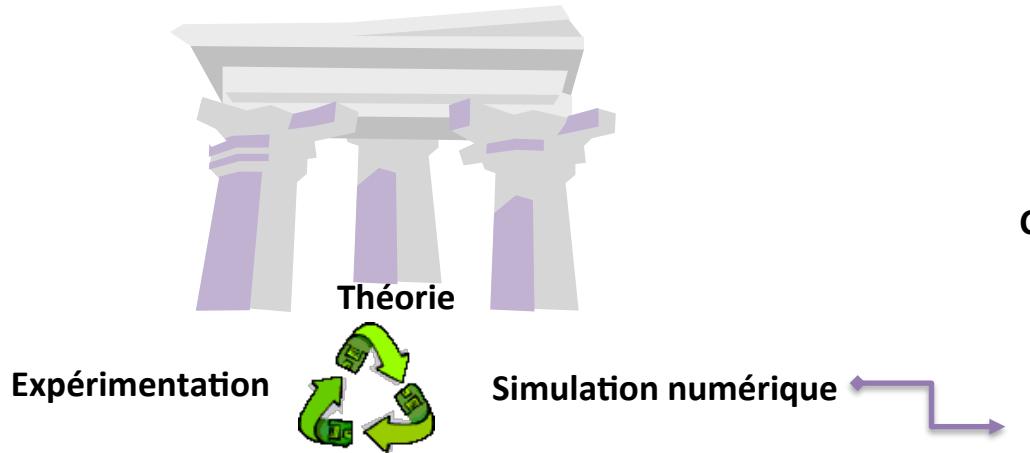




Big Data et HPC

Session « Le Big Data dans la recherche scientifique »
Conférence Big Data Paris
Stéphane REQUENA, Responsable Technique, GENCI



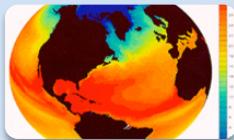
Calcul intensif (HPC)





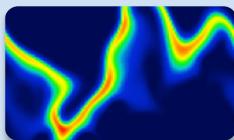
Le calcul intensif

Un outil stratégique pour la science, l'industrie et les politiques publiques



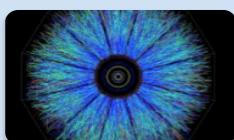
Météorologie, climatologie, sciences de la Terre

- Mesurer le réchauffement et l'évolution du climat
- Anticiper les événements climatiques



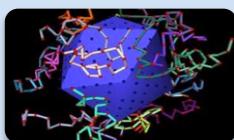
Astrophysique, physique des particules et physique des plasmas

- Comprendre l'évolution des galaxies
- Explorer la physique avancée (QCD, ITER)



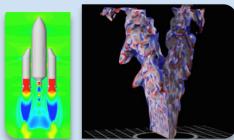
Science des matériaux, chimie, nanosciences

- Elaborer des matériaux intelligents
- Mieux connaître les propriétés des nanomatériaux



Sciences de la vie

- Explorer les systèmes biologiques
- Mettre au point des molécules-médicaments ciblées



Energie et engineering

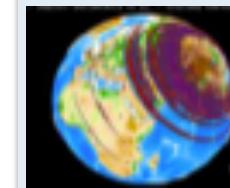
- Réduire l'impact énergétique des activités industrielles
- Concevoir les centrales de demain

Le calcul intensif

Un outil stratégique pour la science, l'industrie et les politiques publiques

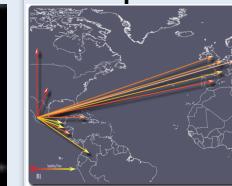
Appui aux politiques publiques

Risques naturels



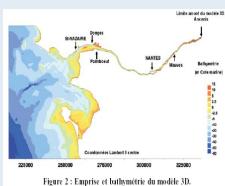
Simulation des ondes générées par le tremblement de terre du Sichuan

Risques biologiques et épidémiologiques



Modélisation de la propagation du virus H1N1

Impact des politiques publiques



EDF : transport de sédiments et salinité - bassin de la Loire, sur 10 à 20 ans

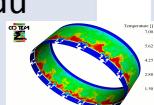
Sécurité



Recherche de virulence et de résistance aux antibiotiques

Résoudre les instabilités dans les moteurs d'hélicoptère

- Gain : réduction de la durée du cycle de conception (6 mois)



Accélérer le design des avions

- Gain : économie sur le coût des tests en soufflerie (20 %)



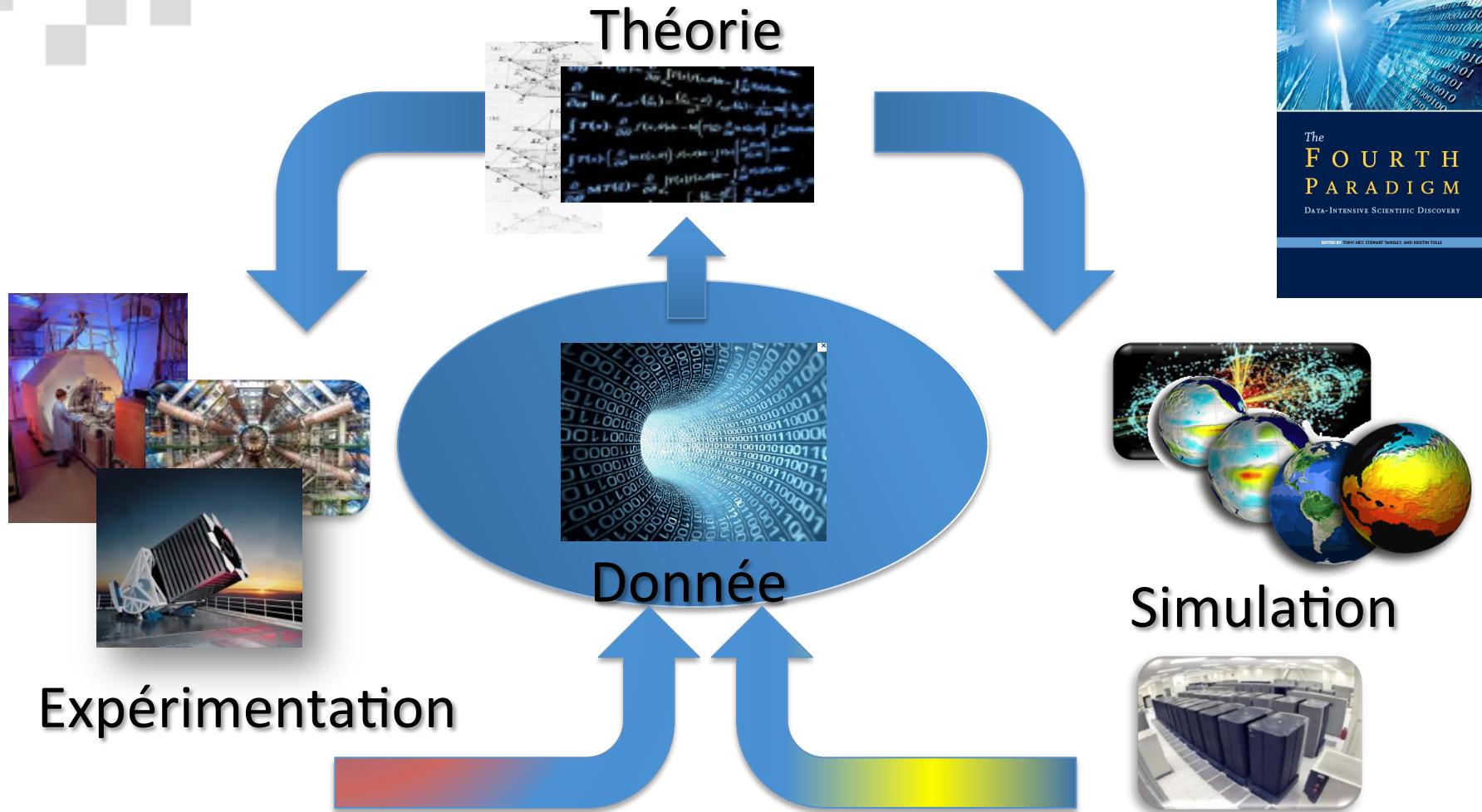
Accroître l'efficacité de la prospection et de la production pétrolière

- Gain : éviter les forages inutiles (coût moyen de 80 M\$ par forage), accroître la part de pétrole extractible





La donnée : le 4ème paradigme



<http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/>



Le calcul intensif

Contexte actuel

Dans le

- Aux
- En



A 200M\$ effort by 6 agencies

Big Data Across the Federal Government

March 29, 2012

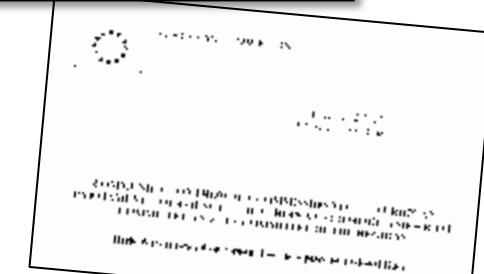
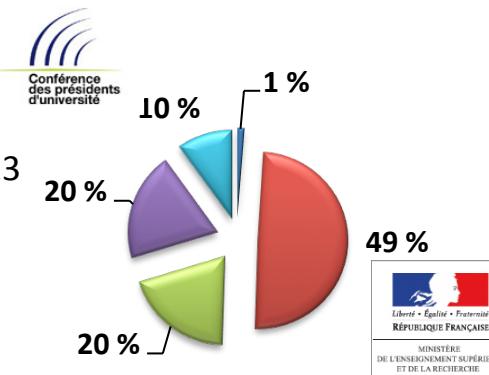


En Europe

- Annonce de la Commission européenne (15 février 2012)
 - Doubler l'enveloppe financière 2014-2020 : 0.6 → 1.2 Md€
 - Développer un écosystème du calcul intensif indépendant

▪ En France :

- Création de GENCI en 2007
- Puissance Fr disponible en 2013
1.6 PFlops = *80 / 6 ans



« Le calcul intensif est stratégique pour booster la capacité d'innovation européenne »



Une infrastructure de recherche de rang mondial

400 M€ sur 2010-2015 (France, Allemagne, Italie, Espagne)

Développer les technologies et services HPC en Europe

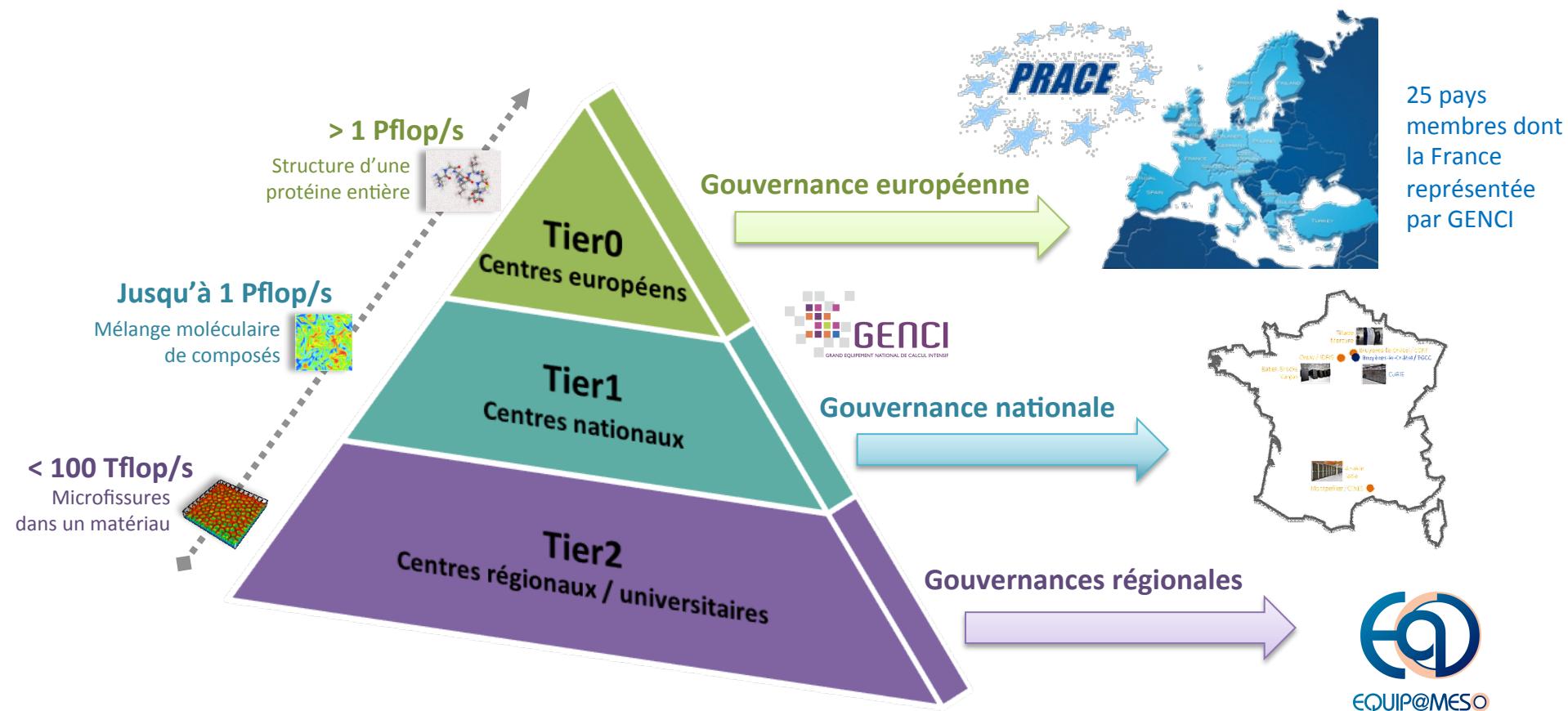


ETP4HPC créé en juin 2012



La pyramide européenne du Calcul Intensif

Une nécessité pour la compétitivité





CURIE le système Tier0 français dans PRACE



- Concrétisation de **l'engagement français** porté par GENCI dans PRACE
- Installation au **TGCC** et exploitation par les équipes CEA/DAM
- Architecture modulaire et équilibrée
 - Cluster de noeuds SMP larges, fins et hybrides
 - Architecture complémentaire avec celles des autres Tier0 de PRACE
 - **2^e Tier0 dans PRACE, totalement disponible depuis le 8 mars 2012, 9^e rang mondial (juin 2012)**



Performance globale de :

2 PFlop/s

> 92 000 cœurs Intel

360 To de mémoire

Réseau Infiniband 40Gbs

15 Po Lustre @ 250 Go/s

20 Po archivage sur bandes

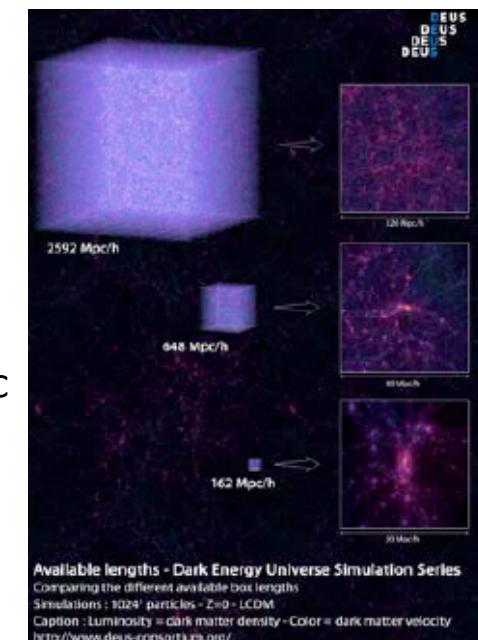
120 racks, < 200 m² - 2,5 MW



Big Data et HPC

Un exemple en cosmologie (1/3)

- Grand challenge réalisé par l'Observatoire de Paris dans le cadre du Consortium DEUS (<http://www.deus-consortium.org>)
- But : réaliser 3 simulations de TOUT l'Univers observable, depuis le Big Bang à maintenant avec 3 scénarios de distribution de la matière noire
 - Evaluer l'influence de la matière noire dans l'évolution de l'Univers
 - Travaux similaires ont valu Prix Nobel de Physique 2011 à deux équipes US
 - Résultats obtenus seront utilisés en entrée du futur télescope spatial EUCLID (ESA, 2019)
- Besoins HPC sans précédent
 - >550 milliards de particules, maillage 8192^3 dans boîte de $21 h^{-1} \text{Gpc}$
 - Code RAMSES (CEA) avec une chaîne de post traitement spécifique
 - Délégation des entrées sorties à des processus spécifiques
 - Post traitement parallèle à la volée
 - Réduction des données brutes → données utiles
 - Implémentation d'optimisations spécifiques pour CURIE
 - Plus de 76 000 cœurs utilisés et >300 To de mémoire vive



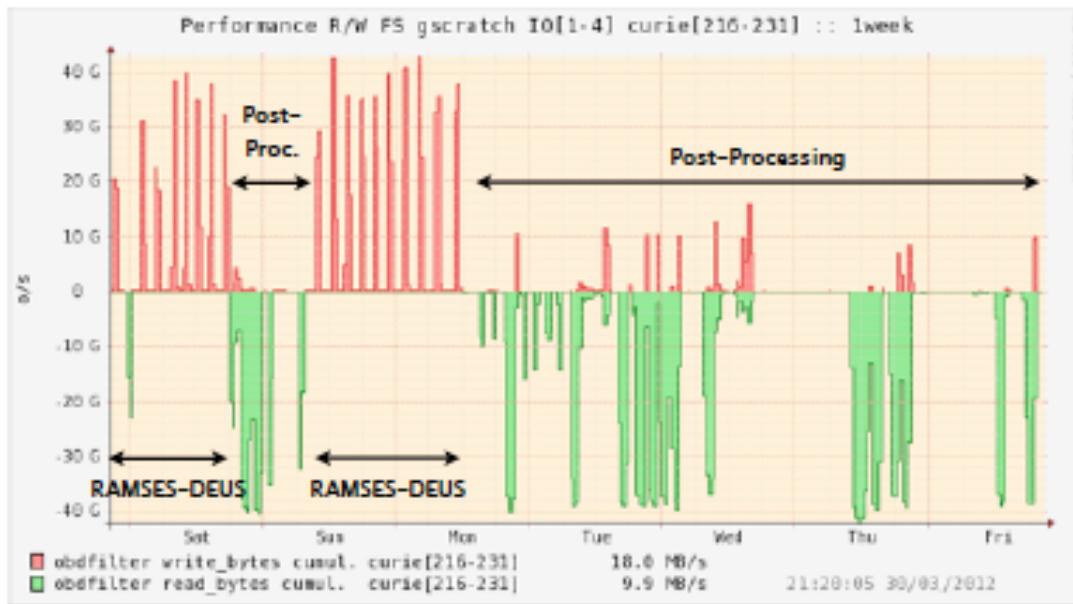


Big Data et HPC

Un exemple en cosmologie (2/3)

□ Première mondiale réalisée de février à septembre 2012

- Premières simulations de TOUT Univers avec 3 modèles : Λ CDM, LCDM and R_PCDM réalisées sur le supercalculateur CURIE
- 3 calculs pour un total de 30 millions d'heures → stabilité de la machine
- Un besoin vital de bande passante/volume sur le système de fichiers Lustre
 - Environ 60 Go/s alloués pour ce grand challenge et quasiment saturés !

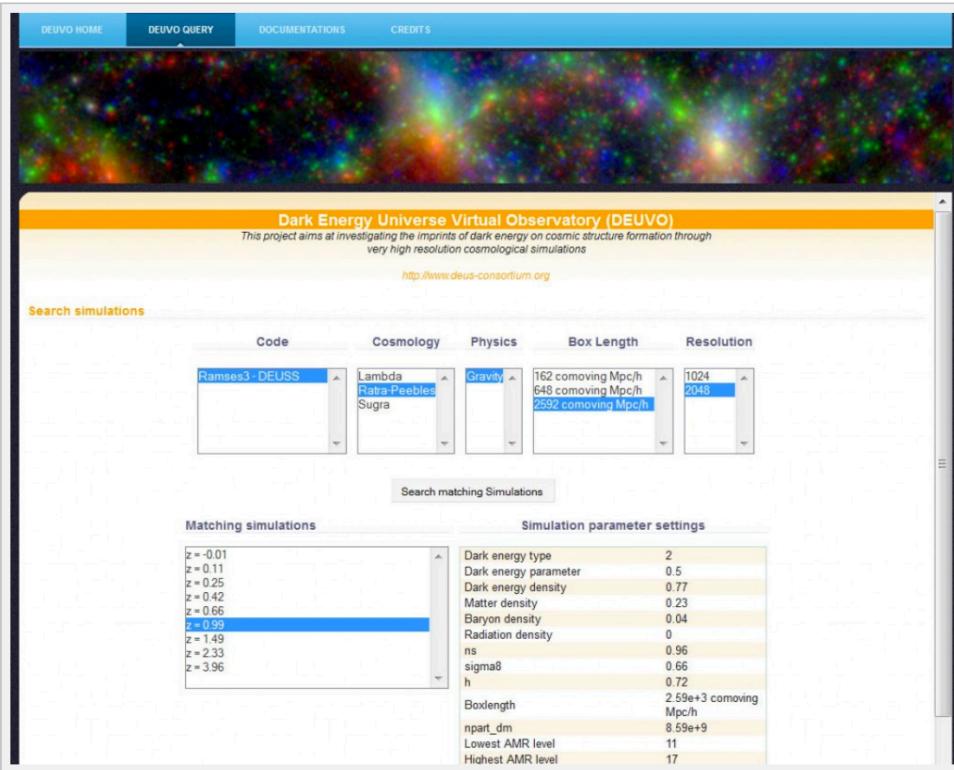




Big Data et HPC

Un exemple en cosmologie (3/3)

- Un total de plus de 150 Po de données brutes générées à 50 Go/s
- 1.5 Po de données butes après post traitement
 - Données mises à disposition de scientifiques du monde entier



The screenshot shows the DEUVO interface. At the top, there's a navigation bar with links to DEUVO HOME, DEUVO QUERY, DOCUMENTATIONS, and CREDITS. Below the navigation is a colorful visualization of a cosmological simulation. A yellow banner reads "Dark Energy Universe Virtual Observatory (DEUVO)" and "This project aims at investigating the imprints of dark energy on cosmic structure formation through very high resolution cosmological simulations". Below the banner is a URL: <http://www.deus-consortium.org>. The main area has sections for "Search simulations" and "Matching simulations". Under "Search simulations", there are dropdown menus for Code (Ramses3 - DEUSS), Cosmology (Lambda, Ratra-Peebles, Sugra), Physics (Grav), Box Length (162 comoving Mpc/h, 648 comoving Mpc/h, 2592 comoving Mpc/h), and Resolution (1024, 2048). A "Search matching Simulations" button is present. The "Matching simulations" section lists redshift values from z=0.01 to z=3.96, with z=0.52 highlighted. To the right, "Simulation parameter settings" are listed in a table:

Dark energy type	2
Dark energy parameter	0.5
Dark energy density	0.77
Matter density	0.23
Baryon density	0.04
Radiation density	0
ns	0.96
sigma8	0.66
z	0.72
Boxlength	2.59e+3 comoving Mpc/h
npart_dm	8.59e+9
Lowest AMR level	11
Highest AMR level	17

**Besoins astrophysique/cosmologie
en pleine explosion**

ALMA, VLT, Euclid, ... mais aussi :
Radio telescope SKA
(Square Kilometer Array)
Projet de 1.5 Md€, opérationnel en 2020
Installé en Australie et Afrique du Sud
1 Eo de données brutes par jour !
Un supercalculateur d'1 EFlops dédié pour cela

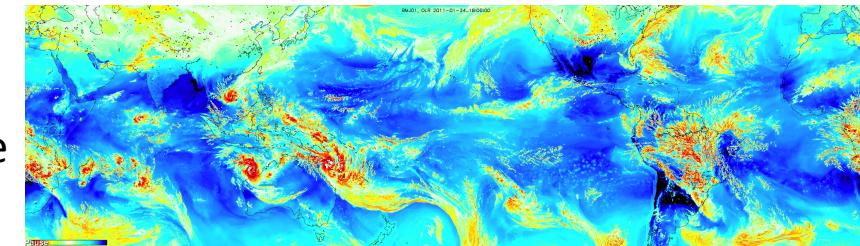




Big Data et HPC

Un exemple dans le domaine du climat

- 5^{ème} campagne du GIEC (2009-2012)
 - Equipes Fr IPSL sur machine NEC SX9 dédiée
 - **production > 1To/jour, 2Po au total**



- Enjeux majeurs dans le domaine du stockage, du post traitement, de mise à disposition et d'archivage de données
- Quelques prévisions pour la suite :

	CMIP5	CMIP6	CMIP7
Year	2012	2017	2022
Power factor	1	30	1000
Npp	200	357	647
Resolution [km]	100	56	31
Number of mesh points [millions]	3,2	18,1	108,4
Ensemble size	200	357	647
Number of variables	800	1068	1439
Interval of 3-dimensional output (hours)	6	4	3
Years simulated	90000	120170	161898
Storage density	0,00002	0,00002	0,00002
Archive size (Pb) (atmosphère)	5,31	143,42	3766,99



≈ 4 EB

Big Data et HPC

Un constat : le volume de données explose !

□ Données observationnelles et expérimentales

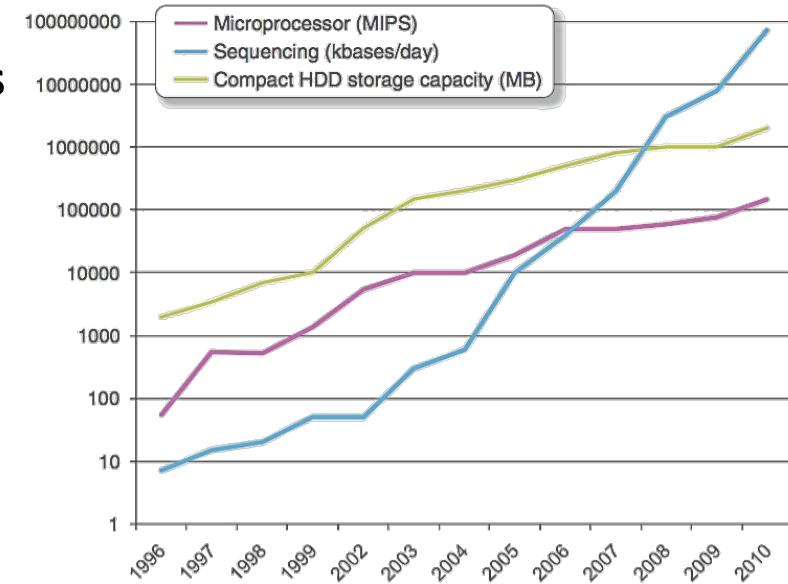
- Accélérateurs de particules (LHC@CERN)
- Séquenceurs génome et médecine personnalisée
- Satellites et (radio)telescopes (ALMA, SKA, VLT, Euclid, ...)
- Réseaux de capteurs en météo/climat, sismique, ...
- Finance, assurance, ...
- Datamining de données Web

□ Données computationnelles

- ↗ des ressources de calcul disponibles (PRACE = 15 PF in 2012)
- Accroissement de la résolution des modèles
- Simulations multi physiques et multi échelles
- Quantification des incertitudes (modèles, données, résultats, ...)

□ Avec des problèmes liés à

- La taille de données (nombre fichiers, taille), structure, formats
- Incertitude de la donnée et tolérance aux pannes
- Explosion de la métadonnée associée
- Temps de post processing (20% du temps)
- Archivage pérénne et mise à disposition de données raffinées
- Débit réseau et connectivité -> dernier km !
- ...



Cela veut dire :

Déployer des infrastructures de recherche pérénnes et inter opérables



Big Data et HPC

De nombreuses actions en cours

□ Au niveau matériel et logiciel

- Stockage hiérarchique avec mix de mémoires volatiles (SSD, PCM, ...) et disques/bandes traditionnelles
- I/O asynchrones et Active I/O (serveurs d'I/O virtualisés dans contrôleurs I/O)
- Nouvelle génération de système de fichiers parallèles (Lustre, GPFS, Xyratec, ...)
- Les Flops seront presque « gratuits » -> post processing en même temps que calcul pour profiter de localité des données et éviter déplacements de données couteux

□ Des initiatives et des projets de recherche en Europe

- Projets d'implémentation de PRACE : data management, visualisation déportée, portails d'accès, ...
- EUDAT : services de données entre centres de calcul/données et communautés utilisatrices
- EESI2 : cartographie et roadmap des besoins Eu -> Exascale (incluant BigDATA)
- Equipes INRIA comme KerDATA (Rennes)

□ Mais un grand nombre d'applications devront être réécrites/adaptées

- La stratégie d'entrées-sorties doit être totalement repensée avec une stratégie PLM
- La donnée brute ne pourra plus “sortir” des centres de calcul, seule la donnée raffinée
- Le recours à la visualisation distante ou déportée sera nécessaire
- Des nouvelles méthodes de accès/analyse de données doit être évaluées (MapReduce, NOSQL, ...?)
- La bande passante réseau et l'interconnexion devra être renforcée



En conclusion



Le HPC, un catalyseur des découvertes dans le domaine de la recherche scientifique et industrielle

Anticiper les ruptures technologiques liées à l'explosion du volume de données produites :

- Pour relever les futurs challenges sociaux et industriels
- Pour préparer en avance les scientifiques aux futures architectures matérielles et logicielles
- Pour accroître l'implication des chercheurs et ingénieurs dans ces technologies



HPC + Big Data = Big Fast Data