



[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

# La mission Calcul – Données (MICADO) et quelques éléments de la vision du CNRS

M. Daydé

Directeur du Comité d'Orientation pour le Calcul Intensif au CNRS (COCIN)

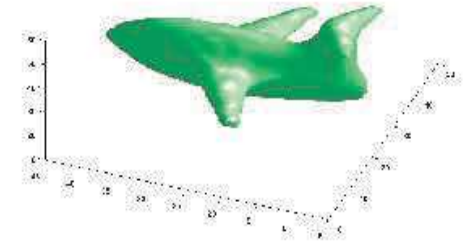
D. Veynante

Président du Comité directeur de la mission « Calcul Données » au CNRS

# Mission pour le calcul haute performance, les grilles, le “cloud” et les infrastructures de données scientifiques “massives”



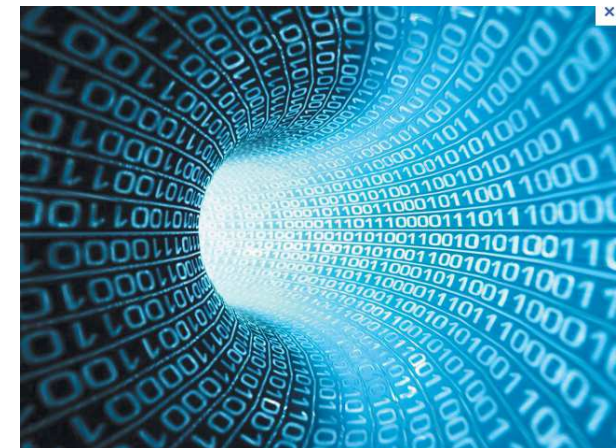
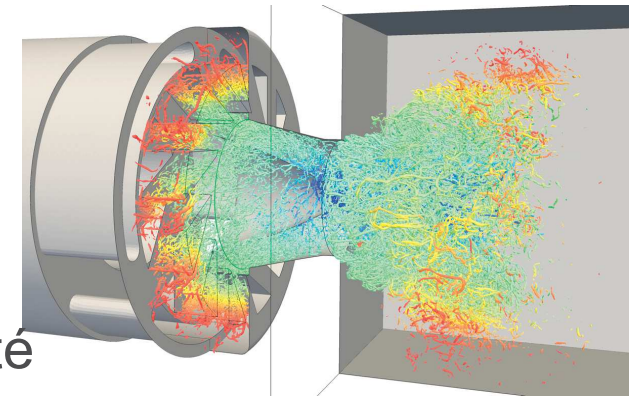
- Nomination d'un chargé de mission auprès de la Présidence du CNRS : **Denis Veynante**
- Contexte :
  - ➔ Développement modélisation / simulation
  - ➔ Avancées scientifiques significatives
    - Astrophysique, chimie, climat, mécanique des fluides, physique,...
  - ➔ Explosion des besoins de puissance de calcul
    - Machines massivement parallèles
    - Couplages multi-physiques
  - ➔ Explosion des volumes de données
    - Simulations, Grands instruments (LHC, télescopes, satellites, réseaux de capteurs,...), Grandes bases de données



# Contexte (suite)



- **“Discipline” transverse**
  - Par nature très inter-disciplinaire
  - Pas de réelle communauté “calcul intensif” (≠ “computational science”)
    - Difficultés à tenir un discours commun cohérent
  - Pas de réelle “appropriation” par chaque communauté
    - qui compte un peu sur les autres pour défendre le calcul !
  - “Maturité” très différente selon les disciplines
- **Calcul + data intensif constituent un changement de paradigme dans la recherche scientifique**
  - Plus d’inter/pluridisciplinarité,
  - Vision holistique des Infrastructures calcul / données / grands instruments / plateformes expérimentales / systèmes d’observation
  - Convergence HPC /HTC pour traitement des grands volumes de données (HPDA)



# Contexte (suite)



## → Foisonnement d'initiatives plus ou moins coordonnées

- Multitude d'acteurs (internationaux, nationaux, régionaux, locaux)
- Multiplicité des sources de financements (Régions,...)
- Multiplication des infrastructures
- Coûts induits élevés



- *Financements Régionaux,*
- *IDEX,*
- .....

# Volonté d'organisation / de coordination de la Présidence du CNRS



- ➔ **2012 : Création du COCIN** (*Comité d'Orientation pour le Calcul INTensif*)
  - *Piloté par INS2I (P. Baptiste puis M. Bidoit)*
  - *Représentation des Instituts + experts*
  - *Rapport en 2013 - propositions*
- ➔ **Mars 2015 : Mission rattachée à la DGDS**  
*pour le calcul haute-performance, les grilles, le “cloud” et les infrastructures de données scientifiques “massives”*
  - **Proposer une organisation de la mission**
    - *Consultation des Instituts, MI, Cellule TGIR, DASTR, ...*
    - *Présentation en CD le 2/09/2015*
- ➔ **Novembre 2016 : Mission Calcul - Données (MiCaDo)**
  - *Décision DEC152505DAJ (Mission MiCaDo)*
  - *Décision DEC152506DAJ (Nomination du président du comité directeur)*

# Mission pour le calcul haute performance, les grilles, le “cloud” et les infrastructures de données scientifiques “massives”



- Définition et mise en oeuvre d'une politique globale et cohérente du CNRS sur les objets à coût est significatif (y compris en ETPT)
- Pilotage ou participation au pilotage des ressources dédiées
  - IDRIS, CC-IN2P3
  - France-Grilles
  - Maison de la Simulation
  - ...



CCIN2P3



- Cohérence de la politique du CNRS avec les “objets” nationaux (GENCI, Renater, Infranum,...) ou internationaux (PRACE,...)
- Aider les DSR à construire une stratégie conjointe avec nos partenaires



- **Comité de Pilotage : COCIN (Comité d'Orientation pour le Calcul Intensif)**



# Éléments clés de la stratégie du CNRS



- Ne plus dissocier HPC de l'analyse et valorisation des masses de données issues des simulations numériques (climat, fluides turbulents,...), grands instruments (, LHC, ITER, LSST, LOFAR, plateformes génomiques ...) et grands systèmes d'observation au sol (i.e., sismologie et géodésie : RESIF) et dans l'espace (Euclid, WFIRST, GAIA, imagerie et interférométrie)...
- *Calcul + data intensif pas uniquement problème de ressources mais un **changement de paradigme** dans la recherche scientifique :*
  - Plus d'inter/pluridisciplinarité (informatique, maths et autres disciplines),
  - Vision holistique des Infrastructures calcul / données / grands instrument / plateformes expérimentales / systèmes d'observation
- Rationaliser le déploiement des infrastructures, coordonner les demandes
- *En s'appuyant stratégie nationale / de site autour de défis scientifiques et maîtrise des coûts !!!*

# Le paysage : trois niveaux principaux

## → Moyens nationaux (*Tier1*)

- *Pour le CNRS :*
  - IDRIS (UPS, Orsay)
  - CC-IN2P3 (USR, Lyon)

- Périmètre, missions et moyens bien identifiés
- “Provenance” des ressources

## → Moyens régionaux (*Tier2*) :

### → *Méso-centres :*

- Promotion du calcul intensif
- Répondre à des besoins puissance de calcul / stockage
- Etape préparatoire à l'utilisation des centres nationaux ou européens

### → *Centres de compétences (maisons de la simulation...)*

- Pas directement opérateurs de moyens de calcul
- Souvent adossés à un méso-centre

**Action structurante possible**

## CNRS

- Généralement pas ou peu actif à l'origine (Régions, ~~CNRS~~)
- Sollicité après coup :
  - structures opérationnelles (UMS, USR)
  - participation aux frais de fonctionnement
  - **personnel permanent pérenne**

## → Moyens locaux des laboratoires (*Tier3*)

- *Nécessaires*
- *Tendance à la dispersion, pas toujours optimale*



# Structuration et optimisation des moyens au niveau régional



## ➔ Identification d'un certain nombre de centres régionaux

- *Politique de sites du CNRS (Directoire, CD, DASTR, DSR, DR, ...)*
- *Labellisation ministère (CODORNUM / INFRANUM)*

## ➔ Attribution de moyens financiers et humains

- *Sous condition de rationalisation, optimisation et mutualisation*

## ➔ Exemples

- *Aujourd'hui*
  - CALMIP (mésocentre Toulouse, UMS INSU)
  - Maison de la Simulation (Orsay, USR INS2I)
  - FLMSN (Lyon, FR 3403, INSMI)
  - GRICAD (Grenoble, UMS INSMI), créée au 1/01/2016
- *Demandes (plus ou moins avancées)*
  - ICS (Sorbonne Université), Nice, Orléans, Lille...

➔ **Gestion de structures transverses aux instituts du CNRS**

# Gestion des structures calcul / données



## Création d'une structure légère

- *Affectation de moyens financiers et humains à la mission*
- *Gestion administrative déléguée aux instituts*

## Commentaires :

### ▸ *Initialisation :*

- Affectation à la mission des moyens actuels des centres nationaux, de la participation aux méso-centres et structures type MdS (UMS, USR)...
- Cas particulier du CC-IN2P3 (*affectation partielle à la mission*)

### ▸ *Moyens supplémentaires pour initier / soutenir des actions incitatives*

- ETPT : 5 en 2016 (*niveau IE et IR*)
- Financement de projets structurants dans le périmètre de la mission

### ▸ *Avantages :*

- La mission reste une structure légère
- Dialogue avec les instituts
  - *attribution de moyens à des unités gérées par ceux-ci*
  - *incitation à des actions structurantes mutualisées (moyens supplémentaires)*

# Rôle stratégique du COCIN



## ➔ Comité de pilotage de la mission

- *Evaluation des demandes*
- *Suivi des unités et de toutes les questions relevant de la mission*
- *Transparence de l'affectation des moyens*

(décisions finales relevant du comité directeur de la mission)

## ➔ Implication accrue de ses membres

- *Chargés de mission de la mission*
- *Renforcement des liens avec les instituts*
- *Réalisation d'un état des lieux détaillé*
  - Utilisation effective des moyens de calcul (Tier0, 1 et 2 par les laboratoires)
  - Moyens existants dans les laboratoires (Tier3)
  - Moyens humains affectés par le CNRS (calcul, données)

# Ecosystème riche au sein du CNRS



Centres de calcul d'envergure nationale :

**CC IN2P3** Tier-1 WLCG : traitement et analyse des données issues des grands instruments en physique des hautes énergies (CERN), ouverture vers biologie, Astronomie & Astrophysique (données du LSST). Compétence / expertise reconnues en technologies Grilles et Cloud

➤ **IDRIS** Tier-1 GENCI: HPC et analyse des masses de données produites par les simulations. Expertise, qualité de support aux projets pluridisciplinaires et formation, uniques et reconnues internationalement.

- Institut des Grilles et du Cloud (coordonne France Grilles), Maison de la Simulation, Mission pour l'interdisciplinarité (MASTODONS), lien avec les méso-centres ...
- Autres éléments d'envergure nationale du CNRS : Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU), les grandes plateformes génomiques ...
- Besoin d'une d'une stratégie globale autour de ces initiatives



Idris



# Compute / data intensive in CNRS



**2,500 researchers / engineers are deeply involved in HPC across almost all CNRS institutes:**

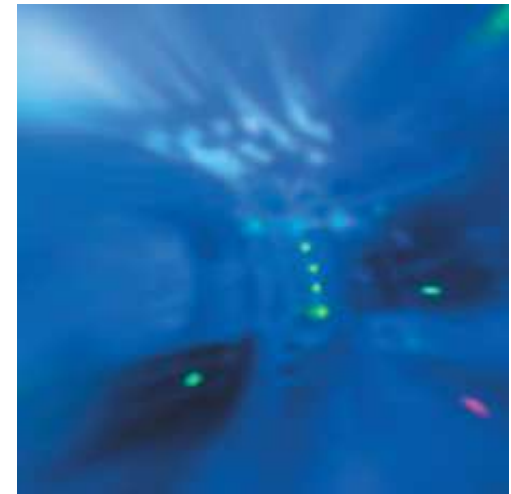
- As a tool for solving scientific problems
- As a research topic mostly in mathematics and computer science but not exclusively
- Maison de la Simulation with CEA, CNRS, INRIA, Paris Sud, UVSQ
- IDRIS is the CNRS national computing Center

**Data exploitation is central in several institutes:**

- IN2P3 for particle physics but not only
- INSB (biology) and INEE (environment)
- INSU (astrophysics, climate, geophysics, ...)
- INS2I (computer science) and INSMI (mathematics) as a research topic
- Emerging requirements at INSHS (humanities, social science, economy, ...)

**Cloud:**

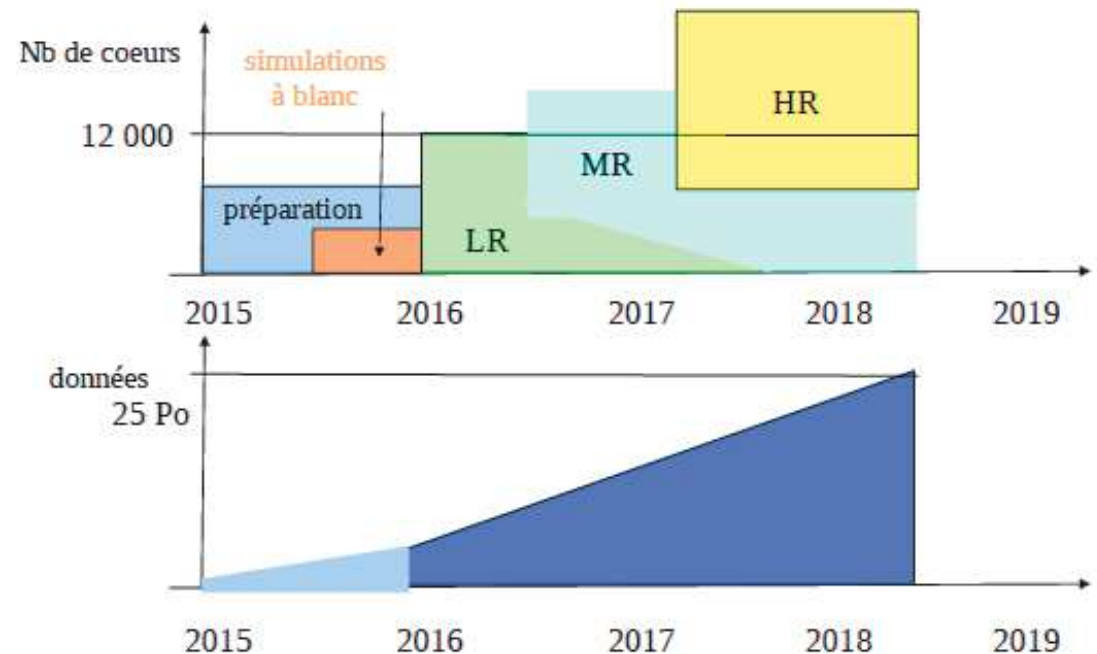
- Joint research with INRIA (GRID'5000, HEMERA)
- France Grilles / CC IN2P3 for grid / cloud at production level for computing and data processing



# Besoins immenses autour des infrastructures de données



- Communautés scientifiques avec des besoins / compétences bien établies :
  - Sciences de l'univers (OSU, observatoires virtuels, ....)
  - Physique des hautes énergies (grille WLCG)
  - Biologie (RENABI, France Génomique, IFB)
  - ...
- Reste des besoins immenses plus ou moins émergents et un besoin de structuration nationale et au niveau des sites



Demandes IPSL pour CMIP6 2015-2018 (JL Dufresne) : 100 millions d'heures pendant 3 ans (12,000 cœurs par an), 25 Po stockage



Institut du développement  
et des ressources en informatique scientifique  
**cnrs**  
[www.idris.fr](http://www.idris.fr)



[www.genci.fr](http://www.genci.fr)

## IDRIS

National supercomputing center from CNRS:

- Host and operates GENCI computers
- Around 1000 utilisateurs, 370 scientific projects
- Two new computers installed in 2012:
  - Turing: IBM Bluegene/Q, 1,26 Pflop/s with 98 304 cores in 6 racks (proc. PowerPC A2)
  - Ada: IBM 3750, 336 large SMP nodes SMP, 233 Tflop/s with 10,752 cores (proc. Intel Sandy Bridge )






# Computing Centre of the National Institute of Nuclear Physics and Particle Physics



From PE Macchi, head of CC-IN2P3

- CNRS unit in association with CEA (Irfu)
- One of the largest computing center for high energy physics in the world involved in particle physics (LHC experiments), nuclear and astroparticle physics
- Computing farm of 20,000 cores
- 21 PB of disks and 31 PB of tapes used at 80% by LHC experiments



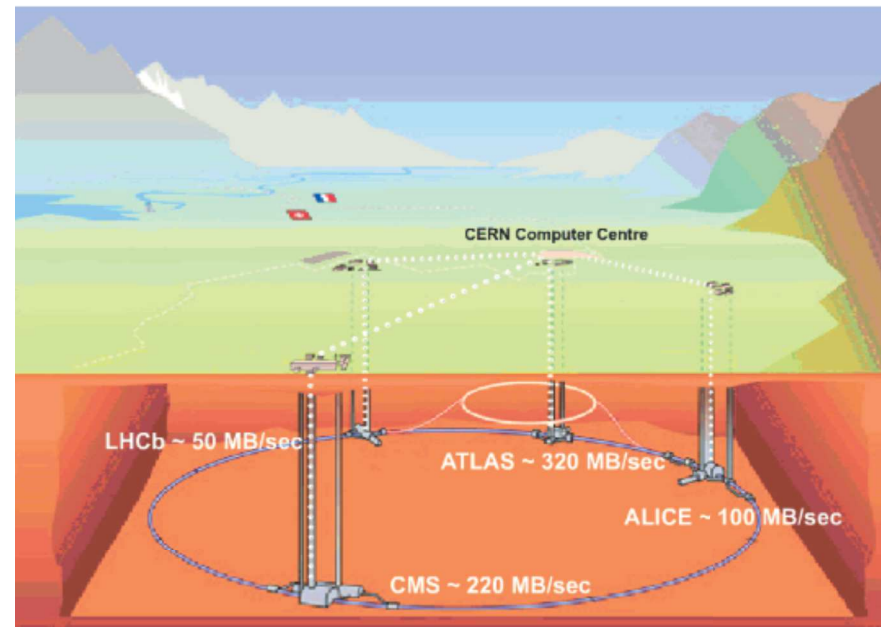
Centre de Calcul de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules



# LHC experiments



- At CERN 1 PB of data generated per second
- After filtering ~15 PB per year



LCG-TDR-001  
CERN-LHCC-2005-024

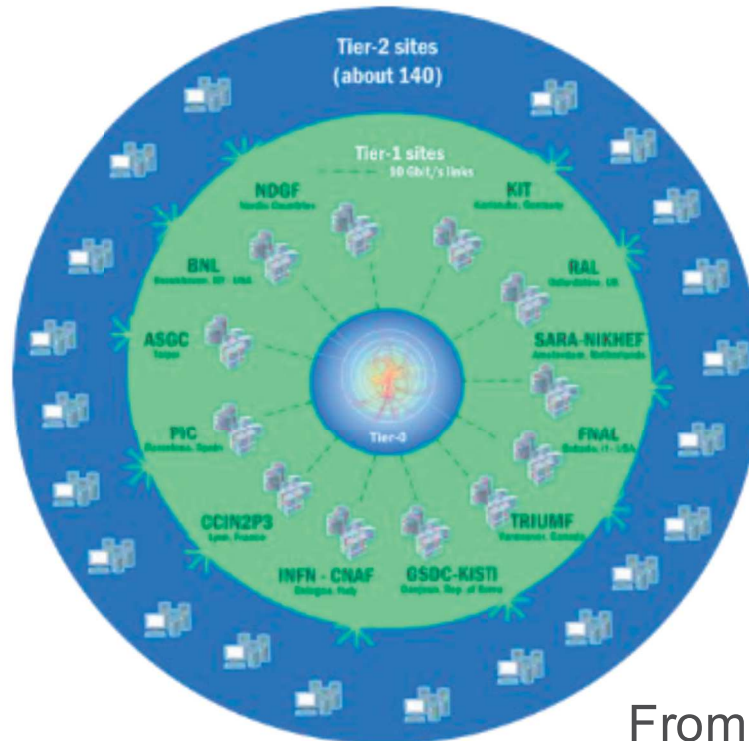


**LHC Computing Grid**  
Technical Design Report

Editor: Jürgen Knobloch



www.cern.ch/lcg



WLCG : worldwide grid

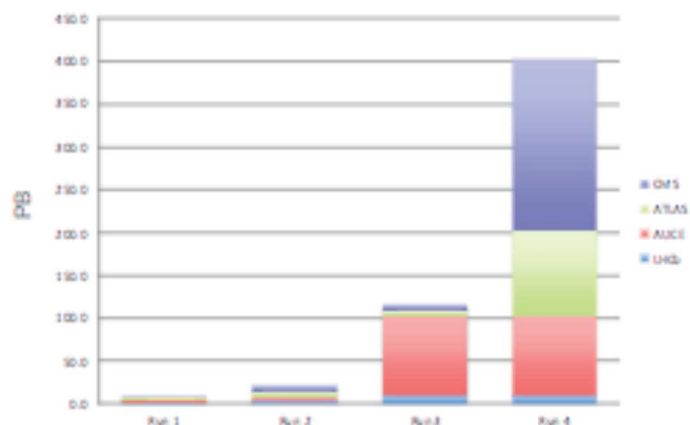
- Around 250 computing centres:
- 1 Tier-0 (CERN)
- 12 Tier-1 including CC-IN2P3

From PE Macchi, head of CC-IN2P3

# From PE Macchi, head of CC-IN2P3



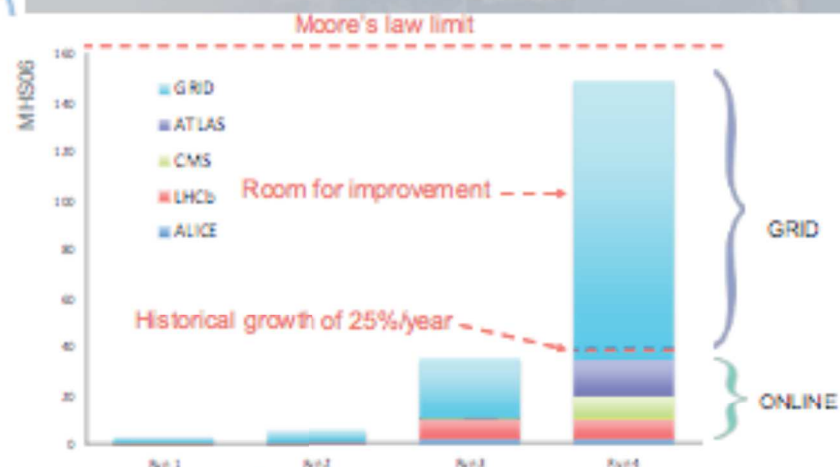
## Data: Outlook for HL-LHC



- Very rough estimate of a new RAW data per year of running using a simple extrapolation of current data volume scaled by the output rates
  - To be added: derived data (ESD, AOD), simulation, user data...



## CPU: Online + Offline



- Very rough estimate of new CPU requirements for online and offline processing per year of data taking using a simple extrapolation of current requirements scaled by the number of events.
- Little headroom left, we must work on improving the **performance**.

Pradip Bandy, October 3, 2013

ICM Workshop/Alc-Les-Bains

Pradip Bandy, October 3, 2013

ICM Workshop/Alc-Les-Bains - 12

Run 2 : 2015-18 — Run 3 : 2020-22 — Run 4 : 2025-28



Estimated needs of future (and on-going) experiments

LSST (Large Synoptic Survey Telescope) :

- reprocessing of half of the data
- CC will host all the processed data

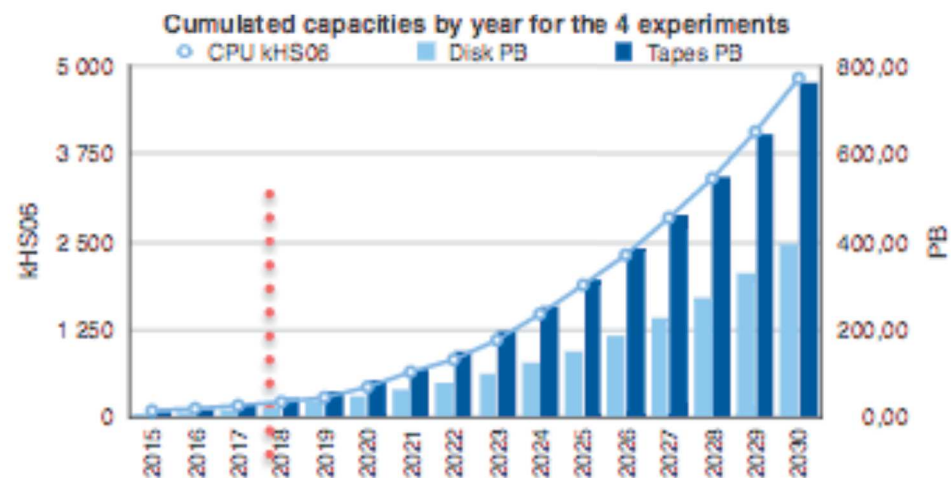
EUCLID : CC-IN2P3 will be one of the 8 "Sciences Data Centers" of this European space mission and should provide 30% of the resources (CPU and storage)

CTA : CC-IN2P3 may be led to operate for it, also by 2030, at least a 25% of 88 kHS06 for CPU, 207 PB for disk and 507 PB for tapes.

LHC : ~+25% per year indicates that at the end of the LHC Run 3 a TI capacity of

En 2024	CPU kHS06	Disque Po	MSS Po
LHC	1 000	80	150
x2014	5	6	6

In 2030	CPU kHS06	Disk PB	MSS PB
LSST	2 400	100	266
EUCLID	67	150	52
CTA	22	52	127
$\Sigma$	2 489	302	445
x2014	12	22	18

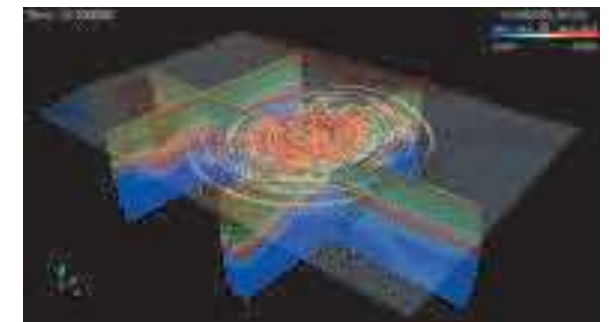
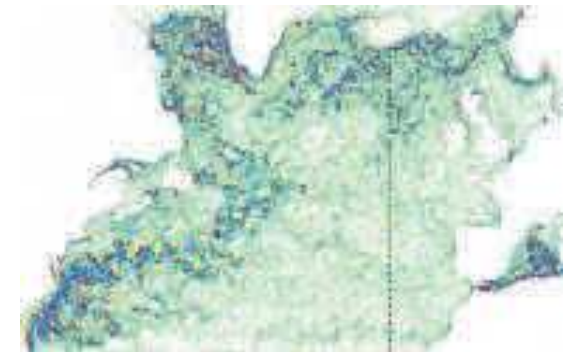




# Examples involving CNRS teams



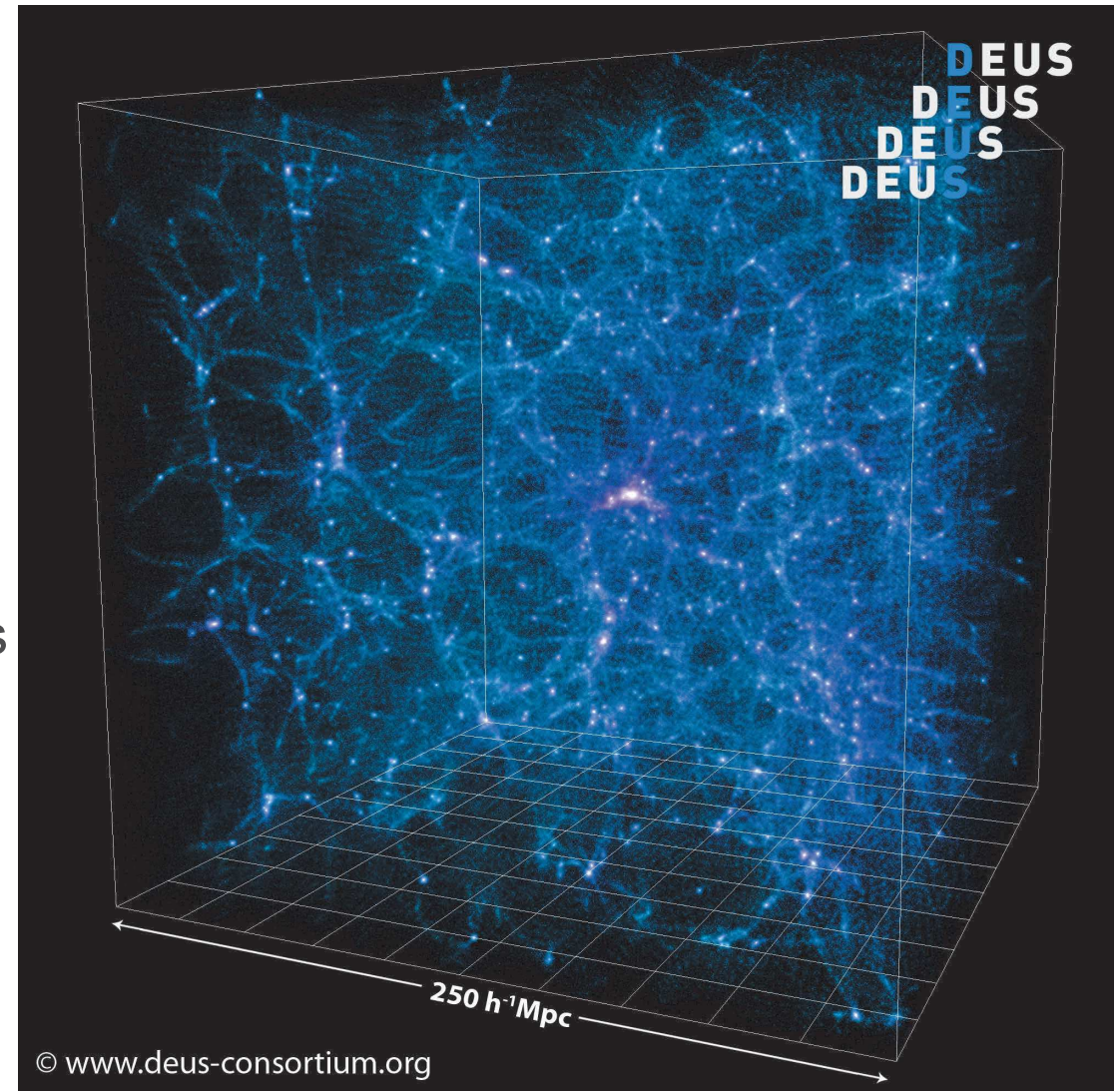
- From GENCI grand challenges :
  - NATL60 simulation based on NEMO code using 17 million hours on OCCIGEN, B. Barnier at LGGE : first simulation of oceanic circulation in north atlantic at km scale circulation (August 2015) : 30x compared to previous simulations
  - IMAGINE\_IT project from D Komatisch: high resolution imaging from Italy underground to better understand seismic activity using 40 millions hours on Curie and SPECFEM3D software in cooperation with italian team in Rome



# DEUS – FULL UNIVERSE RUN (SC'12)

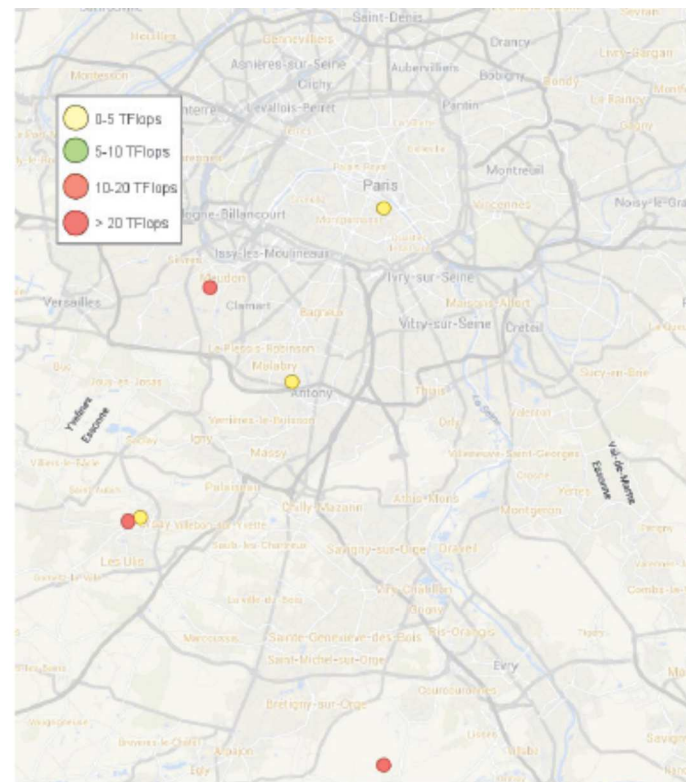
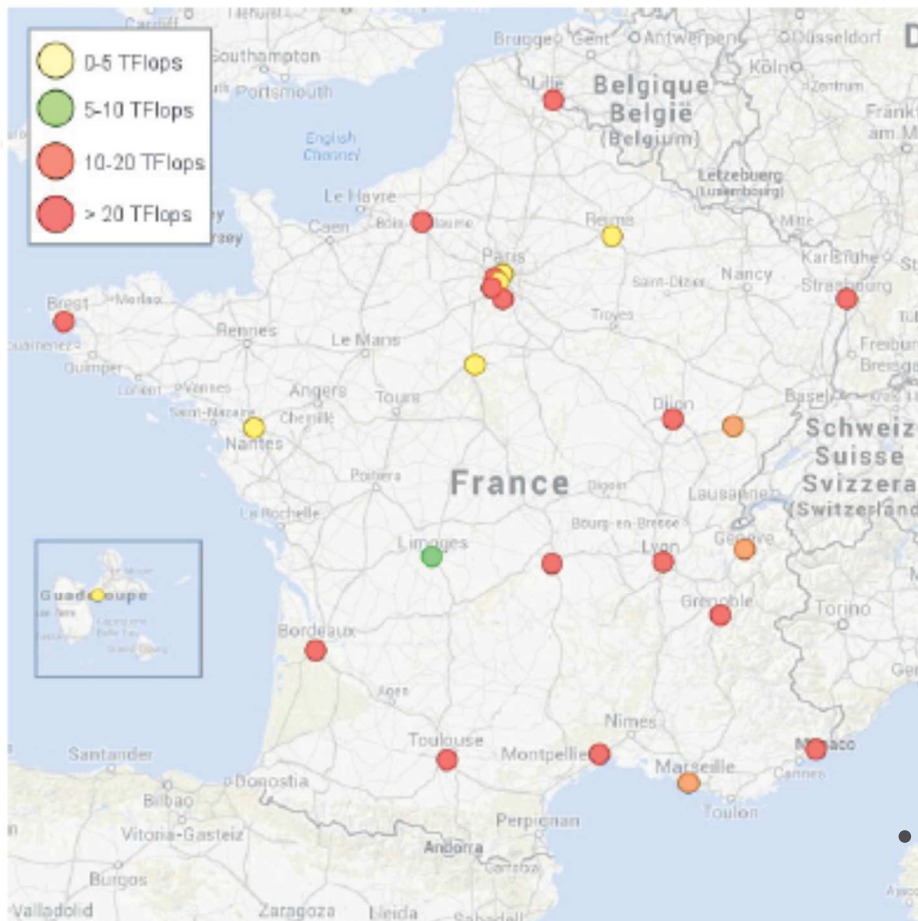


- Team at LUTh, including J.-M. Alimi, Y. Rasera, P.-S. Corasaniti, V. Bouillot, V. Reverdy and I. Balmes : first numerical N-body simulation of the full observable Universe.
- Largest and most performing dark matter simulation of the entire cosmos ever realized, probing scales from 40 kpc/h to 21 Gpc/h for the concordance  $\Lambda$ CDM model.
- With the support of GENCI and TGCC



# Les méso-centres en France

CF. Rapport annuel 2013 sur les structures de type méso-centre en France, Groupe Calcul

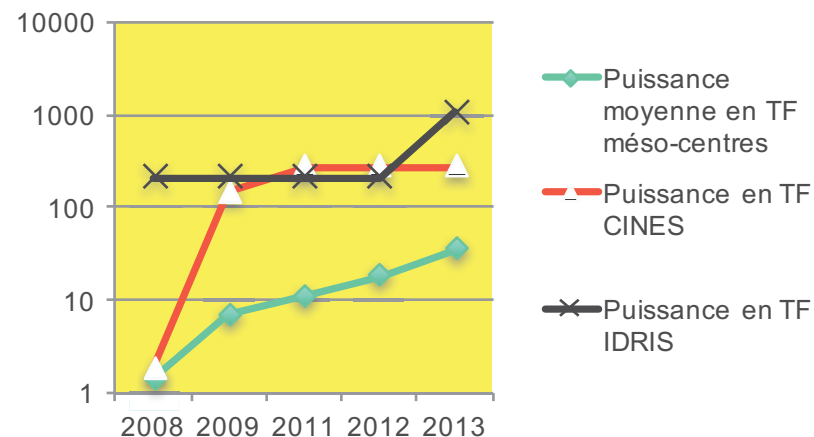


- 34 méso-centres en 2013. En moyenne :
  - Performance: 34,8 TéraFlops
  - Stockage disque: 12 PétaOctets
  - ETPT : 2,5

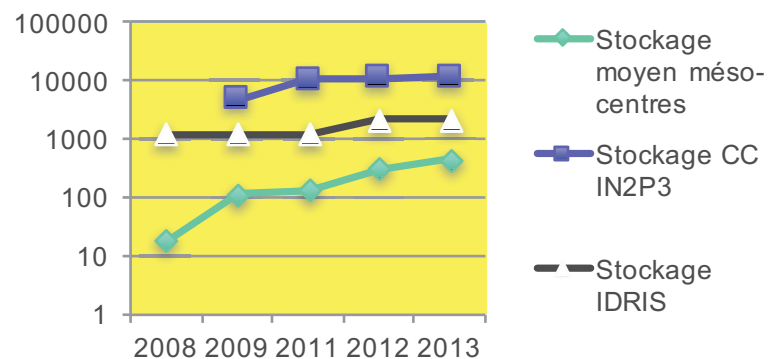
# Evolution des Tiers-1 et Tiers-2 2009-2014 (données Groupe Calcul et EcoInfo)



- Performances de calcul multipliées par **30**,
- Volumes de stockage multipliés par **25**,
- Facture électrique augmentation d'un facteur allant de **1,25** au CC IN2P3 à **1,5** à l'IDRIS,
- **Avec un coût d'investissement stable** (qui n'a pas toujours permis de satisfaire la demande des utilisateurs) **et un volume de maintenance informatique et d'ETP décroissant.**
- **ETPT** entre  $\frac{1}{2}$  et  $\frac{3}{4}$  des dépenses de fonctionnement
- Estimation consommation électrique : cœur Intel environ 21W et 1 Teraoctets 18W

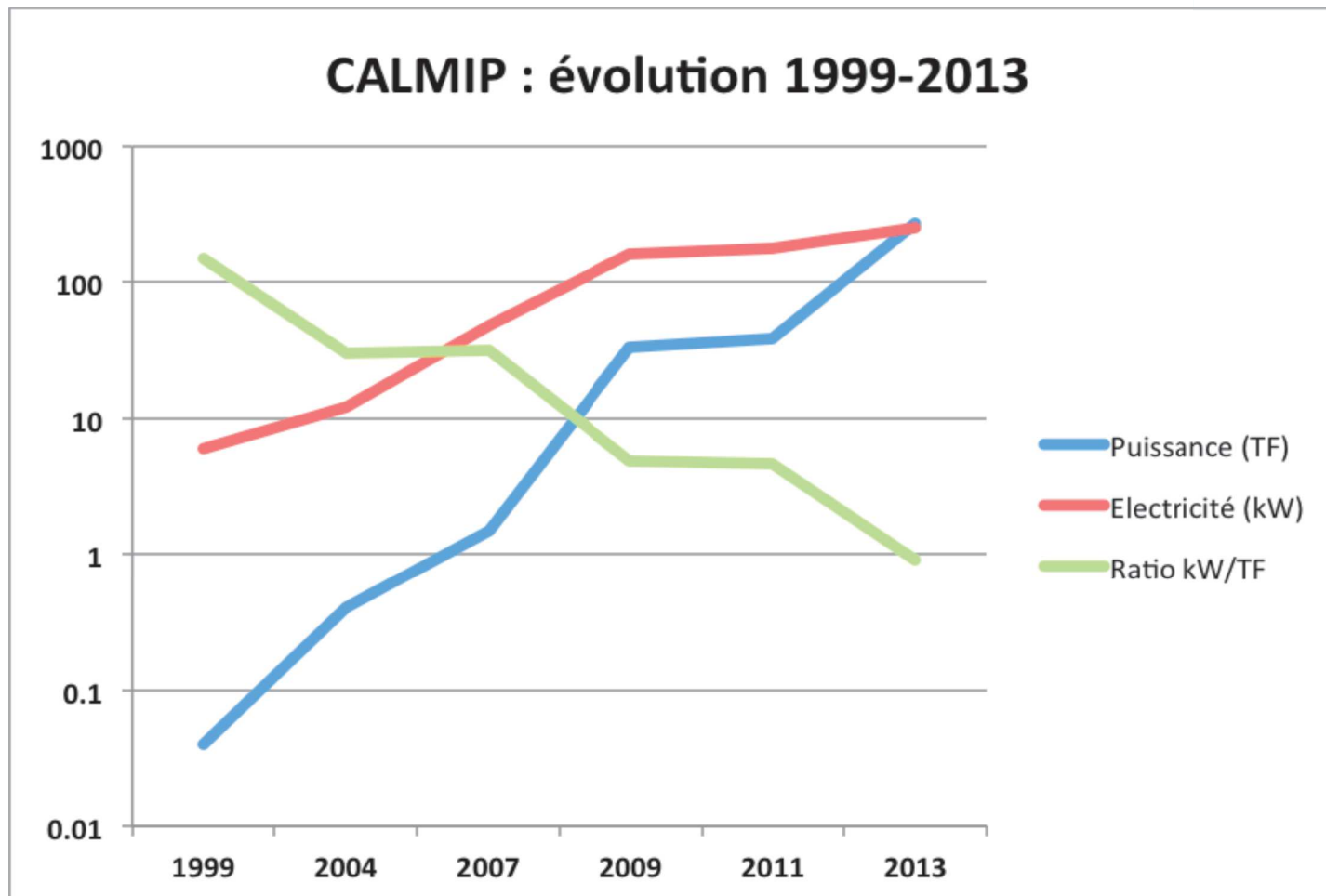


Evolution des performances en TFlops (TF) de deux Tiers-1 (CINES et IDRIS) et en moyenne sur l'ensemble des méso-centres



Evolution des volumes de stockage sur disques en TOctets (TB) sur le CC IN2P3 et IDRIS et en moyenne sur l'ensemble des méso-centres

# Evolution de la puissance et de la consommation électrique de CALMIP entre 1999 et 2013

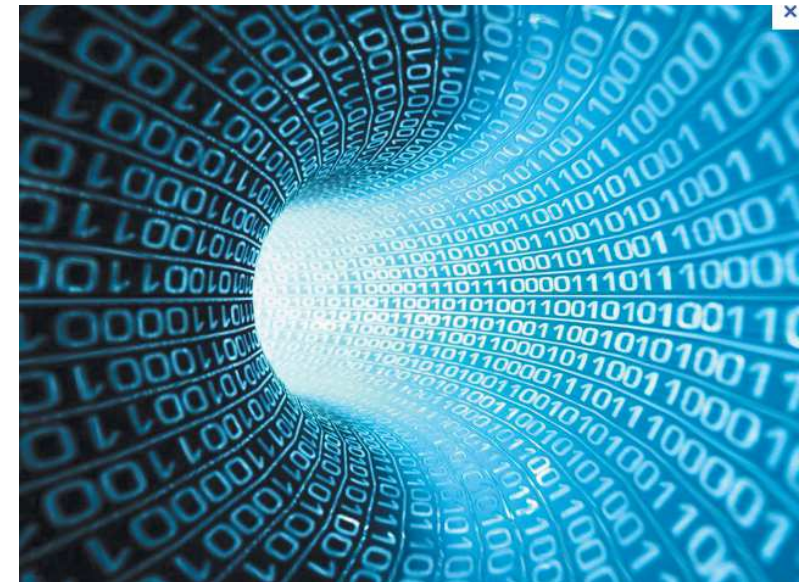




# Calcul + données : coûts croissants à maîtriser



- Calcul intensif :
  - Coordination au moins au sommet de la pyramide du calcul (Tiers-0 / Tiers-1 / Tiers-2, EQUIP@MESO,...)
  - Evolution technologique + consommation énergétique croissante + adaptation des codes + compétences + support
- Données :
  - Explosion des besoins et des demandes non coordonnées (CPER) même si certaines communautés sont structurées (e.g. physique des hautes énergies, sciences de l'univers, bio, ...)
  - Conforter compétences + support
- Impact sur l'organisation de la recherche



**Rationaliser déploiement des infrastructures / coordonner les demandes**  
*Stratégie nationale / de site autour de défis scientifiques et maîtrise des coûts !!!*



# Maîtrise des coûts (suite)

- Autres pistes permettant de maîtriser les coûts suggérées par le Groupe **EcoInfo** :
  - **Maîtriser les coûts électriques** en installant une métrologie systématique
  - **Eviter les installations surdimensionnées** et opter pour de la modularité
  - Innover en terme de systèmes de froid
  - Contraindre à l'achat de matériel **efficace énergétiquement**, ce qui implique pour avoir des gains significatifs **mutualisation des infrastructures en particulier au niveau des Tiers-3** : e.g. économie de 60% sur le coût électrique avec un hébergement plus efficace (réduction du PUE de 2 à 1,3) qui induit économie de **500 K€ / an** pour les 2000 serveurs de calcul et de données achetés sur les marchés CNRS entre 2003 et 2013.
- Etude mutualisation du stockage à l'Université Grenoble-I :
  - Recensement de 44 locaux climatisés
  - Coût fluides estimé à 700 K€ (1/3 consommation énergétique de l'établissement)
  - Besoins de stockage croissant de 1,2 Po en 2012 à 3,4 Po en 2018 (sans compter le stockage nécessaire au calcul intensif).

# Conclusion



- Calcul intensif / données : *grand instrument scientifique pluridisciplinaire*, catalyseur de nouvelles connaissances scientifiques
- Besoins calcul / stockage toujours **en forte croissance** (d'où l'**explosion des demandes notée au niveau du CPER**)
- **Facteur majeur** de la dérive des coûts informatiques : **foisonnement d'infrastructures de calcul et de données au niveau local** (i.e. Tiers-3) aggravé par **l'augmentation des demandes non-coordonnées + morcellement** et de **désorganisation des infrastructures de données**
- Le niveau régional dans les infrastructures calcul / données crucial
- Réflexions INFRANUM au MESR : aller vers 4 centres nationaux calcul / données et 13 datacenters régionaux

*Stratégie du CNRS : coordination / rationalisation des investissements aux niveaux site / national autour de défis scientifiques avec l'ensemble des acteurs concernés*