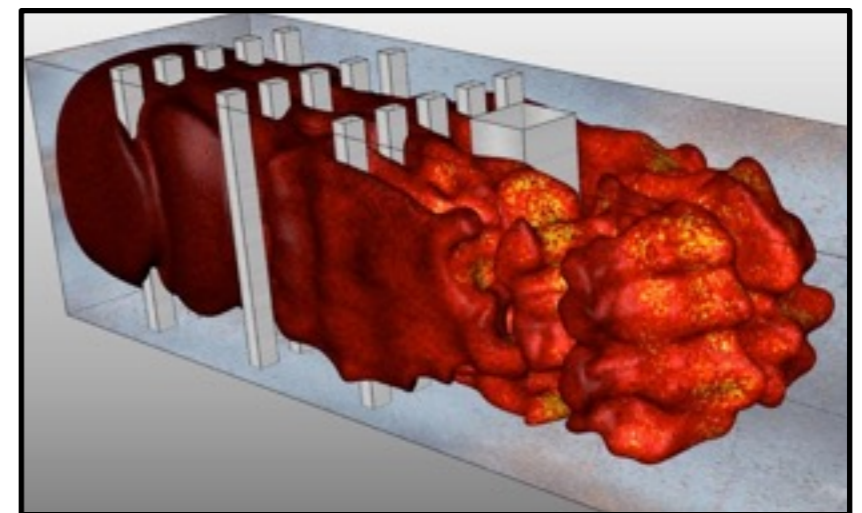
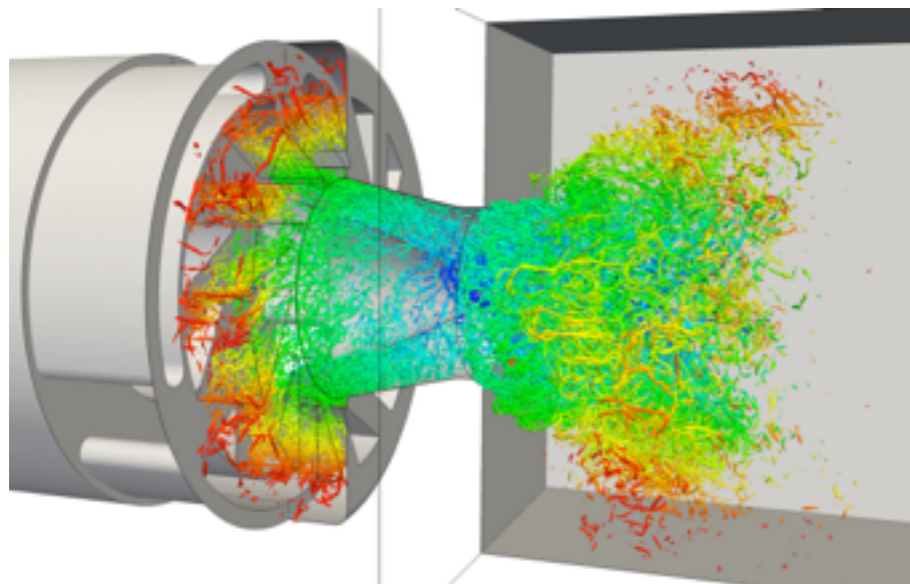


Calcul intensif et traitement des grands volumes de données, la vision du CNRS

Denis Veynante

Président du comité directeur de la Mission Calcul - Données



Plan

➔ Contexte

- Importance croissante calcul / données
- Un paysage dispersé
- Place du CNRS

➔ Mission Calcul - Données (MICADO)

- Rôle
- Participation à la structuration du paysage
 - *Centres nationaux (Tier1), Méso-centres (Tier2), Laboratoires (Tier3)*
 - *Agir principalement au niveau régional*

➔ Evolution du paysage français

- Volonté de l'Etat de rationalisation des infrastructures
- GENCI, Méso-centres, Renater, Europe

➔ Etat des lieux sur l'utilisation des moyens

➔ Livre blanc sur les données au CNRS

- Evolutions des besoins de stockage
- Synthèse - recommandations

➔ Conclusions

Contexte

- ➔ **Développement modélisation / simulation / données**
 - *Avancées scientifiques significatives dans de nombreux domaines*
 - *Explosion des besoins de puissance de calcul*
 - *Explosion des volumes de données (simulations, grands instruments,...)*
- ➔ **“Discipline” transverse**
 - *Par nature très inter-disciplinaire*
 - *Pas de réelle communauté “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*
- ➔ **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*

Contexte

➔ Développement modélisation / simulation / données

- *Avancées scientifiques significatives dans de nombreux domaines*
- *Explosion des besoins de puissance de calcul*
- *Explosion des volumes de données (simulations, grands instruments,...)*

➔ “Discipline” transverse

- *Par nature très inter-disciplinaire*
- *Pas de réelle communauté “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*

➔ 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*



Volonté d’organisation / de coordination
du CNRS et plus généralement de l’Etat (CODORNUM)

Place unique du CNRS dans le paysage ESR

➔ Rapprochement Calcul intensif / Traitement de données massives

- *Deux centres nationaux au meilleur niveau*
 - IDRIS (*calcul intensif*)
 - CC-IN2P3 (*gestion de données massives*)
 - Liaison Renater rapide dédiée entre les deux centres
- *Mission pour les Initiatives Transverses et l'Interdisciplinarité (MITI)*
 - Défi MASTODONS

➔ Intelligence artificielle

- *IDRIS identifié comme centre pilote pour une machine IA*
 - Intégrée à l'appel d'offres en cours (pour 5 M€ investissements)
 - Ouverture vers une nouvelle communauté (*avec un fonctionnement spécifique*)
 - *Nouvelles modalités d'accès aux ressources*
 - Opportunité utilisation IA pour traitement des données HPC
- *Besoins de support / assistance adaptés*
 - ETPT - MICADO

➔ Autres éléments d'envergure nationale

- France - Grilles
- Observatoires des sciences de l'univers (OSU)
- Plateformes génomiques
- ...

Mission Calcul - Données (MiCaDo)

➔ **Créée en novembre 2015**

➔ **Missions**

- *Définition et mise en oeuvre d'une politique globale et cohérente du CNRS*
(HPC, grilles, "cloud", infrastructures de données massives,...)
- *Coordonner avec les instituts le pilotage des ressources dédiées*
IDRIS, CC-IN2P3 ; Maison de la Simulation...
- *Aider les DSR à construire avec nos partenaires une stratégie conjointe*
en particulier avec méso-centres et centres de compétences mutualisés
- *Représenter le CNRS dans les instances du domaine*
(GENCI, Renater, Infranum,...)

➔ **Structure légère de la Direction Générale Déléguée à la Science**

- *Gestion administrative déléguée aux instituts*
- *Moyens ETPT dédiés*
 - *Aide à la structuration / opérations de mutualisation, notamment au niveau régional*
- *Comité directeur :*
 - *Président (D. Veynante)*
 - *DGDS, Directeurs INS2I et IN2P3*

➔ **COCIN : comité de pilotage de la mission**

Comité d'Orientation pour le Calcul INTensif), créé en 2012

- *Piloté par INS2I (P. Baptiste puis M. Bidoit)*
- *Représentation des Instituts + experts*

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ Moyens nationaux (*Tier1*)

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



➔ 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

➔ Moyens locaux des laboratoires (*Tier3*)

- *Nécessaires*
- *Tendance à la dispersion, pas toujours optimale*
- *Coûts totaux mal connus et mal maîtrisés*

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ Moyens nationaux (*Tier1*)

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

- Périmètre, missions et moyens bien identifiés
- 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

➔ Moyens locaux des laboratoires (*Tier3*)

- *Nécessaires*
- *Tendance à la dispersion, pas toujours optimale*
- *Coûts totaux mal connus et mal maîtrisés*

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ 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

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ 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

CNRS

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

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ 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

- CNRS**
- Généralement pas ou peu actif à l'origine (Régions, CPER,...)
 - 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*
- *Coûts totaux mal connus et mal maîtrisés*

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ 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

- CNRS**
- Généralement pas ou peu actif à l'origine (Régions, CPER,...)
 - 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*
- *Coûts totaux mal connus et mal maîtrisés*

- **Inciter à la mutualisation (infrastructures, matériels,...)**

Le paysage : trois niveaux principaux

➔ Moyens régionaux (Tier2) :

- *Méso-centres* :
 - Promotion du calcul intensif
 - Répondre à de nouveaux besoins puissance de calcul / stockage
 - Etape préparatoire à l'utilisation des centres nationaux ou européens
- *Centres de compétence (maisons de la simulation...)*
 - Pas directement opérationnels sur les moyens de calcul
 - Souvent adossés à un moyen de calcul existant

CNRS

- Généralement pas ou peu adossés à une région (Régions, CPER,...)
- 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*
- *Coûts totaux mal connus et mal maîtrisés*

- **Inciter à la mutualisation (infrastructures, matériels,...)**

Action structurante possible

Structuration et optimisation des moyens au niveau régional

➔ Identification d'un certain nombre de centres régionaux

- *Politique de sites et stratégie du CNRS*
(Directoire, CD, DASTR, DSR, DR,...)
- *En lien avec la labellisation ministère*
(CODORNUM / INFRANUM)

➔ Incitation à la mutualisation / rationalisation

- *Limiter / réduire le nombre de salles machines*
- *Optimiser les ETPT affectés à l'exploitation de ces salles*
au bénéfice du support de haut-niveau aux utilisateurs
- *Hébergement si possible dans les datacentres labellisés*
- *Accompagnement (moyens humains et financiers)*
- *Question des "coûts cachés" (non actuellement payés par l'utilisateur)*
Optimisation globale ≠ vision "utilisateurs"

Evolution du paysage

➔ Volonté de l'Etat de rationaliser les infrastructures

▸ Objectifs : réduire / optimiser le nombre d'infrastructures

- *DINSIC (Premier ministre)*

(Dir. interministérielle du numérique et du système d'information et de communication de l'Etat)

- *CODORNUM (MESRI, Comité d'Orientation du Numérique)*

- *INFRANUM (Infrastructures numériques)*

- *FORMATION*

- *SI (systèmes d'information)*

- *CoSo (Science ouverte - données)*

Evolution du paysage

➔ Volonté de l'Etat de rationaliser les infrastructures

▸ Objectifs : réduire / optimiser le nombre d'infrastructures

- *DINSIC (Premier ministre)*

(Dir. interministérielle du numérique et du système d'information et de communication de l'Etat)

- *CODORNUM (MESRI, Comité d'Orientation du Numérique)*

- *INFRANUM (Infrastructures numériques)*
- *FORMATION*
- *SI (systèmes d'information)*
- *CoSo (Science ouverte - données)*

▸ Processus de labellisation de datacentres nationaux et régionaux

- *Cahier des charges*

- *Infrastructures (béton, électricité, climatisation,...)*
- *Offre de services*

- *4 Centres nationaux potentiels (CC-IN2P3, CINES, IDRIS, TGCC)*

- *Rôles datacentre national / régional*

- *Au maximum un datacentre régional par grande région (13)*

- *Phase pilote : labellisation de deux datacentres*
- *Plusieurs vagues de labellisation (—> 2020 / 2021)*

- *Forte incitation à l'implantation du matériel dans ces datacentres*
(condition déterminante pour attribution de crédits publics)

- *Datacentres non limités aux calculs et données scientifiques...*
(systèmes d'information,...). Coûts supplémentaires induits ?

Evolution du paysage

➔ Volonté de l'Etat de rationaliser les infrastructures

▸ Objectifs : réduire / optimiser le nombre d'infrastructures

- DINSIC (Premier ministre)

(Dir. interministérielle du numérique et du système d'information et de communication de l'Etat)

- CODORNUM (MESRI, Comité d'Orientation)

- INFRANUM (Infrastructures numériques)
- FORMATION
- SI (systèmes d'information)
- CoSo (Science ouverte)

▸ Processus de labellisation des centres nationaux et régionaux

- Cahier des charges

- Infrastructures (électricité, climatisation,...)
- Offre de services

- 4 Centres nationaux potentiels (CC-IN2P3, CINES, IDRIS, TGCC)

- 13 Centres régionaux potentiels (un centre national / régional)

- Objectif : créer un datacentre régional par grande région (13)

- Phase pilote : labellisation de deux datacentres

- Plusieurs vagues de labellisation (→ 2020 / 2021)

- Forte incitation à l'implantation du matériel dans ces datacentres
(condition déterminante pour attribution de crédits publics)

- Datacentres non limités aux calculs et données scientifiques...
(systèmes d'information,...). Coûts supplémentaires induits ?

Voir exposé de Marie-Christine Plançon
Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

Evolution du paysage

➔ GENCI

- Tier0 (PRACE) / Tier1 français (TGCC, CINES, IDRIS)
- Evolution des missions (stockage des données de calcul)
- Entrée du CC-IN2P3 dans le périmètre (partie non IN2P3)
 - *Développement d'une offre HPC / HTC ?*

➔ Tier2 (mésocentres) - coordination avec les Tier1

- Nécessaire
 - *Optimiser l'offre et son utilisation*
 - *Coordonner l'accès à des financements nationaux (PIA)*
- Des difficultés :
 - *Initiatives locales - financements régionaux et locaux*
 - *Labellisation des datacentres*
 - *“mutualisation” des machines dans les datacentres ?*
- Infrastructure de recherche FR - T2 (*INFRANUM*) ?

➔ Comité du besoin en calcul (*DGRI*)

- Mis en place en janvier 2018
 - *Identifier et quantifier les besoins*
 - *Indépendamment des “outils” pour y répondre (Tier1, Tier2,...)*
 - *Premier rapport attendu fin 2018*

Evolution du paysage

➔ RENATER

- Plan stratégique 2017 - 2020
 - *Réseaux de collecte ?*
 - Qualité de bout en bout
 - *Services ?*
 - Pas toujours bien connus des utilisateurs finaux
 - Pertinence vs offres commerciales ?
 - Souveraineté ?
 - *“Cloud” / Drive ?*

➔ Europe

- PRACE 2 pour 3 ans (call 14 - mars 2017)
- EuroHPC (*machines exascales - participation financière de l'Europe - 2022 ?*)
 - *Joint Undertaking (27/09/2018)*
 - *Deux systèmes pré-exascale en 2020 - 2021*
 - *Deux systèmes exascale (2022 - 2023)*
 - *Participation financière de la Commission*
 - 50 % des coûts pour 50 % des ressources ?
- European Open Science Cloud (EOSC)

Nouveau

Etat des lieux

➔ Inventaire de l'utilisation effective des moyens de calcul :

- *Utilisation des moyens de GENCI (2016) :*
 - Répartition par thématique scientifique
 - Absence a priori surprenante de certaines thématiques
- *Allocations européennes PRACE*
 - En cours

➔ Enquête sur les moyens significatifs (> 50 k€) utilisés par les labos

- *Enquête pilote sur Toulouse :*
 - Concluante
 - Rationalisation bien engagée
 - *Autour de CALMIP*
 - *Questions au renouvellement de certains installations*
- *A poursuivre sur d'autres sites*

➔ Affectation des personnels Bap E "calcul scientifique"

➔ Analyse des demandes Dialog

- *Donnent une idée des projets (avec ou sans financements CNRS)*
- *Passer un message de rationalisation*

➔ Livre blanc "Données au CNRS"



www.cnrs.fr

Livre Blanc sur les Données au CNRS Etat des Lieux et Pratiques

Mission Calcul et Données (MiCaDo)

Juillet 2018





Evolutions stockage

- 2009-2013 : ~ x 30 performance, ~ x 25 stockage ~x 1,25 - 1,5 coût énergétique
- **Explosion exponentielle** des données produites par les grands instruments
 - Grands instruments (LHC : 15 Po/an, LSST : 30 To images / jour, ESRF : 10 - 20 Po/an,...)
 - Simulations numériques (Climat CMIP7 : 100 Po vers 2025)
 - ...
- Dans de multiples domaines (biologie, santé, physique, ingénierie, SHS, terre et univers, ...)
- Stockage et traitement des données **part significative coût plateformes**
 - Plateformes de calculs: Ratio stockage / calcul de ~10% / 90% à 25% / 75%.



www.cnrs.fr



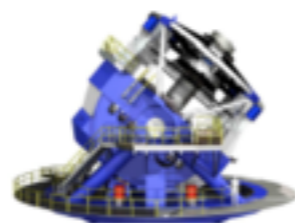
Large Synoptic Survey Telescope (LSST): Chili, 30 Tb of images / day



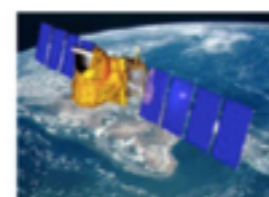
Large Hadron Collider : 1Pb/s raw data/day, 60 TB / day i.e. 15 PB / year



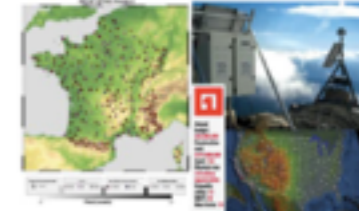
LOFAR/SKA
~10 exabytes/day



LSST/EUCLID
~20 PBs/night




Copernicus/Sentinel
SWOT
~4 PBs/day



RESIF/EPOS USArray
Large seismic arrays
~100 TBs/year



Synthèse

- 
- **Organisation, gestion, exploitation scientifique des données sont des enjeux majeurs : flux de données explosent**
 - **Le Big Data concerne tout le CNRS à des niveaux variables :**
 - Pratiques et *stewardship* des données bien établis (IN2P3, INSU, INSB, INSHS).
 - Structuration en cours pour répondre aux besoins (INEE)
 - Prise en compte des données encore embryonnaire hors de certaines TGIR (INC, INP, INSIS)
 - Données / analyse de données objet de recherche (INSMI, INS2I)
 - **Logistique et Stewardship des données parmi défis principaux**
 - **Éléments importants :**
 - **Interdisciplinarité et données multi-source**
 - **Convergence HPC et HDA (High-End Data Analysis) au sein de workflows complexes**
 - **Penser des nouvelles stratégie / architecture**
 - **Efficacité énergétique !**

Synthèse (suite)

● **Nouvelles expertises et activités :**

- Maîtriser enjeux et accompagner évolutions requiert associer raisonnement scientifique et innovation technologique au travers de nouvelles expertises et collaborations interdisciplinaires.
- Déficits d'expertise et d'ETPTs freinent l'évolutions des communautés et des pratiques et donc pénalise la production scientifique.

● **Contexte interne scientifique et technologique au CNRS** particulièrement favorable à une maîtrise des problématiques autour des données (coopérations inter-instituts, MITI et en particulier MASTODONS, INIST, CAT OPIDOR, CC-IN2P3, IDRIS, ...)

● **Besoins évidents** : plateformes ; support utilisateurs ; data scientists; déploiement de chaînes logicielles d'analyse de données qui passent à l'échelle; promouvoir interdisciplinarité; valorisation et pérennisation des données ; plan de gestion des données (DMP)



www.cnrs.fr

Un nouveau paradigme qui impacte la recherche

● **Bouleversement épistémologique**

- Nouvelles formes de production de la connaissance
- Emergence de plusieurs sous-disciplines.

● **Nouveaux champs d'investigation** aux interfaces des disciplines scientifiques :

- **Bio-informatique,**
- **Neurosciences computationnelles**
- **Cyber-sécurité**
- **Humanités numériques**
- **Géoinformatique,**
- **E-santé...**
- **Astroinformatique** (astronomie, astrophysique, statistiques, informatique, traitement du signal)
- ...





Recommandations



www.cnrs.fr

● Politique et gestion des données

- Promouvoir une **culture des données** au sein du CNRS
- Mieux **valoriser** les données produites
- **Réflexion** autour politique des données (Open Data, Fair Data), cycle de vie, plan de gestion...
- **Collaboration** entre instituts, DIST, INIST, ...

● Accroître expertises interdisciplinaires pour analyse et utilisation des données

- S'appuyer sur expérience acquise (MITI, MASTODONS, groupes de recherche e.g. MADICS) pour lancer **initiative transversale** reposant sur instituts / TGIR / IR afin de créer « **hub** » d'expertise

● Architecture et Infrastructures pour l'analyse des données

- **Profiter expertise** CC IN2P3 / IDRIS / France Grilles / méso-centres pour étudier architecture et fédération de plateformes distribuées et centralisées calcul + stockage

Recommandations (suite)

● Archivage, curation et distribution des données

- En s'appuyant sur expertises reconnues (e.g. centre données Strasbourg), **soutenir et mener des expériences pilotes** sur plateformes distribuées d'archivage, d'indexation et de curation de données multi-source, avec mutualisation des ressources (stockage, calcul), intégration au sein de pôles de données (avec portail services, ...) pour découverte et l'accès fluide à ces données, issues de domaines différents, avec des outils «translationnels» pour les combiner, les croiser et les synthétiser.

● Nouvelles expertises et moyens humains

- Réponse coordonnée face aux nouveaux besoins
 - Expertise
 - Moyens humains et reconnaissance de ces nouvelles activités interdisciplinaires. (attractivité, évolution de carrière, formation, ...)



Conclusions



➔ Ne plus dissocier HPC et analyse des données

- Données issues de calculs de plus en plus volumineuses
- Traitements des données massives de plus en plus lourds
- CNRS : deux centres nationaux CC-IN2P3 et IDRIS
 - *Liaison rapide (100 Go/s) entre les deux centres*
 - *Offre HTC / HPC ?*

➔ Etat des lieux - perspectives

- *Connaissance du paysage*
 - *Enquête sur les moyens de calcul utilisés par les laboratoires...*
 - *Utilisation scientifique des moyens de calcul (PRACE, Tier1, Tier2,...)*
 - *Livre blanc "Les données au CNRS"*
- *Comité du Besoin en Calcul (DGRI)*
 - *Identifier les besoins indépendamment des "outils" (Tier1, Tier2,...)*

➔ Rationaliser le déploiement des infrastructures

- Autour de défis scientifiques
- Coordination et rationalisation des investissements (*maîtrise des coûts*)
- Stratégies nationale et de sites
- Séparer "Béton" et "science"

Conclusions



➔ Une réflexion nécessaire sur les données

- Quelles données stocker et / ou archiver ? Où ?
- Traitement des données
 - *Passage à l'échelle des techniques de traitement*
 - *Nouvelles approches*
- Valorisation des données issues de calculs ou d'expériences
 - *Mise à disposition - distribution*
- *"Data Management Plan"*

➔ Quelques points complémentaires :

- *Promouvoir et soutenir la mise en commun de codes, outils,...*
- *Optimisation des moyens, notamment humains*