l'impact. « Toute l'équipe a véritablement travaillé là-dessus », souligne Olivier Rouchon. L'archiviste en poste suit une formation à Dramborn (Digital Repository Audit Method Based on Risk Assessment). « Cela a permis d'identifier 75 risques types », précise le chef de projet. Hu personnes étudient ensuite l'ensemble de ces risques. Les priorités sont réévaluées tous les six mois par les groupes de travail du début à la fin du projet, ceux-ci suivent régulièrement la méthode édictée dans le guide P2A. « Un vrai travail collectif », résume Olivier Rouchon.

Le deuxième projet, concerne l'archivage de revues en Sciences Humaines et Sociales (SHS), numérisées dans le cadre du projet Persée.

Suite au rapport de la mission interministérielle sur le devenir du CINES remis le 31 janvier 2007 au ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, une réorganisation globale de l'IST est décidée, comprenant un rapprochement sur ce thème entre le CINES et l'ABES. Les premières réunions du comité de pilotage ont lieu en fin d'année 2007.

Le 1 janvier 2008, à la fin du mandat de directeur de Thierry Porcher. Francis Daumas est nommé administrateur provisoire puis directeur du CINES le 24 mai 2008.

Le 12 février 2008 une lettre co-signée de Gilles Bloch (DGRI) et de Bernard Saint-Girons (DGES) recentre les missions du CINES sur le calcul intensif et l'archivage pérenne. Une activité d'hébergement de matériels permet de mutualiser les infrastructures du CINES pour des projets stratégiques (notamment les équipements du Sudoc pour l'ABES).

## NOUVELLE ORGANISATION DU CENTRE

Une nouvelle organisation du CINES est mise en place, qui sera opérationnelle au premier septembre 2008. Elle repose sur quatre départements, dont deux dédiés aux missions nationales et deux chargés des activités transverses : Département Calcul Intentif (DCI), Département Archivage et Diffusion (DAD), Département Services Informatiques et Infrastructures (DS2I), Département Administration et Ressources Humaines (DARH).

## MODIFICATION DES STATUTS

Le conseil d'administration est présidé par Bernard Carrière.

**Le décret n° 2014-303 du 6 mars 2014** modifie les statuts du CINES, à la demande du CINES il crée un Comité d'Orientations Stratégiques (COS) présidé par le professeur Olivier Pironneau et officialise les nouvelles missions du Centre :

- « Le calcul numérique intensif, soit par les actions que le centre conduit directement soit par les conventions qu'il passe avec d'autres organismes publics ou privés, nationaux ou étrangers, en particulier dans le cadre des accords passés entre le centre et la société GENCI ;
- L'archivage pérenne de données électroniques afin de contribuer à la préservation du patrimoine scientifique national ;
- L'hébergement de matériels informatiques à vocation nationale dans la mesure de la disponibilité de locaux et de capacités techniques, électriques et de climatisation, ne compromettant pas l'exécution et l'évolution des deux missions précédentes.»

## TRANSFERT DES « ACTIVITÉS IST » DU CINES

Le courrier du 12 février 2008 de la DGRI et de la DGES demande qu'en ce qui concerne l'IST et les relations avec l'ABES « le CINES se concentre sur l'hébergement des matériels serveurs et offre un service de suivi de fonctionnement des matériels, à l'exclusion de prestations concernant les applicatifs ». Dorénavant, le centre s'engage à un hébergement « sec » des plates-formes de l'ABES sans intervention sur les systèmes d'exploitation, comme c'était le cas précédemment. Arguant que ce nouveau partage des tâches lui demande d'acquérir de nouvelles compétences (12 ETP estimées au départ par l'ABES), l'ABES souhaite un transfert de personnels du CINES vers l'ABES. La direction du CINES, qui a toujours défendu que son périmètre était l'informatique en soutien de l'IST et non l'IST en elle-même, estime que l'économie réalisée pour le CINES par le transfert de tâches vers l'ABES est de 2 ETP maximum et après d'âpres discussions obtient le maintien des effectifs. Une nouvelle convention est signée avec l'ABES prenant en compte la nouvelle répartition des responsabilités.

À la demande de la tutelle, le centre ne développera plus et n'hébergera plus de sites web et de services de diffusion de bases de données pour des partenaires. Les applications existantes (DeBuci, Clora, Cefael, Liberfloridus, Canal\_U, etc.) seront reprises par leur maître d'œuvre.

**abes**   
agence bibliographique  
de l'enseignement supérieur





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.

## GENCI EN 2024

Plus de 134 PFlop/s répartis dans 3 centres de calcul.

- 77,9 PFlop/s au CINES (Supercalculateur ADASTRA), 36,2 PFlop/s à l'IDRIS (Supercalculateur JEAN ZAY), 20 PFlop/s au TGCC (Supercalculateur JOLIOT-CURIE).
- Pour l'ensemble de l'IR\*, 1733 dossiers de demande de ressources traités dans l'année, avec plus de 3,1 milliards d'heures cœurs demandées en CPU et 95 millions d'heures GPU.
- 4206 utilisateurs issus de la recherche académique et industrielle
- 11 Comités thématiques \* Infrastructure de Recherche (IR)

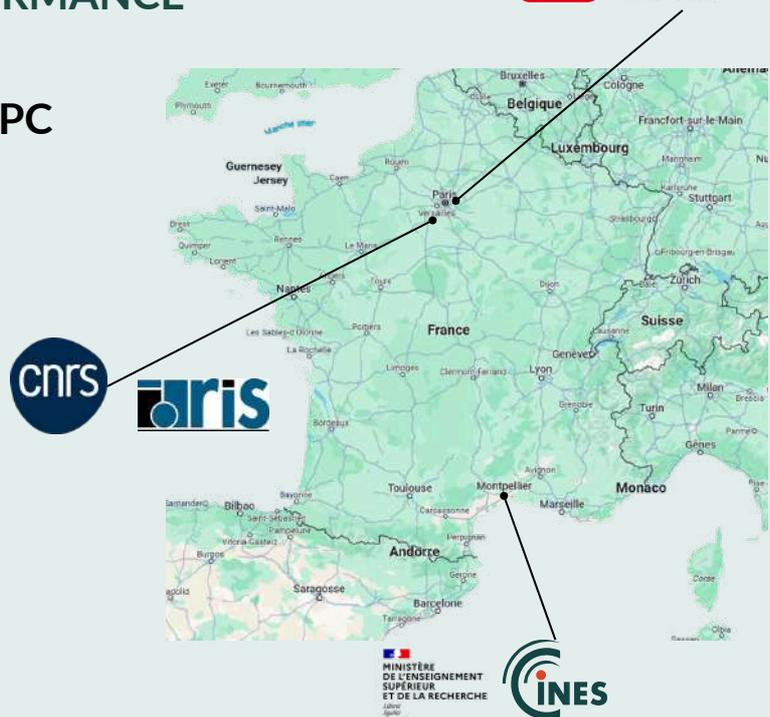
## LE CALCUL HAUTE PERFORMANCE



### Nouvelle organisation du HPC

La création de GENCI en 2007 amène une nouvelle organisation du calcul en France.

- GENCI est dorénavant maître d'ouvrage des appels d'offres concernant les machines confiées aux centres nationaux (Tier 1)
- Le centre du CEA héberge le Tier 0 (machine européenne) français au sein de sa nouvelle infrastructure TGCC



- L'attribution des heures de calcul est commune aux 3 centres nationaux (CINES, IDRIS, TGCC). Les dossiers déposés par les chercheurs sont examinés par un comité d'experts commun et l'attribution des heures est effectuée au sein du comité d'attribution par GENCI et les directeurs de centre en fonction des capacités des machines.
- L'application DARI développée et hébergée par le CINES, qui gère le dépôt des dossiers, leur analyse par les experts, la gestion des consommations et les remontées statistiques, devient l'outil central.

## EVOLUTION DES MOYENS DE CALCUL DU CINES

### JADE 247 Tflop/s : 2008-2015

Le CINES est le premier des centres nationaux à bénéficier de la nouvelle organisation mise en place. Il fait bénéficier GENCI de son expérience dans le domaine des appels d'offres. Les premières conventions et processus sont définis.

Suite à une collaboration fructueuse entre le CINES et GENCI, en avril 2008 l'appel d'offres lancé l'année précédente aboutit à la décision commune d'acquisition d'une configuration SGI ICE8200 EX de 147 Teraflop/s (147x10<sup>12</sup> opérations flottantes par seconde) composée de 1536 nœuds répartis sur 24 racks.

Grâce à la combativité du directeur du CINES et surtout de Catherine Rivière (PDG de GENCI), appuyée par des éléments techniques objectifs, le choix est validé par les tutelles.

Chaque nœud du super-calculateur est constitué de 2 processeurs quadri-cœurs Intel Xeon E5472-Harpertown à 3 GHz. L'ensemble représente donc 12 288 cœurs et chaque cœur est doté de 4 Go de mémoire (soit 32 Go par nœud).

L'interconnexion est réalisée par un réseau InfiniBand double plan DDR en topologie hypercube (latence inter-nœuds < 3 μs; débit inter-nœud crête 20 Gbits/s) et le système de fichier parallèle est Lustre. Un espace de travail de 500 To sur disques (7 racks) est directement relié au calculateur. Le refroidissement des armoires de calcul s'effectue par eau froide à l'intérieur des portes afin de minimiser les consommations électriques, la consommation maximale de la configuration est de 650 kW.



Baptisé JADE, le supercalculateur est mis en service le 17 juillet 2008 avec une période de vérification de service régulier du 1er août à fin septembre 2008. Cette période est mise à profit et prolongée jusqu'à fin décembre 2008, pour mettre pour la première fois la configuration complète à disposition de grands défis scientifiques basés sur des simulations. Entre-temps, le supercalculateur classé au quatorzième rang mondial (TOP500) est inauguré par Madame Valérie Pécresse, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le 5 novembre 2008.



**Photo de gauche de G à D : Mr le préfet, Catherine Rivière (PDG de GENCI) de dos, Madame la Ministre Valérie Pécresse, Francis Daumas (directeur du CINES), Bernard Carrière (Président du CA du CINES)**  
**Photo de droite : allocution de Madame la Ministre**

L'arrivée du calculateur JADE entraîne un renouvellement des espaces de stockage, la baie HDS est remplacée par une nouvelle baie de disques SGI LSI (2 paires de contrôleurs IS 4600, 8 liens FC 4 Gbps vers le serveur de fichiers) de 200 To utiles et ajout de 4 cœurs Itanium 2 et de 16 Go sur le serveur Altix 450 (soit au total 16 cœurs et 64 Go).

Le 6 avril 2009, l'Italie vit le drame du tremblement de terre de l'Aquila. À la demande du laboratoire de géoscience de Pau contacté par les autorités italiennes, le supercalculateur est mobilisé en urgence pour modéliser les répliques possibles et aider ainsi les prises de décision pour la sécurité des populations.

Malgré le rachat en avril 2009 de SGI par « Rackable System », la décision est prise d'effectuer l'extension de la configuration de JADE, prévue au marché, par l'adjonction de nouvelles baies de calcul. Ce complément constitué de 1344 nœuds biprocesseurs (soit 10 752 cœurs) en technologie Nehalem permet d'offrir début 2010 une puissance totale de calcul théorique crête de 247 Tflop/s sur 2880 nœuds biprocesseurs quadri cœurs.

La machine est classée dix-huitième au TOP500 de juin 2010. L'ensemble représente 45 baies de calcul connectées à un espace de 700 To sous Lustre. De mars à juillet 2010, l'extension a été réservée aux grands défis, dont un colloque organisé le 1er octobre 2010 a permis d'exposer les résultats.



## OCCIGEN 3,5 Petaflop/s : 2015

Le CINES est le premier des centres nationaux à bénéficier de la nouvelle organisation mise en place. Il fait bénéficier GENCI de son expérience dans le domaine des appels d'offres. Les premières conventions et processus sont définis.

Suite à une collaboration fructueuse entre le CINES et GENCI, en avril 2008 l'appel d'offres lancé l'année précédente aboutit à la décision commune d'acquisition d'une configuration SGI ICE8200 EX de 147 Teraflop/s ( $147 \times 10^{12}$  opérations flottantes par seconde) composée de 1536 nœuds répartis sur 24 racks.

Après 6 ans de loyaux services le supercalculateur JADE installé en septembre 2008, 14<sup>ème</sup> au TOP500 de l'époque, et étendu en février 2010, est arrêté fin 2014 en ayant fourni 150 millions d'heures CPU en 2013.

Suite à un appel d'offres lancé en octobre 2013 par GENCI, sous forme de dialogue compétitif, un nouveau supercalculateur nommé OCCIGEN (OCcitanie/Open Computing CInes GENci), développé par ATOS/Bull, est livré en septembre 2014 en remplacement de JADE. Installé dans la nouvelle salle machine SM5 disponible depuis janvier 2014 et équipée des infrastructures permettant un refroidissement par eau « chaude », il affiche une puissance crête de 2,1 Petaflop/s ( $2,1 \times 10^{15}$  opérations flottantes par seconde). Mis à la disposition de l'ensemble de la communauté scientifique le 12 janvier 2015, après une période réservée au passage de grands défis, il est classé 26<sup>ème</sup> au TOP500 de juin 2015.

La configuration d'OCCIGEN a été étendue en 2016 pour atteindre 3,5 Petaflop/s qui ont été mis à disposition des utilisateurs en janvier 2017. L'ensemble est refroidi par eau « tiède » (35°), pour un meilleur PUE, grâce à la technologie DLC (Direct Liquid Cooling) et est connecté à un espace de stockage rapide (Lustre) de 5,1 Po avec un débit cumulé de 106 Go/s.

	OCCIGEN 1	OCCIGEN 2	Total OCCIGEN
Puissance crête	2,1 Pflops	1,46 Pflops	3,5 Pflops
Racks	34 dont 24 de calcul	14 de calcul	38 de calcul
Nœuds bi-processeurs	2 106 de calcul	1 260 de calcul	3 366 de calcul
Processeurs	Intel Haswell EP 2,6 GHz	Broadwell 2,6 GHz	
Cœurs/proc	12	14	
Nombre de cœurs	50 544	35 280	85 824
Mémoire/coeur	50% à 2,6 Go, 50% à 5,3 Go	2,6 Go	
Réseau interne	IB Mellanox 4xFDR	IB Mellanox 4xFDR	



L'intégration de l'extension d'OCCIGEN a nécessité l'augmentation de puissance des infrastructures de la salle machine n° 5 (addition de 1 MW). La période de deux mois, réservée à la vérification de service régulier, a donné lieu au passage de grands défis dont la restitution a fait l'objet d'un colloque le 7 décembre 2017 et d'un numéro spécial de la gazette du CINES.



### IBM SP4

9 noeuds 32 Power 4 (64go)  
5 noeuds 16 Power 5 (32 go)  
4 To de disques (GPFS)

2,4 Tflops

< 2007



### JADE 1

SGI ALTIX ICE 8200 EX

1536 noeuds Intel Nehalem  
1536\*8 coeurs

147 Tflops

2008 >



### JADE-2

2 880 noeuds Intel  
Nehalem+Hapertown  
23 040 coeurs

267 Tflops

< 2010



### OCCIGEN 1

ATOS/BULL DLC B720

2 106 noeuds Intel Haswell,  
50 544 coeurs  
5 Po stockage Lustre, 105 Go/s

2,1 Pflops

2015 >



### OCCIGEN-2

23366 noeuds Intel Haswell/Broadwell  
85 824 coeurs  
5Po stockage Lustre, 105 Go/s  
~1,3MW

3,5 Pflops

< 2017

# PARTENARIATS

La nouvelle organisation du HPC en France a renforcé les collaborations entre centres nationaux autour de GENCI, l'application DARI de gestion des demandes d'heures et des consommations, développée par le CINES, est devenue l'outil commun central. Les comités d'experts et d'attribution des heures sont dorénavant communs aux trois centres. L'outil d'ouverture des comptes, développé par le CEA, est l'interface commune et les aspects sécurité sont harmonisés.

Le CINES contribue activement, notamment en accueillant un prototype à la cellule de veille technologique, créée sous l'égide de GENCI, qui regroupe les 3 centres nationaux, l'INRIA, et des représentants de méso-centres.

## AVEC L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE NATIONALE ET EUROPÉENNE

Des liens ont été tissés avec des laboratoires de recherche (IMFT, CERFACS, ...) dans le cadre de formations communes et de projets nationaux (ANR) ou internationaux.

Absent en 2007 des projets européens sur le calcul, le CINES s'est depuis fortement impliqué dans :

- **HPC Europa**

Initié au 1er janvier 2009, HPC Europa a offert à des chercheurs européens la possibilité de bénéficier d'un haut niveau de services reposant sur un hébergement dans l'un des pays partenaires et un accès transnational aux équipements de calcul intensif les plus avancés en Europe disponibles dans ce pays. Dans ce cadre, le CINES a fourni à des dizaines de chercheurs européens des heures de calcul, le tutorat et le support de spécialistes ainsi que des opportunités de collaboration.

- **PRACE**

Débuté en 2008, avec des phases successives d'implémentation (1IP, 2IP, ...), en 2017, le projet était dans sa cinquième phase d'implémentation (PRACE 5IP). Dans ce cadre, le CINES a hébergé et mis en œuvre des prototypes matériels et logiciels. Ainsi, le Centre a installé et mis à disposition un prototype AMBRE de SGI associé à JADE, puis en 2017 un cluster d'ATOS/Bull basé sur des processeurs Intel KNL, constitué d'un rack équipé de 56 lames Bull Sequana X1210 Intel® Xeon™ "Knights Landing". Chaque lame inclut trois nœuds de calcul Intel® Xeon-Phi™ équipés de cartes-mères identiques (soit 168 nœuds de calcul), d'une carte d'interconnexion InfiniBand EDR, et d'une plaque froide (« cold plate ») commune pour refroidir l'ensemble des composants. Le stockage est assuré par des disques HDD/SDD partagés par réseau Ethernet.

Le CINES est impliqué dans le programme SHAPE visant à apporter un support aux PME européennes souhaitant utiliser les infrastructures de calcul PRACE. Il assure également des formations liées au calcul intensif dans le cadre des PATC (Prace Advanced Training Centers).

Profitant de son expérience sur l'application DARI utilisée au niveau national pour la gestion des demandes, des attributions et des consommations d'heures de calcul, le CINES a développé et exploite la version européenne : Prace Peer Review.

# STOCKAGE

**Tous les espaces de stockage sont sécurisés par une double alimentation de bout en bout.**

## ARCHITECTURE « DATA CENTRIC »

Parallèlement, l'espace de stockage s'est orienté vers une architecture « data centric » reposant sur un nouveau cluster sous Lustre.

Le service de fichiers est positionné au centre de l'environnement de calcul afin de servir toutes les entités. Il est constitué des parties suivantes :

- Le stockage commun dit de niveau 2, le niveau 1 correspondant au stockage local du calculateur (/scratch) sous Lustre ;
- L'interface de transfert vers les calculateurs : les passerelles ;
- Le « back-end » HSM qui optimise la gestion de la ressource disque et assure la sécurité des données vers les robotiques.



En 2017, cet environnement permet d'offrir 2 Po de données sauvegardées sur l'espace (/store2) du serveur de fichiers avec des débits cumulés de 50 Go/s vers le supercalculateur OCCIGEN. L'espace de stockage (/scratch) local de 5 Po, directement relié au supercalculateur à haut débit (100 Go/s), n'est pas sauvegardé.

## ROBOTIQUES

Au sein de l'espace sauvegardé, les fichiers sont automatiquement migrés en fonction de la date de leur dernière utilisation vers des bandes magnétiques sur deux robots IBM (hébergés dans deux salles machines différentes : SM1 et SM4) équipés de lecteurs Jaguar et LTO et d'une capacité de 6 Po chacune (extensible à 10 Po), permettant de faire une double copie des données migrées.

# ARCHIVAGE

## UNE ÉQUIPE DE SPÉCIALISTES POUR UNE OFFRE NATIONALE AGRÉÉE

Le CINES a mis en place une équipe de spécialistes, composée d'informaticiens et d'archivistes, au sein du nouveau département archivage et diffusion en 2008. Une plateforme d'archivage (PAC) respectant les normes et les standards du domaine, y compris une réplique des données à distance (à Lyon), a été développée et mise en production. Cette plateforme, basée sur des modules développés par le CINES et sur le logiciel ArcSys, a obtenu l'agrément du SIAF (Service Interministériel des Archives de France) et du DSA (Data Seal of Approval, accréditation reconnue par la Commission européenne). Initialement obtenu fin 2010, l'agrément SIAF a été renouvelé en 2014, puis en janvier 2017 pour une période de trois ans.

Par ailleurs, le CINES a signé en juin 2016 un contrat de partenariat avec le projet VITAM, programme interministériel visant la réalisation d'une solution logicielle libre d'archivage numérique.

Grâce à cette reconnaissance nationale, le CINES a été désigné centre archiveur national pour les thèses de doctorat électroniques, la TGIR (Très Grande Infrastructure de Recherche) HumaNum, les collections numérisées du portail PERSEE (publications en SHS), les publications de HAL, les fonds de plusieurs bibliothèques universitaires (Cujas, BUPMC, Sainte Geneviève, ...), etc.

Le CINES a également entrepris la constitution d'un dossier pour obtenir l'agrément pour l'archivage et l'hébergement de données de santé (données non anonymées).

L'offre d'archivage du CINES se décline suivant deux niveaux de « service » :

- le niveau 1 est destiné aux archives à accès fréquent et correspond à une copie sur disque et deux copies sur bandes, une de ces trois copies est sur un site distant (à plus de 300 km)
- le niveau 2 s'adresse à des archives à accès occasionnel. Il est basé sur deux copies sur bandes au CINES dans deux salles machines distinctes et une troisième copie sur un site distant (à plus de 300 km du CINES)

L'archivage de données numériques au CINES est ouvert en priorité à tous les établissements et organismes de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et fait l'objet d'une convention comportant un engagement de confier l'archivage au CINES pour une période supérieure à 5 ans.

L'environnement de stockage vise à atteindre un niveau de sécurité équivalent à un niveau Tiers3+ avec notamment un doublement des arrivées d'énergie sur tous les équipements suivant une architecture en miroir, les mesures résultant du classement du CINES en ZRR (Zone à Régime Restrictif) par arrêté ministériel du 6 novembre 2015 et le respect des normes et standards du domaine.

La totalité des infrastructures informatiques dédiées à l'archivage, sur le site principal du CINES ainsi que sur le site distant, a été renouvelée entre 2015 et 2017 en s'appuyant sur les techniques de virtualisation afin notamment d'améliorer le délai de reprise d'activité en cas d'incident majeur.

En 2017, la capacité de stockage des archives sur disques est passée de 40 To à 300 To (avec la possibilité d'ajouter 300 To supplémentaires). En décembre 2017, la plateforme PAC gère 750 000 archives pour plus de 55 To de données à très forte valeur ajoutée préservées (soit plus de 150 To de données réellement stockées) et plus de 20 000 000 fichiers archivés. Les projets en cours concernant l'Equipex GEOSUD (données satellitaires) et Herbadrop (herbiers numérisés) représentent des volumétries de plusieurs centaines de To.



**Robot d'archivage**

# PARTENARIATS DU CINES FIN 2017

Nom de l'établissement	Typologie des données archivées au CINES
ABES	Thèses électroniques de doctorat
Persée	Revue numérisées en sciences humaines et sociales
HAL (Archive ouverte)	Articles scientifiques de niveau recherche, publiés ou non
BIU Santé	Ouvrages et périodiques numérisés en texte intégral de la Bibliothèque numérique Medic@. Banque d'images
BUPMC (Bibliothèque de l'université Pierre et Marie Curie)	Ouvrages anciens scientifiques et médicaux, périodiques, thèses et manuscrits disponibles en ligne au travers de la Jubilothèque.
-	Cocoon : Enregistrements de paroles issus des SHS. EFEO : Photothèque. Archéovision : Données d'archéologie exprimées en format 3D. CDSP : Enquêtes qualitatives et quantitatives effectuées en SHS Ortolang: réservoir de données en linguistique. OpenEdition: ressources électroniques en SHS. MSH René Ginouvès : données en archéologie et ethnologie. MMSH: Enregistrements d'enquêtes de la photothèque MMSH effectuées par la communauté scientifique en sciences humaines et sociales et accessibles au travers de la photothèque de la MMSH.
Bibliothèque Sainte Geneviève & SCD (Service Commun de Documentation) de Paris 3 (université Sorbonne nouvelle)	Livres anciens du 15 <sup>e</sup> au 19 <sup>e</sup> siècles : éditions rares Cartes numérisées Périodiques (toutes périodes et toutes thématiques confondues). Documents iconographiques et manuscrits Musique ancienne (XII <sup>e</sup> – XVIII <sup>e</sup> siècle)
Cour des Comptes	Archives des activités de contrôle de la Cour des comptes
INSERM	Images fixes et animées issues de la base de données Serimedis de la photothèque de l'Inserm.
HUMANUM	Collection en sciences humaines et sociales du CNRS
Agence nationale de recherche sur le sida et les hépatites virales (ANRS)	Cahiers d'observation des essais cliniques et les documents associés issus d'études (essais cliniques).
Inrap	Rapports de fouilles et de
Université de Lorraine	Thèses de doctorat, thèses d'exercice et mémoires soutenus Documents patrimoniaux détenus par la bibliothèque
Université de Strasbourg	Données issues des bases des ressources humaines « Harpège » Récapitulatifs nominatifs annuels de paie
OATAO (archive ouverte institutionnelle toulousaine)	Publications et documents issus de la recherche scientifique
IRSTEA	Publications numérisées et nativement électroniques
GéoSUD (IR "système terre")	Images satellitaires brutes et orthorectifiées acquises dans le cadre du programme Equipex-GEOSUD.
Institut Pierre-Simon-Laplace (IPSL)	Données satellitaires. Données scientifiques issues de simulations Données d'observation satellitaires et in-situ Bases de données nationales ou internationales.
CORIA-PRECCINSTA	Données scientifiques issues de simulation en combustion
CUNI (université Charles de Prague, République Tchèque)	Données en linguistique et en programmation neurolinguistique.
Sciences Po Paris	Thèses de doctorat, thèses d'exercice et mémoires
Université de Lille	Thèses d'exercice et mémoires, base de données <a href="#">PEPITE</a>
Université de Lyon 1	Thèses d'exercice (médecine, pharmacie, odontologie)
Bibliothèque universitaire des langues et civilisations (BULAC)	Manuscrits proche et moyen orientaux
IRHT	Manuscrits du 12 <sup>e</sup> au 18 <sup>e</sup> siècle, incunables (fin 15 <sup>e</sup> , début 16 <sup>e</sup> siècle), cartulaire du XIII <sup>e</sup> siècle.
MNHN (Museum National d'Histoire Naturelle)	HERBADROP : herbiers numérisés couplage de l'archivage et du calcul de haute performance (OCR)

## Partenariats NATIONAUX

**BSN (Bibliothèque Scientifique Numérique)** : créée en 2009, à l'initiative du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche en fédérant de nombreux acteurs des universités et organismes de recherche, la bibliothèque scientifique numérique (BSN) veille à ce que tout enseignant-chercheur, chercheur et étudiant dispose d'une information scientifique pertinente et d'outils les plus performants possibles. Le CINES pilote le groupe de travail BSN 6 consacré à l'archivage pérenne, activité transverse aux autres préoccupations. Il participe également aux groupes BSN 9 : Formation, compétences et usages et BSN 10 : Données de la recherche.

**PIN (Pérennisation des Informations Numériques)** : Le groupe de travail PIN est un lieu d'échange de savoirs et de savoir-faire, qui a été mis en place en 2000 au sein de l'association Aristote. Le CINES est copilote de ce groupe et coordonne un cycle de conférences plénières et de formations consacré à la pérennisation des données de la recherche en France et en Europe.

**Afnor** : participation du CINES à la rédaction de la norme Afnor sur l'implémentation d'un système d'archivage (NF Z42-013)  
**DINSIC** : pilote du projet VITAM auquel est associé contractuellement le CINES

**MNHN - HERBADROP** : Le projet HERBADROP, initié en 2015 avec le Museum National d'Histoire Naturelle et piloté par celui-ci, s'intègre dans un programme plus vaste : Reclonlat, dont une des phases concerne les herbiers numérisés, soit environ 400 To de données (soit un espace de 1.2 Po une fois archivés). Accepté et soutenu dans le cadre d'EUDAT pour la mise en œuvre d'un premier prototype s'appuyant sur l'infrastructure CDI d'EUDAT, le projet HERBADROP compte pour partenaires, en sus du CINES, 6 établissements-pilotes d'envergure nationale et qui sont représentatifs de la communauté européenne des sciences naturelles : MNHN (Museum national d'Histoire naturelle, Paris), RGBE (Royal Botanic Garden Edinburgh, Écosse), BGBM (Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Allemagne), Naturalis Biodiversity Center (Leiden, The Netherlands), Jardin botanique de Meise (Belgique), Digitarium (Service Centre for HP digitisation in Finland, Helsinki).

L'objectif est la conservation à long terme des herbiers numérisés, 22 millions de spécimens en Allemagne, 10 millions en France...

Au-delà de la volumétrie traitée, l'intérêt du projet réside dans le couplage de l'archivage et du calcul de haute performance (afin de réaliser une reconnaissance automatisée de caractères par un OCR), couplage qui peut être généralisé à d'autres thématiques que les herbiers. Le prototype a été validé fin 2017 et mis en production début 2018.

**IRSTEA - GEOSUD** : L'archivage au CINES des images satellitaires, brutes et orthorectifiées, en haute définition (au format GeoTIFF) de l'Equipex GEOSUD (Infrastructure de Recherche « système Terre » - pôle de données et de services « THEIA ») est entré en production le 23 novembre 2017. Cette banque d'images en haute définition constitue un riche ensemble de clichés de la France (métropole plus DOM-TOM) régulièrement pris depuis 2005 qui sont amenés à être réutilisés sur plusieurs décennies. Une réflexion conjointe entre l'infrastructure de recherche « système Terre » et le CINES a été initiée en 2017 sur les données obtenues par l'observation in situ et associées à ces images satellitaires. Un des principaux objectifs de ce projet consiste à mettre au point une méthodologie de travail innovante pour une meilleure prise en charge de ces données de la recherche tout au long de leur cycle de vie (production, publication, gestion, pérennisation, etc.).

## Partenariats européens

**EUDAT** : Le CINES a participé, en tant que partenaire spécialiste de l'archivage, au projet européen EUDAT, initié en 2011, visant à mettre en œuvre une infrastructure de données européenne (Common Data Infrastructure). Eudat 2020, signé en 2015 pour une durée de 3 ans, est la poursuite du projet Eudat, il regroupe 33 partenaires pour un budget de 19 M€, avec pour objectif d'assurer le déploiement en production de l'infrastructure CDI (Common Data Infrastructure). Le projet « EOSC-Hub » (European Open Science Cloud, 2018-2020), composé de 74 partenaires et doté de 30 M€, doit réaliser la convergence des projets européens EUDAT, EGI et INDIGO.

**ICEDIG** : ICEDIG ("Innovation and Consolidation for large Digitisation of natural heritage") est un projet européen correspondant à la phase d'implémentation de la nouvelle infrastructure de recherche pan-européenne DiSSCo ("Distributed System of Scientific Collections"). Cette e-infrastructure vise la gestion distribuée des collections européennes en sciences naturelles. Le CINES est l'un des 2 partenaires français d'ICEDIG, au côté du Muséum National d'Histoire Naturelle.

# HÉBERGEMENT ET INFRASTRUCTURES

Héberger des plateformes informatiques de partenaires appartenant à la communauté de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche est une activité « historique » du CINES dans le cadre de la mutualisation d'infrastructures et des économies financières et énergétiques associées. Cette activité est devenue une mission dans les nouveaux statuts de 2014, sous condition de ne pas contrecarrer les évolutions des deux autres missions relatives au calcul et à l'archivage. Elle vise à atteindre une offre d'infrastructures de niveau Tier3+.

## OBJECTIF MUTUALISATION DES INFRASTRUCTURES

L'organisation du calcul intensif faisant de GENCI le maître d'ouvrage des appels d'offres pour le renouvellement des machines de calcul, il était essentiel pour le Centre, afin d'être candidat à l'accueil de ces machines, d'offrir des garanties en termes de surface disponible, de puissance électrique et de refroidissement, de redondance des équipements et de sécurité des accès. C'est ce qui a été réalisé en construisant un nouveau pôle énergie, une nouvelle salle machine (SM5) dédiée au calcul, une nouvelle ligne électrique à 10 MW doublant la ligne historique. Mais aussi en réaménageant les anciennes salles (SM1 et SM3) et leurs capacités énergétiques, en améliorant la sécurisation des salles machines par un système d'extinction automatique d'incendie et celle du site par la vidéosurveillance et le traçage par badges des accès à la ZRR, en particulier aux salles machines. La sécurité des accès virtuels aux serveurs a été améliorée par la prise en compte de la PSSIE.

Parallèlement, la mission archivage nécessitant la sécurisation des données archivées pour prétendre à l'agrément du SIAF (Service Interministériel des Archives de France). Tous les équipements d'infrastructure ont été redondés pour aboutir à une permanence des disponibilités des supports physiques (disques, cartouches, robots en local et à distance). La sécurisation des baies à l'intérieur des salles machines a été assurée par des serrures à codes.

Toutes ces transformations d'infrastructure ont été réalisées avec le souci d'une optimisation énergétique en privilégiant les équipements affichant le meilleur rapport performance/dépenses énergétiques, en choisissant les technologies de refroidissement les moins énergivores disponibles (aéroréfrigérant pour le refroidissement par eau chaude d'OCCIGEN), en mettant en œuvre un confinement des allées froides, etc.

Une fois réalisés les investissements permettant d'atteindre un haut niveau de sécurité (24 h/24, 7 j/7) des infrastructures (Tier 3+) mutualisées entre les deux missions calcul et archivage, il était naturel de penser à étendre la mutualisation de ces équipements en proposant un accueil de plateformes, à des partenaires à vocation nationale, dans les espaces laissés disponibles dans les salles machines par ces deux missions. L'évolution des statuts en date de 2014 a conforté cette optique en élevant l'hébergement au niveau d'une mission.

Au total, en 2017 une centaine de baies sont hébergées pour des organismes extérieurs en sus des équipements propres du CINES.

## PARTENAIRES HÉBERGÉS

GENCI : convaincu de la qualité des infrastructures et des compétences des équipes du CINES, en confiant au centre la maîtrise d'œuvre de JADE puis d'OCCIGEN, a permis au CINES de disposer d'une machine de calcul de niveau mondial.

ABES (Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur) : Les instructions de la tutelle de février 2008 relatives à l'IST ont permis d'éclairer les relations avec l'ABES. À partir de cette date, le CINES se concentre sur un hébergement « sec » des plates-formes opérationnelles de l'ABES, qui reprend la responsabilité de la gestion de ses environnements système et en plus des applications.

L'évolution des infrastructures vers une architecture sécurisée en miroir, permettant d'atteindre un niveau Tier3+, compatible avec les recommandations de la DINSIC pour la labellisation « Data Center », a incité de nouveaux partenaires à demander un hébergement dans les salles machines du CINES.

INSERM : Dès 2009, l'INSERM a souhaité profiter de la mutualisation des infrastructures du CINES et de leurs perspectives d'évolution en procédant en avril-mai 2009 à l'installation des serveurs de la DSI en SM2. Depuis, des baies ont également été installées en SM3 et SM4, la SM2 étant pleine.

IRSTEA : L'IRSTEA a confié au CINES depuis 2016 l'hébergement de son cluster de calcul.

Autres partenaires nationaux hébergés : La Cour des Comptes, l'ISSN, ...

RENATER, R3LR, HDMON : le CINES héberge depuis la création du réseau national RENATER son nœud régional ainsi que les nœuds du réseau régional R3LR et du réseau métropolitain montpelliérain HDMON.

MESO@LR : Faisant suite à HPC@LR précédemment hébergé en SM3, le CINES héberge en SM1 depuis l'été 2015 le calculateur fourni par DELL du mésocentre MESO@LR de l'université, constitué de 300 nœuds de calcul pour 300 Tflops refroidis par air avec des climatiseurs « in row ».

UM et Rectorat de Montpellier : L'existence en 2014 d'un projet H2M, piloté par RENATER, de construction d'un data-center ex-nihilo sur Montpellier, résultant d'une volonté de mutualisation d'infrastructures par des partenaires ayant des sites locaux (Rectorat, Universités de Montpellier I, II, III, CROUS, École Nationale Supérieure de Chimie Montpellier, CIRAD, IRD) a conduit le CINES à proposer une solution alternative basée sur la stratégie suivante :

- L'utilisation dans un premier temps de la place disponible dans sa salle machine N°3 dédiée à l'hébergement, ce dont ont profité les DSI du Rectorat et de l'Université en 2017.
- Dans un second temps, si la demande, ouverte à de nouveaux partenaires locaux et nationaux hors du périmètre initial, dépasse la capacité d'accueil, envisager la possibilité de construction d'une nouvelle salle machine. Solution qui, en s'appuyant sur une mutualisation d'infrastructures existantes, serait moins onéreuse que la construction ou l'aménagement d'un nouveau data-center.

La mise en place de la nouvelle région OCCITANIE a réorienté la réflexion vers le projet d'un data-center régional éventuellement réparti sur 2 sites : Toulousain et Montpelliérain.



**Cluster de Meso@LR en SM1**

FUN : Hébergé de 2013 à 2017. Au cours de l'année 2013, le CINES a travaillé à la conception de l'architecture physique, l'hébergement et l'exploitation de la plate-forme française mutualisée de MOOCs (Massive Open Online Courses) développée en collaboration avec l'INRIA dans le cadre de l'initiative ministérielle France Université Numérique.

## EXTENSION DES INFRASTRUCTURES : PUISSANCE ET SÉCURITÉ

L'évolution des techniques de calcul parallèle d'une part avec l'arrivée annoncée de machines pétaflopiques puis exaflopiques nécessite la mise en place d'infrastructures adaptées délivrant de grandes puissances énergétiques en toute sécurité tout en optimisant l'efficacité en minimisant le PUE (Power Usage Effectiveness) des salles machines et en récupérant la chaleur produite par les groupes froids pour le chauffage des bâtiments.

D'autre part du côté des données, en particulier de l'archivage pérenne et de la confidentialité des données scientifiques, la sécurité en termes d'accès (physiques et virtuels) et de disponibilité oblige à installer les protections nécessaires, informatiques (filtrage des adresses IP, mots de passe robustes, ...) et matérielles (détection d'intrusion, vidéo surveillance du site, badges et serrures à code, ...) et à doubler tous les équipements d'alimentation (double chemin électrique, onduleurs et climatiseurs en N+1, groupes électrogènes, ...).

C'est ainsi que le CINES a fait évoluer ses infrastructures entre 2009 et 2017 en vue d'atteindre des infrastructures de niveau Tier3+ qui assurent une continuité du service 24h sur 24 et permettent en particulier de réaliser des maintenances à chaud des installations électriques.

- **Rénovation de la SM1** : Une première étape a été la rénovation de la salle machine historique (N°1) opérationnelle en 2007, qui a permis l'accueil de la première tranche de JADE et ses 147 Tflops.
- **Construction d'un nouveau pôle énergie** : La perspective d'une extension de la configuration de Jade (passage à 247 Tflops) a conduit en mars 2009 au dépôt du permis de construire d'un nouveau pôle énergie (architecte Michel Roucaute et bureau d'étude Betso) afin de réaliser l'extension nécessaire des locaux techniques et l'ajout de nouveaux équipements : transformateurs, onduleurs, groupes froids et groupe électrogène, permettant de fournir 2,5 MW. Le nouveau pôle est opérationnel en 2010 pour accueillir JADE 2.
- **Doublement des lignes ERDF** (passage à 2,5 MW + 10 MW en 2013) : après la construction d'un second pôle énergie le CINES a procédé en 2013 à une amélioration majeure de ses infrastructures énergétiques en doublant ses alimentations électriques auprès d'ERDF, afin de réaliser une architecture en « miroir ». Une deuxième ligne ERDF à 10 MW « dédiée », en sus de la ligne « historique » passée à 2,5 MW, a été installée et mise en service sur le nouveau pôle énergie.

Ainsi toutes les salles machines du CINES disposent alors :

- Double cheminement électrique de bout en bout pour l'ensemble des matériels informatiques « sensibles » avec deux adductions (ERDF/ENEDIS) séparées et la sécurisation par onduleurs redondés en N+1 et des groupes électrogènes sur chaque chemin.
- Climatisation sécurisée et redondante (en N+1)

## CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE SALLE MACHINE DÉDIÉE AU CALCUL

Approuvée en conseil d'administration, sur proposition du directeur, la construction d'une nouvelle salle machine (SM5) dédiée au calcul a été lancée via un appel d'offres en 2013. Les 600 m<sup>2</sup> de la SM5 équipés des infrastructures électriques et de climatisation modernes taillées pour accueillir le nouveau supercalculateur avec le minimum d'impact énergétique, ont été livrés fin 2014. La salle machine bénéficie d'un système de climatisation hybride : 75 % eau « chaude » (35°), grâce à l'installation sur le toit d'aéroréfrigérants, pour la partie réservée aux calculateurs, et 25 % air (à base d'eau glacée) pour la régulation de la température d'ambiance et l'espace réservé aux baies de disques.

Le découpage de la salle permet de gérer le chevauchement entre les générations n et n+1 des environnements de calcul et réserve un espace pour les tests ou les machines expérimentales.

Fin 2017, la salle machine N°5 offre une puissance totale de 1,8 MW. Les infrastructures de climatisation et les baies de disques hébergeant les données étant sécurisées en miroir par une double alimentation vers deux sources ERDF distinctes, elles-mêmes sécurisées par des onduleurs en N+1 et des groupes électrogènes.



## RÉORGANISATION DES SALLES MACHINES 1 ET 3

En 2016, suite à une réorganisation des salles machines « historiques », la capacité énergétique de la salle machine n°3 a été augmentée (+210 kW) et les équipements redondés afin d'être conforme au niveau de certification Tier3+. Cette salle est dédiée à la mission hébergement, dès la fin d'année 2016. Les machines préalablement hébergées dans cette salle, dont des serveurs du CINES et le calculateur du méso centre régional, ont été transférées dans la salle machine N°1.

Afin d'urbaniser au mieux la salle machine, le CINES fournit les baies sécurisées et met en place un confinement des allées froides.

Parallèlement, l'arrivée de l'extension d'OCCIGEN a nécessité l'augmentation de 1 MW des capacités de la salle machine n° 5. Cela s'est traduit par l'ajout d'onduleurs et de climatiseurs supplémentaires.

### **Passage en ZRR**

Par arrêté du 6 novembre 2015, le CINES est officiellement classé en ZRR (Zone à Régime Restrictif). Bien que la plupart des mesures attachées à une ZRR aient déjà été appliquées, ce classement a entraîné certaines modifications à la fois dans les dispositifs de contrôle des accès physiques et dans la gestion des accès virtuels informatiques.

### **Vidéo-surveillance et alarmes**

Le dispositif de sûreté du site a également été renforcé en 2017 par un système de vidéo-surveillance périmétrique avec alarmes associées pour signaler toute entrée illicite dans le champ des caméras. Le système de badgeage a été rénové et permet de tracer nominativement les accès aux salles machines et aux locaux techniques.

### **Construction d'une zone publique**

Une des conséquences du classement en ZRR a été la nécessité de construire une zone publique, étanche par rapport à la partie ZRR, qui permette au CINES de perpétuer en toute sécurité l'accueil du public extérieur pour les formations, séminaires, réunions et autres manifestations.

Les plans de définition de la ZRR et de la zone publique, présentés en Comité Technique et en Conseil d'Administration du CINES, ont été validés par le HFSD et la DGSI.

## Evolution des infrastructures entre 2008 et 2017

Janvier 2008	2017
4 salles machines	5 salles machines (ajout de la SM5 en 2014) sécurisées en « miroir »
1 pôle énergie « historique »	2ième pôle énergie construit en 2010
1 ligne ERDF (1,2 MW)	2 lignes ERDF : nouvelle à 10 MW ajoutée en 2014 passage à 2,5 MW de l'ancienne en 2010
2 transformateurs	6 transformateurs
2 TGBT	7 TGBT
4 onduleurs	8 onduleurs
3 groupes froids (3x415 kW)	6 Groupes froid (ajout de 3x800 kW)
	4 aéroréfrigérants adiabatiques
	3 groupes électrogènes
	Extinction incendie automatique (gaz inerte)
	Zone publique (construite en 2017)
	Clôture du site
	Système de vidéo surveillance



Parallèlement une «démarche qualité» de type ITIL a été mise en place.

## RÉORGANISATION DES SALLES MACHINES 1 ET 3

La sécurité a toujours été une préoccupation majeure du CNUSC/CINES qui nécessite une remise en cause permanente prenant en compte les nouveaux risques inhérents à l'évolution technologique. Ainsi, dans le cadre de la protection du potentiel scientifique et technique de l'État (PSSIE), un certain nombre de mesures concernant la protection des systèmes informatiques ont été adoptées entre 2008 et 2017. Elles ont été élaborées avec le RSSI et le FSD en étroite collaboration avec l'ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information), la DGSI (Direction Générale de la Sécurité Intérieure), le HFDS (Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité).

Une étape a consisté à confier à l'ANSSI l'audit de l'environnement de calcul. Cet audit a été réalisé entre le 19 et le 23 janvier 2015. La plate-forme de calcul OCCIGEN a ensuite été homologuée en juin 2016 après une étude poussée des risques et la mise en œuvre de réponses adéquates dans le cadre du SMSI (Système de Management de la Sécurité de l'Information).

Ont été mis en œuvre :

- En 2015 les organes de suivi, de conseil et d'audit, en particulier le comité opérationnel de sécurité (COSec) composé du Directeur (AQSSI), du FSD, du RSSI, du responsable sûreté du site, des chefs de département et de leur correspondant sécurité,
- La conformité de l'établissement avec la PSSIE, avec notamment : le passage à des mots de passe robustes d'au moins 12 caractères, le filtrage des adresses IP, le découplage du réseau des postes d'administration des systèmes, des autres réseaux internes, le chiffrement des échanges hautement confidentiels, etc.

## RESSOURCES HUMAINES

Malgré l'augmentation des activités, l'heure n'est pas à la création de postes de titulaires; le renforcement des effectifs pour assumer l'ensemble des tâches passe donc par le recrutement de CDDs et l'appel à des régies auprès de sociétés de service.

Conformément aux instructions ministérielles, sont créés un CT et un CHSCT. Un audit externe est réalisé pour étudier les améliorations possibles des conditions de travail.



# AGENTS TITULAIRES AYANT PARTICIPÉ AU RAYONNEMENT DU CNUSC/CINES PÉRIODE 1980-2017

ABADIE Hugues  
AMBROSINO Jean-Louis  
ARBIEU André  
AUDIFFREN Nicole  
AUFFRET Michel  
AVALLONE Nathalie  
AVINENS Danielle  
BARGETEI Stéphanie  
BATLLE Michèle  
BATLLO Marc  
BAUS Pierre  
BECHARD Lorène  
BERTHIOT Roger  
BLANCHARD Alain  
BOUAKLINE Sana  
BOISIS-DELAVAU Marc  
BORDARIER Yves  
BOULARD Emilie  
BOULOC Michel  
BOUSSAC Jean-Paul  
BOUZAN Jean-Pierre  
BOYER Eric  
BRINGUIER Jean-Luc  
CADARS Eric  
CAIGNEC Lionel  
CANILHAC Patricia  
CANILHAC Solange  
CAUVEL DE BEAUVILLE Gabriel  
CAZENAVE Nicolas  
CHANTE Grégory  
CHAPELLE Jérôme  
CHARPENTIER Johanne  
CHAUME Denys  
CHAUSSON Pierre  
CHAZEL André  
CIROU Bertrand  
CLOIREC Mathieu  
COMPAN Michel  
CORMIER Thierry  
COUTIN Stéphane  
COUTURAT Romain  
DALMASSO Sylvain  
**DAUMAS Francis**  
**DELHAYE Jean-Loïc**

Di MICELI Bernard  
FALANDRY Philippe  
FLAMAND Sylvie  
GALEZ Marie  
GAUDRON Elisabeth  
GAUJAC Maurice  
GAY Mireille  
GIL Gérard  
GOBBO Gilbert  
GRANGE Danièle  
GRANIER Alexandre  
GRAZIOSO Yvan  
HAUTREUX Gabriel  
HONVAULT Yann  
HUET Yvon  
IBANES Jocelyne  
**IPPOLITO Jean-Claude**  
IPPOLITO Marie-Thérèse  
JACINTO Elsa  
JALABERT Patricia  
JEAN-LAURENT Alexis  
JOUILLIE Armand  
KINDOU Claude  
KRASINSKI Nicolas  
LERNOUT Olivier  
LEMAIGNAN Florence  
LIBOUBAN Christine  
MAHJOUR Abdou  
MANDEZ Régine  
MANGO Alain  
MARCETEAU Florent  
MATHIEU PASCAL  
MASSOL Marion  
OUDEVILLE Jean  
PAINTRAND Jean-François  
PACAUD Patrice  
PASSUELO Jean-Luc  
PENALVA Jean-Christophe  
PONTILLON Marcel  
PRAT Philippe  
RENAULT Jocelyne  
RAMBIER Gilles  
REDONT Patrick  
RIVERA Annie

RICHARD Pierre  
ROBERT Catherine  
ROUCHON Olivier  
ROUQUETTE Philippe  
SANCHEZ José  
SAUTER Jean-Paul  
SORRENTINO Sauveur  
THERON Jean-Pierre  
TOUREILLE Hervé  
TUAL Martine  
URBACH Georges  
VERNOU Gérard

**Directeurs mis à disposition**  
**PORCHER Thierry - ex CEA**  
**QUERE Alain - ex Université de Nancy**  
**ROUZAUD Philippe - ex CEA**

## **Personnels CUNSC/SUNIST transférés à l'ABES**

BLONDELLE Frédérique  
BONNEAUD Mireille  
BONNEFOND Christophe  
BRUNET Martine  
CARRILHO Gilles  
CERONI Corinne  
DESRICHARD Yves  
DESMIEZ Patrick  
GILOUX Marianne  
GROS Jacqueline  
HILLAIRE André  
MOLLET Martine  
PENICHON Mireille  
PERRET Pierre-Marie  
PERRIER Nathalie  
POUJOL Mariez Lise  
RENAUT Jean-Louis  
ROUSSEL Laurence  
SALVIT Sylvette  
SERRE Olivier  
SILVA Valérie  
VERDIER Pierre

## Les directeurs du CNUSC puis du CINES

Christian Durante	1980 - 1981
Jean-Claude Ippolito	1981 - 1989
Jean-Loic Delhaye	1990 - 1994
Philippe Rouzaud	1994 - 1997
Alain Quéré	1998 - 2002
Thierry Porcher	2003 - 2007
Francis Daumas	2008 - 2017
Boris Dintrans	2017 - 2022
Michel Robert	2022

03

Le CINES aujourd'hui

Les chapitres précédents ont résumé les principaux faits marquants de l'émergence du CNUSC au CINES jusqu'en 2017. Dans cette période, les sillons les plus importants ont été tracés :

- Évolution progressive des moyens de calcul, de stockage, d'archivage, d'hébergement, partenariats locaux, régionaux, nationaux et internationaux.
- La création de GENCI (Grand Équipement National de Calcul Intensif) en 2007 a permis de mieux coordonner les actions stratégiques nationales du choix des calculateurs, de leur renouvellement, jusqu'à l'affectation des heures et des machines auprès des communautés utilisatrices.
- La construction d'une nouvelle salle machine SM5 a permis d'accueillir les supercalculateurs Oxygen, puis Adastra avec leurs espaces mémoires, dans un environnement adapté notamment pour supporter le poids des racks aujourd'hui de l'ordre de 2 tonnes par m<sup>2</sup>, et assurer un refroidissement des lames de calcul par eau tiède. Avec les technologies d'aujourd'hui, il est techniquement possible d'atteindre une puissance de calcul de 500 pétaflops dans cette salle machine. L'exascale se rapproche. Qui aurait pu imaginer qu'entre le premier ordinateur installé en 1981 au CNUSC et le supercalculateur Adastra, la puissance de calcul aurait augmenté d'un facteur de l'ordre de 10 milliards !

Entre 2017 et aujourd'hui, deux directeurs se sont succédé en s'appuyant sur le socle qui s'est construit au fil du temps : Boris Dintrans (2017-2022), puis Michel Robert depuis 2022.



## **BORIS DINTRANS**

Directeur 2017-2022

Cette période a été marquée par la fin de vie en 2022 du calculateur Oxygen qui aura fonctionné 8 années avec un taux d'utilisation remarquable, puis l'arrivée du supercalculateur ADASTRA inauguré en 2023 qui figure parmi les plus performants au monde en termes de capacités de calcul et de sobriété énergétique. Avec ses partitions scalaires (CPU) et accélérées (GPU),

Adastra fournit dorénavant aux scientifiques de nouvelles approches encore plus innovantes pour leurs besoins complexes en simulation numérique en s'appuyant sur le savoir-faire développé par nos ingénieurs pour mutualiser et optimiser ces infrastructures de recherche, dans un environnement sécurisé.

L'organisation du CINES a continué d'évoluer en scindant en particulier en 2022, le département DS2I en un département DPL (logistique et patrimoine) pour gérer l'ensemble des infrastructures hors numérique et un département DSI pour les infrastructures numériques.



## MICHEL ROBERT

Directeur 2022-2025

Après la période de confinement « COVID » en 2020 qui a conduit à la mise en place du télétravail, la forte évolution des activités dans de nombreux projets nationaux et européens a amené le CINES à réfléchir sur l'adéquation entre les moyens humains limités, les priorités, et l'organisation du travail.

L'arrivée en 2022 d'un nouveau directeur a permis de faire évoluer l'organisation du centre avec des chantiers impliquant les personnels.

### **Les principaux chantiers menés ont été les suivants :**

- Évolution de l'organisation : adjoints au directeur, redéfinition des interfaces entre les départements métiers et l'administration pour le suivi des projets nationaux et européens.
- Création de groupes de travail pour fluidifier les relations entre les départements métiers DSI-DCI, DSI-DASD, reconstruction du département DASD pour s'inscrire dans les grands rendez-vous nationaux pour l'archivage pérenne.
- Une équipe projet transversale « Architecture Données Calcul » a été créée en 2023 pour mieux répondre aux enjeux liés à des projets d'Equipex nationaux où le CINES est partenaire (Gaia Data, Mudi4LS...).
- Le service support aux utilisateurs SVP a changé de dénomination en 2023 pour devenir CSC, le Centre de Services du CINES principalement axé sur le numérique. Le CSC assure la permanence avec les utilisateurs sur les trois missions du CINES.
- L'accueil du centre a été professionnalisé avec diverses tâches affectées au niveau de cet espace particulier.
- Réussite des projets nationaux stratégiques : Supercalculateur ADASTRA, Plateforme VITAM...
- Politique de sobriété énergétique.
- Mise en route d'une démarche qualité pour répondre aux enjeux d'homologation et de certification.
- Développement de partenariats pour une orientation "data center santé" (CHU, INSERM...).
- Politique de communication de la vie interne et externe.



**Anne FERRER-VILLENEUVE** • 2e  
 Directeur général CHU de Montpellier  
 1 mois • 🌐

Partager nos travaux en #IA avec le Northwestern Memorial Hospital nous a permis de réfléchir à de nouveaux cas d'usages et partenariats. C'était stimulant !

👉 Ce qui change au **CHU de Montpellier** ? Nous sommes au cœur de **MedValley Montpellier**, et notre écosystème dédié à la santé nous permet d'avancer en croisant la puissance de calcul et l'expertise du CINES, celle de l'IGM - Institut du Cancer de Montpellier qui avait avant le CHU accueilli le NWH, celle de l'Université de Montpellier, comme celle de Dell Technologies

📄 Nous avons certes beaucoup à faire mais modifier nos organisations de travail grâce à l'IA pour alléger certains tâches et rendre du temps aux soignants auprès des malades est la cible. L'intégrer dans nos pratiques managériales est l'enjeu.

📊 Les résultats de notre livinglab **ERIOS** sont prometteurs et **Dedalus** intégrera bientôt ces nouvelles fonctionnalités.

👏 Les Prs **Patrice Taourel**, **Nicolas Menjot de Champfleur** et le Dr **David Morquin** ont partagé des exemples d'usage de l'IA en radiologie, pour faciliter l'écriture des lettres de sortie ou encore faciliter la recherche. Nos invités nous ont bluffés avec les leurs. Bref ...see U soon! 🤖

**Pierre Colombo** • 1er  
 Professor CentraleSupélec (Legal NLP/Generative AI)  
 Republié depuis Arnaud Dumouner • 3 sem • 🌐

Très bel article sur notre LLM #SaulInstruct développé avec Equall, CentraleSupélec, Sorbonne Université, Instituto Superior Técnico, NOVA School of Law avec le @CINES |

Selon certaines informations, une nouvelle version devrait être disponible prochainement? 🤖

Jérémy Bensoussan Alain Bensoussan Hugo Lagrave Bahiya Amzil Jacqueline Renard Guillaume Decorzent Jeanne Blain Marc Revol Pierre BECKERS Bahiya Amzil Christophe Fichet Elise Dufour Guillaume Avrin

**Hewlett Packard Enterprise** • 3 590 712 abonnés  
 1 an(s) • 🌐

🚀 Le nouveau supercalculateur HPE, Adastra, a été inauguré et est prêt à servir les communautés de recherche scientifique et industrielle | Acquis en 2022, Adastra est classé 3e dans le Green 500 et 11e dans le Top 500, ce qui en fait l'un des supercalculateurs les plus puissants d'Europe avec une capacité de calcul massive de 74 PFlop/s.

Merci à **GENCI** et **CINES** !

Apprenez-en plus ici <https://hpe.to/60470905v>





news tank  
éducation & recherche

**Commission IA : « Les propositions sur les semi-conducteurs et le calcul me dérangent » (M. Robert)**



Michel Robert

Le Journal  
des Entreprises



Hautreux et Michel Robert, respectivement responsable du département calcul et du Cines à Montpellier. — Photo: CLEMENT MANIES

Expte • MONTPELLIER | • INDUSTRIE • ESSOR ET TERRITOIRE

**Montpellier relève le défi de l'intelligence artificielle durable**



# SITUATION ACTUELLE DES 3 MISSIONS STATUTAIRES DU CINES

## Mission hébergement (ESR)

17 conventions d'hébergement d'infrastructures sont en cours avec des établissements de l'ESR, principalement des organismes nationaux de recherche.

### Mésocentre ISDM-MESO et Data Centre Régional Occitanie

L'Université de Montpellier entretient des relations privilégiées avec le CINES depuis 2009, avec l'hébergement du premier supercalculateur HPC@LR financé initialement par la Région Languedoc-Roussillon, la Métropole de Montpellier et l'Université Montpellier 2. La coopération fructueuse a permis l'accueil des configurations et évolutions successives du mésocentre de calcul, maintenant devenu ISDM-MESO. ISDM-MESO est intégré au sein de l'Institut de Science des Données de Montpellier (ISDM). L'ISDM constitue le centre opérationnel Drocc-Est du Data Centre Régional Occitanie qui permet de fédérer l'hébergement des infrastructures des établissements et organismes de recherche de l'Occitanie-Est au sein du CINES. Dans ce cadre, le CINES mettra à disposition une vingtaine de baies supplémentaires, pour répondre à la demande des établissements régionaux.

L'installation du nouveau calculateur ISDM-MESO (Lenovo) au premier semestre 2024, a conduit à un renforcement d'une partie du plancher de la salle machine historique (SM1) pour supporter 2 tonnes/m<sup>2</sup> et des travaux pour permettre un refroidissement par eau tiède. Les points marquants techniques de cette nouvelle infrastructure haute résilience en cours d'installation résident principalement dans l'adaptation du matériel à une utilisation HPC ou Cloud/kubernetes en fonction des besoins et le choix d'un refroidissement à l'eau tiède dans le cadre d'une démarche écoresponsable.

Principalement constitué de 54 nœuds CPU (192 cœurs AMD et 1,5 To de RAM par nœud) et de 6 nœuds GPU (24 H100 Nvidia), cette nouvelle machine dépassera le Péta Flop en performances cumulées. Le calcul sera épaulé par un espace disque scratch Weka.io de 1,4 Po de NVMe associé à un espace S3 de tiering de même capacité.

Au-delà de l'excellence technique, ISDM-MESO opère un changement de paradigme et entre dans une ère fortement orientée services à la demande : Kubernetes dédié, chat-LLM, datalab Onyxia, outils IA, panels des outils cloud natifs, VRE thématiques... Les services s'appuieront sur plusieurs équipes d'astreintes offrant ainsi le meilleur pour la recherche dans un environnement souverain et sécurisé.

Le début d'année 2025 verra l'arrivée d'un nouveau stockage sur bande de plus de 100 Po.



### **Mission archivage (ESR)**

Le projet de plateforme d'archivage du CINES (PAC) a été lancé au printemps 2004 avec l'objectif de doter le CINES d'une plateforme et d'un service d'archivage numérique pérenne apte à répondre à la majorité des besoins et respectant les normes et standards. Aujourd'hui, le CINES prépare une nouvelle plateforme respectant la norme nationale VITAM. En relation avec l'ABES et l'AMUE, une réflexion est en cours pour répondre aux attentes de versements d'archives des établissements de l'ESR et en particulier les BUs.

### **Mission calcul intensif (Recherche)**

Le CINES héberge des moyens de calcul intensif exceptionnels renouvelés régulièrement via GENCI, avec actuellement le supercalculateur ADASTRA de rang mondial sur le chemin de l'exascale, du HPC et de l'IA avec ses partitions CPU et GPU (voir Annexes). Une extension avec une partition APU-GPU MI300a d'AMD va être installée au cours de l'été 2024, pour tester l'amélioration des performances pour des applications d'IA. Les 3 centres nationaux (CINES, IDRIS, TGCC) sont coordonnés par GENCI, et ont l'avantage de disposer de configurations complémentaires pour répondre aux attentes HPC et IA, avec des partitions GPU NVIDIA et AMD.

### **Autres missions en émergence**

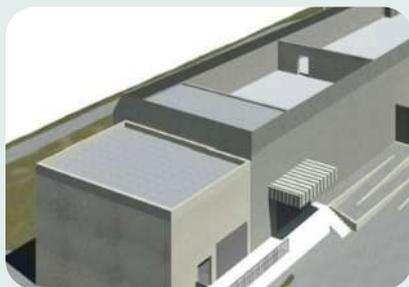
Au vu des enjeux actuels en IA et en particulier en IA & Santé, le CINES pourrait co-construire un « data center santé » répondant aux normes en vigueur et à une véritable démarche qualité.

Ces missions, qui sont les piliers du CINES, sont en interactions, et la construction d'arches les reliant est une action prioritaire de la gouvernance actuelle du CINES.

L'année 2024 a vu se concrétiser des projets d'amélioration des conditions de travail : rénovation de locaux, création de nouvelles surfaces (hangar de 120m<sup>2</sup>, atelier de 30m<sup>2</sup> et deux plateaux de bureaux de 2x40m<sup>2</sup>), d'un espace de travail partagé (espace 160) répondant aux exigences ministérielles (courrier de la Première Ministre du 8 février 2023), installation d'une téléphonie TOIP avec des outils collaboratifs, bornes de recharge pour véhicules électriques avec une reprise des réseaux VRD.



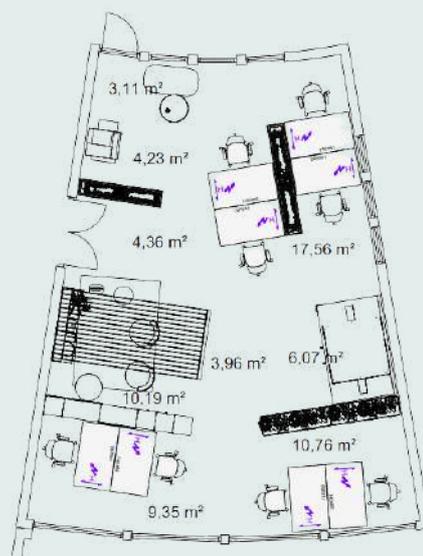
**Atelier externe**



**Hangar externe**



**Bureaux département DCI**



### Espace de travail partagé (espace 160)

Un plan pluriannuel d'investissement a été présenté aux administrateurs en juin 2024 pour planifier les investissements jusqu'à l'horizon 2030 et en particulier deux opérations importantes : un agrandissement des locaux en revisitant l'entrée pour mieux organiser la zone publique et la zone à régime restrictif (ZRR).



# INFRASTRUCTURES EN 2024

## INFRASTRUCTURES FLUIDES

Les infrastructures fluides qui concernent les installations courants forts, courants faibles et climatisation et dispositifs de vidéosurveillance et de protection incendie ont évolué pour s'adapter à de nouvelles exigences.

- Les installations courants forts sont réalisées de manière à assurer une redondance des alimentations. Elles comprennent (description synthétique) : des postes de transformation, des tableaux Généraux Basse Tension (TGBT) et un ensemble de tableaux divisionnaires et de coffrets spécifiques, des onduleurs, et des groupes électrogènes.
- Les installations courants faibles comprennent plusieurs systèmes : sécurité incendie, extinction automatique, détection intrusion, contrôle d'accès, supervision pour l'intrusion et le contrôle d'accès, vidéosurveillance, Gestion Technique Centralisée (GTC) avec supervision, badgeage, téléphonie IP, gestion des accès à la ZRR, détection de fuites en faux-planchers.
- Au niveau climatisation, on dénombre plusieurs groupes froids, des tours Adiabatiques de refroidissement, des échangeurs eau/eau, un ensemble de pompes de circulations des unités de Traitement de l'Air (UTA), un ensemble d'Inrows, d'équipements terminaux (cassettes, consoles) et de nombreuses sondes et capteurs.

Les salles informatiques bénéficient d'un double cheminement électrique de bout en bout, une sécurisation par onduleurs redondés et groupes électrogènes sur chaque chemin ainsi qu'une climatisation sécurisée et redondante (en N+1). Dans le cadre des processus de certification (homologation du supercalculateur, certification VITAM en cours et HDS (2025) les dispositifs de sécurité ont évolué comme par exemple le renforcement du système de vidéosurveillance par la mise en place de caméras multiples dans les salles machines.

## INFRASTRUCTURES NUMÉRIQUES

Les infrastructures numériques du CINES : réseaux et stockage.

Trois équipements de réseau d'interconnexion sont hébergés au CINES :

- le nœud RENATER (NR) régional et le NOC pour l'interconnexion des sous-réseaux locaux,
- le cœur du réseau régional THDOC,
- le cœur du réseau métropolitain HDMON. Cette proximité aux équipements réseaux facilite le raccordement des partenaires hébergés au CINES.

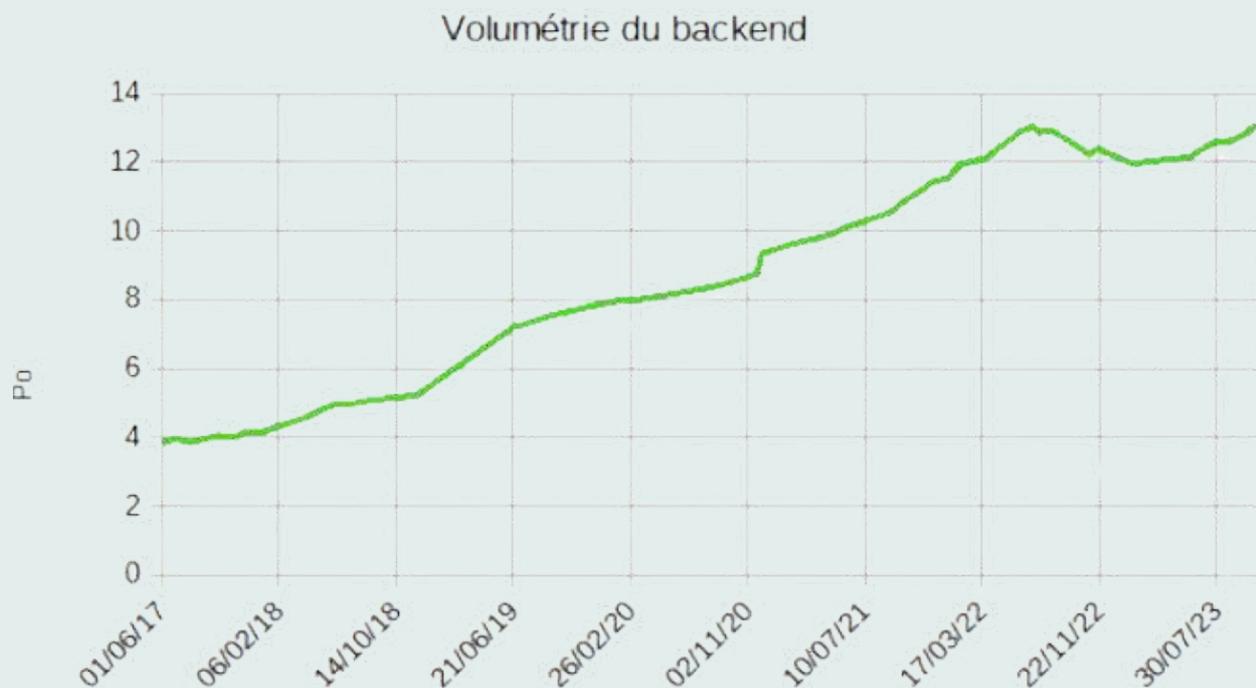
Le CINES a adopté une architecture de stockage data-centrique depuis 2014. Ce type d'architecture repose sur le principe du stockage vu comme une unité de service de fichiers centralisée. Ce dispositif est en connexion permanente avec les différents équipements (calculateur, plateforme d'archivage, entrepôts de données) et dispose d'un rythme d'évolution propre. Ainsi, le cycle de vie des données est indépendant du cycle de vie du calculateur. Cette architecture a évolué vers une configuration reposant sur un nouveau cluster Lustre (cluster de stockage parallèle haute performance) datant de 2020.

Elle se décompose ainsi :

- Espace de stockage commun sécurisé dit de niveau 2 : cet espace est composé des deux sous-espaces /work et /store offrant chacun 12 Po de disque rotatif avec une bande passante de 150 Go/s cumulés.
- Stockage local rapide de niveau 1 du calculateur (/scratch)
- Interface de transfert vers les calculateurs : les passerelles
- « Back-end » HSM (Hierarchical Storage Management) qui optimise la gestion de la ressource disque et assure la sécurité des données. Le mouvement de données vers les robotiques est opéré par une série de « datamovers ». Au sein de cet espace sauvegardé, les fichiers sont automatiquement migrés vers des bandes magnétiques sur des robotiques d'une capacité actuelle de 6 Po chacune (et extensibles à 10 Po), permettant de faire une double copie des données migrées.

Les robotiques, renouvelées en 2022, sont également connectées en direct avec les applications de sauvegarde et d'archivage au CINES. Ces applications profitent de la mutualisation des moyens en ayant accès à ces robotiques performantes taillées pour la sécurisation et le déplacement des données scientifiques (de l'ordre d'une centaine de To par jour). La répartition de l'usage de ces robotiques montre une utilisation très majoritaire pour les données scientifiques (96,2 % du volume total), et plus modeste pour les données de sauvegarde et d'archivage (respectivement 2,3 % et 1,4 %).

Concernant les données scientifiques, la volumétrie globale offerte par chaque robot (backend) a ainsi été multipliée par 3 en 6 ans :



## SÉCURITÉ INFORMATIQUE

Depuis l'obligation en 2014 de mise en application de la **Politique de Sécurité des Systèmes d'Information de l'Etat (PSSIE)**, la sécurité est devenue une préoccupation majeure au CINES. Cette politique s'inscrit dans le cadre de la **Protection du Potentiel Scientifique et Technique de la Nation (PPSTN)**. Cela nécessite une remise en cause permanente prenant en compte les nouveaux risques inhérents à l'évolution technologique.

Entre 2015 et 2024, des mesures concrètes ont été mises en place, comme la création d'un Système de Management de la Sécurité de l'Information (SMSI), le filtrage des adresses IP, le découplage des réseaux d'administration ou encore le chiffrement des échanges confidentiels et surtout une obligation d'homologuer les supercalculateurs et leur environnement. Ces mesures ont été élaborées par les membres du SMSI (le RSSI et le FSD) en étroite collaboration avec l'ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information), la DGSI, le HFDS et pour le calcul, avec GENCI et les autres centres nationaux.

Parallèlement a été créé un organe de suivi, de conseil et d'audit, le comité opérationnel de sécurité (COSec) composé du Directeur (AQSSI), du FSD, du RSSI, des chefs de la ZRR (Directeurs adjoints) des responsables de département et des correspondant sécurité (CSSI).

# INAUGURATION ADASTRA (04.05.2024)

**04/05/2023** | **14H-17H** | **Amphi Saint Priest**  
 Université de Montpellier (à proximité du CINES)

**COLLOQUE**

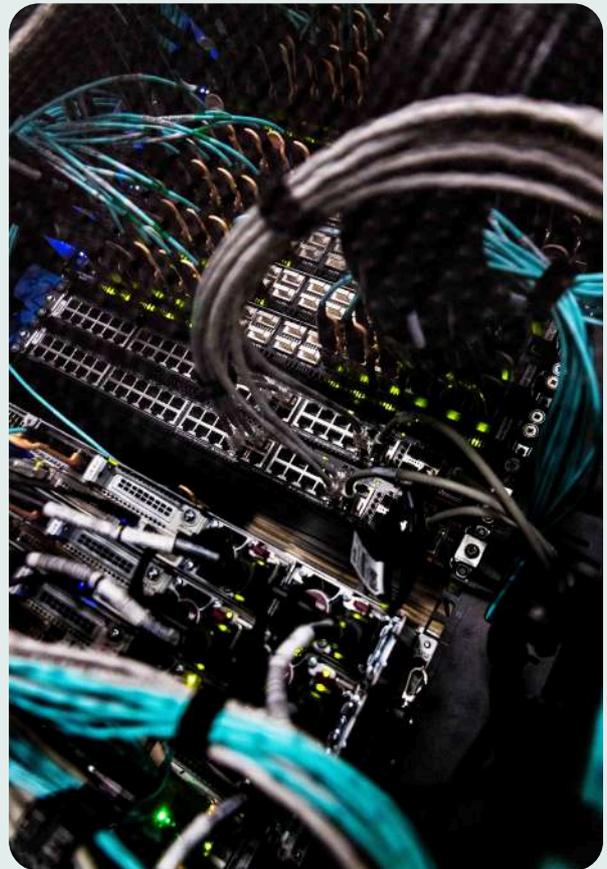
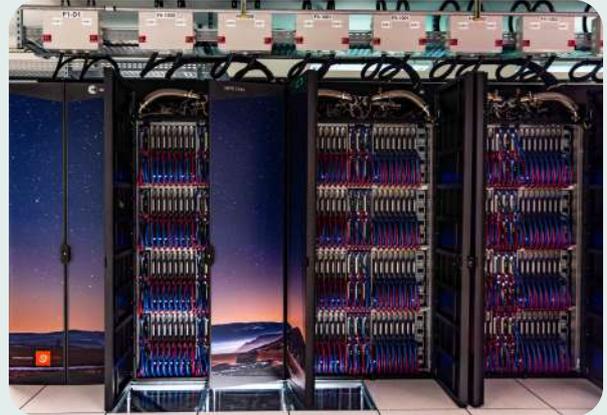
**LES ENJEUX DU CALCUL HAUTE PERFORMANCE À L'ÈRE DE L'EXASCALE AVEC LE SUPERCALCULATEUR ADASTRA : QUELS DÉFIS SCIENTIFIQUES ?**

**EMBARQUEMENT IMMÉDIAT VERS LES ÉTOILES !**

La France se dote d'un nouveau supercalculateur Adastra pour la recherche scientifique, hébergé au CINES, qui figure parmi les plus puissants au monde avec une performance crête de plus de 75 PFlop/s, et actuellement le plus performant en production en terme de sobriété énergétique. Il fournit ainsi aux scientifiques français des capacités de calcul massives et innovantes pour leurs besoins complexes en simulation numérique. À l'occasion de son inauguration, un colloque est organisé pour illustrer et débattre de quelques défis scientifiques nécessitant de telles puissances de calcul. Il exposera illustreront des exemples de défis scientifiques mobilisant des supercalculateurs. En conclusion un exposé du Laboratoire Univers et Particules de Montpellier qui se consacre à l'exploration de l'Univers, de ses constituants les plus élémentaires à ses plus grandes et plus anciennes structures nous guidera sur le chemin de la simulation vers les étoiles !

<p><b>INTRODUCTION</b>  <i>(Université de Montpellier, CINES, GENCI)</i></p> <p><b>ADASTRA ET LES ENJEUX DES MACHINES EXASCALES</b>  <i>Gabriel Hautreux, responsable du département de calcul intensif du CINES et Raphaël Godolff, HPE</i></p> <p><b>VERS L'HPC EXASCALE</b>  <i>Application à la Simulation aux grandes échelles d'une ferme éolienne Offshore                  Gabriel Staffolbach, CERFACS, Toulouse</i></p> <p><b>MODÉLISATION D'ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES AVEC LE CODE MÉSO-NH</b>  <i>Florian Panillon, Laboratoire d'œologie, Observatoire Midi-Pyrénées, Grand défi Adastra</i></p> <p><b>DYNAMIQUE MOLÉCULAIRE MULTI-ÉCHELLES DE PROTÉINES MEMBRANAIRES</b>  <i>Nicolas Floquet, Directeur de recherches au CNRS, Modélisation Moléculaire appliquée à la biologie (CEMO CT7), Institut des Biomolécules Max Mousseron (IBMM), CNRS, Université de Montpellier, ENSCM, Montpellier.</i></p>	<p><b>DATA TERRA</b>                  Une E-Infrastructure de données (spatiales, sols, in-situ) et de connaissances pour une observation intégrée du système Terre et de l'environnement  <i>Frédéric Huguis, directeur de l'IR Data Terra, Responsable scientifique et technique du projet Equipex GAIA Data</i></p> <p><b>GYSELA-X</b>                  Les enjeux exascales pour les simulations de la turbulence plasma dans les tokamaks  <i>Virginie Uranogirard, Directrice de recherche CEA - Institut de recherche sur la Fusion Magnétique (CEA/IRFM)</i></p> <p><b>EXPLORER LES SECRETS DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION</b>                  Grâce aux simulations atomistiques  <i>Romain Dupuis, CNRS, LMCC</i></p>
--	---

**"PER ASPERA AD ASTRA" & HPC**  
 LUPM (Laboratoire Univers et Particules), Denis Puy





Le CINES demain :  
Cap 2030

En 2030, plusieurs grands rendez-vous sont programmés, et notamment :

- Le plan d'investissement « France 2030 » pour rattraper le retard industriel français, et investir massivement dans les technologies innovantes.
- Apporter des réponses sur les impacts, les risques climatiques et les attentes sociétales avec pour conséquence de nombreuses transitions (énergétique, climatique, numérique, mobilité...) à accompagner.

Par ailleurs, l'évolution de l'organisation du CINES dépendra de l'équilibre entre plusieurs forces :

- Les besoins du MESR dans sa tutelle de plusieurs établissements de service du monde numérique qui ont des spécificités fortes et des intersections (ABES, AMUE, CINES...) et des établissements cœur de métiers de l'ESR (universités et organismes de recherche). Par exemple, la question de l'archivage des données numériques pour la mémoire.
- La réponse aux attentes de la nation sur le calcul intensif et l'IA, dans un espace européen où la France dispose de 3 centres nationaux (CINES, IDRIS, TGCC) et une coordination assurée par GENCI. Les enjeux dépassent le périmètre du MESR, comme le souligne par exemple le financement décidé par le Président de la République pour le calculateur Jean Zay 4 (IDRIS, CNRS) et l'ouverture à des besoins de calcul du secteur de l'innovation industrielle en IA (allocations stratégiques).

La question du statut du CINES (EPA depuis 2007) dans un contexte des infrastructures de calcul intensif mérite d'être posée dans cette période d'accélération liée aux enjeux de l'IA. Il s'agit aujourd'hui de trouver le meilleur compromis avec de nouveaux paramètres qui n'existaient pas ou peu au siècle dernier et qui impactent aujourd'hui les stratégies : souveraineté et données, sobriétés, optimisation de l'adéquation entre les besoins et les moyens y compris humains nécessaires dans un périmètre national et européen, mutualisation au sein de l'ESR mais aussi avec le secteur de l'innovation privé. Ces paramètres posent la question du modèle budgétaire et des calculs en coûts complets des prestations offertes pour un équilibre financier du centre.

Le CINES va poursuivre ses missions en s'adaptant aux évolutions technologiques et aux nouveaux usages. On peut à ce jour anticiper quelques tendances qui auront des impacts certains à l'horizon 2030.



## Calcul Intensif et performances



### Travaux d'installation de l'extension ADAstra 2 (juin 2024)

Les technologies d'ADASTRA (HPE-Cray-AMD) ont permis de mettre en œuvre des partitions CPU, GPU en 2023, puis APU en 2024. La montée en puissance progressive des capacités de calcul suivra d'abord l'évolution des innovations en architecture des composants semi-conducteurs qui s'accélèrent au vu des défis liés au développement de l'IA.



## Adéquation entre les « capacités de calcul intensif » et l'évolution de la demande

Les équipes du centre ont toujours eu l'expertise pour accompagner les communautés scientifiques au portage de leurs applications sur les machines de calcul.

Travailler sur des problématiques IA ne rend pas cette tâche plus complexe, et les équipes sont en mesure de répondre aux besoins et de guider les utilisateurs vers des usages plus efficaces et vertueux.

Dernier en date: le portage d'un LLM juridique dont le besoin en nombre de GPU a été divisé par 2, avec un impact extrêmement faible sur le temps d'obtention des résultats.



## Analyse des expressions des besoins des communautés

Les équipes du centre ont toute l'expertise pour aider au portage des applications IA sur les machines de calcul. C'est notre travail, que ce soit sur des applications HPC ou IA, il n'y a pas de différence. Par exemple, au CINES, pour un modèle de LLM juridique, nous avons en 2024 divisé par 2 les besoins en nombre de GPUs, en augmentant le temps d'entraînement (16 jours au lieu de 13).



## Sobriété/frugalité

Appliquer les directives ministérielles sur la sobriété énergétique et l'éco-responsabilité et responsabiliser les utilisateurs via la mesure de leurs impacts pour chaque calcul. Mesurer les consommations énergétiques et optimiser les fréquences de fonctionnement des processeurs, les températures de refroidissement avec une évacuation éco-responsable de la chaleur limitant les gaspillages (chauffage de bâtiments proches, perspectives d'intégration au réseau d'eau chaude de la métropole,...) . On notera que les technologies AMD d'Adastra sont restées depuis 3 ans au top du Green500, et la technologie MI300A à venir dans Adastra2 a les capacités d'améliorer la position du CINES au Green500 de novembre 2024. Les premières estimations montrent aussi une réduction drastique du CO2 dû à la fabrication des nœuds MI300A dû à une absence totale de barrettes de RAM sur les lames MI300A (la mémoire étant directement intégrée au niveau silicium) avec une minimisation de la maintenance des nœuds dû à un nombre de composants fortement réduit. Ainsi, le CINES offrira encore plus de disponibilité machine à la communauté, avec un impact énergétique et environnemental fortement diminué.



## Hybridation et modèles économiques de mutualisation

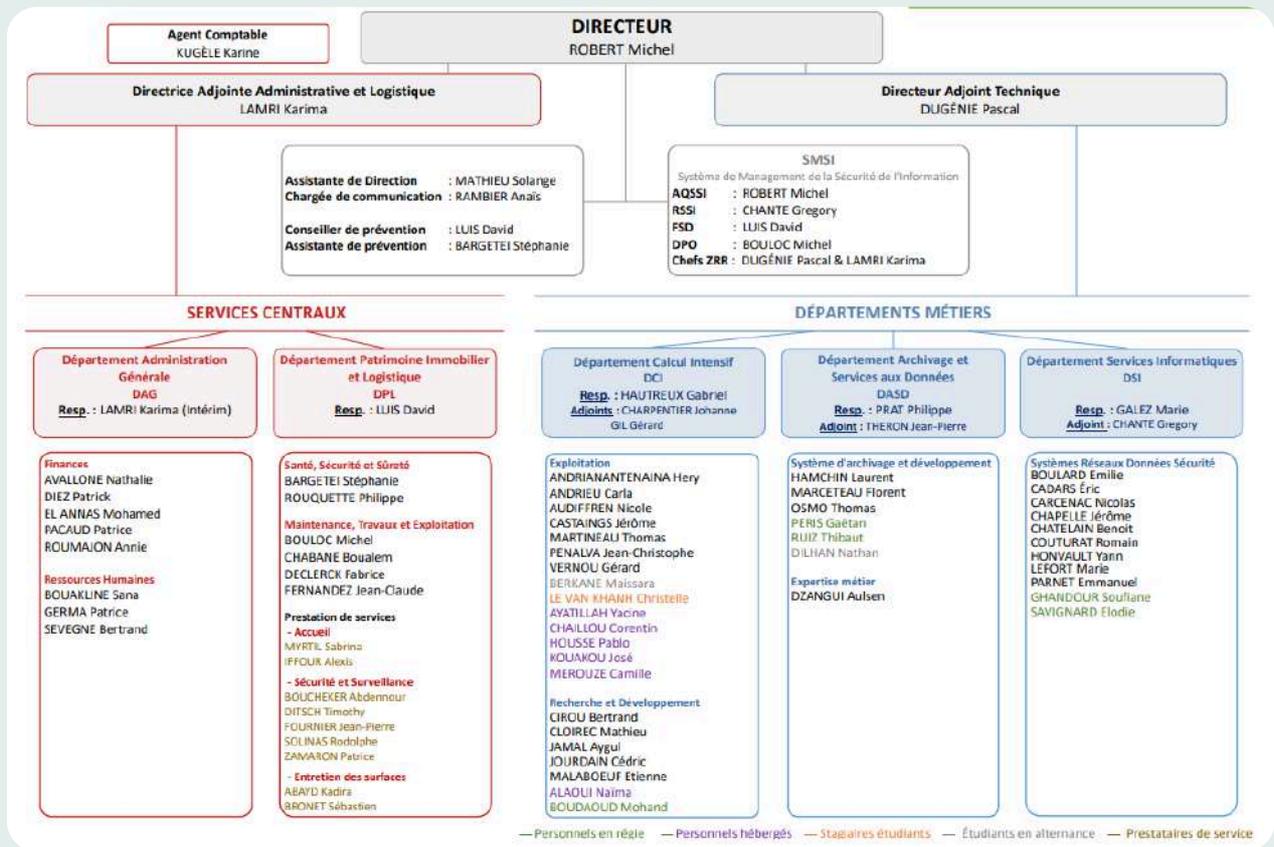
Les enjeux économiques et énergétiques actuels posent la question de la mutualisation des infrastructures de calcul au niveau de l'ESR, mais aussi d'autres ministères ou partenaires, et au-delà par exemple par des partenariats publics privés pour le développement d'un supercalculateur. Ainsi, Adastra pourrait poursuivre son extension et développer avec GENCI un modèle de partage de l'usage d'ADATRA (par exemple, accès pour un partenaire donné à l'ensemble de la machine pour un temps limité d'apprentissage en IA).



## Calcul et données

La maîtrise de ses trois missions est un atout pour le CINES qui va dans le sens de l'histoire. L'articulation calcul-données est incontournable et pose la question d'une gestion optimisée des espaces de stockage du calcul à l'archivage. Cette articulation est stratégique pour les développements en IA.

# ORGANIGRAMME AU 12/06/2024



## PRÉSIDENTS SUCCESSIFS DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU CINES

YVON MADAY

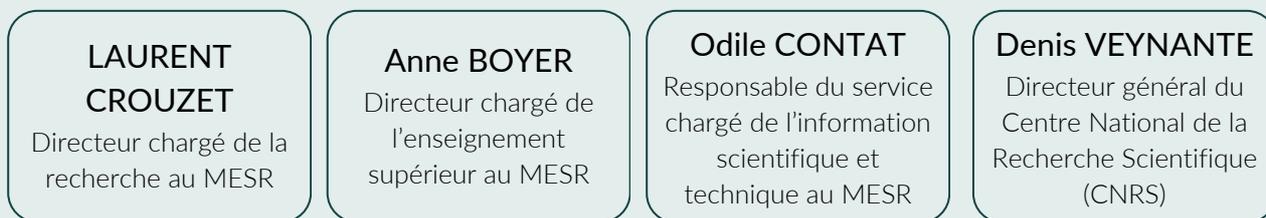
BERNARD CARRIÈRE

JACQUES BITTOUN

GUILLAUME GELLÉ

## COMPOSITION DU CA DU CINES AU 01/09/2024

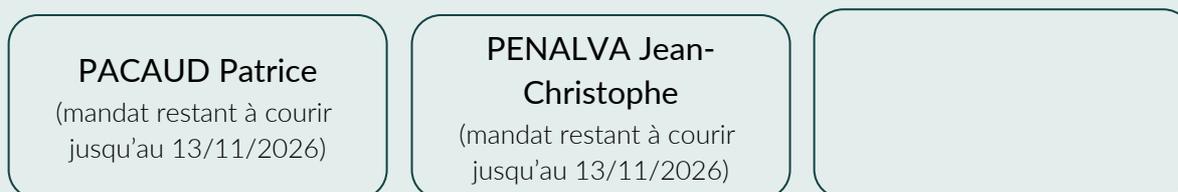
### Quatre membres de droit



Cinq personnalités nommées par arrêté du ministre chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche en raison de leurs compétences dans les domaines définis à l'article 2, dont deux présidents d'université désignés sur proposition de la conférence des présidents d'université (CPU).



Trois membres élus par et parmi les personnels du CINES jusqu'au 13/11/2026



### Avec voix consultative :



Assiste également à la réunion :



Le CINES, un lieu de vie et de travail collaboratif : Si l'expansion technologique apporte des progrès significatifs, elle ne doit pas pour autant occulter les valeurs fondamentales et les aspects essentiels des relations humaines et des expériences accumulées depuis 45 ans !





Projet de rénovation avec une nouvelle signature pour l'entrée du CINES

Pour le CINES, 2030 marquera 50 ans d'évolutions et de défis technologiques et humains pour mettre en œuvre des infrastructures de calcul intensif, répondant aux attentes des communautés et plus particulièrement les innovations en intelligence artificielle, la sobriété énergétique, en mutualisant pour calculer mieux avec des ressources limitées. Établir des ponts entre les sciences, les technologies, les innovations, la création de valeurs et les nouveaux usages, tel est le fil conducteur du CINES dans son périmètre de compétences.





Le CINES d'hier avant la construction de la salle machine 5



Projet d'agrandissement du CINES à l'horizon 2030.

Le CINES (Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur) est un établissement public à caractère administratif (EPA) placé sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR). Ce rapport décrit l'histoire de ce centre, de son émergence en 1979 à aujourd'hui.



00101101