
Astroparticules

(prospectives en informatique)

Giovanni Lamanna

*LAPP - Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules,
Université de Savoie, CNRS/IN2P3, Annecy-le-Vieux, France*



Journées de prospective IN2P3-IRFU
Presqu'île de Giens, 2-5 avril 2012

- **Les expériences actuelles et leur modèles de calcul**
- **Les projets futurs**
 - **de nouveaux modèles de calcul**
 - **Besoins et défis**
- **Conclusions**

Modèle de calcul en Astroparticules

Choix du modèle de calcul plus adapté

Principaux sous-systèmes pour la gestion de données

- Le système de calcul sur site (proche des antennes)
- Le transfert et l'archivage des données
- Modèle de traitement offline des données (*data-centric and/or user-centric*)
- L'accès aux données réduits et la préservation des données

Principales spécifications du modèle de calcul

- Flux de données et typologie des produits scientifiques
- Mode de fonctionnement: Expérience ou Observatoire (# et type d'utilisateurs/observateurs)
- "Temps de vie" (e.g. satellites) et/ou financement (e.g. ESO/NASA/ESA vs agences ASPERA)

Les choix technologiques:

- HW: Computing Elements (CE), Storage Elements (SE)
- Service: Archive, Base de données et systèmes de Métadonnées
- SW: Calibration/Reconstruction/Simulation;
- Middleware: Sécurité, hétérogénéité, accessibilité

Le produit final :
Scientific Analysis System
SAS

Modèle de calcul en Astroparticules

Les expériences d'Astroparticules adoptent en majorité un modèle:

« Mainframe - T0 », « DB-centric » et « User-centric »

Les raisons:

- 1) Flux de données limité à quelques GB/jour (*background dominated*)
- 2) Nombre limité d'utilisateurs (et/ou prévalence de la participation IN2P3/IRFU)
- 3) Ressources CCIN2P3 pour le stockage et les services
- 4) Mode « Expérience » et forte implication IN2P3/IRFU
- 5) Absence d'agences internationales
- 6) SAS classique (user login ccali/ccage)

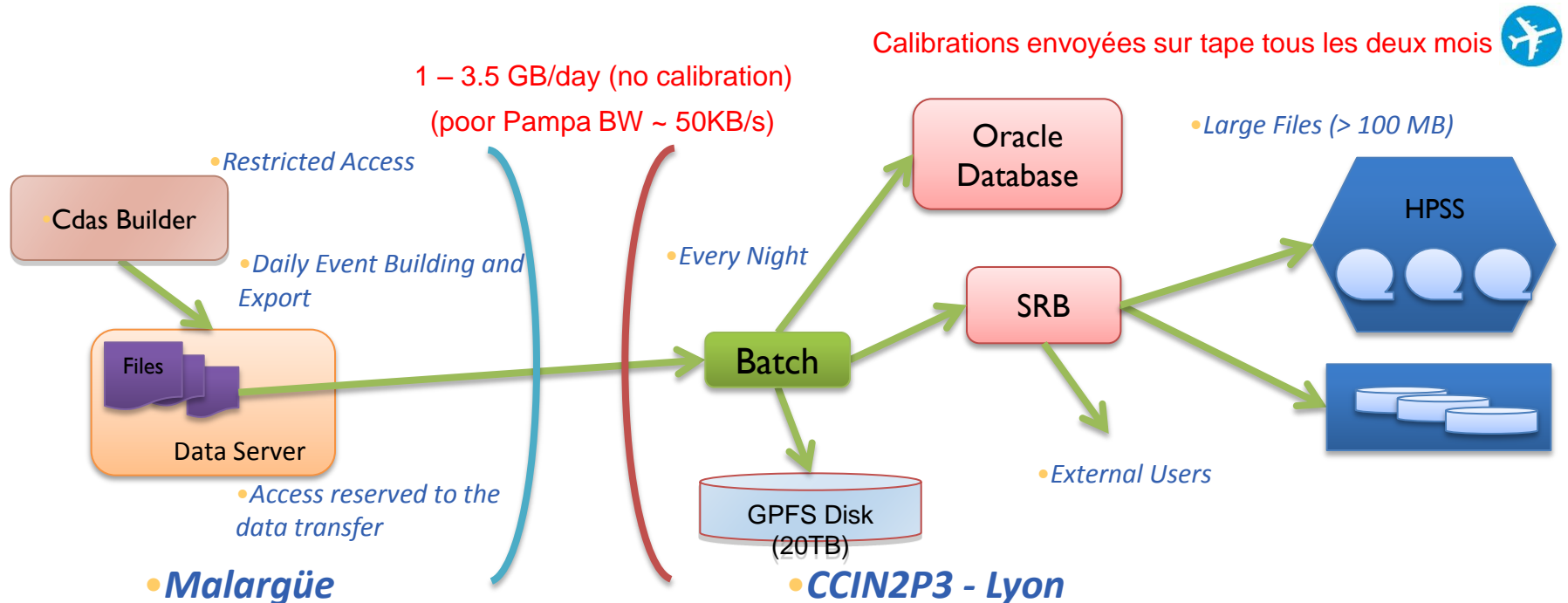
e.g. AUGER, ANTARES, HESS, ...

Mais le scénario futur change avec CTA, EUCLID, LSST, ...



CCIN2P3 comme « mainframe »:

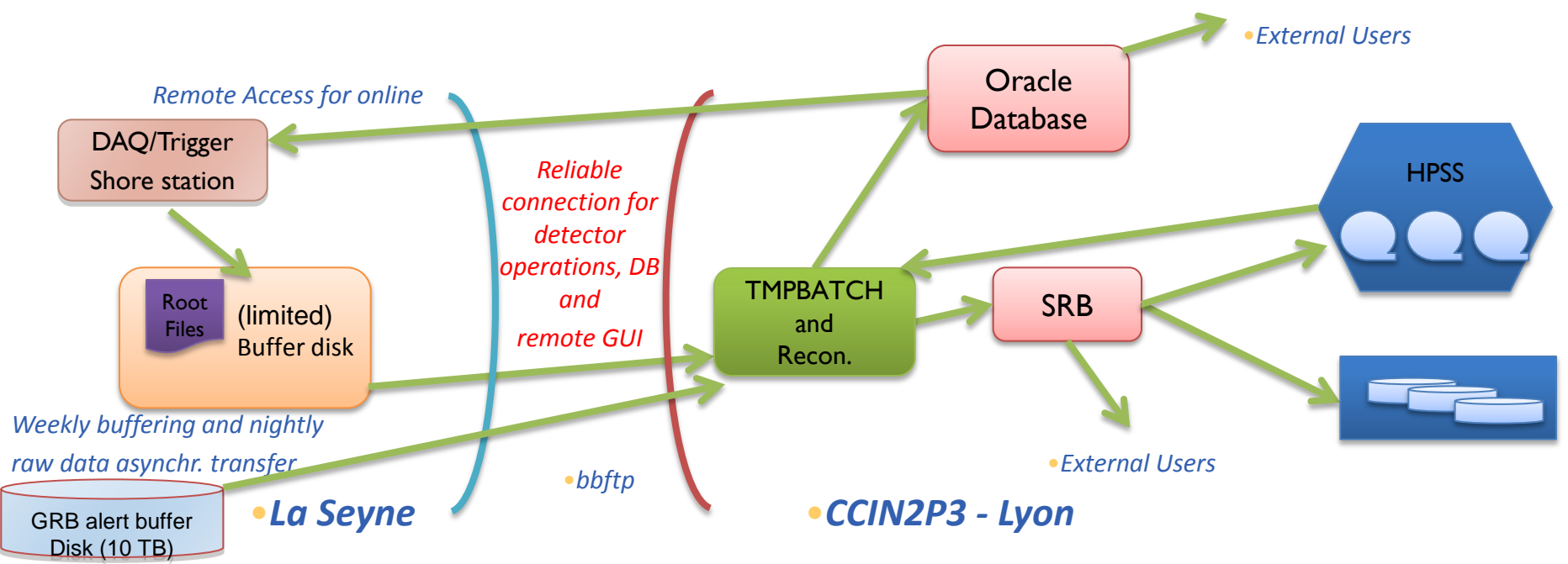
- stockage ~ 10 TB dont ~10% de données reconstruites (850 MB/day)
- accès aux données pour les utilisateurs grâce à un « account » à Lyon.
- GRILLE EGI pour le Monte Carlo





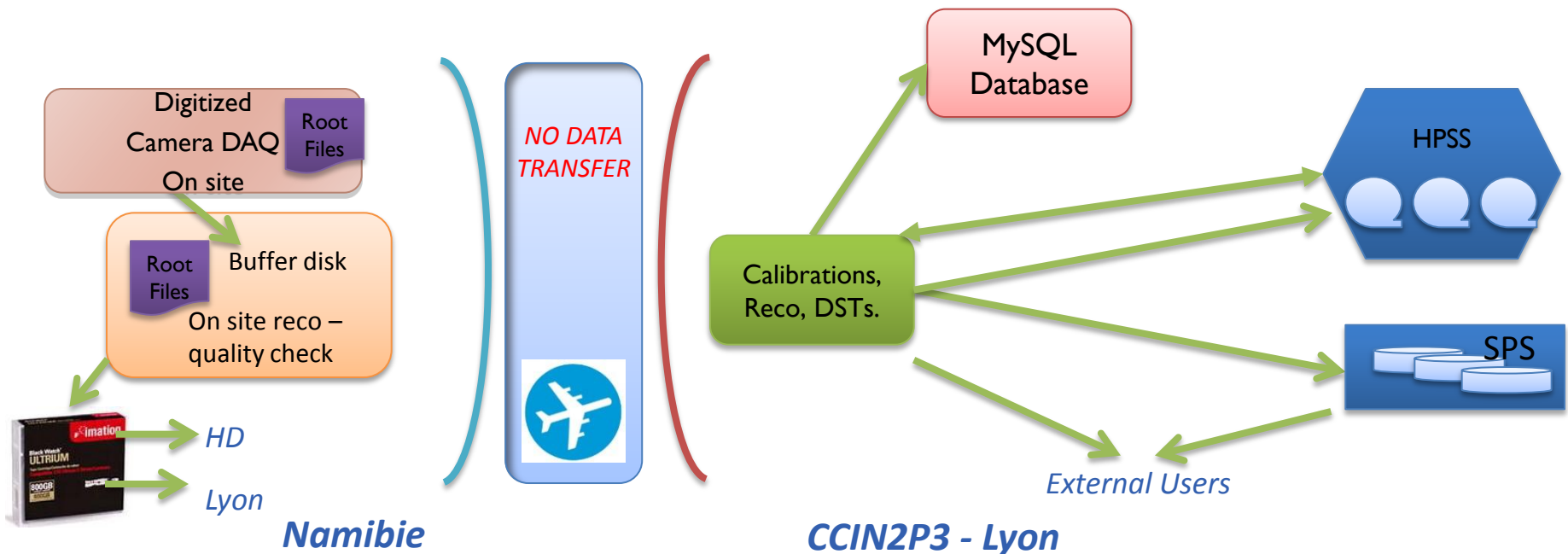
CCIN2P3 comme « mainframe »:

- Le débit de données ~1GB/sec (50 GB de données par jour, 20 GB après filtrage).
 - ~5 TB de données bruts par an
 - Données et métadonnées organisées en DB Oracle à Lyon (aussi pour la configuration des acquisitions)
- > CCIN2P3 un centre critique pour l'exploitation d'ANTARES



CCIN2P3 « mainframe » +

- des interfaces «client/serveur» pour le «data processing»; la sélection des données et métadonnées; la gestion des «workflows d'analyse».
- 10 TB données bruts par an au CCIN2P3 (~ 500 TB dont > 200 TB MC)
- Données reconstruites (DST) = facteur 10 de réduction
- MC: debut de simulation sur Grille pour HESS2.



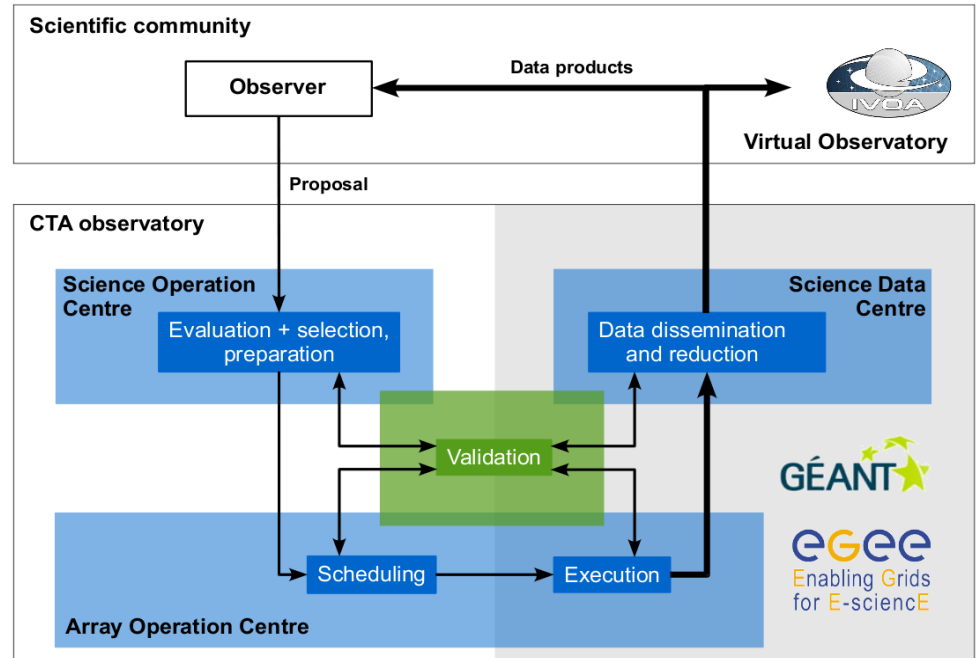
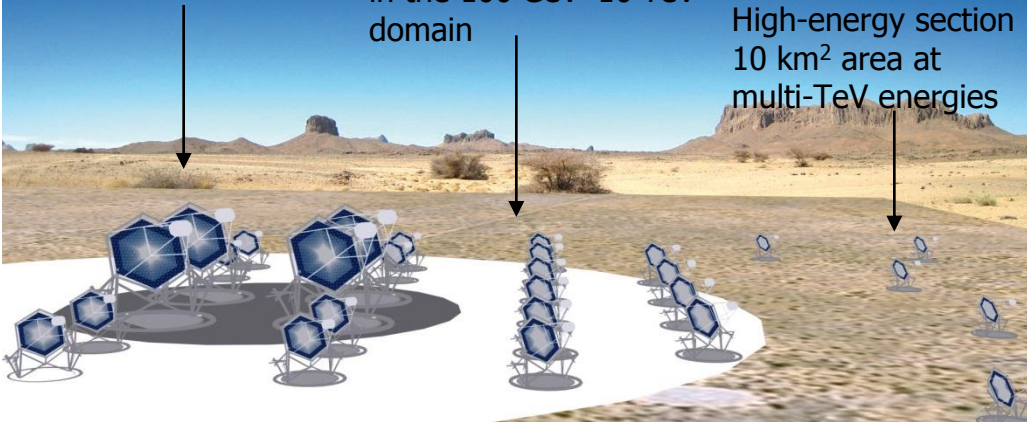
Cherenkov Telescope Array: le premier observatoire gamma pour la prochaine décennie

**Worldwide consortium:
more than 800 scientists
in 25 countries**

Low-energy section
energy threshold
of some 10 GeV

Core array:
mCrab sensitivity
in the 100 GeV–10 TeV
domain

High-energy section
10 km² area at
multi-TeV energies



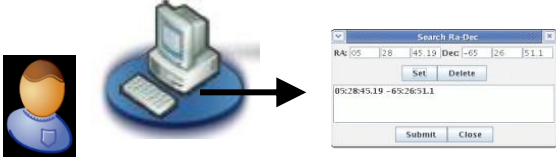
Cameras avec 2000 pixels
Taux de trigger 10kHz (array 3 kHz).
Main data stream : 1-10 GB/s.
Total data volume : 1-10 PBs per year
Comput. Calib.+Reco: 1h raw data=
~700 CPU days

EGI virtual organization: vo.cta.in2p3.fr

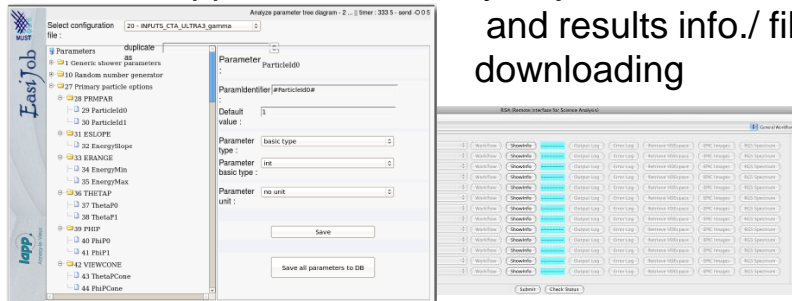
- VOMS and LFC server hosted at **CCIN2P3**, dedicated WMS at **LAPP**
- ❖ 14 sites in 6 countries:
 - 1000 – 2000 CPUs used by CTA
- ❖ ~500 TB of storage

Country	City	Name	CPU		storage
			Logical	SI2000	size [GB]
France	Paris	GRIF	7789	16273608	112827
	Lyon	IN2P3-CC	9068	19459928	16106 +several 100TB on tape
	Annecy	IN2P3-LAPP	816	1952688	5499
	Bordeaux	M3PEC	432	907200	11306
	Montpellier	MSFG-OPEN	152	300200	5326
	Meudon	OBSPM	112	401184	11646
Germany	Zeuthen	DESY-ZN	768	2602752	90000
	Munich	MPPMU	2352	6644400	0
Poland	Warsaw	CAMK	0	0	4921
	Cracow	CYFRONET-LCG2	8712	18748224	73101
Spain	Madrid	CIEMAT-LCG2	944	2765920	231
	Barcelona	PIC	3216	8728224	11012
Czech Republic	Prague	prague1cg2	2956	6104140	0
Greece	Thessaloniki	GR-01-AUTH	230	484150	2953

User Web Client and/or VM for data searching



Client application for analysis job submission and results info./ file downloading

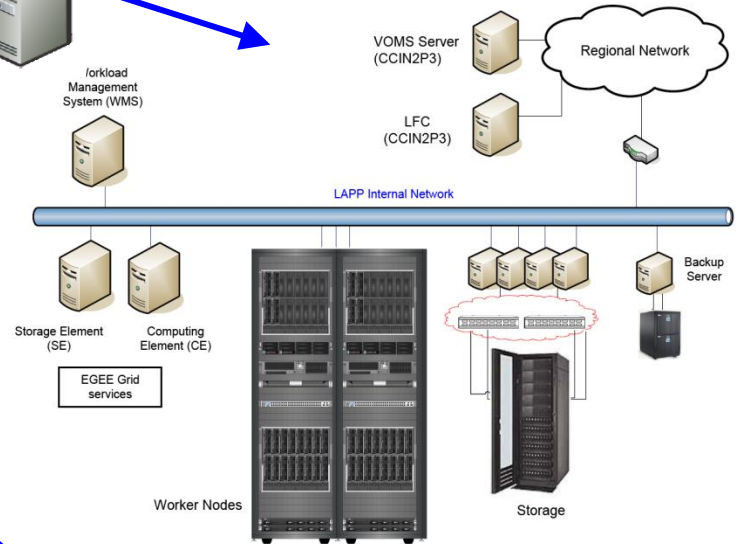


Example: a possible Grid-SAS model based on the MC CTACG model

Web Server and Grid jobs broker



Grid jobs management

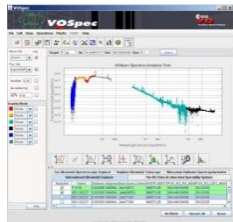


High-level data reques



FITS and VObs data access

Interface layer with archive DB



FITS and VO compliant results
VObs tools (VOSpec, Aladin)

Science Archive, DB and MetaDB systems, notification and results uploading



Le « data management » de CTA est une priorité de CTA-France.

Défis et/ou pistes ouvertes:

- Modèle de calcul distribué (de taille limitée) à l'étude et rôles « *data operation centre* » et « *science data center* » dans nos Instituts
- Modèle « data-centric » et des développements pour le:
 - « Data mining » (ECD)
 - Archive, systèmes de DB et MetaDB
 - DCI/Cloud pour le traitement distribuées des masses de données scientifiques
 - *Gateway* scientifique
 - SAS configurable et globale en lien avec le Vobs (*avec les nouveaux HE Vobs standards*).
- GPUs pour les analyses en temps réel (suivi d'alertes astrophysiques) (à explorer)

Advanced Virgo, prise des données à partir de 2015.



- Environ 150 jours de données scientifiques par an (avec 20 kHz de taux d'échantillonnage) = *data stream* de **10 Mo / sec** et **160 To par an**.
- Le défi majeur est la « **densité arithmétique** » des algorithmes d'analyse

- Les données doivent être traitées et analysées (plusieurs fois).
- Certaines analyses (couteuses en CPU, e.g. Continuous Wave (CW)) se déroulent sans problème dans la grille EGI.
 - VO Virgo : 34 sites avec ~ 9000 CPU et plusieurs To de stockage et compte environ 50 utilisateurs.
 - Une analyse typique se compose de plusieurs dizaines de milliers de jobs soumis dans plusieurs sites de calcul.
 - GPUs parallèles dans la grille EGI sont une alternative développée et testée dans Virgo

ET (Einstein Telescope) est un projet d'étude de conception soutenue par la Commission européenne sous le 7em programme-cadre: émergence de l'astronomie des ondes gravitationnelles.

Projet « Le MaCGO » (Manycore Computing for future Gravitational Observatories) étudie la solution « multi-cores » pour la cartographie du ciel.

- développement d'algorithmes dédiés à des systèmes GPU;
- exploration de standard de programmation « multi-core » ;

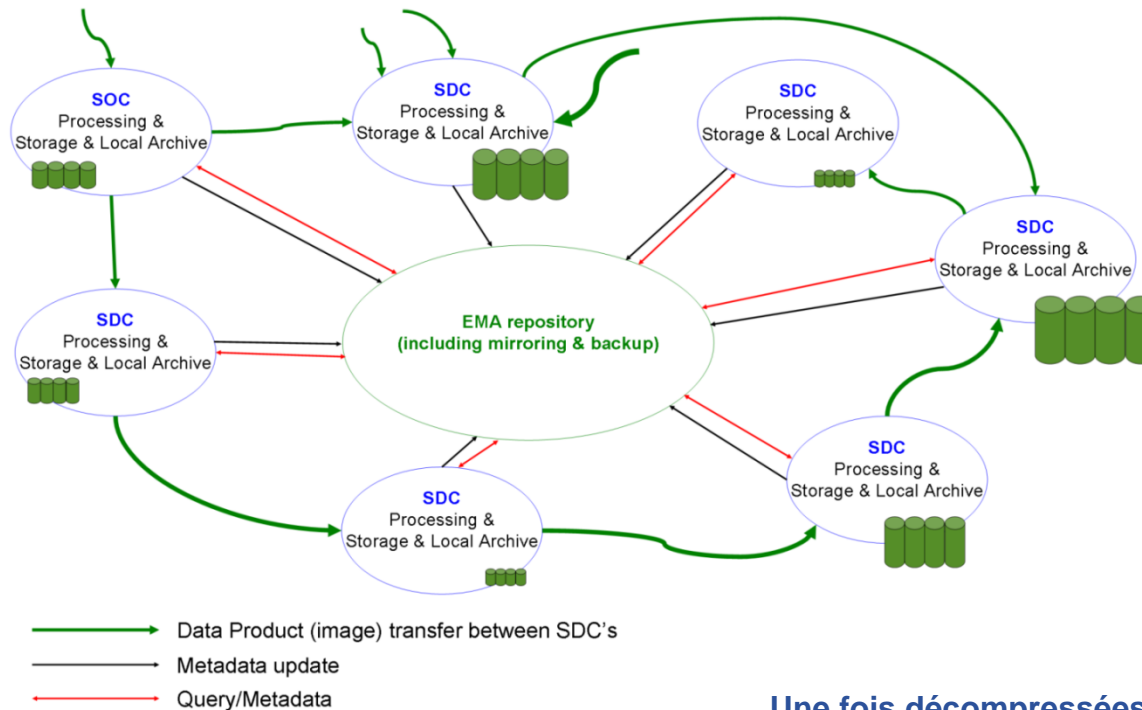
Défis et/ou pistes ouvertes:

- La recherche des OG: différentes architectures optimales pour différents algorithmes adoptés.
- Les architectures GPUs et « multi-cores » répondent aux demandes de parallélisations
- Les analyses OG demandent des pics dynamiques de calcul: approches CLOUD pertinente.
- L'approche Grid est optimale pour:
 - des workflows d'analyses non-relationnels
 - les services offerts (*data transfer, security, middleware*)
- Pour le futur il est importante d'envisager un SAS plus tournée vers l'utilisateur (Gateway).
(gestion des archives et distribution des produits scientifiques à étudier)



Les grands projets futurs: EUCLID

- La puissance de calcul nécessaire remarquable: dizaines de milliers des corêes et approche distribué
- Un modèle de calcul « data centric » et distribué:
8 centres des données scientifiques SDC (France, Italie, Allemagne, Royaume-Uni, Espagne, Hollande, Suisse, Finlande) : une « cloud » privée.



L'archive (EMA = Euclide Mission Archive) est distribuée. Les métadonnées seront concentrées à l'ESA et les fichiers de données seront distribués dans les différents SDC.

Une fois décompressées, calibrées et caractérisées les données ont une taille d'environ 3 PB.



Les principaux défis :

- Les produits *Level One* (images, catalogues, et alertes) chaque nuit d'observation. (haut niveau d'automatisation): **30 To de données chaque soir**
- Conception des bases de données et de l'archivage à l'échelle du Pétaoctet.
- .
- Les catalogues accessibles à la communauté via des interfaces ouvertes dans un modèle de l'Observatoire Virtuel.
- Evolutivité et fiabilité dans le calcul de LSST, le stockage et les ressources du réseau.

« *Data centres* » et développement informatique

★ **François Arago Centre (FACe) space data center** à l'APC répondrait à la nécessité d'une l'interface entre les grands infrastructures de calcul et le monde scientifique.

FACe est dotée de ressources de calcul (600 CPU et 100 To) et de salles de conférence et visioconférence.

Ex.: Espace de travail EU+US pour le contrôle et l'analyse scientifique en temps réel de LISA-PF. FACe a vocation à évoluer pour servir d'autres expériences (EUCLID, etc..)

★ Les laboratoires Tier2 WLCG en combinaison avec le CCIN2P3 ont l'expertise pour la gestion de grands projets de « data management » de future expériences d'astroparticules et vocation au rôle de Tier0/1 (e.g. **LAPP-MUST** dans le projet **CTACG**).

Collaboration des équipes de recherche (IN2P3/IRFU/INSU) autour des développements informatiques et en « e-Science ». Conséquence: évolution du profil des services informatiques au sein de nos laboratoires.

High Performance Computing à l'IRFU pour les simulations complexes en Astrophysique

★ Longue expérience CEA dans le « parallel supercomputing »

1 des PRACE European center (Très Grand Centre de Calculs) (Tiers 0)

1 des GENCI (National) co-founders (Tiers 1)

Les nouveaux défis (scientifiques) en e-Science pour l'Astroparticules (IN2P3+IRFU):

- Des nouveaux «computing model»
- Flux de données de l'ordre des Peta Octets
- Calcul distribué et mode-observatoire:
 - GRID-DCI et Clouds pour le calcul et pour les masses des données
 - Gateways et SAS
 - Data Bases
 - Les Data Centers et le rôle du CCIN2P3, des Tier2 et High Performance Computing
 - Le développement informatique dans les laboratoires -> évolution des service inf..
 - « Data access » et « data preservation »
 - GPUs
- Rôle d'ASPERA , le « computing » et les « Virtual Research Communities »
Après le troisième workshop ...
<http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=159120>
un « White Paper»