

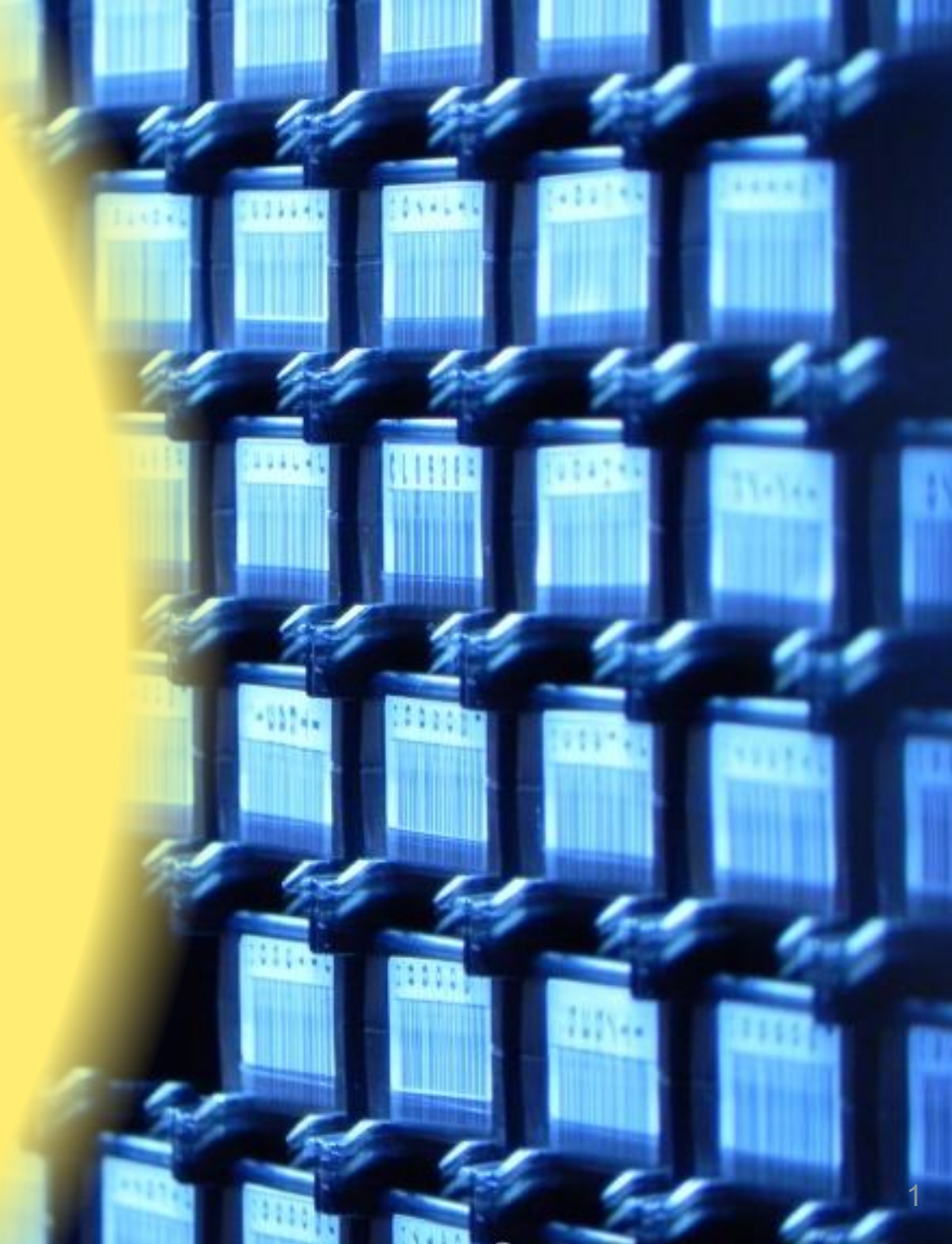


IN2P3

DecaLog

*10 ans pour gagner un facteur 10
dans les logiciels de calcul scientifique*

•



Présentation générale

DecaLog: Performance portable et durable du calcul scientifique

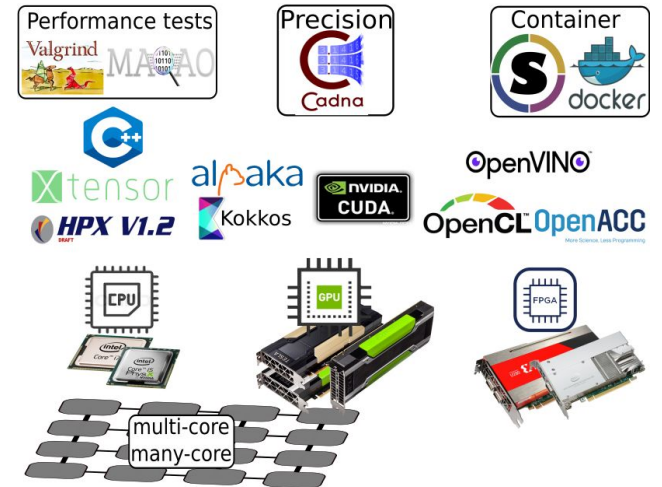
L'hétérogénéité croissante des architectures de calcul (CPU, GPU, FPGA) impose de repenser le cycle complet du développement au déploiement. Objectif : garantir performance, portabilité et pérennité des codes scientifiques face à la diversification rapide des infrastructures.

Activités / Réalisations

- Évaluation comparative rigoureuse de modèles de programmation parallèle (OpenCL, OpenACC, Kokkos, SYCL) sur architectures hétérogènes
- Technologies de conteneurisation (Docker, Singularity) et orchestration Kubernetes pour un déploiement optimisé et reproductible
- Mise en pratique sur projets réels IN2P3 : CTAO, KM3NET, Qserv (LSST), Fink (broker astronomique), CSAN
- Transfert de compétences : publications, guides techniques, formations, accompagnement des équipes
- Contribution à la prospective stratégique IN2P3 sur les infrastructures de calcul

Laboratoires impliqués

APC, IJCLab, IPHC, LAPP, LLR, LPC Clermont (pilotage), LPNHE, LUPM, SUBATECH





Organisation : 2 projets



ComputeOps (<https://gitlab.in2p3.fr/CodeursIntensifs/DecaLog/-/wikis/ComputeOps>)

- Responsable : Richard Randriatoamanana
- Thématiques : nouvelles technologies d'administration (virtualisation, cloud, ...), actuellement les « conteneurs » (Docker, Singularity, Kubernetes, ...).
- Organisation : 2 téléreunions cette année
- Collaborations extérieures : INRAE, Central Nantes, INS2I, CNES, UdM, *INRIA*, *ESCAPE* *OSSR*, *prospection CERN Openlab*



Reprises (<https://codeursintensifs.pages.in2p3.fr/Reprises/>)

- Responsable : Pierre Aubert.
- Thématiques : calcul intensif et hétérogène, performance vs portabilité vs productivité vs précision, reproductibilité numérique.
- Organisation : téléreunion ~mensuelle, face-à-face ~semestriel.
- Collaborations extérieures : IAS (INSU), LIRMM (INS2I), LIP6, LISN, MESONET, EURO HPC

Bref historique

2017-2018 : lancement des deux projets au sein du Master-projet DECALOG IN2P3

- REPRISE (portabilité des codes) : coordinateur David Chamont (LAL/IJCLab)
IJCLab, LUPM, LLR, LAPP, SUBATECH, LPC, IPHC
- COMPUTEOPS (technologies cloud/conteneurs) : coordinatrice Cécile Cavet (APC)
APC, LAL/IJCLab, LPNHE, LLR, IPHC + partenaires externes (IAS, École Centrale Nantes, INRA, CNES, GRICAD)

Principales réalisations

- Évaluation de solutions de programmation portable sur architectures hétérogènes
- Focus sur portabilité, performance et reproductibilité des codes scientifiques
- Étude des conteneurs (Kubernetes) pour le calcul haute performance
- Organisation d'écoles informatiques IN2P3 sur les conteneurs en production
- Exploration des orchestrateurs de conteneurs
- Mise à disposition d'outils et bonnes pratiques

Bilan annuel

Réalisations et événements: ComputeOps

Arrivée de Richard Randriatoamanana comme responsable au printemps 2025

Prototypes et infrastructure

Démonstrateur MPI-Kubernetes : tests applications MPI (OpenMPI, MPICH) avec opérateur Kubeflow

Plateforme cloud : évaluation de Scaleway pour tests externes IN2P3 (Fink, Astro, Quantique)

Documentation : mise à jour pages web ComputeOps (public + membres)

Animation scientifique

3 Visioconférences : juillet, octobre et novembre 2025: <https://gitlab.in2p3.fr/CodeursIntensifs/ComputeOps/-/wikis/home>

1er Workshop DecaLog-Reprises | 13-15 janv. 2026 | LPNHE Paris

Format : atelier intensif + hackathon performance/optimisation

Focus : conteneurisation (Docker, Singularity, Pixi) + orchestration Kubernetes (local & centres de calcul)

Technologies : MPI, Kubeflow/MPI-operator, CUDA/HIP/SYCL, PyTorch/NCCL, CI/CD

Perspectives : lancement préparation 2 écoles DécaLog 2027-28 ("Gray Scott 40K", "Gray Ops")

Réalisations et événements: CSAN

Développements

Authentification EGI Check-In : intégration OpenID avec Baptiste Grenier (EGI Foundation) → <https://github.com/CSAN-hub/csan-harbor/blob/main/doc/openid.md>

Infrastructure Scaleway : cluster Kubernetes + déploiement Harbor pour tests ComputeOps

Gouvernance : rédaction politique d'utilisation → <https://help.csanhub.org>

Dynamique et enjeux

✓ Contact ESCAPE OSSR : fort intérêt de leur part

✓ Docker Hub payant → pertinence accrue du projet

 Frein : impossibilité de recruter un contractuel: pas de Manpower => implication 2/3 mois ETP de F. JAMMES pour mettre en oeuvre Kubernetes sur SCIGNE et déployer CSAN?

RH & Animation

Demande EGI (28/03) : poste ingé LPC (encadrement F. Jammes + R. Randriatoamanana)

4 visios : 9 sept. | 11 juil. | 25 avril | 7 avril → <https://gitlab.in2p3.fr/csan/csan/-/wikis/>

Réalisations et événements: REPRISE

Recherche et développements

LHCb RTA : travaux sur framework HTL1 CPU/GPU (Allen) pour Real Time Analysis (G. Grasseau, D. Vintache)

ML/DL : cours, stages R&D et projets locaux (G. Grasseau, D. Vintache)

Corsika 8 : optimisation simulation cascade électromagnétique, portage Fortran→C++ (L. Arrabito, A. Faure)

Dirac : maintenance infrastructure (L. Arrabito)

Communication logicielle durable : développement architecture double back-end pour logiciels scientifiques mockables et durables (P. Aubert, V. Pollet, T. Opprisen, S. Caroff, S. Valat)

Animation

Visioconférences régulières + Préparation Workshop DecaLog-Reprises (13-15 janv. 2026)

Réalisations et événements: Standardisation C++

 Réunions du comité ISO C++ (2/3) financées par contribution IN2P3

 Contributions majeures (V. Reverdy)

Unités de mesure : travail de fond pour couvrir les besoins des différentes communautés scientifiques
→ Participation au comité de standardisation ISO dédié aux unités de mesure (depuis 2024)

Réflexion/Réification : projet phare C++ 2026

→ Enjeux pour physique computationnelle : Optimisation : conversions AoS/SoA (arrays of structures ↔ structures of arrays), Parallélisme : sérialisation MPI à la volée

Intégrateurs numériques : développement pour la physique, présenté à CppCon 2024

 **Contributions secondaires:** Participation active aux discussions et propositions du comité sur divers sujets

 **Perspectives:** Renouvellement contribution financière IN2P3 sollicité pour poursuivre ce travail et maintenir l'éclairage de physique computationnelle au sein du comité de standardisation

Faits marquants: École Gray Scott Revolutions

Chiffres clés

700+ participants | 51 pays | 4 continents | 14 centres de calcul satellites
Communauté Discord : 933 membres (étudiants, ingénieurs, chercheurs)
Direct : ~80 participants/webinaire × 17 = 1360 personnes en moyenne

YouTube :

- Gray Scott Reloaded 2024 : 1886 vues
- Gray Scott Revolutions 2025 : 5457 vues (vidéos 9h30 en moyenne)

Programme 2025: 12 jours cours + 17 webinaires

P. Aubert, A. Faure, N. Garroum, J-M. Colley, H. Grasland, V. Lafage, D. Chamont, S. Valat (Inria)
J. Falcou : EVE C++20

 Perspectives 2026-2027 Versions montées en cours de diffusion | 2027 : 2 écoles complémentaires
Reprises+ComputeOps (HPC, conteneurisation, déploiement, CI/CD)

Retour scientifique en chiffre période 10/2024-09/2025

Nombre publications peer-reviewed : 1

Nombre publications dans proceedings : 1

Nombre présentations conférences : 2

Nombre thèses soutenues dans l'année : 0

Publications (10.2024-09.2025)

Publications

- K. Werner , J. Jahan , I. Karpenko , T. Pierog , M. Stefaniak , D. Vintache. « Heavy ion collisions from 62.4 GeV down to 4 GeV in the EPOS4 framework » EPOS : Physics Review C (2025) : <https://journals.aps.org/prc/abstract/10.1103/PhysRevC.111.014903>
- Yize Dong et al., Enabling Early Transient Discovery in LSST via Difference Imaging with DECam - IOPscience <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ae1837>
- *Lovro Palaversa, photoD with Rubin's Data Preview 1: first stellar photometric distances and deficit of faint blue stars: submitted to A&A*

Présentations à conférence

- Conférence CppCon 2024 : présentation des travaux de Vincent Reverdy
- Conference for Research Software Engineering in Germany avec publication à venir "Double back-end design for sustainable and mockable data communication software", P. Aubert, V. Pollet, T. Opprisen, S. Caroff, S. Valat

Thèses/HDR en cours ou soutenues

Pas de thèse en cours

Objectifs 2026: Orchestration de conteneurs comme socle du calcul scientifique moderne

 Vision : Aligner les infrastructures académiques sur les standards industriels

 Impact : Codes portables, déployables facilement, reproductibles pour une frugalité numérique

 3 Axes prioritaires

1. CSAN - Passage à l'échelle

- Déploiement opérationnel et extension communauté utilisateurs
- Alternative académique pérenne face aux solutions commerciales (Docker Hub payant)
- Élargissement partenariats : ESCAPE OSSR, centres de calcul européens

2. Gray Scott - Module Conteneurs & Kubernetes

- Intégration formation déploiement moderne dans programme 2026
- Cas d'usage concrets : orchestration pour HPC
- Former nouvelle génération : performance + infrastructure cloud

3. Infrastructures IN2P3 - Catalyser la transformation

- Démonstrations techniques sur projets réels
- Engagement centres de calcul T1 et T2 : roadmap adoption du "cloud-computing with Kubernetes
- Dissémination : guides, retours d'expérience, success stories

Calendrier prévisionnel 2026

- T1

13-15 jan : Workshop DecaLog-Reprises
(LPNHE Paris) - hackathon + lancement écoles
2027-28
CSAN : déploiement opérationnel?
MPI-Kubernetes: démonstrateur MESONET

- T2

Gray Scott 2026 : école d'été avec module
conteneurs/Kubernetes
CSAN : bilan adoption 1er semestre

- T3

Dissémination résultats Workshop + Gray Scott
Engagement centres de calcul : roadmaps
Kubernetes
Préparation écoles 2027 "Gray Scott 40K" & "Gray
Ops"

- T4

Consolidation CSAN | Webinaires Gray Scott |
Workshop

Bilan : métriques adoption (projets, centres, formations)
2027 : partenariats industriels (CERN Openlab), budget
écoles

Ressources informatiques



Ressources utilisées au CC-IN2P3

- ComputeOps : utilisation légère du Cloud du CC.
- Reprises : aucune ressource utilisée au nom du projet, mais des ressources utilisées au nom des autres projets de physique pour lesquels des études sont menées.

Ressources utilisées hors CC-IN2P3

- ComputeOps :
 - Utilisation prévue de Kubernetes à l'IPHC et de stockage CEPH au mésocentre de Montpellier.
 - Mise en œuvre d'une plate-forme d'intégration chez Scaleway pour CSAN avec succès.
- Reprises : utilisation du serveur ARM acquis en 2022, du "serveur ambulant" pour l'enseignement acquis en 2021, et d'un serveur RTX6000 financé par la MITI (projet CASSIDI).

Besoin non couvert: Clusters Kubernetes à la demande dans les Datacenter académiques

Utilisation de l'IA

Cadre d'utilisation

Assistance au développement : prototypage rapide, débogage, optimisation code

Assistance DevOps : configuration infrastructures, scripts déploiement

Documentation technique : génération guides, structuration contenus

Outils utilisés: Claude Code et ChatGPT (GPT-4/5)

- Développement démonstrateur MPI-Kubernetes (kubeMPI)
- Développement pour le DEVOPS (outil de CI et de configuration de Kubernetes)
- Prototypage scripts déploiement
- Résolution problèmes techniques
- Documentation et guides utilisateurs

Apport concret et limites

Gains productivité : inversement proportionnels à la complexité du code, validation experte indispensable

 Veille technologique critique: L'IA risque de devenir incontournable dans le développement logiciel

Financement via appels à projet

Déposé

MITI - Résilience et robustesse des systèmes 2025/2026

RESILIENT-HTC: Résilience et robustesse des systèmes de calcul haute performance

Développement de stratégies et outils pour garantir la résilience des infrastructures HTC (Axes calcul, axes infra et axe environnement)

 Budget total projet : 60000€ sur 2 ans

- Matériel GPU basse consommation: 20 keuros
- Financement de l'école Grey-Scott: 40 keuros

 Ressources Humaines: Fabrice Jammes Richard Randriatoamanana Pierre Aubert William Guyot-Léna, Sébastien Valat

Discussion

Remarques/Suggestions/Humeur du moment

- Adoption de Kubernetes dans l'académique : DECALOG réalise un travail de fond stratégique comment augmenter son impact auprès du monde académique (euroHPC, EOSC) et positionner l'IN2P3 comme acteur innovant du Cloud moderne?
- Rôle stratégique de CSAN : Cette bibliothèque de containers est essentielle car Docker, la bibliothèque "gratuite" impose maintenant des quotas très restrictif
- Économies et efficacité : Kubernetes a été plébiscité dans l'industrie notamment pour les économies qu'il offre (optimisation des ressources, mutualisation, énergie). Ces bénéfices sont également applicables aux infrastructures académiques!
- Mutualisation des formations : Étendre les formations Kubernetes adaptées au contexte scientifique (type École Gray Scott) à d'autres laboratoires et datacenters académiques (Teratec EuroCC, MesoCloud).
- Synergies avec les grands projets : Renforcer la coordination entre DECALOG et les projets majeurs (LSST, CTAO, KM3NeT) qui partagent des problématiques d'orchestration et de résilience.

RH

Ressources Humaines IN2P3 : 2025

Laboratoire	Chercheurs (Nb /ETP)	Enseignant Chercheurs	Ingénieur Chercheur (*)	Postdoctorant	Doctorants	Ingénieurs de Recherche	Ingénieurs d'Etude & Techniciens	CDD IT
APC						2/0.1		
IJCLab						3/1.2		
IPHC						2/0.25		
LAPP			1/0.2			1/0.3		
CC IN2P3						1/0.1		
LP-Clermont						1/0.1		
LUPM						1/0.2		
SUBATECH						3/0.3		
Total			1/0.2			13/2.55		

Ressources Humaines IN2P3 : prévision 2026

Laboratoire	Chercheurs (Nb /ETP)	Enseignant Chercheurs	Ingénieur Chercheur (*)	Postdoctorant	Doctorants	Ingénieurs de Recherche	Ingénieurs d'Etude & Techniciens	CDD IT	Delta année n-1
APC						2/0.1			
IJCLab						3/1.2			
IPHC						2/0.25			
LAPP			1/0.2			1/0.3			
CC IN2P3						1/0.1			
LP-Clermont						1/0.4			+0.3?
LUPM						1/0.2			
SUBATECH						3/0.3			
Total			1/0.2			13/2.55			

pour les projets européens/ANR etc faire une ligne séparée pour les RH payées sur projet

Ressources Humaines FR : 2025

Tutelle	Chercheurs	Ingénieurs
INS2I		3
INRAE		2
INRIA		1
CNES		1
Université Cergy		1
Université Montpellier		1
LIRMM	3	
Total	3	8

Ressources Humaines FR : prévision 2026

Tutelle	Chercheurs	Ingénieurs
INS2I		3
INRAE		2
LIMOS		1
INRIA		1
CNES		1
Université Cergy		1
Université Montpellier		1
LIRMM	3	
Total	3	8

Budget

Ressources Financières IN2P3 : dépenses 2025

Laboratoire	Budget reçu 2025 (k€)	Dépenses Équipements (k€)	Dépenses Missions collab, WS (k€)	Dépenses Missions Conférences	Total dépensé à ce jour (k€)	Estimation dépense totale fin 2025 (k€)
ComputeOps	5		4	1	4	5
Reprise	5		3	2	5	5
Comités C++	7		7		5	7
Total	17		14	3	14	17

Demandes Financières IN2P3 : 2026

Laboratoire	Budget demandé 2026 (k€)	Dépenses Équipements (k€)	Dépenses Missions collab, WS (k€)	Dépenses Missions Conférences
ComputeOps	5		4	1
Reprise	5		3	2
Comités C++	7		7	
Total	17		14	3

Merci !