



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

# Centre de Calcul de l'IN2P3

# IN2P3 ?

# Missions de l'IN2P3 - Arrêté du 26 avril 2016 (MENR1611333A)

Arrête :

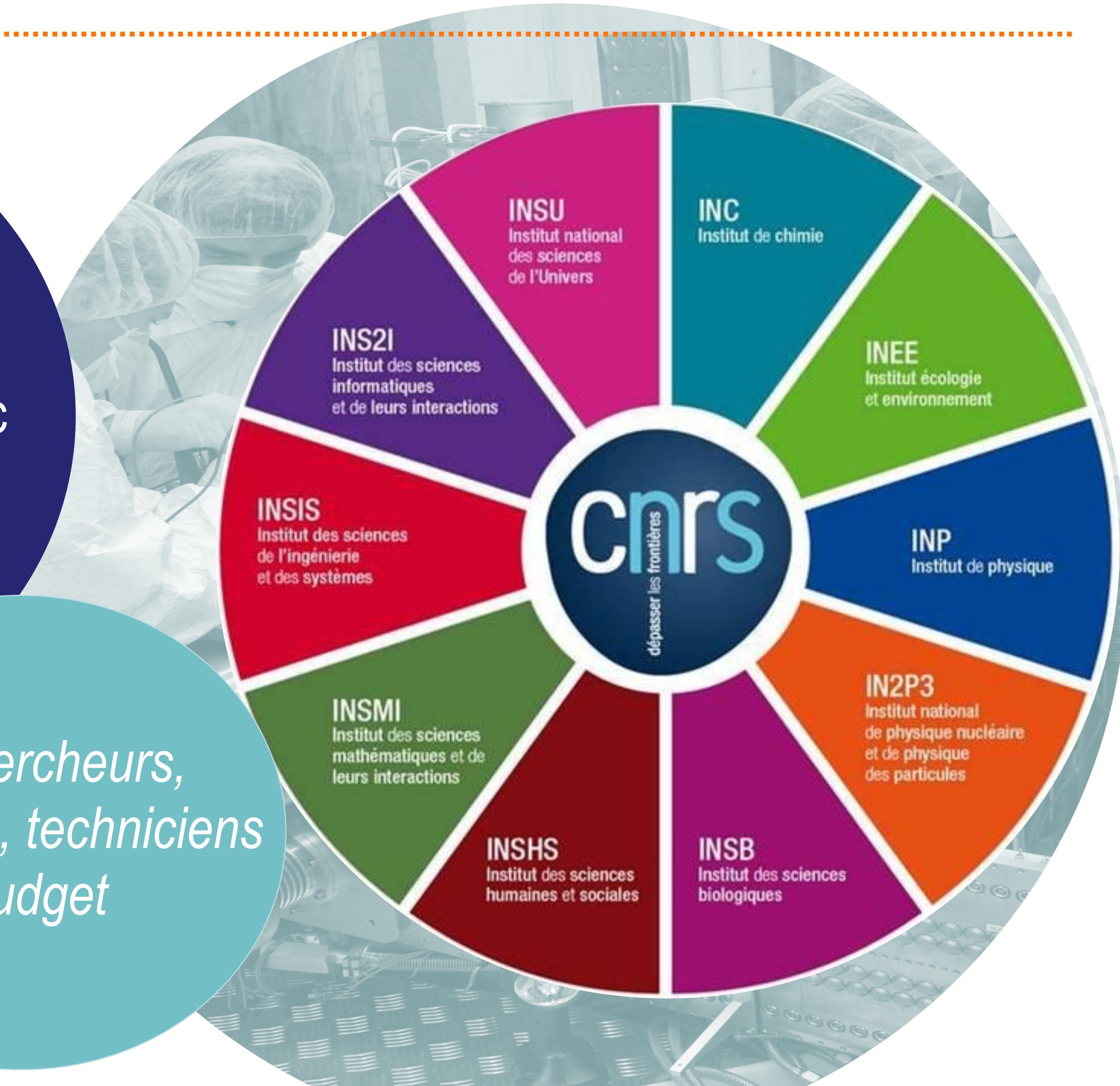
**Art. 1<sup>er</sup>.** – L’Institut national de physique nucléaire et de physique des particules du Centre national de la recherche scientifique exerce les missions nationales d’animation et de coordination dans les domaines de la physique nucléaire, de la physique des particules et des astroparticules, des développements technologiques et des applications associées, notamment dans le champ de la santé et de l’énergie, en ce compris la radiochimie.

Pour la réalisation de ces missions, l’Institut national de physique nucléaire et de physique des particules :

- conçoit, coordonne et anime des programmes de recherche nationaux et internationaux dans ses domaines de compétence ;
- organise et conduit, en y associant les organismes et acteurs concernés, des exercices de prospective nationale permettant de définir la stratégie scientifique de long terme et d’identifier les équipements nationaux et internationaux nécessaires à sa mise en œuvre. Il veille à la plus large diffusion des résultats de ces travaux et favorise leur prise en compte dans l’élaboration des programmes de recherche et d’équipement à l’échelle nationale et internationale ;
- favorise et coordonne la participation des opérateurs de recherche aux structures d’intérêt national ainsi qu’aux très grandes infrastructures de recherche et aux programmes scientifiques qu’elles permettent de réaliser ;
- coordonne la mise en place de systèmes d’information permettant le stockage, la mise à disposition auprès de la communauté scientifique, le traitement et la valorisation de l’ensemble des données scientifiques concernées, ainsi que leur archivage.

CNRS  
10 instituts  
1 100 laboratoires :  
95% en partenariat avec  
les Universités ou les  
autres organisations de  
recherche

34 000 chercheurs,  
*ingénieurs, techniciens*  
3.3 G€ budget



## ANIMER ET COORDONNER LA RECHERCHE DANS LES DOMAINES DE LA PHYSIQUE SUBATOMIQUE

### COORDINATION

Programmes de recherche au nom du CNRS, en partenariat avec le CEA et les Universités

### EXPLORATION

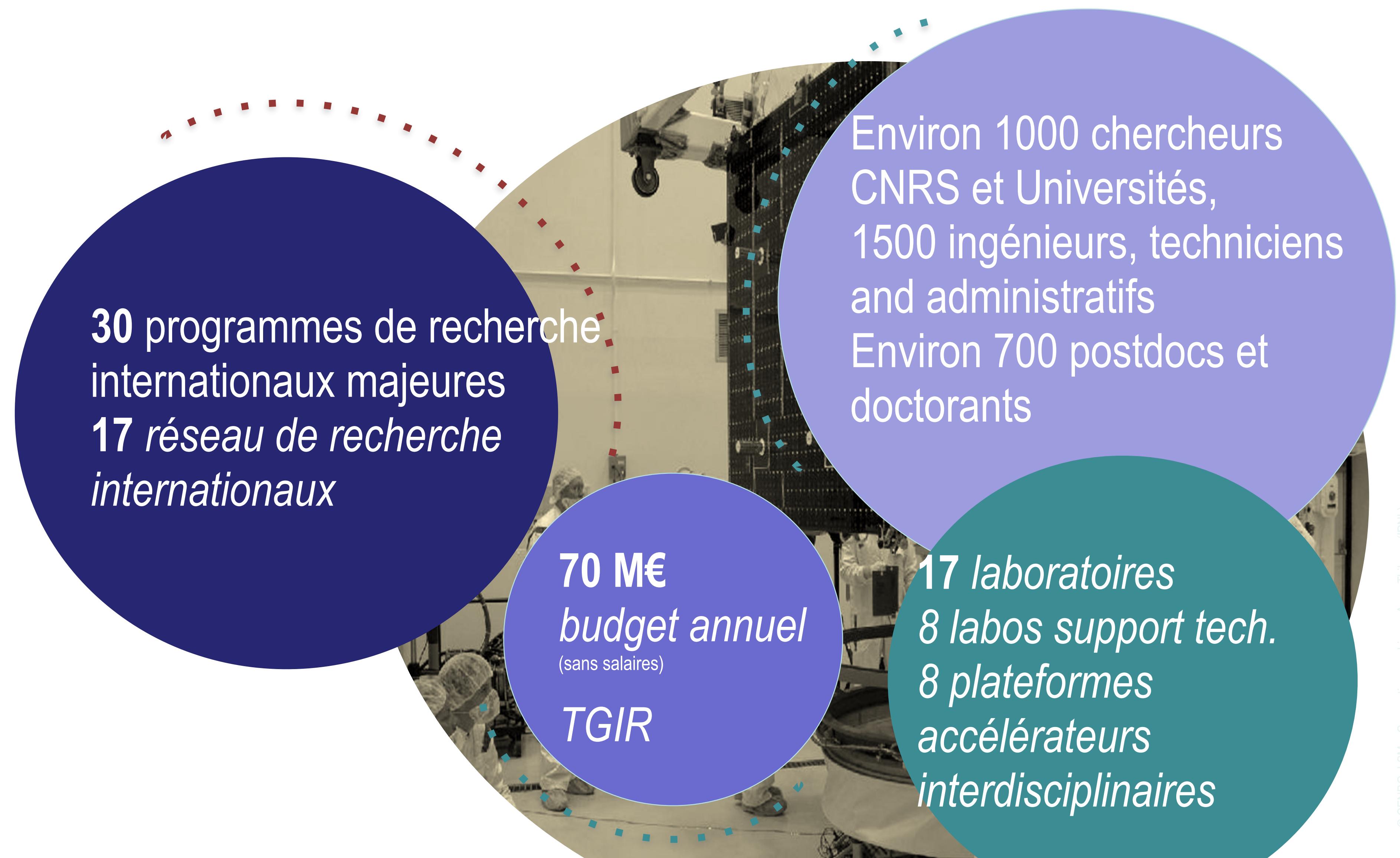
La Physique des *deux infinis*: des particules élémentaires à la cosmologie

### FOURNISSEUR

Technologies associées,  
Applications et recherche  
Interdisciplinaire

Expertise  
Enseignement Formation





© CENBG, LSM – Conception graphique : Anna Thibeau (IPNL)

# Domaines de recherche

## Physique des particules

## Physique nucléaire et hadronique

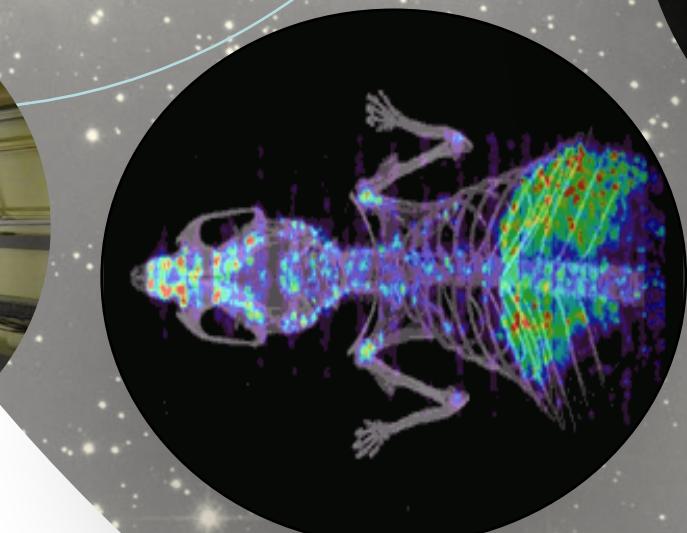
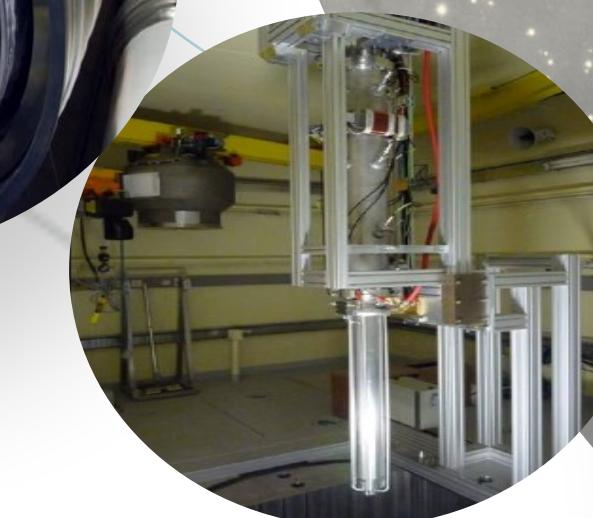
Composants ultimes et interactions fondamentales  
Structure de la matière nucléaire



## Physique Nucléaire & Applications

Structure de la matière nucléaire, énergie nucléaire et applications médicales

Accelerateurs & Technologie  
Domaines de R&D majeurs

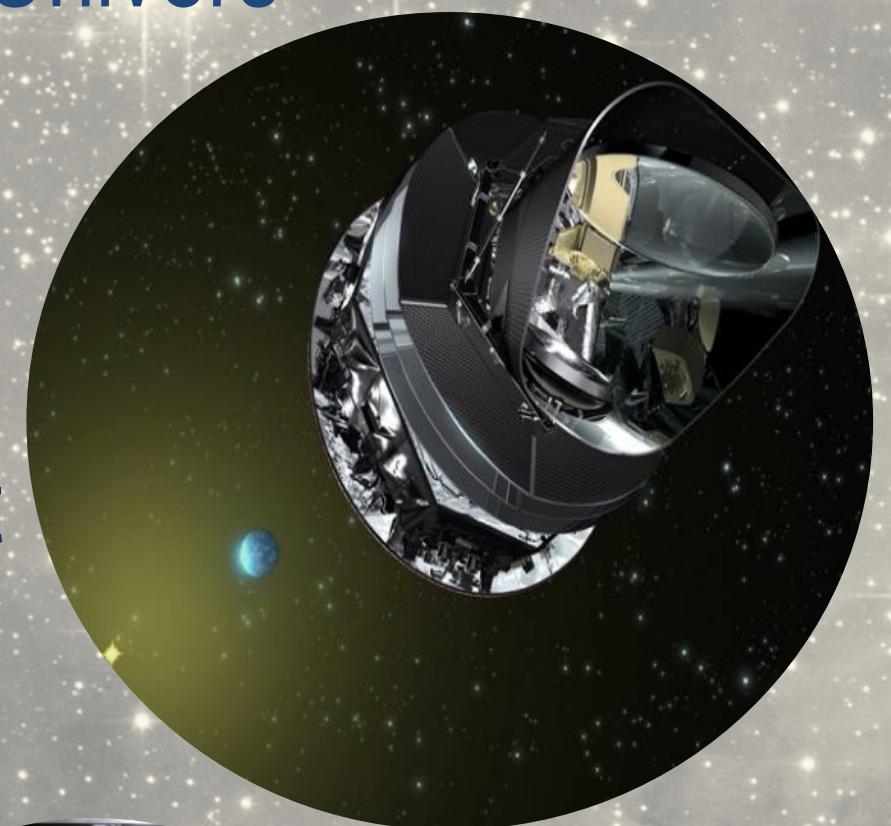


Computing & Data  
Data Science et Recherche en informatique

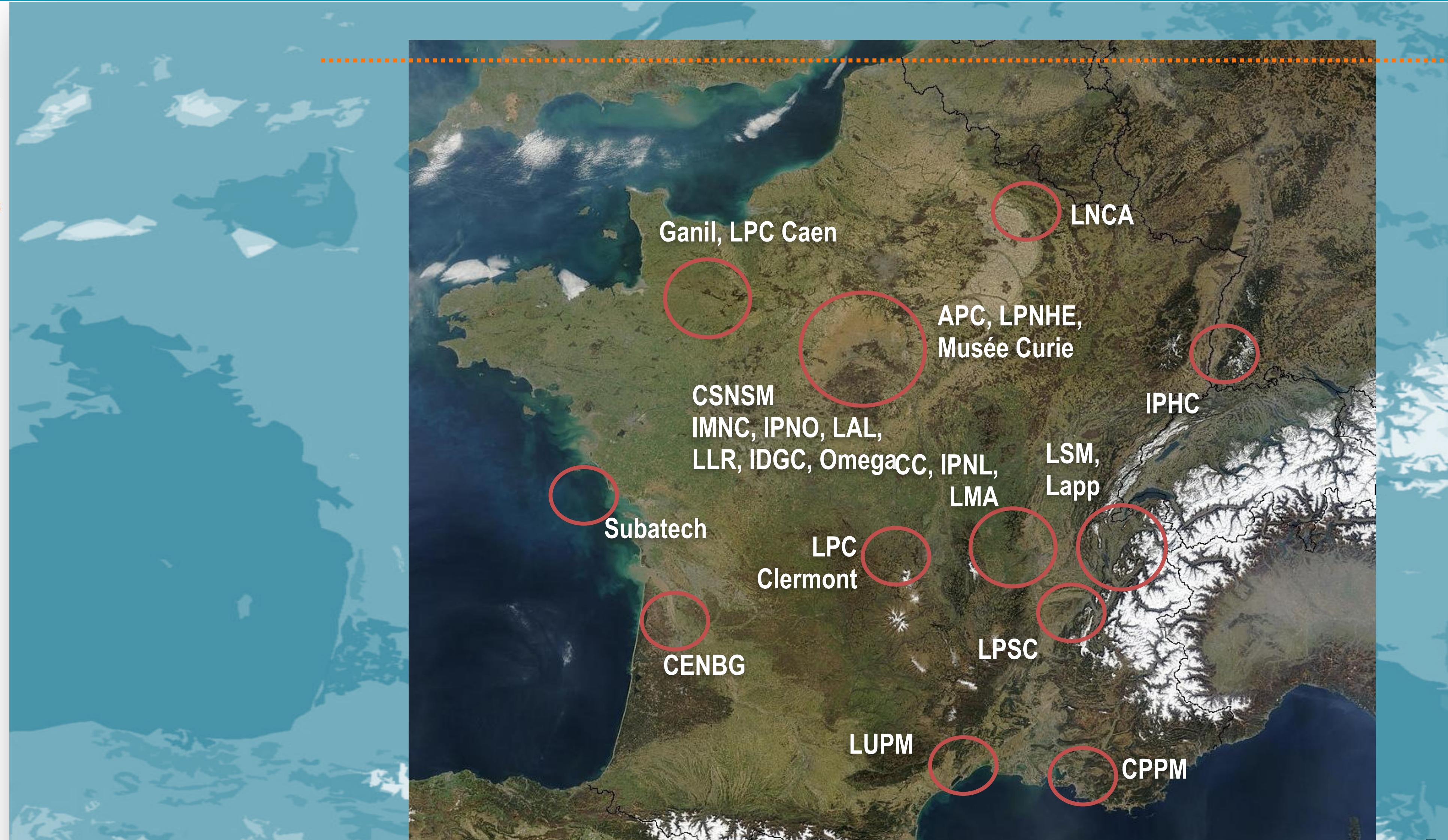


## Physique des Astroparticules et Cosmologie

Composition et comportement de l'Univers



# Un laboratoire distribué



© CIA, LSM





Sondre les infinis : des particules au cosmos

Deux exemples

LHC  
LSST

# Evolution of the Universe

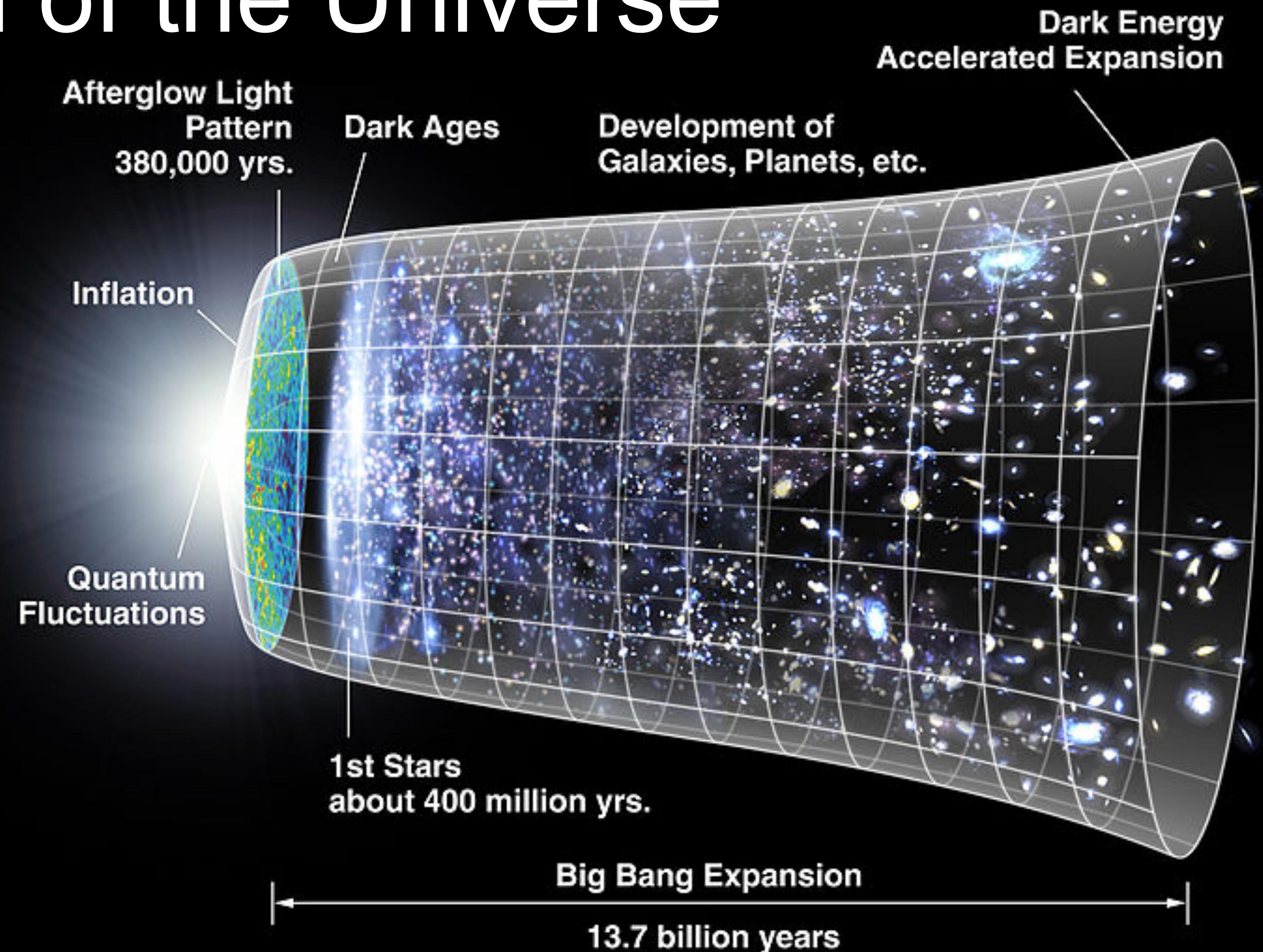
Test the  
Standard  
Model?

Dark Matter?

Dark Energy?

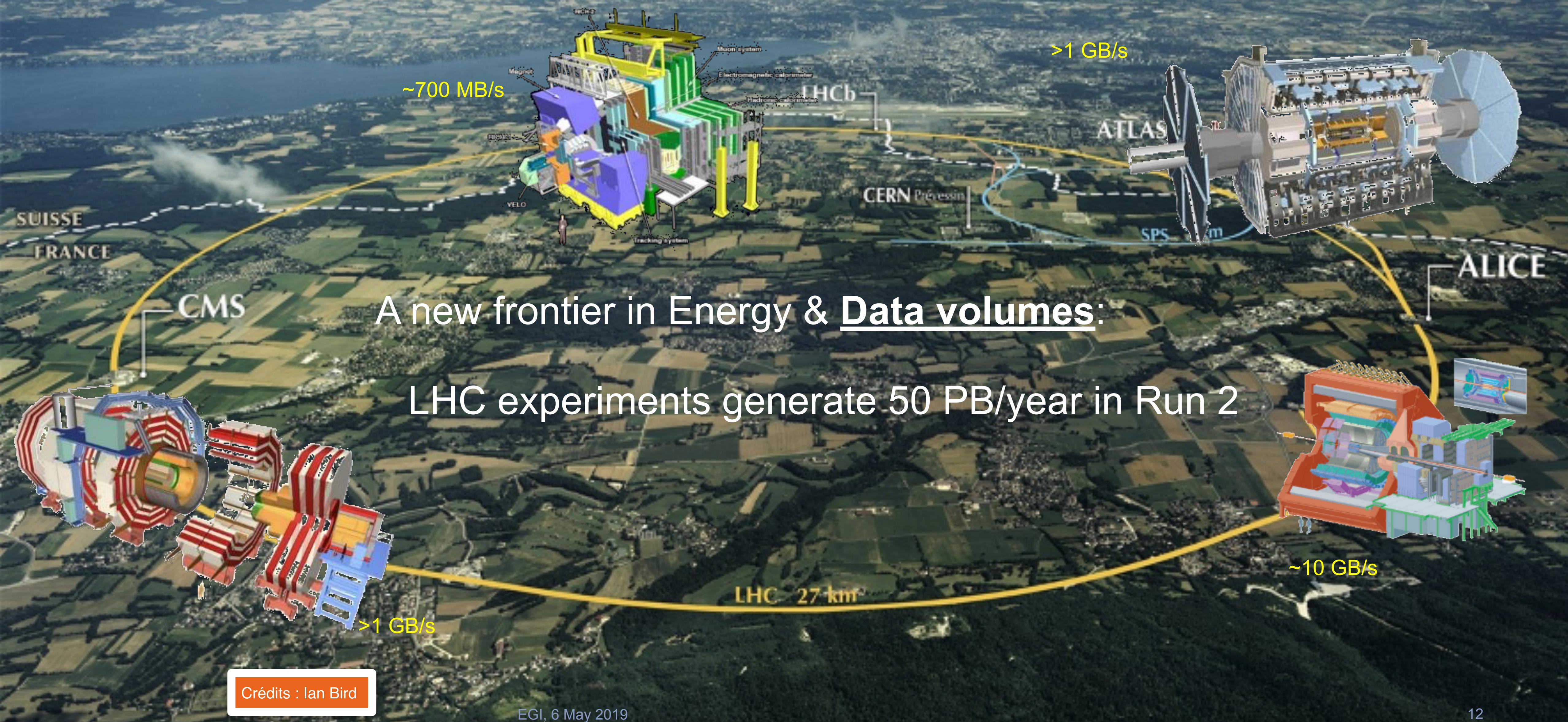
Anti-matter?

(Gravity?)

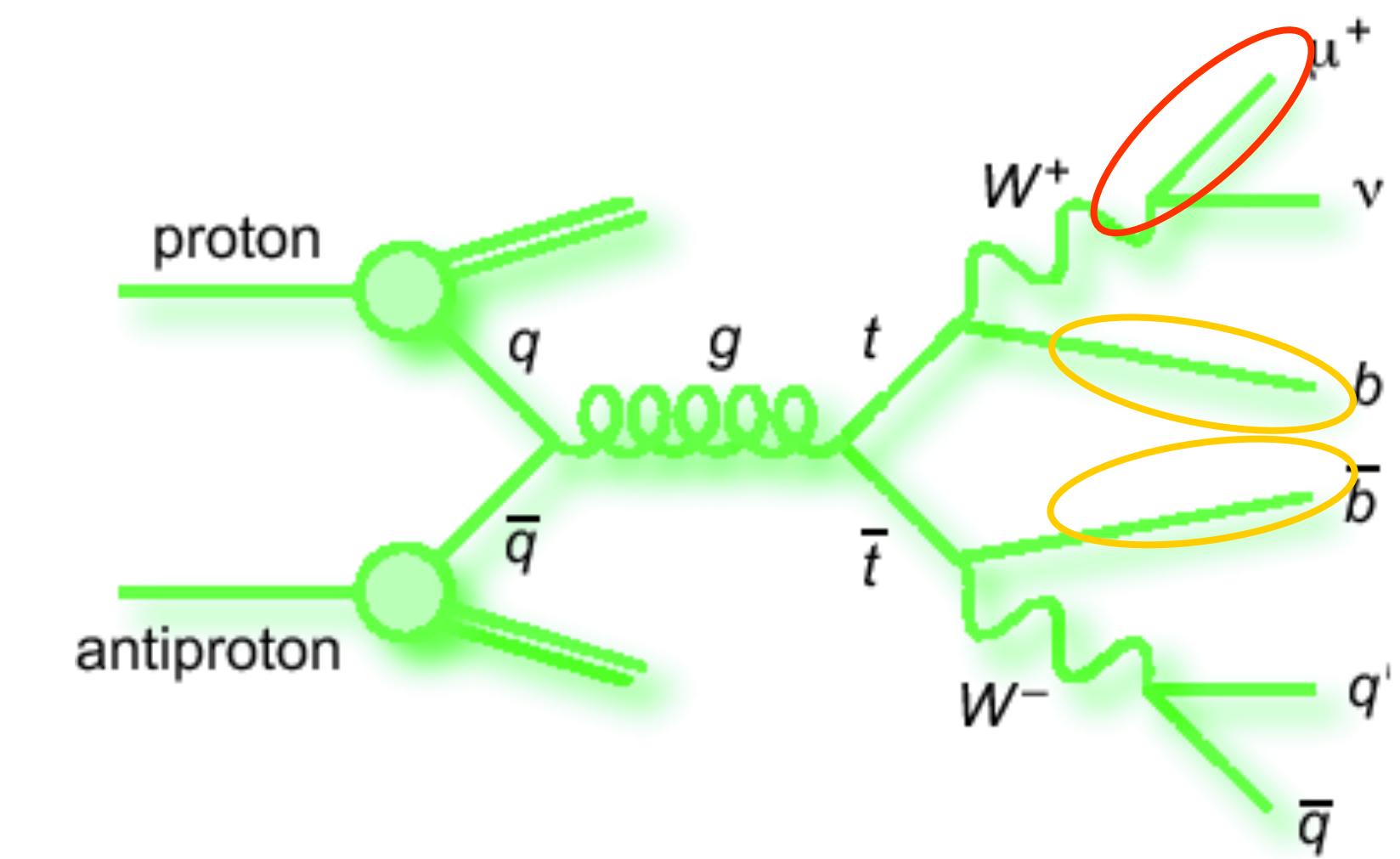
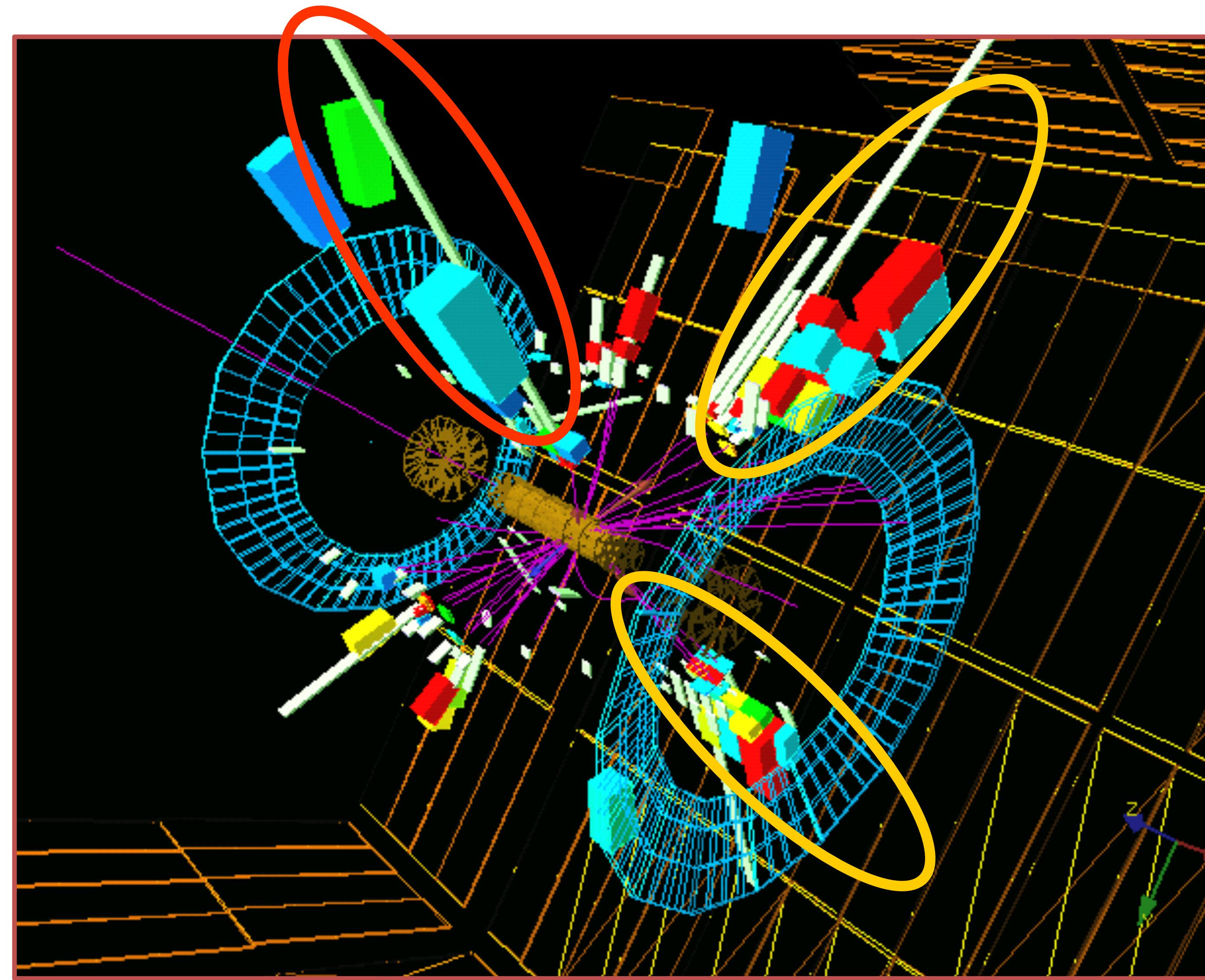


# Large Hadron Collider

# The Large Hadron Collider (LHC)



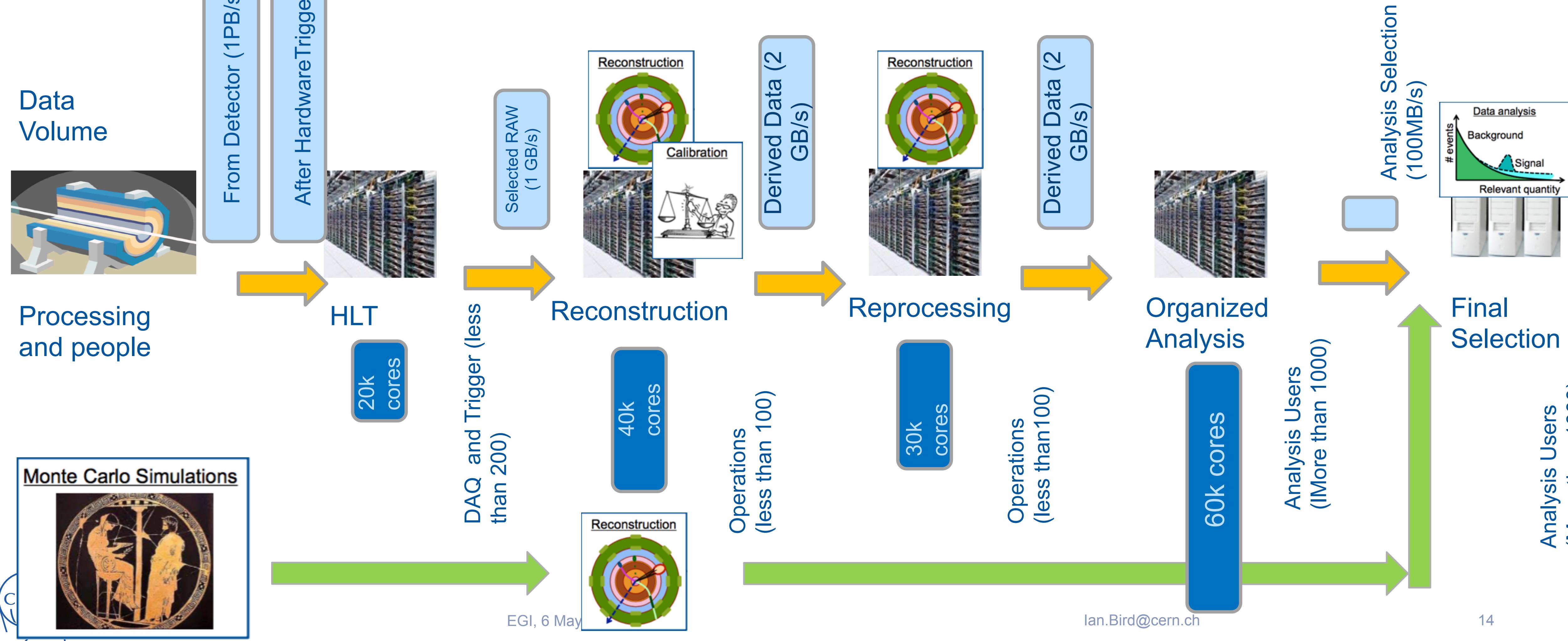
# Ce qu'on voit en temps réel



# Data Analysis at the LHC

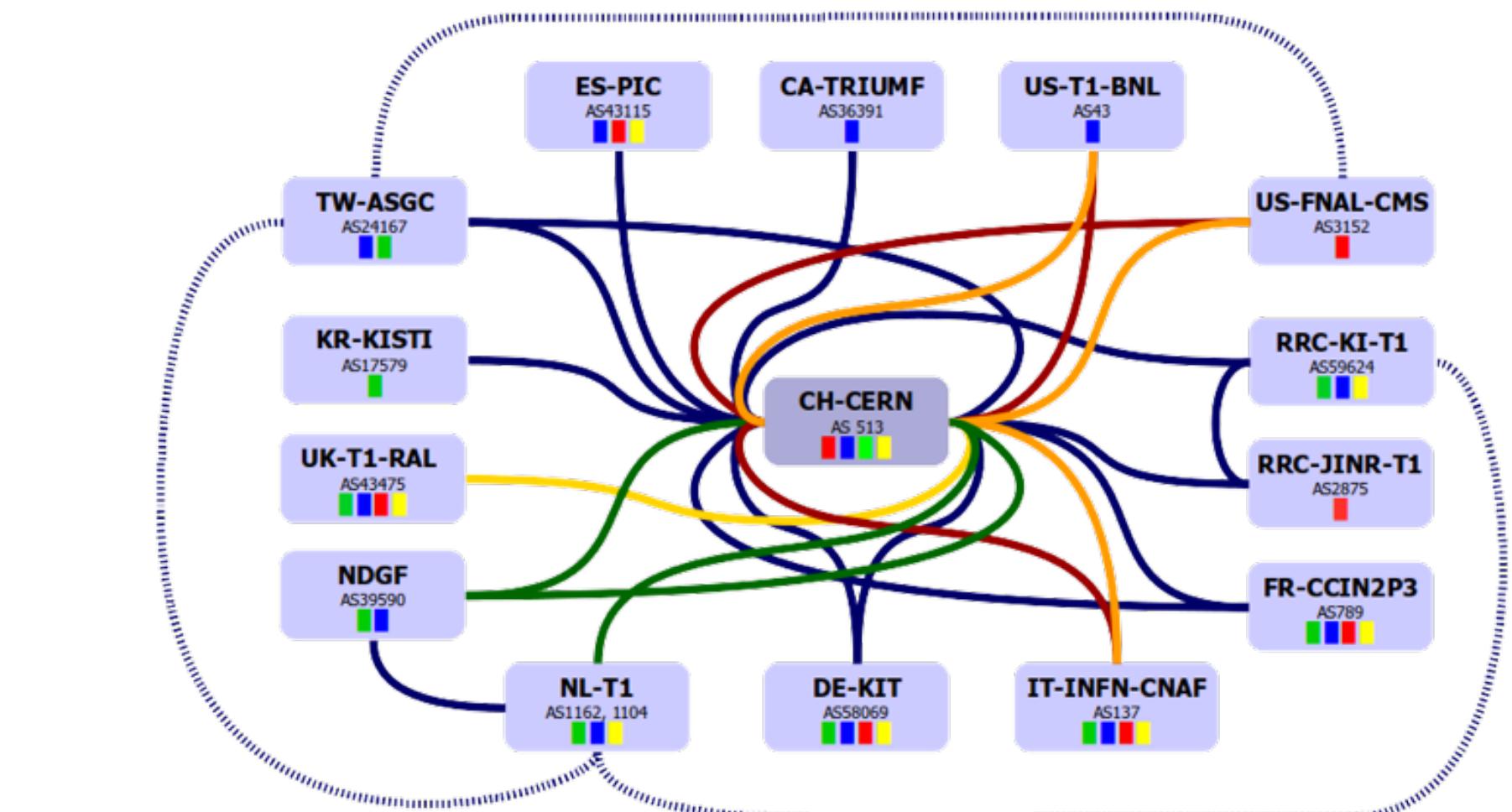
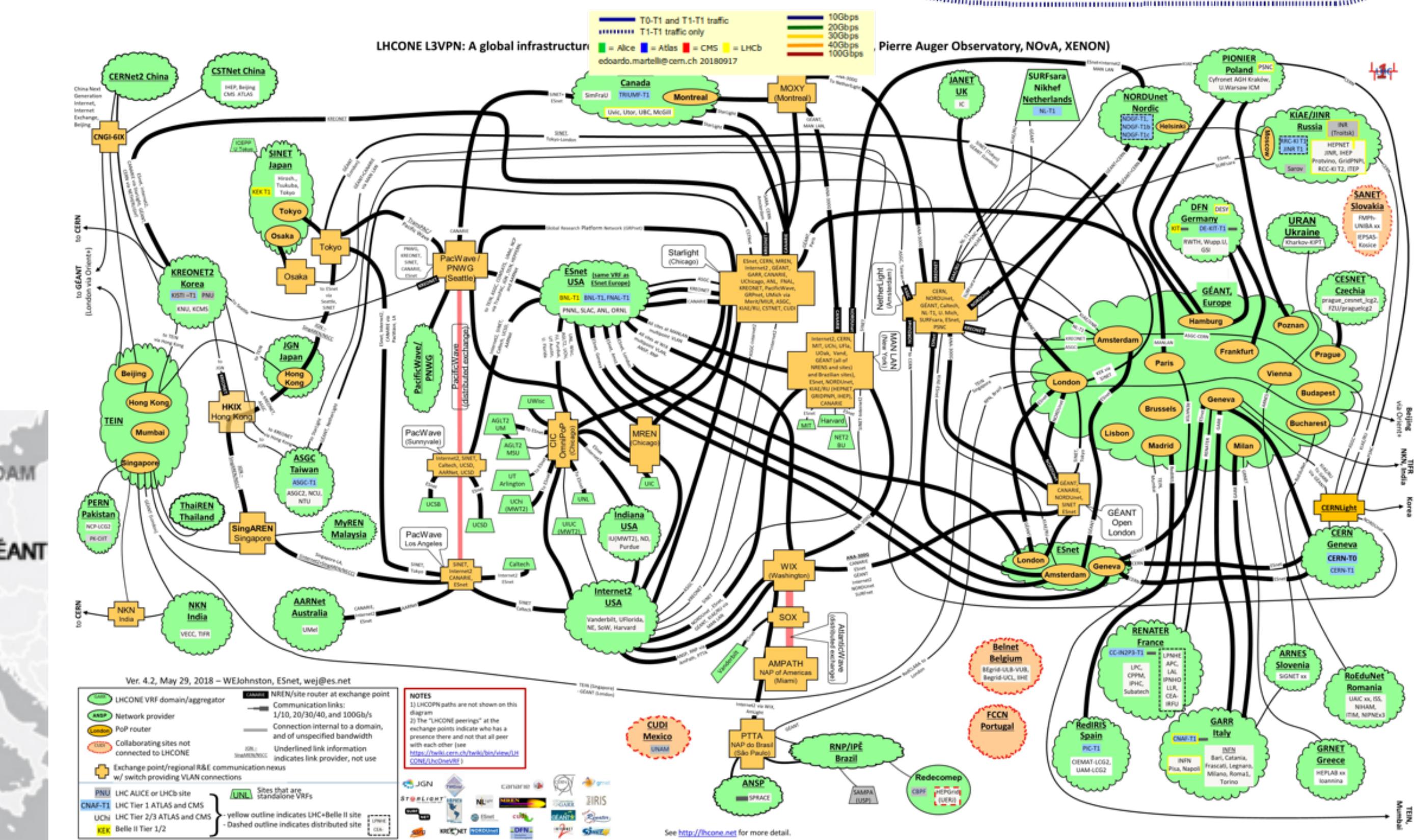
The process to transform raw data into useful physics datasets

- This is a complicated series of steps at the LHC (Run2)



# Scale of computing needs

- CPU:
  - ~ 1 million cores fully occupied (“x86”)
- Storage
  - ~ 1 EB (~500 PB disk, >500 PB tape)
- Global networking
  - Some private 10-100 Gbps
  - LHCOne – overlay

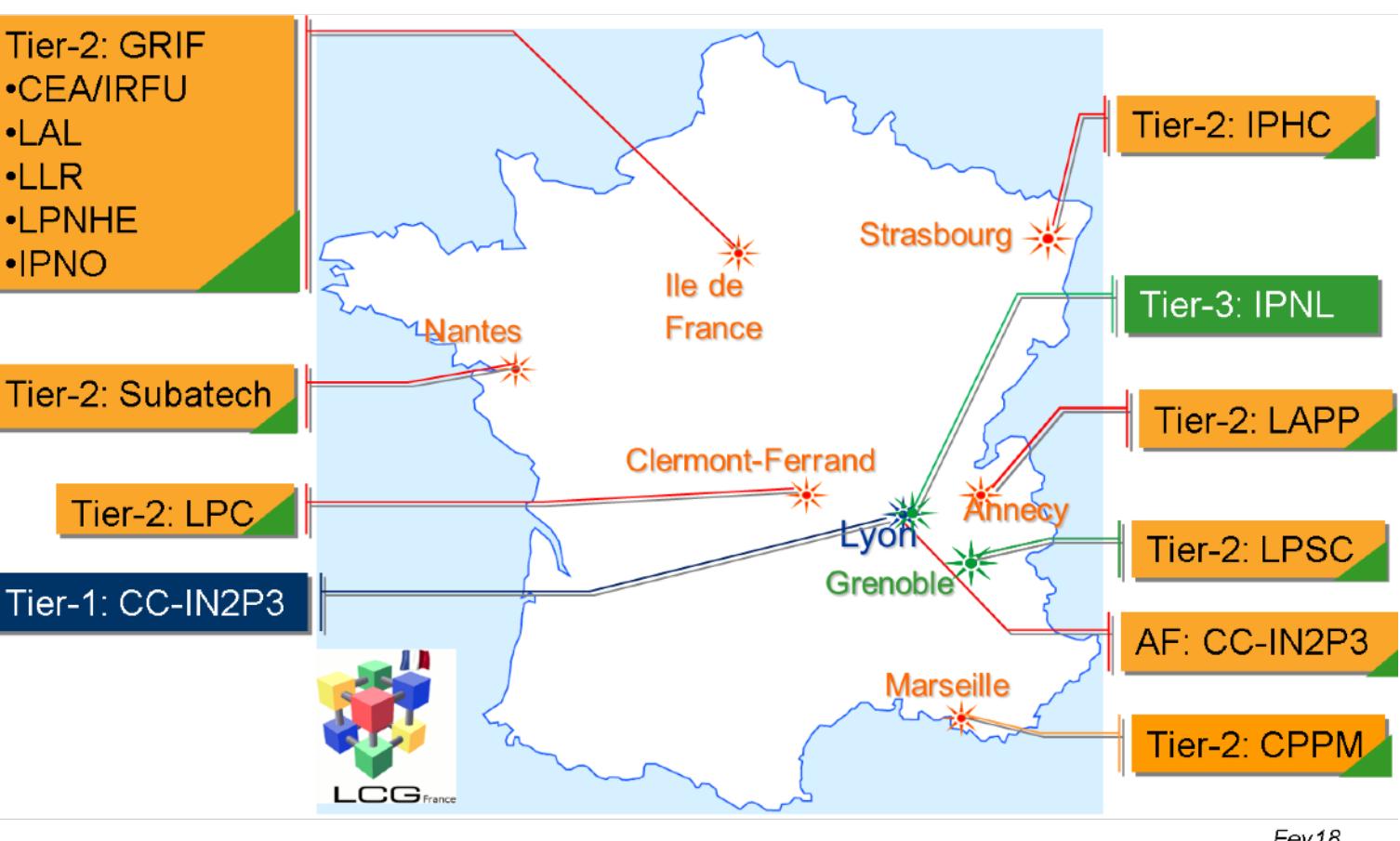
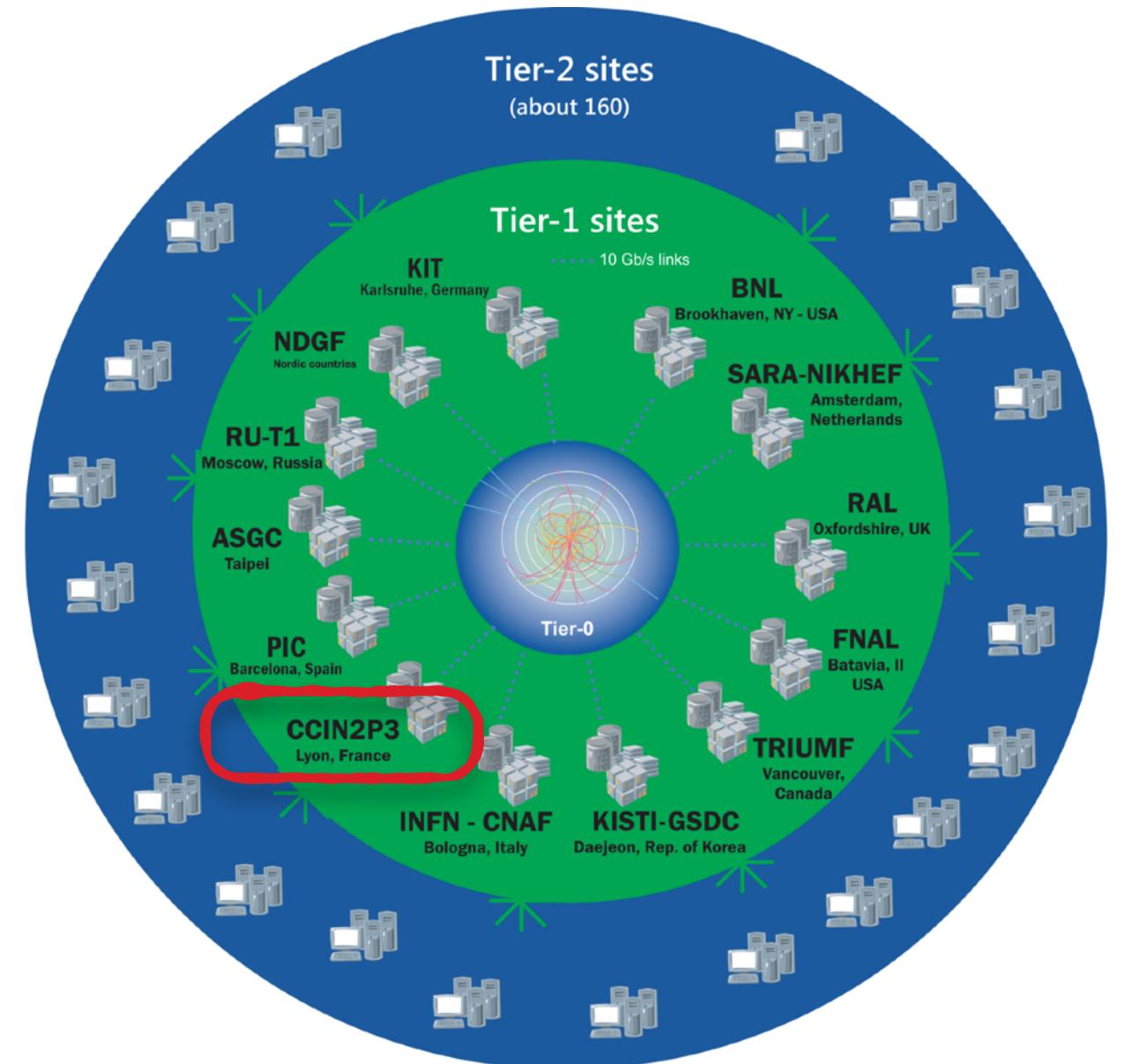


# Worldwide computing

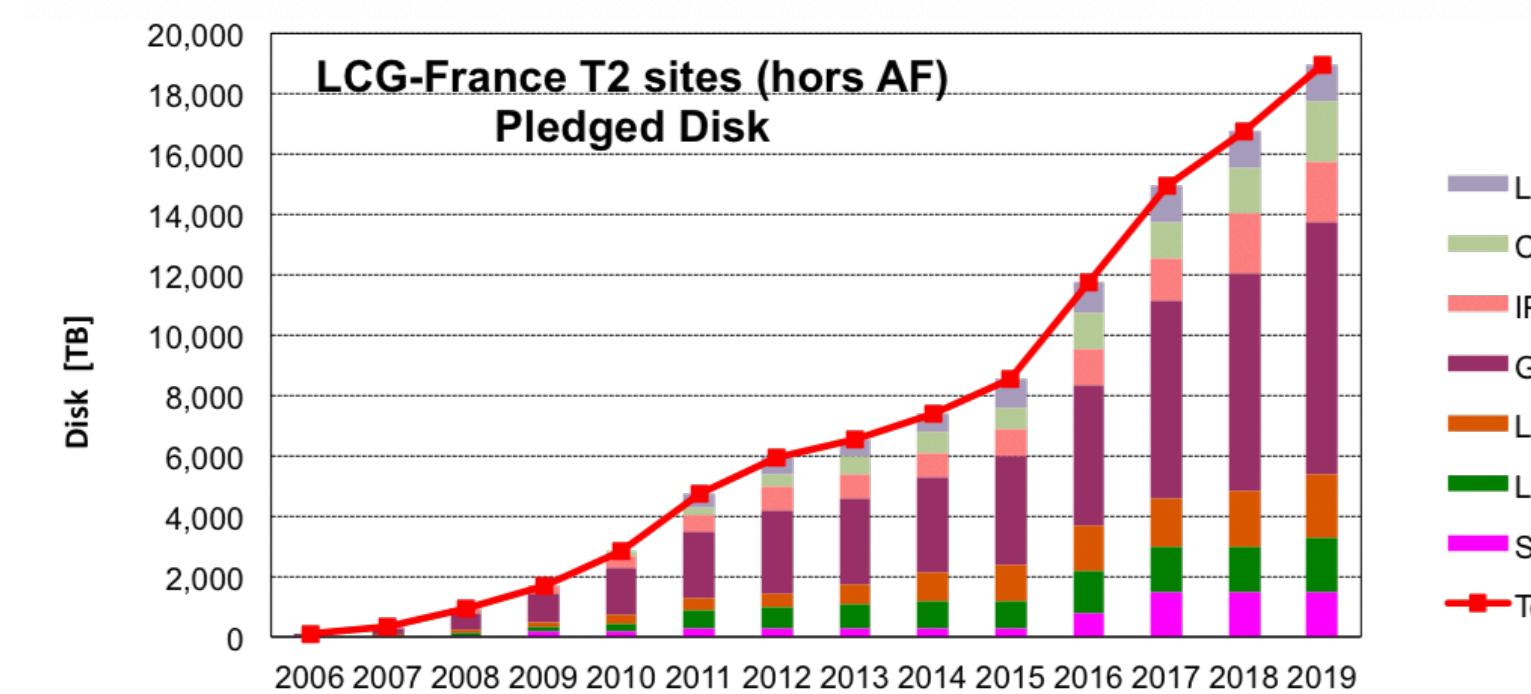
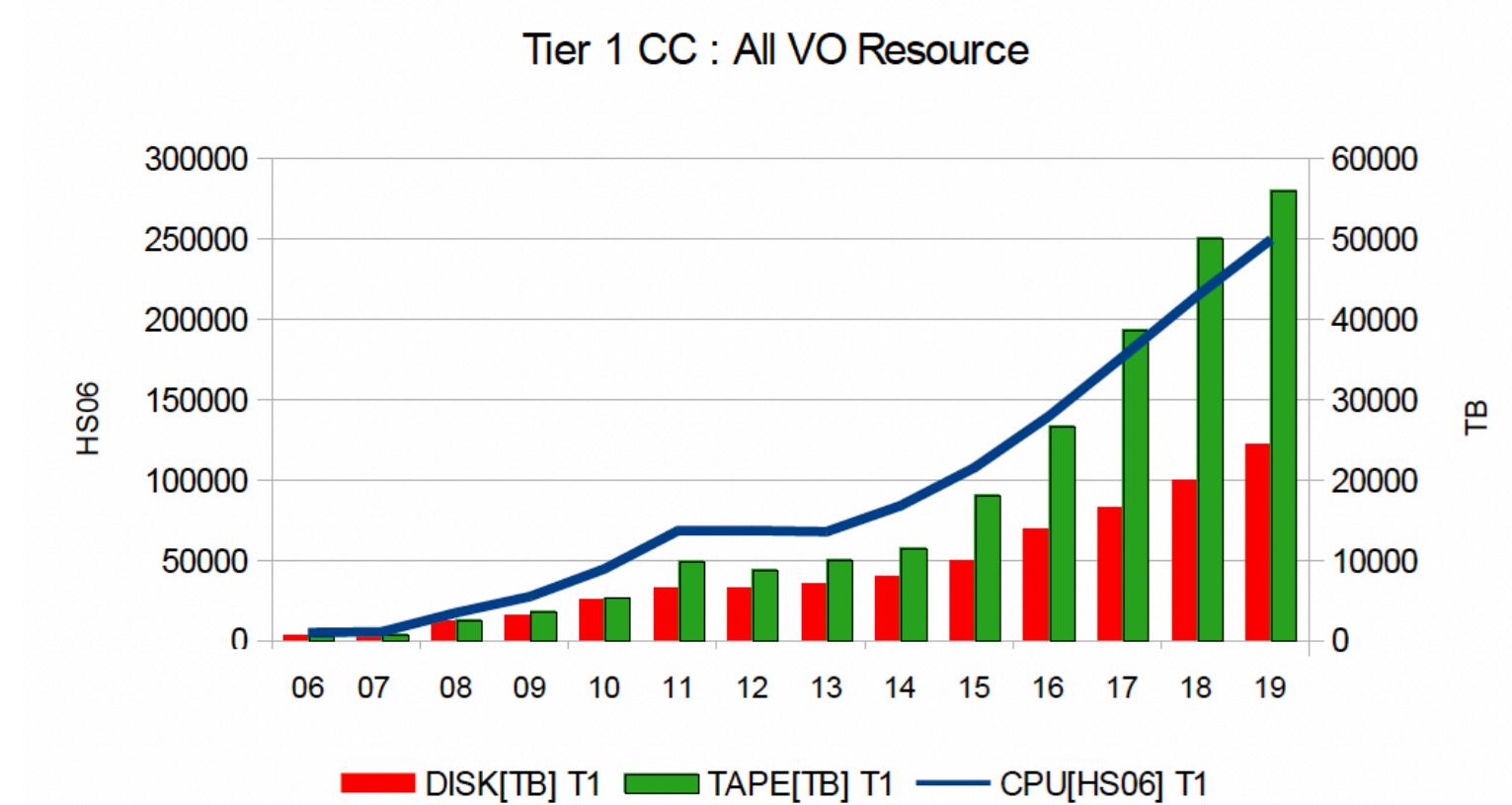
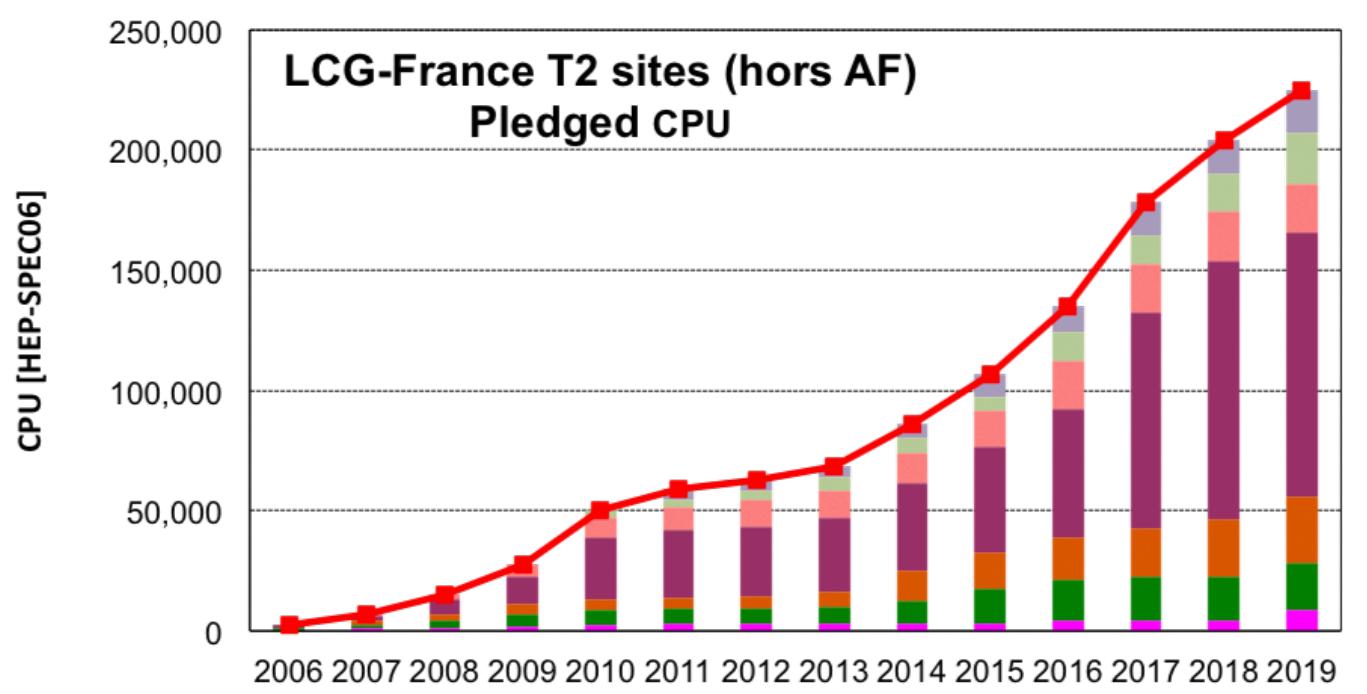
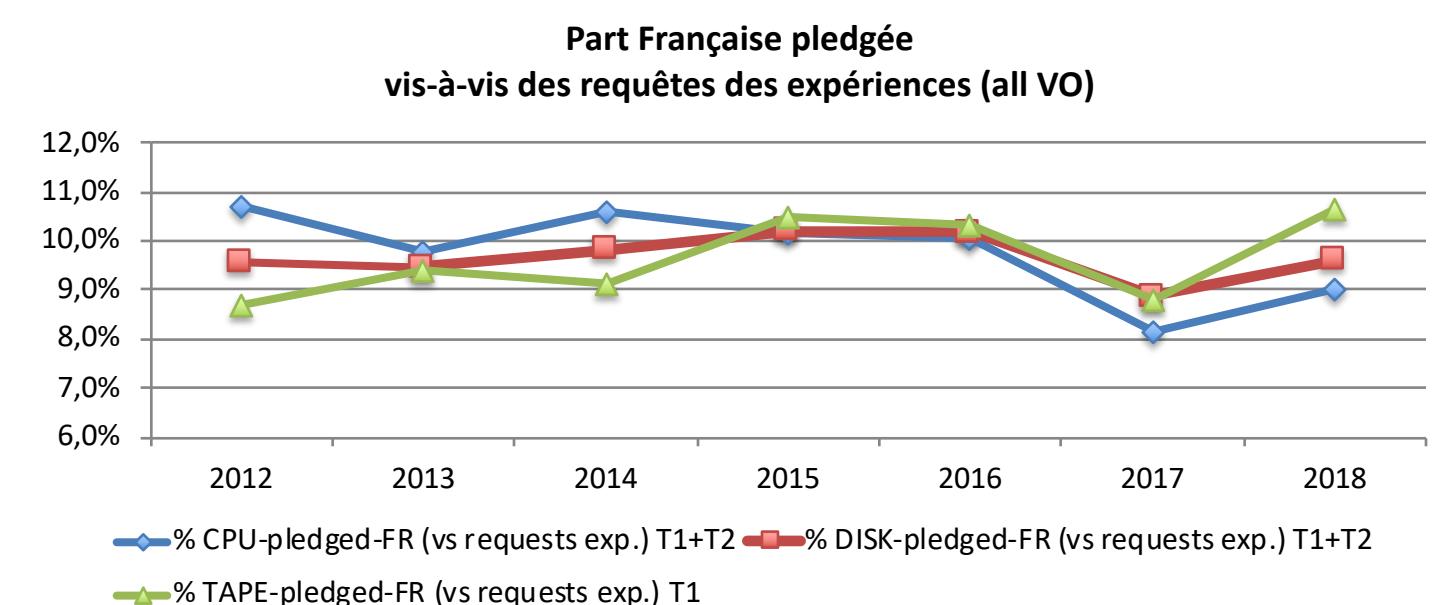
2018:

- 63 MoU's
- 167 sites; 42 countries

# Grille de calcul à l'échelle mondiale WLCG et française LCG-France

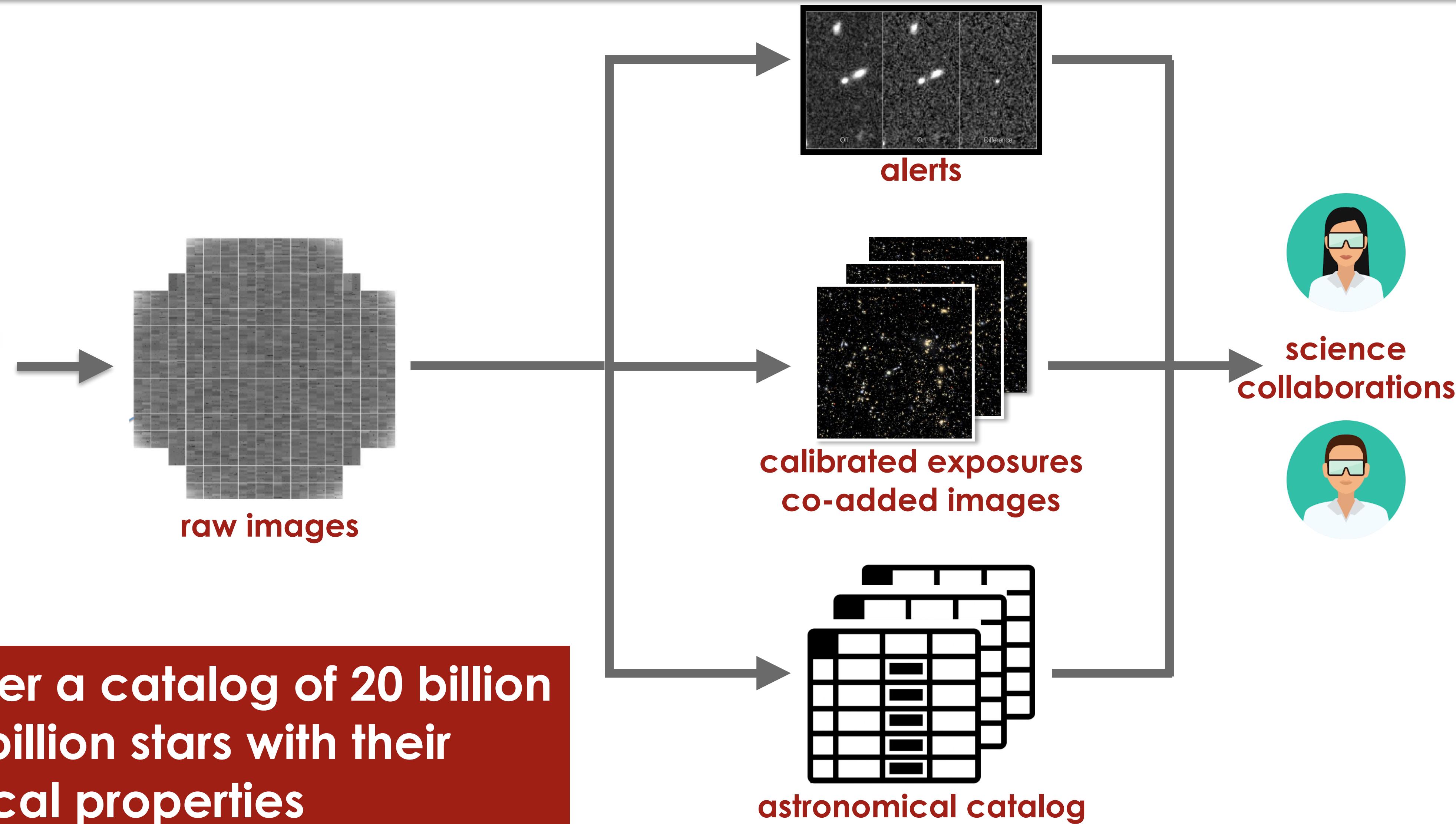
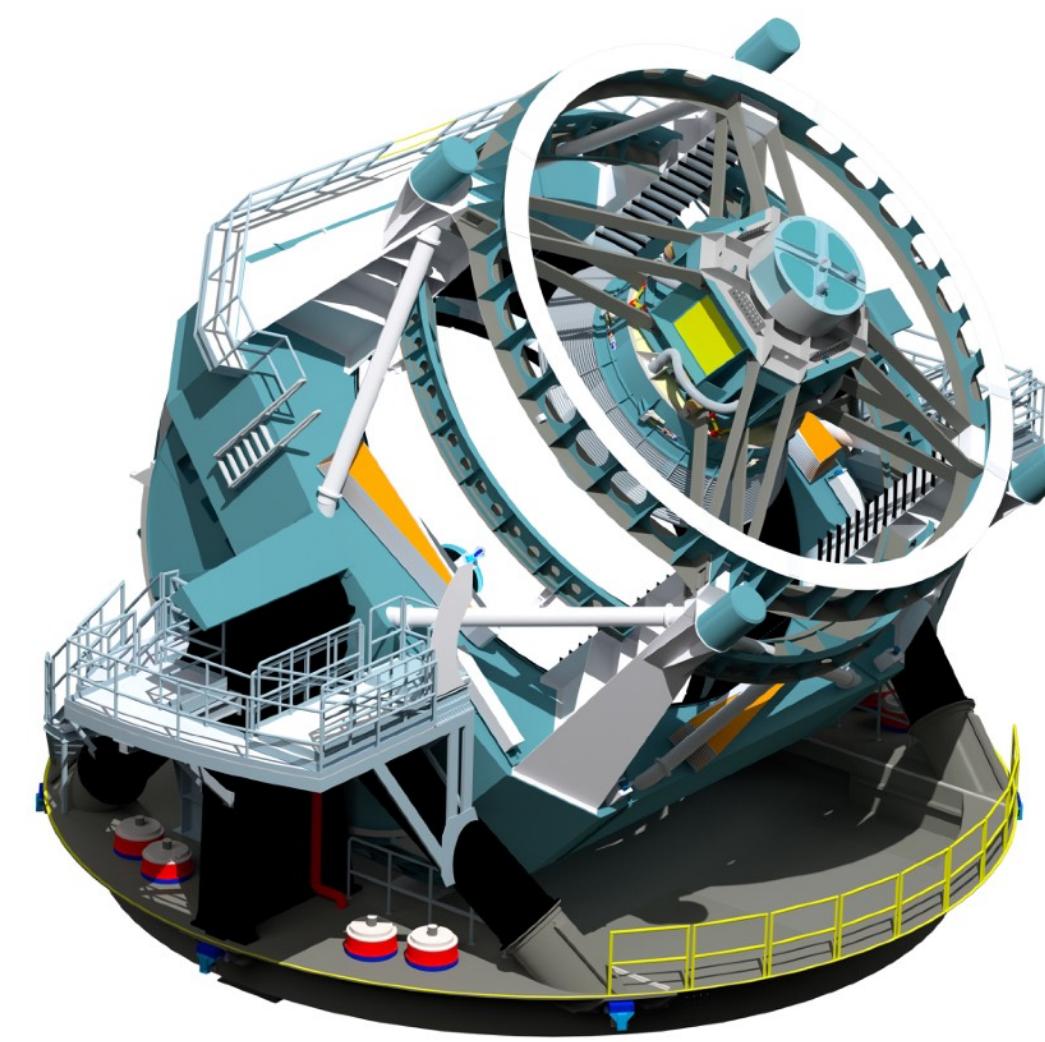


Objectif : fournir 10 % des ressources mondiales du calcul pour le LHC



# LSST

# LARGE SYNOPTIC SURVEY TELESCOPE



**LSST aims to deliver a catalog of 20 billion galaxies and 17 billion stars with their associated physical properties**

Credits : F. HERNANDEZ

# LARGE SYNOPTIC SURVEY TELESCOPE (CONT.)

- Ranked as the **highest-priority ground-based instrument** for the 2020s

*Astronomy and Astrophysics decadal survey, 2010*

*US National Academy of Sciences*

# LSST OVERVIEW (CONT.)

- Principle of operations

*90% of the observing time of the telescope devoted to a **deep-wide-fast survey***

***one complete visit of the southern hemisphere sky every 3-4 nights, from 2022 for 10 years***

*43% of the celestial sphere will be covered by this survey*

*each patch of the sky to be visited about 1000 times*

- Science themes

*determining the nature of **dark energy** and **dark matter***

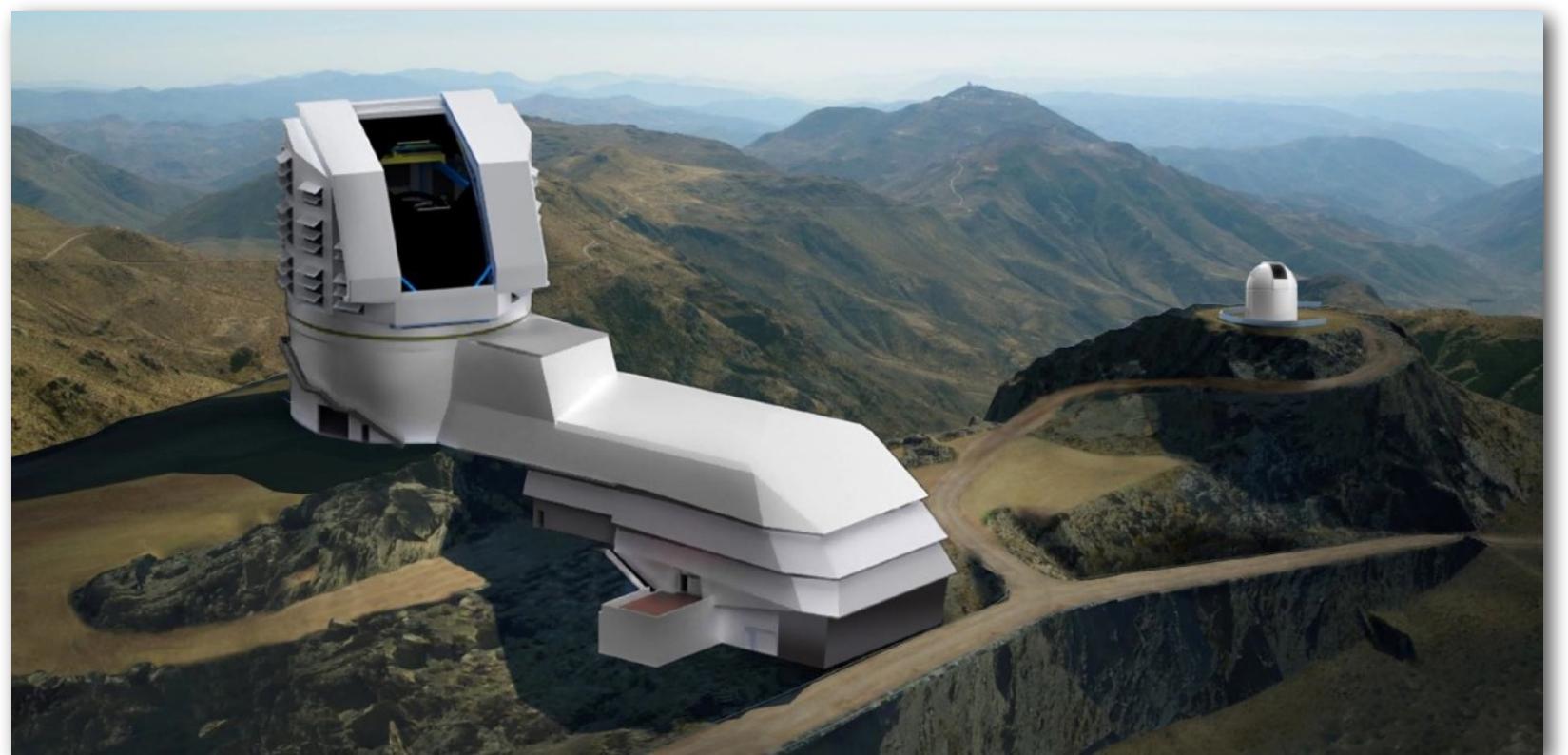
*taking an inventory of the **solar system***

*exploring the **transient** optical sky*

*mapping the structure and evolution of the **Milky Way***

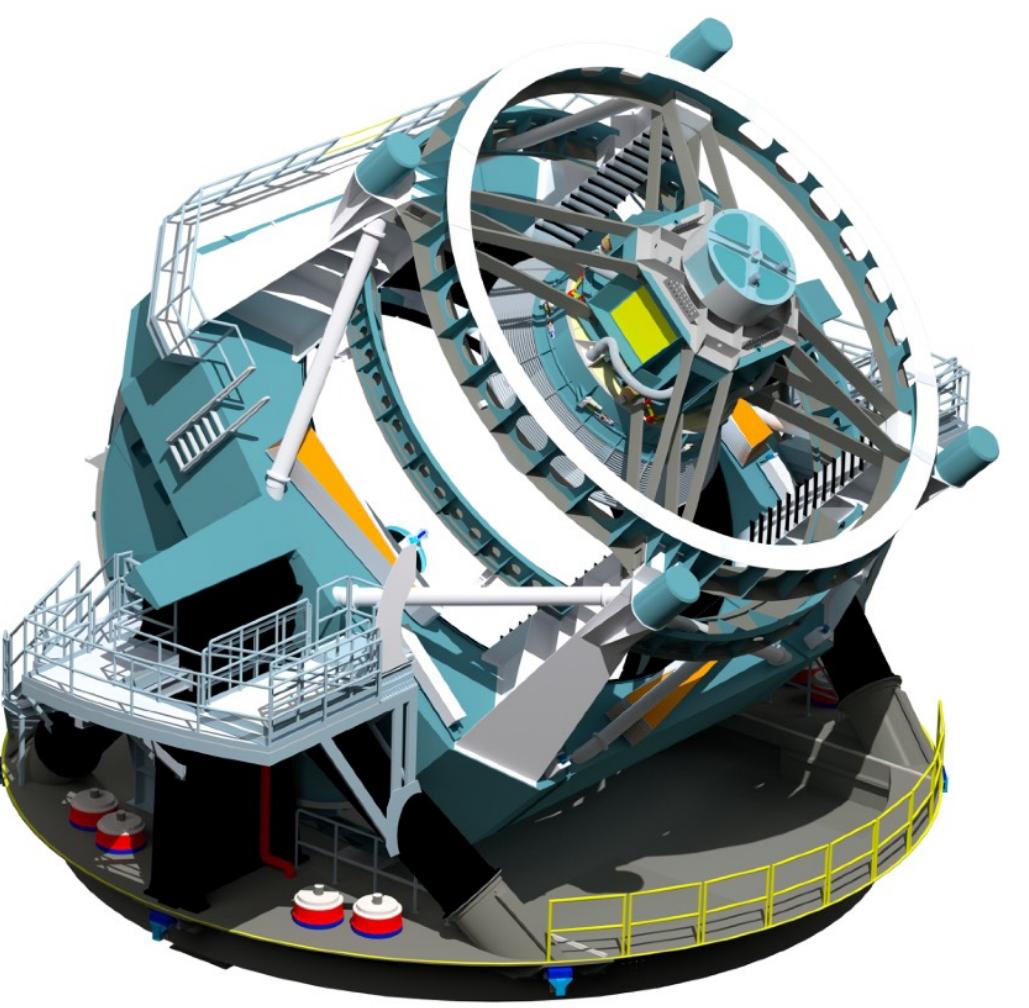
# LSST OVERVIEW

## OBSERVATORY



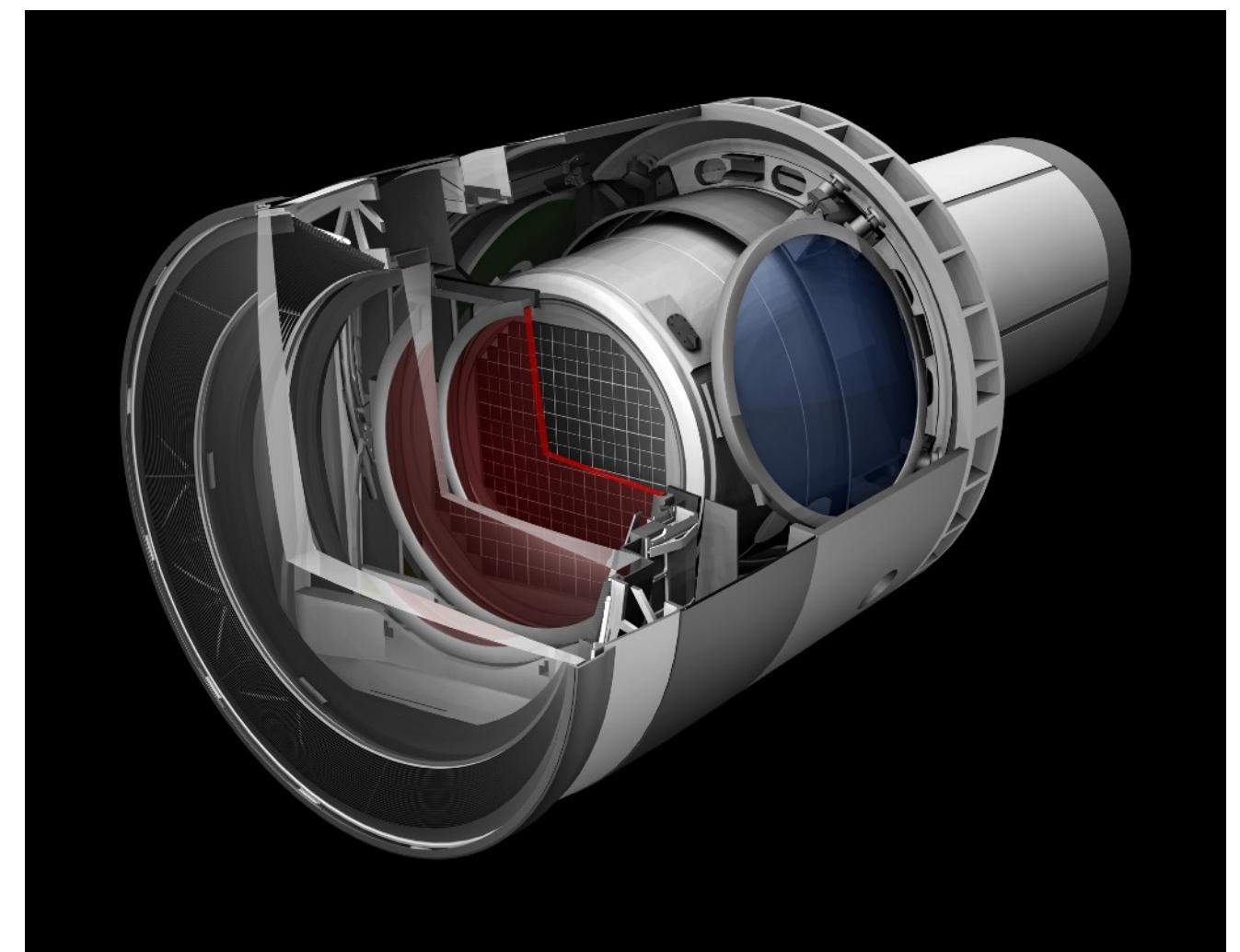
south hemisphere | 2647m a.s.l. |  
stable air | clear sky | dark nights  
| good infrastructure

## TELESCOPE



main mirror  $\varnothing$  8.4 m (effective  
aperture 6.5 m) | large  
aperture: f/1.234 | wide field  
of view | compact | 350 ton |  
to be repositioned about 3M  
times over 10 years of  
operations

## CAMERA



3.2 G pixels |  $\varnothing$  1.65 m |  
3.7 m long | 3 ton | 3  
lenses | 3.5° field of view |  
9.6 deg<sup>2</sup> | 6 filters ugrizy |  
320–1050 nm | focal plane  
and electronics in cryostat  
at 173K

Credits : F. HERNANDEZ



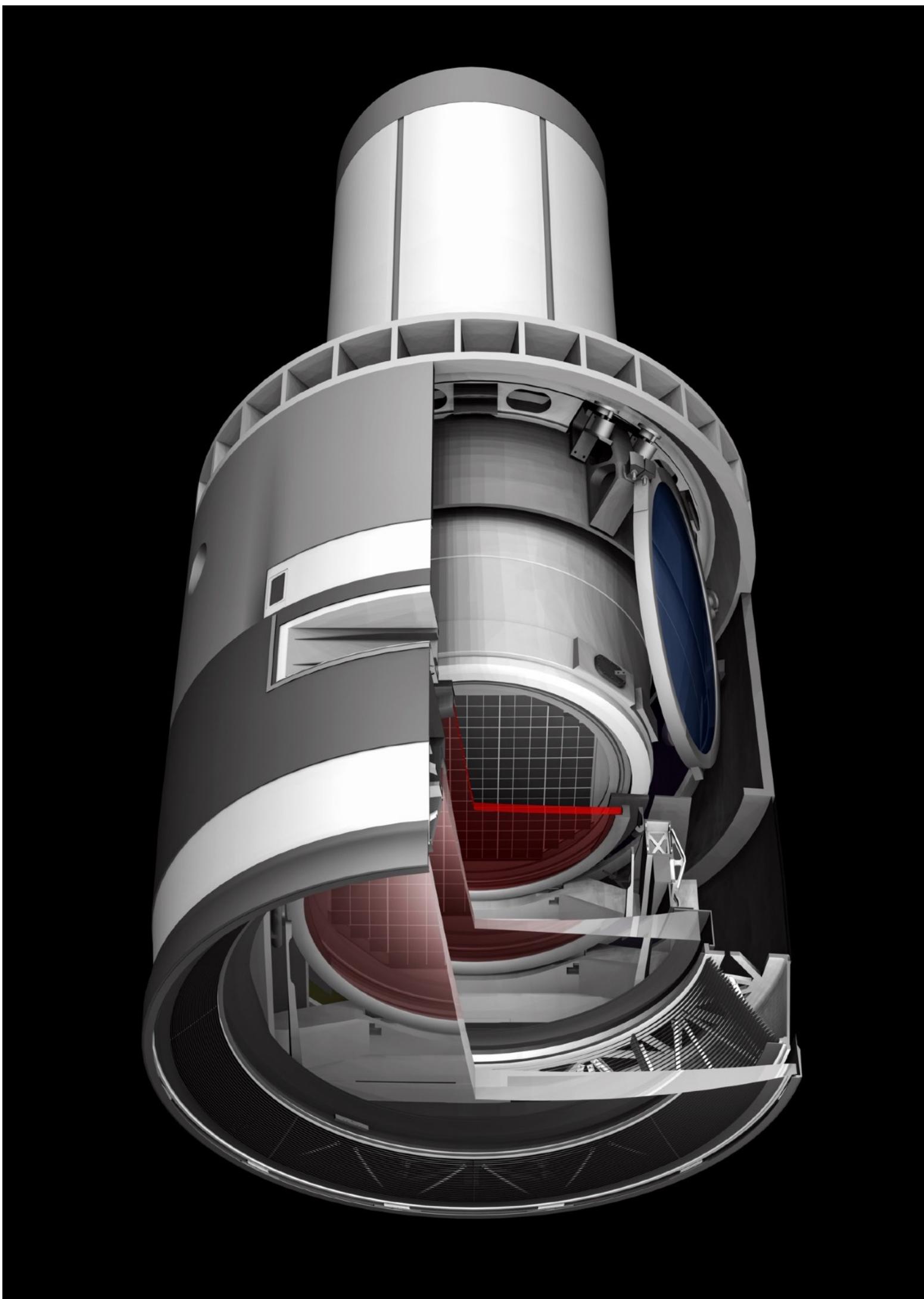
Credits : F. HERNANDEZ

Sources: LSST, Gianluca Lombardi (2018-08)

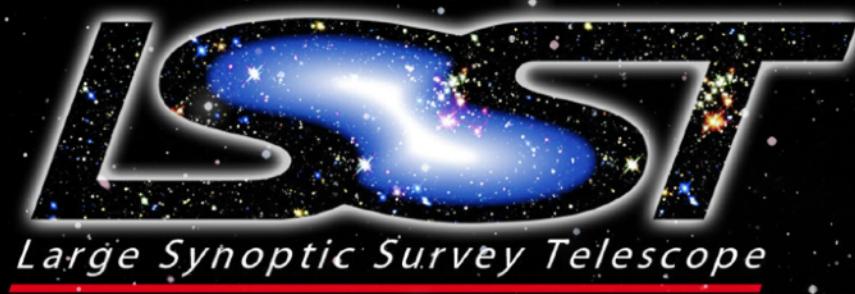
# DATA ACQUISITION

- Raw data
  - $7.2 \text{ GB per image}$
  - $2000 \text{ science images} + 450 \text{ calibration images per night}$
  - $300 \text{ nights per year}, \sim 20 \text{ TB per night} \Rightarrow \sim 6 \text{ PB per year}$
- Aggregated data over 10 years of operations\*, including derived data
  - $\text{images: } \sim 6M \text{ exposures, } 515 \text{ PB}$
  - $\text{final catalog database: } 15 \text{ PB}$

\* source: [LSST key numbers](#)



Source: LSST



## LSST Operations: Sites & Data Flows

### HQ Site

Science Operations  
Observatory Management  
Education & Public Outreach

### Base Site

Base Center  
Long-term storage (copy 1)  
Data Access Center  
Data Access & User Services



**French Site**  
Satellite Processing Center  
Data Release Production  
Long-term Storage (copy 3)

### Archive Site

Archive Center  
Alert Production  
Data Release Production  
Calibration Products Production  
EPO Infrastructure  
Long-term Storage (copy 2)

### Data Access Center

Data Access and User Services

### Summit Site

Telescope & Camera  
Data Acquisition  
Crosstalk Correction

Credits : F. HERNANDEZ

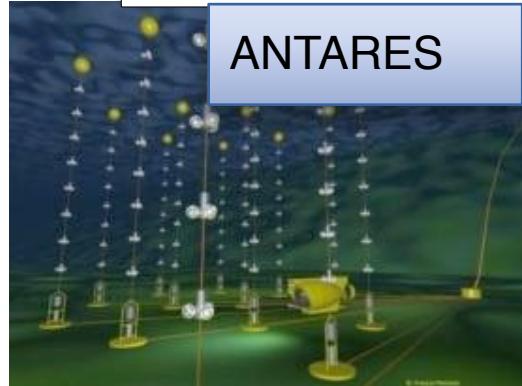
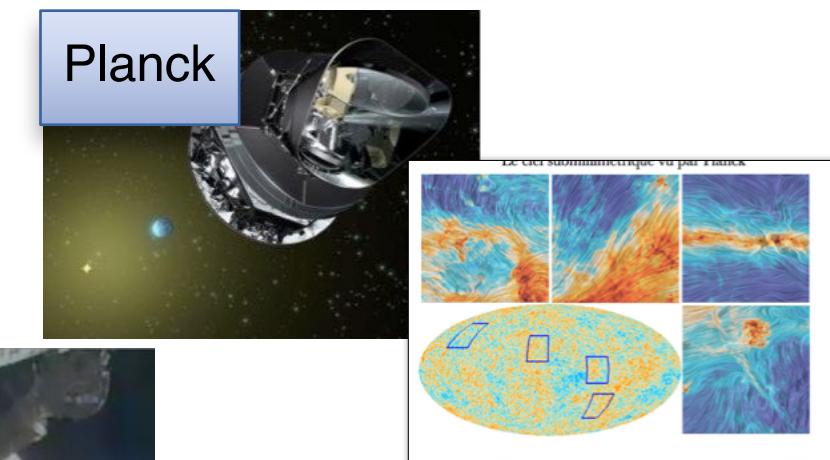
Google

# Le CC-IN2P3

Mission principale : déployer et opérer les moyens informatiques nécessaires à la mise en œuvre de la politique scientifique de l'IN2P3



college g-2 xenon creatis lit ipmliris INEE trend comet  
babar ganil coberix dchooz lemle cadence training edelweis superb  
lupm glast pauger mnhn insiren nemo agata ibcp agape si hera1  
ec belle cernp3 syntheselst alto cpt mecaef pandagobs attica gilles leftuser  
omega compton mimac fazia gdrmi2b nantheo class sdss extasis na60  
atlas in2plank general nusol micrhall imxgam ilc sdss clermont  
lpnhe apc jemeuso eros dteam hadronth qcd solid root sronae iap strasb  
nedm damic lbumc dapnia imnc biosys startpc eric ilmisc nif baoradio  
lhcb grenoble plancke sp mm lqcd infieritas vamos ckmf fit rag crnl qubic integral marseill  
phenix nantes hess multivo virgo lmfa lpthe pa bioaster juno ecoqualisaf cup ipnorsay annecy  
cupidmo xmm km3net fgrilles laguna opera exill phynuc antares  
bordeaux csnsm archeops biometr compass osiris stereo aegis  
litebird humanum adonis test commun irap euclid aegis  
alice



# Datacenter



Fonctionnement 24/24, 7/7, 365/365

2 000 m<sup>2</sup> de bureaux

~100 personnes (hébergés inclus)

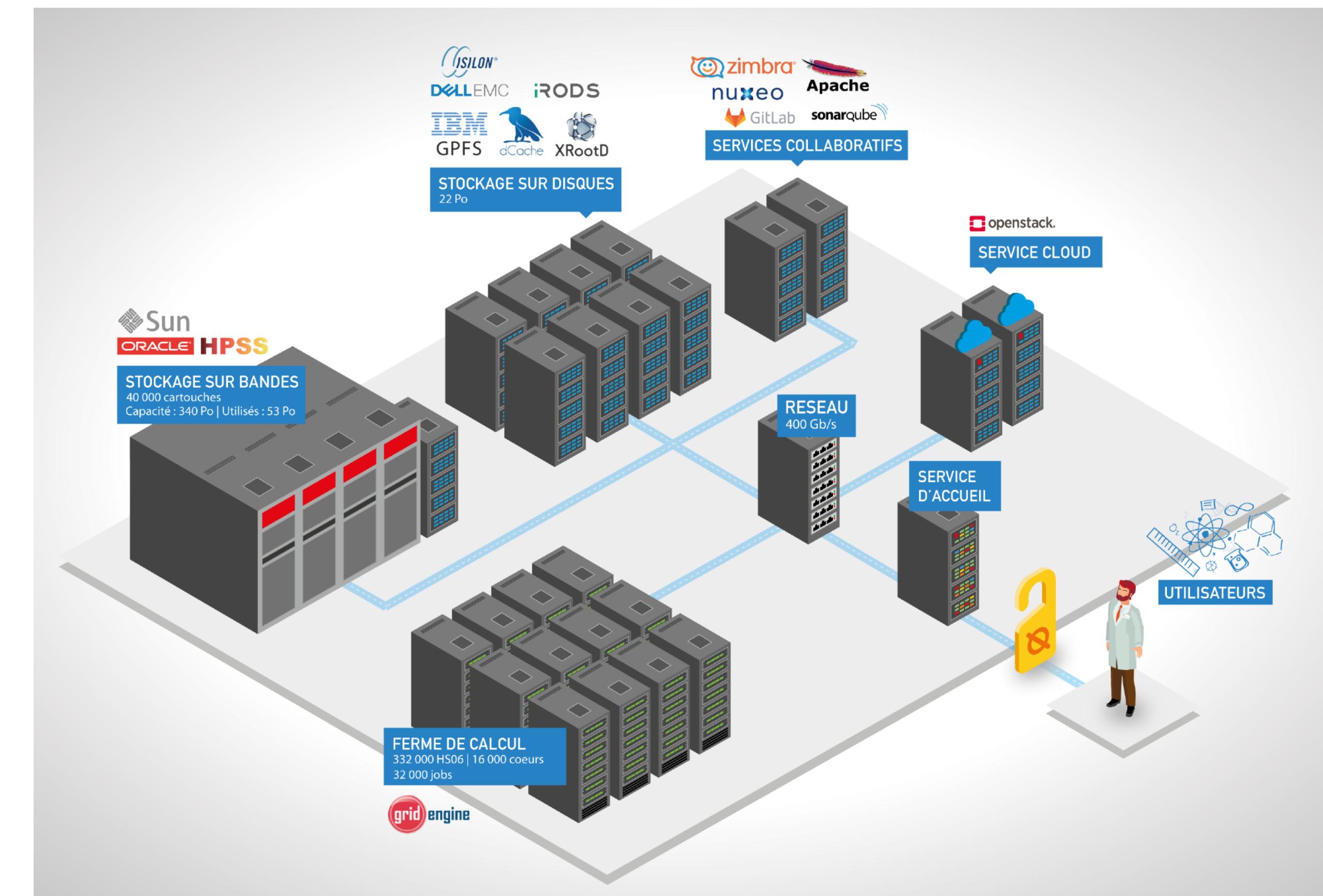
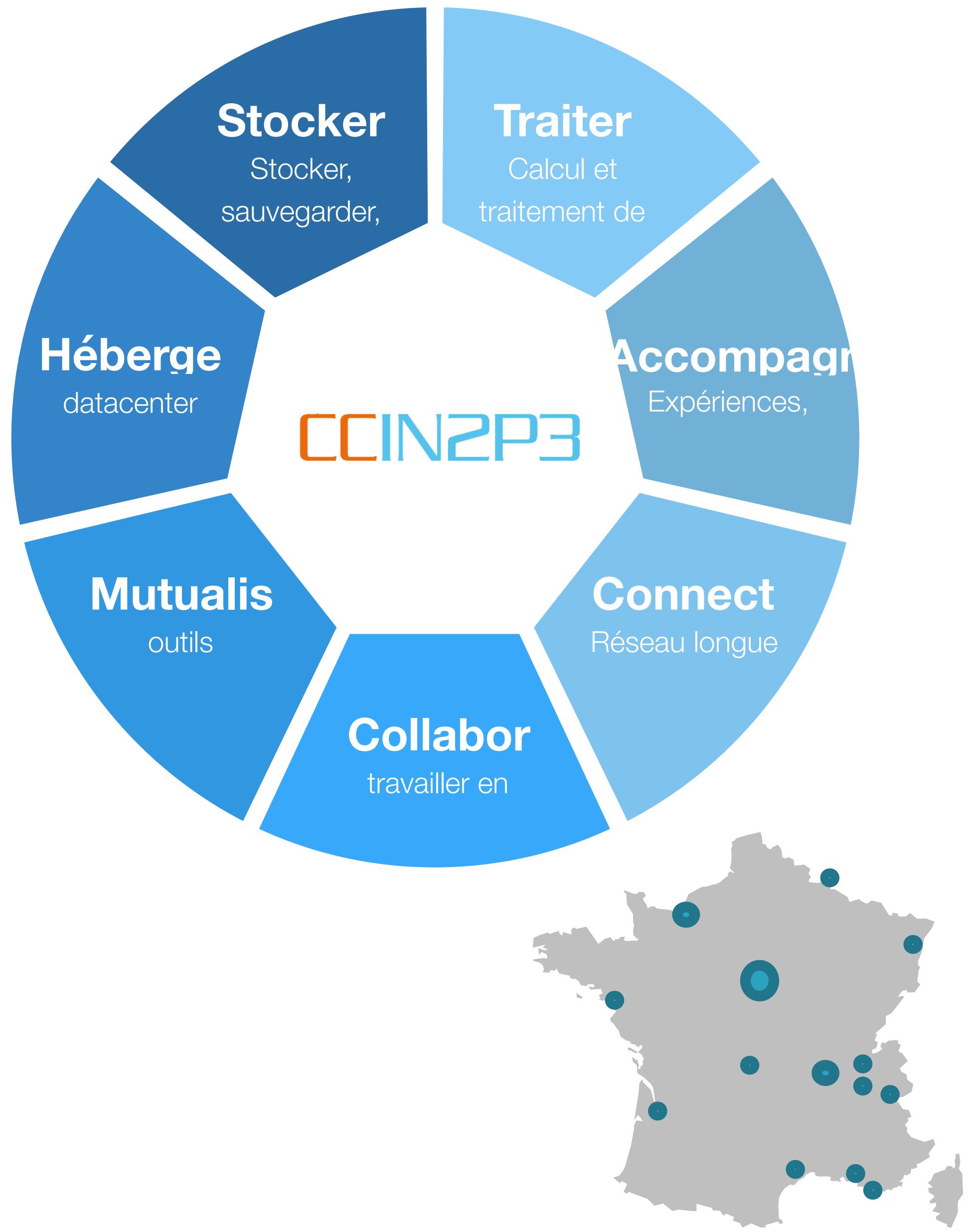
4 000 m<sup>2</sup> de locaux techniques

2 salles informatiques de 850 m<sup>2</sup>



Hébergement de points de présence  
opérateurs réseau nationaux  
(Renater) et régionaux (Lyres,  
Amplivia...)

# Le CC-IN2P3 : vue schématique



Principal contact avec RENATER pour  
l'organisation et le déploiement de la  
connectivité des labos IN2P3

# Capacités actuelles

## CPU :

ferme HTC : **432 kHS06** - 38 000 vcores

HPC cluster : 16 C6320 Infiniband - 512 coeurs

GPGPU cluster : C4130 - 40 K80 - 20 V100 - InfiniBand

## Disque DAS :

Stockage en mode container = ~30 Po

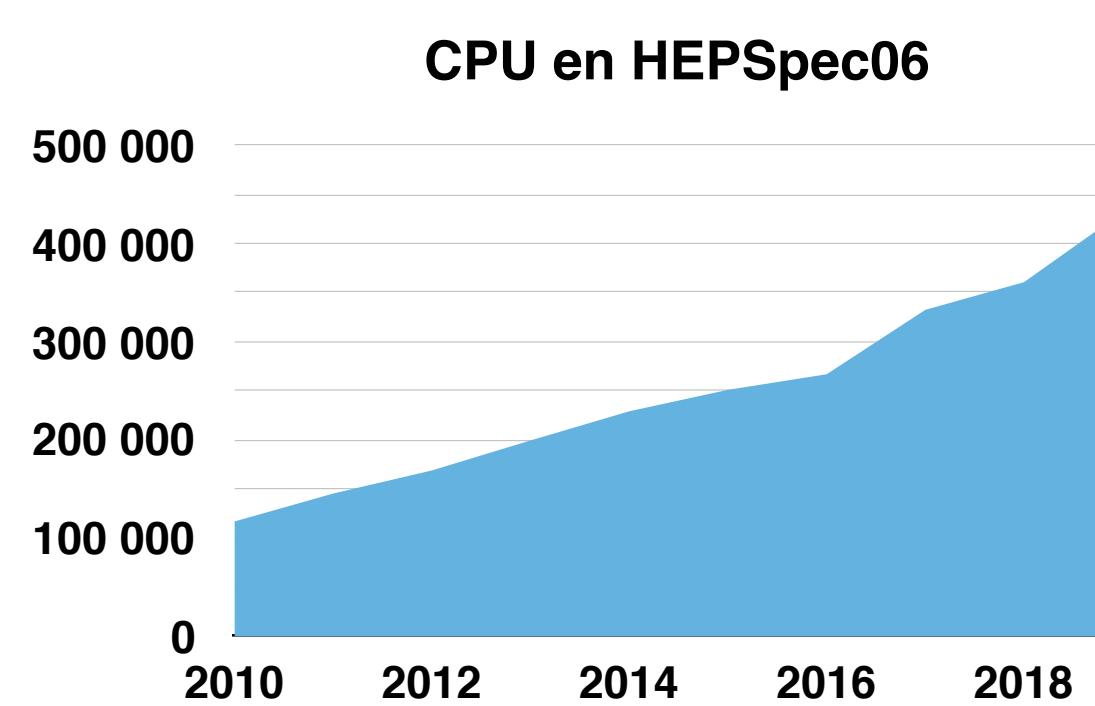
Stockage en mode fichier = 1.8 Po

## Bandes

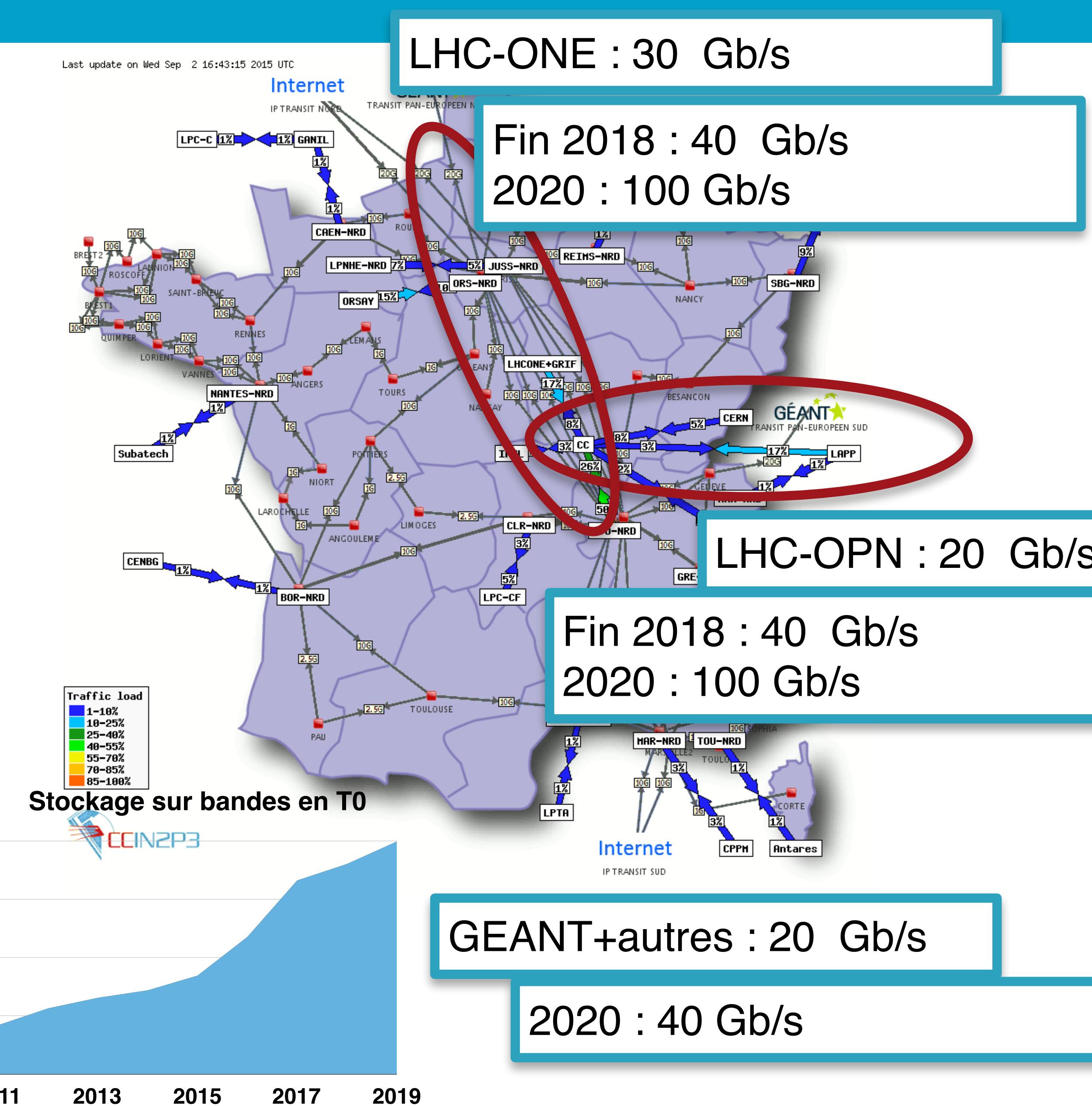
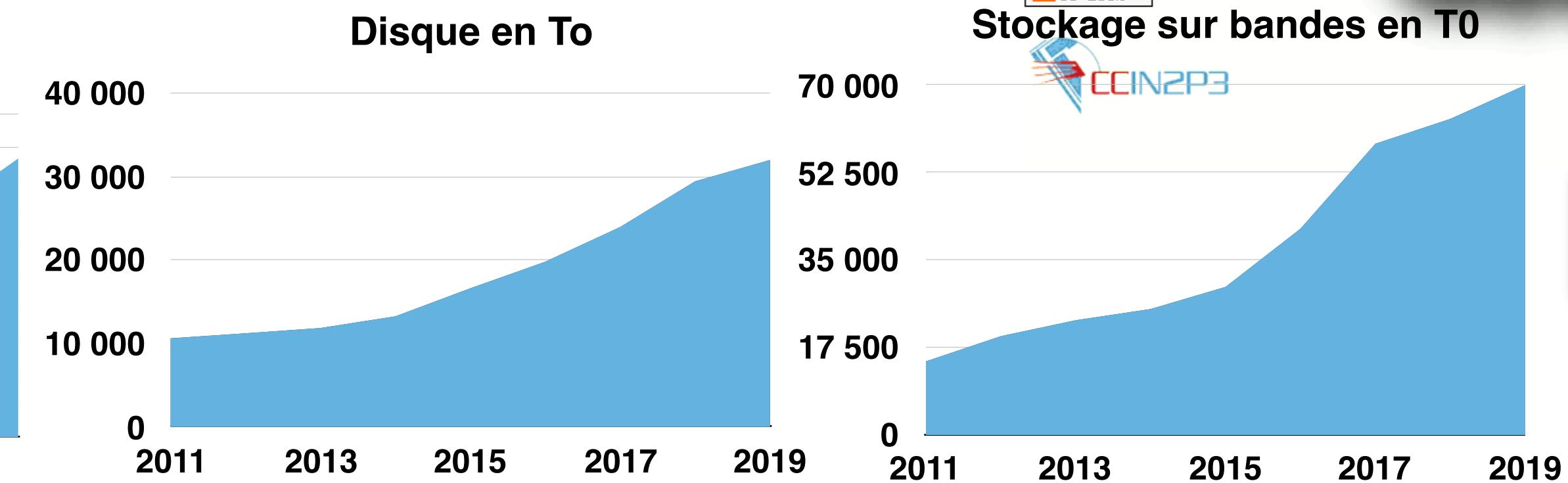
Volume stocké sur bandes : 70 Po (capacité de 340 Po)

## Sauvegarde (TSM) :

Volume stocké : ~ 2,0 Po sur 5 Po possible



### Disque en To



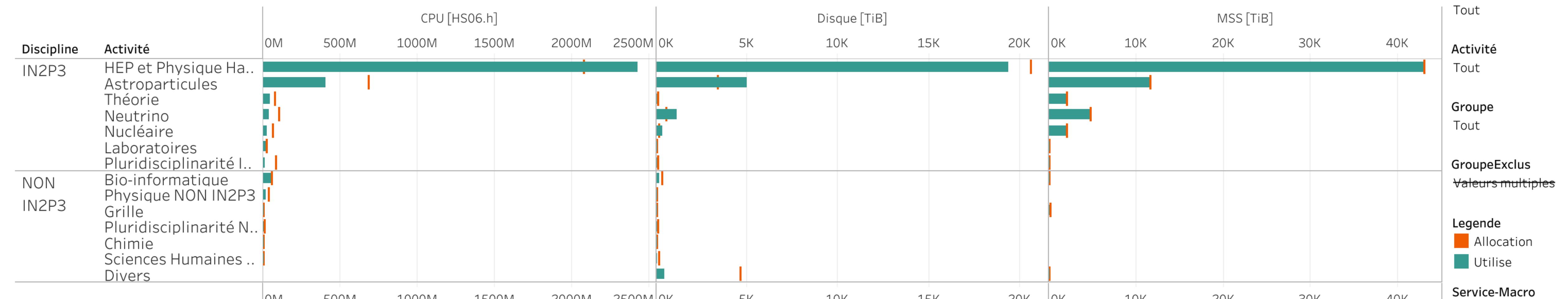
# Utilisateurs : répartition et consommation 2018



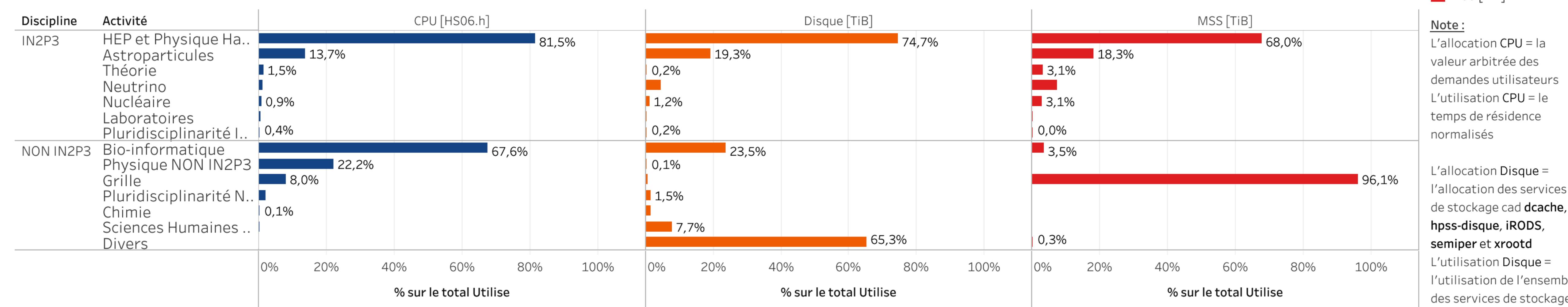
Année de DATE  
2018

## CC-IN2P3 Usage

### Usage en valeur pour 2018



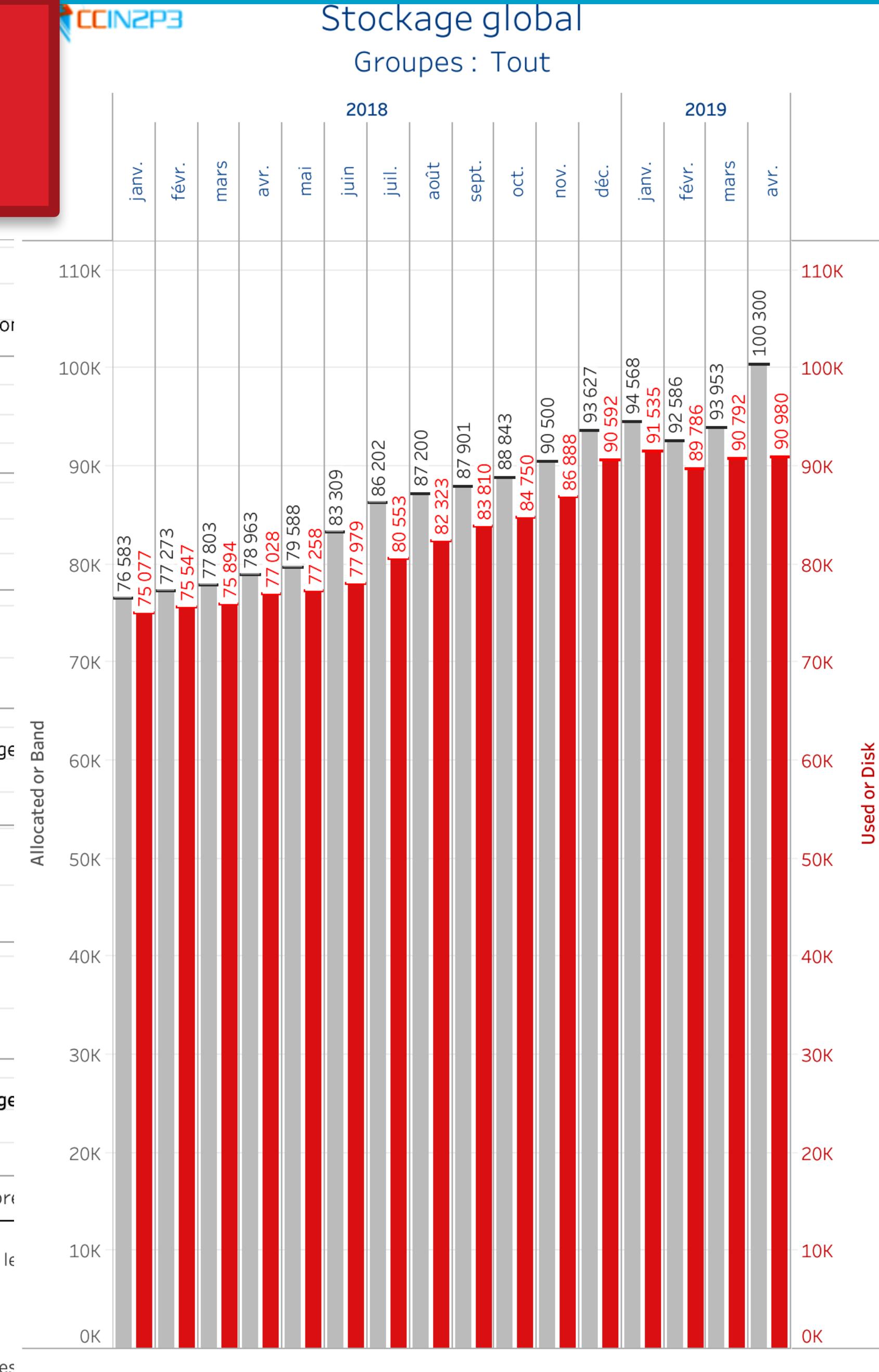
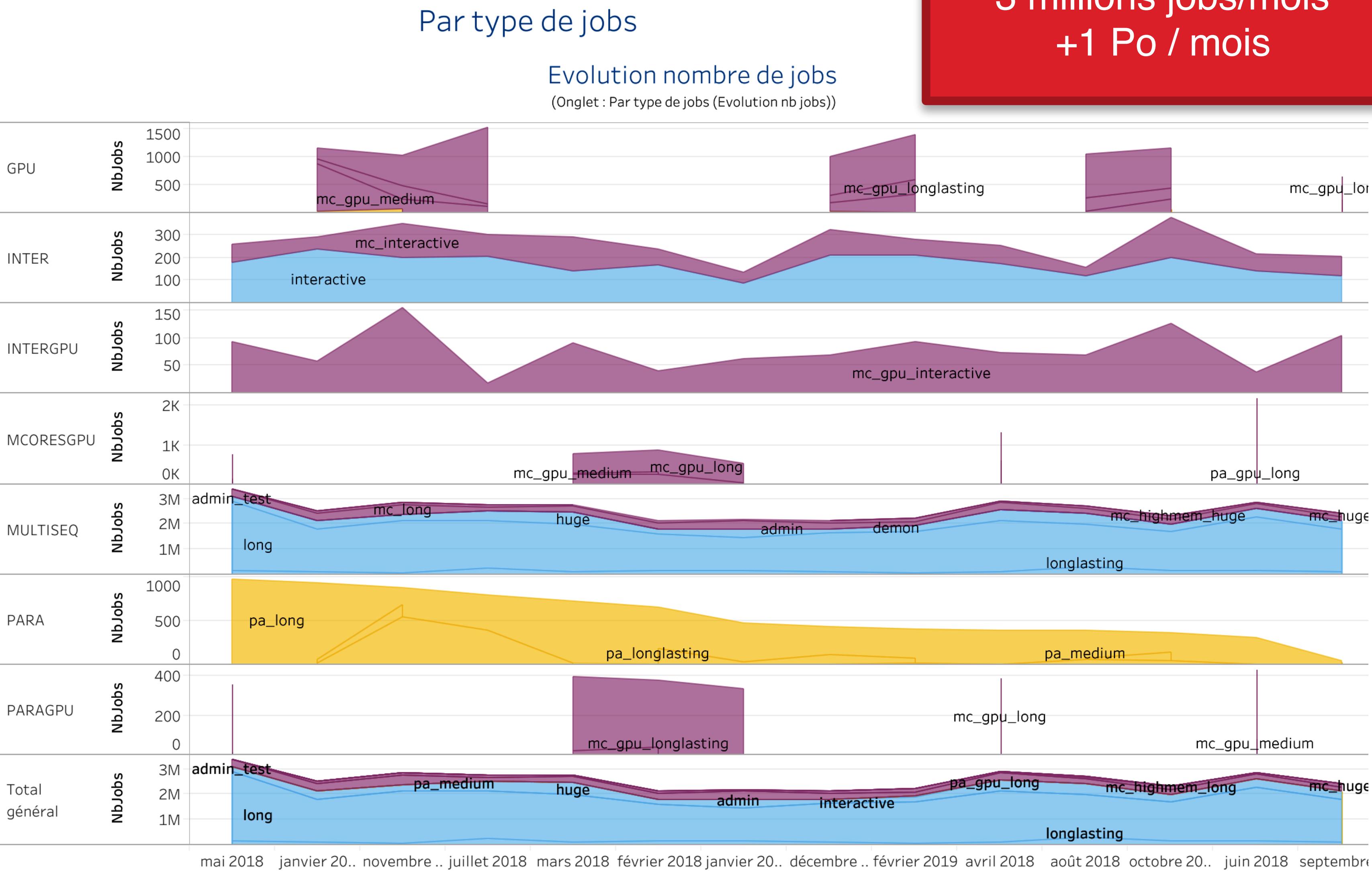
### Usage en % pour 2018



# Utilisation des fermes et du stockage

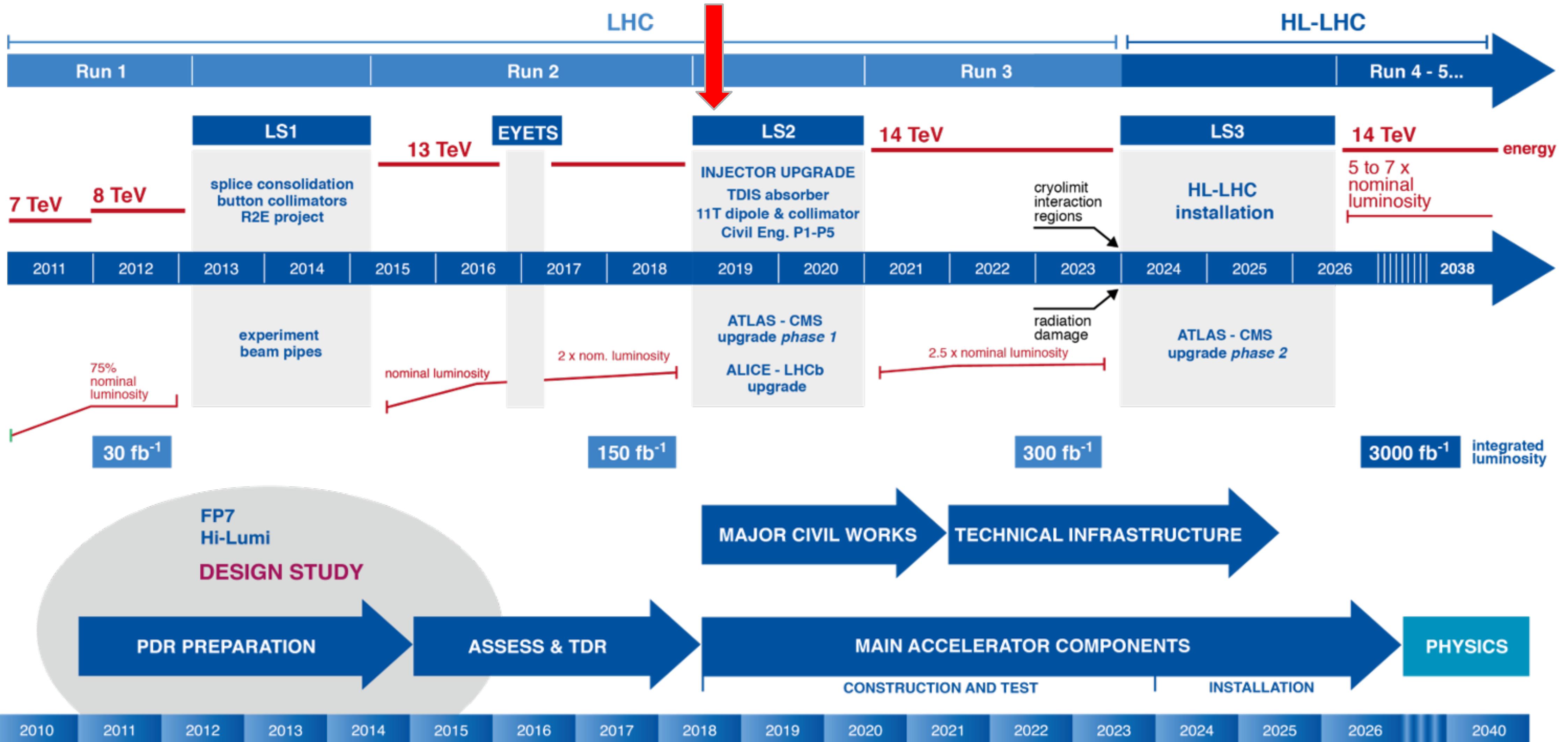
CCIN2P3

3 millions jobs/mois  
+1 Po / mois



**Et dans 5,10 ou 15 ans ?**

# LHC / HL-LHC Plan



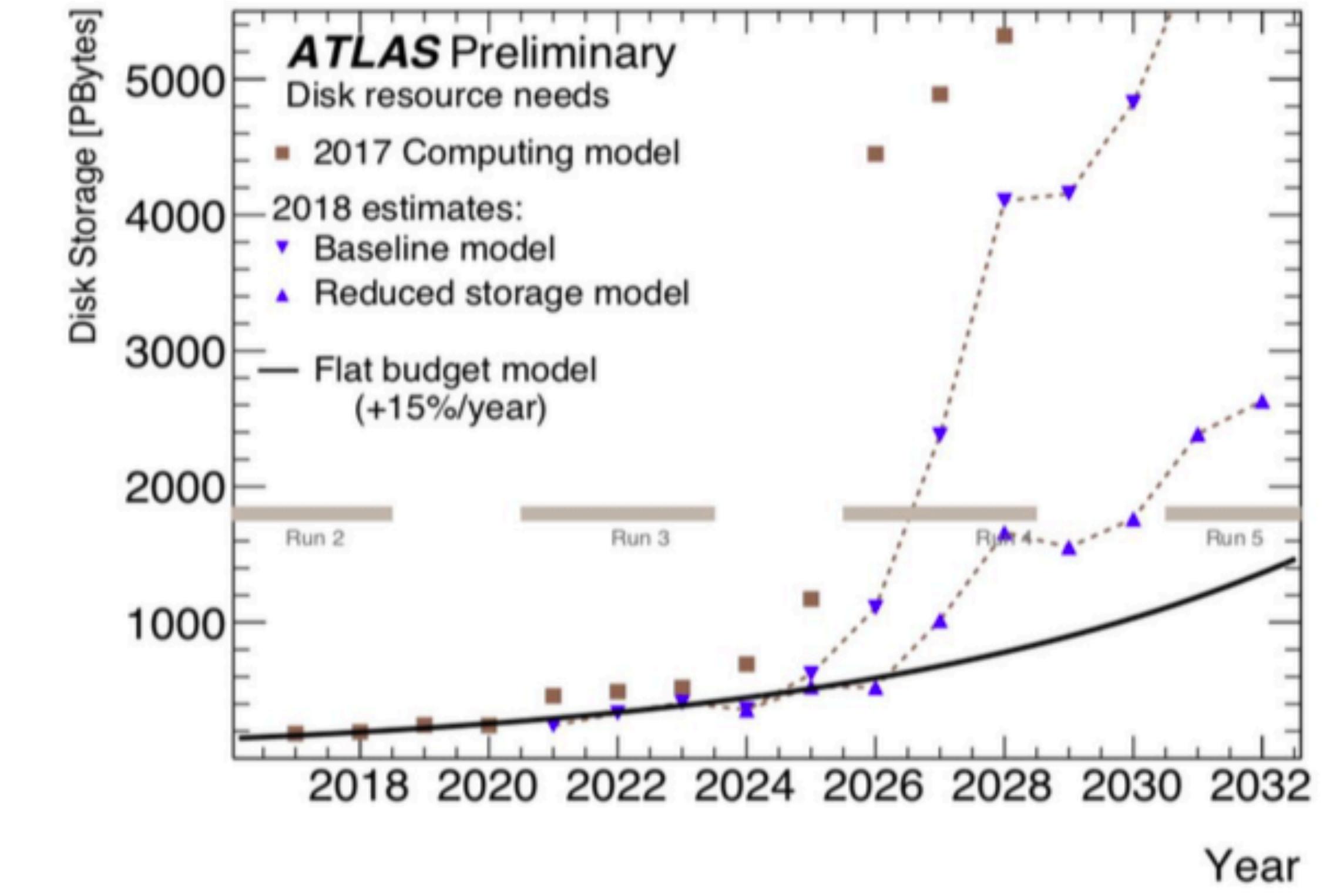
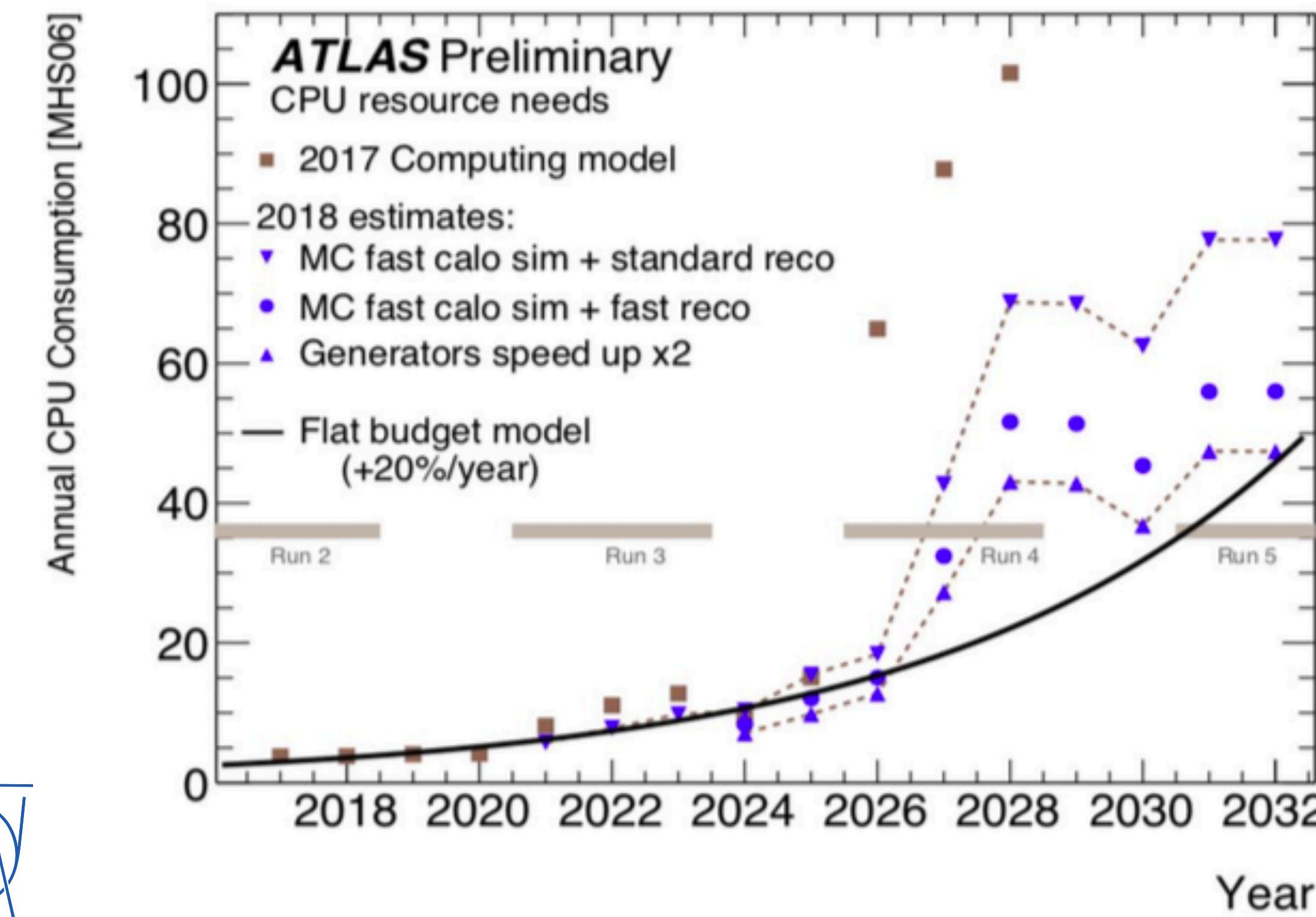
# The HL-LHC computing challenge

2017:

- ❑ HL-LHC needs for ATLAS and CMS are above the expected hardware technology evolution (15% to 20%/yr) and funding (flat)
- ❑ The main challenge is storage, but computing requirements grow 20-50x

2019:

- ✓ Continually improving estimates – evolve computing model, software, infrastructure

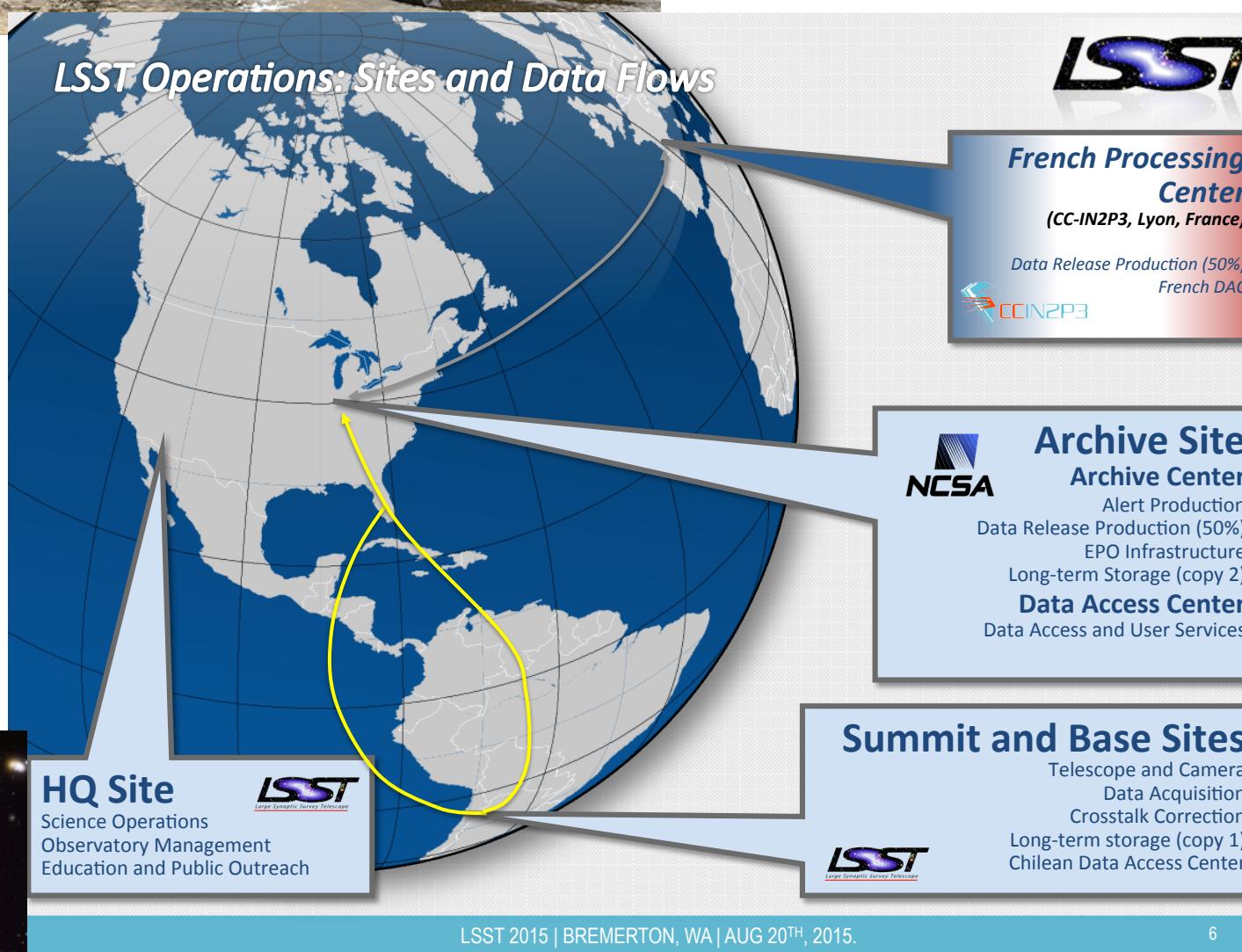
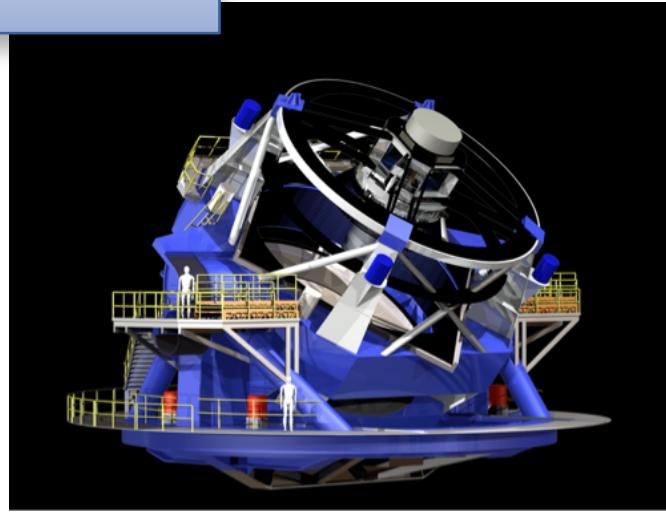


# Estimation des ressources nécessaires en 2030

HL-LHC



LSST



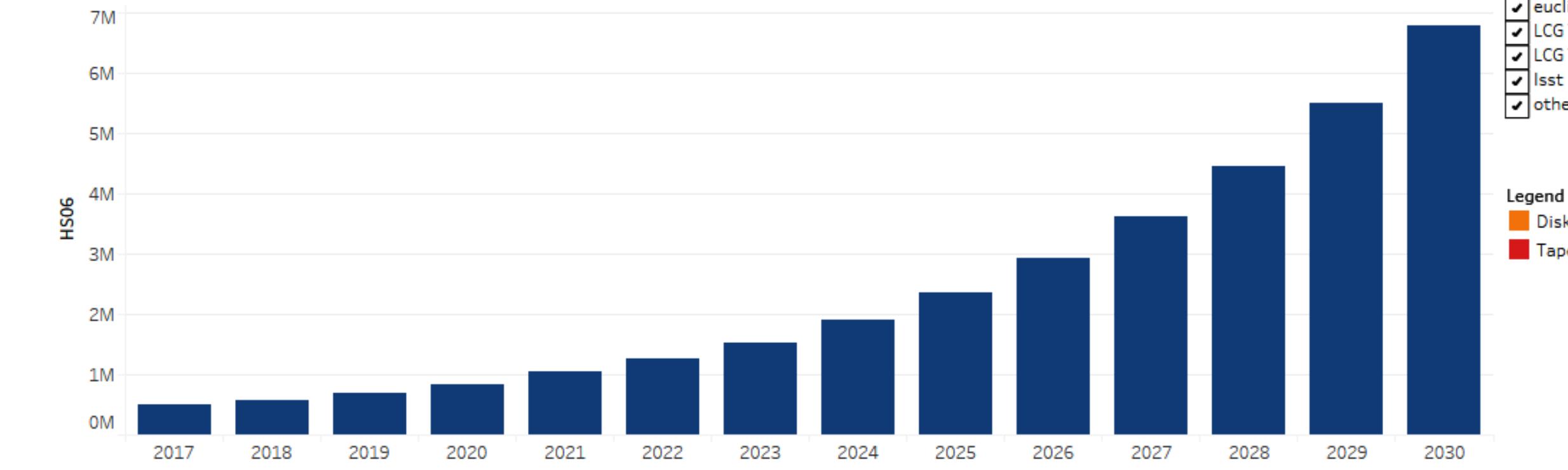
EUCLID



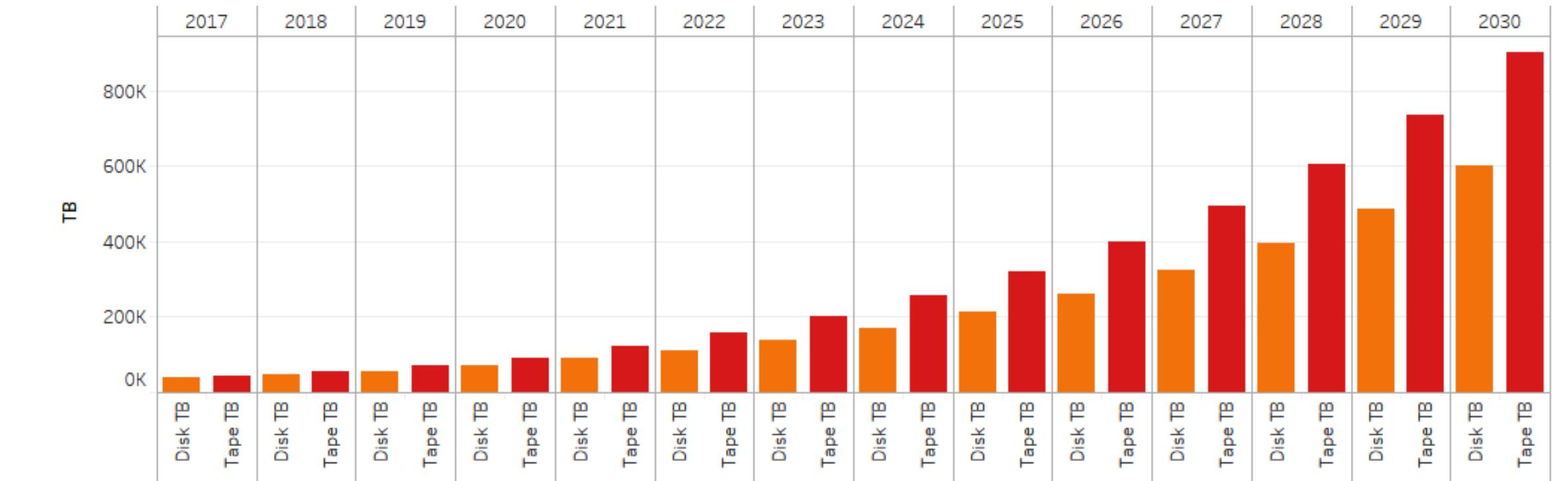
CTA



HS06 Growth



Storage Growth



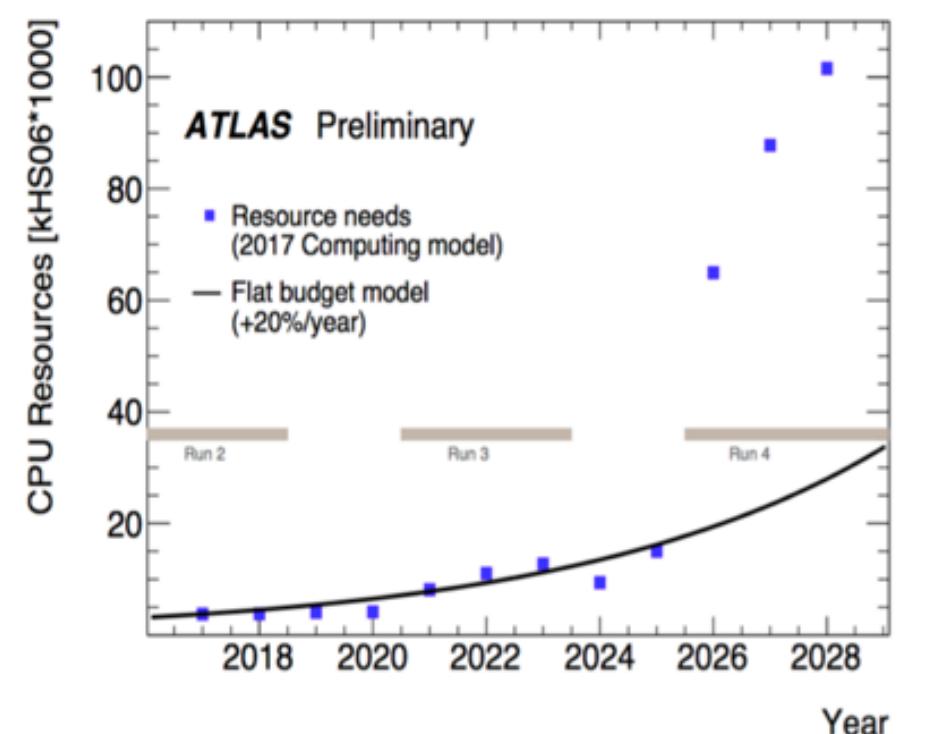
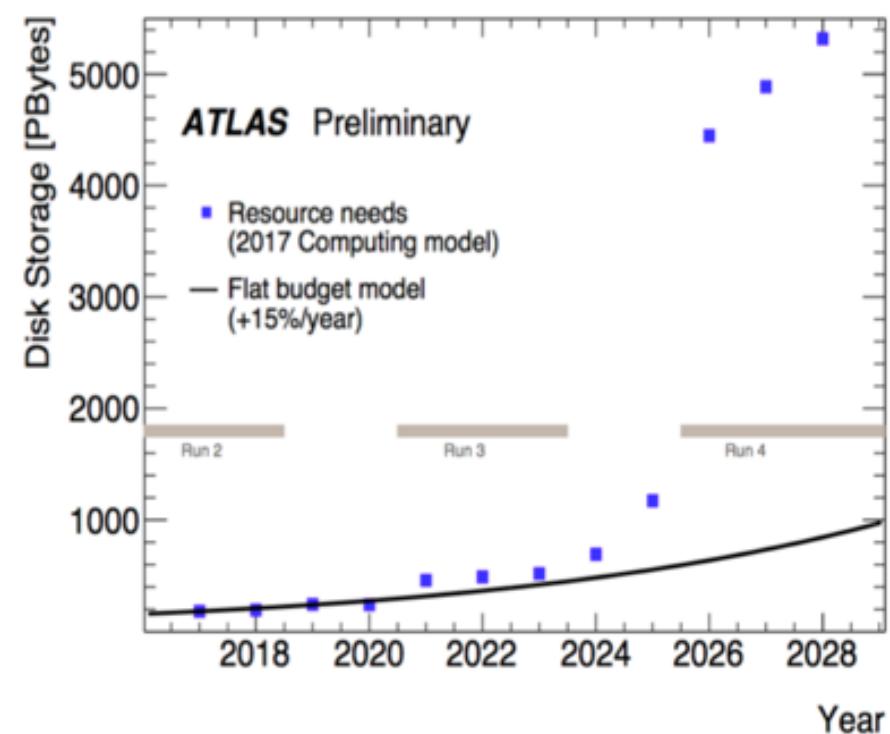
Croissance cumulée attendue jusqu'à 2030

# Changer l'approche ?

## Etat des lieux

### ► Dans le cadre de WLCG

- Nous commençons à avoir une vue assez claire des besoins de computing pour les expériences du LHC à l'horizon du HL-LHC (>2025).



- Projection des besoins en ressources de stockage et calcul pour ATLAS
- Les besoins pour CMS sont similaires.
- Un facteur 3–4 pour le CPU et un facteur ~7–8 pour le stockage

- La difficulté principale est sur la ressource de stockage.
- Et la question est : Comment satisfaire le besoin pour un coût maîtrisé ?

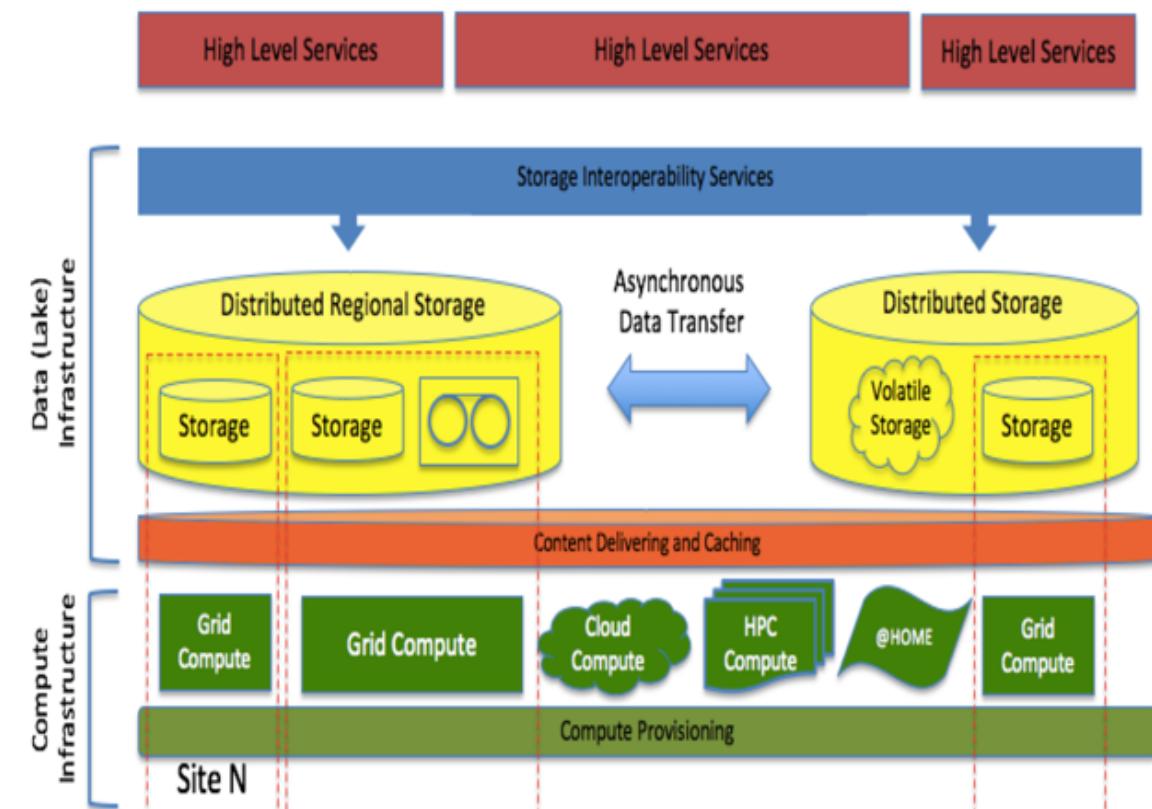
### ► Cette question n'est pas propre à la problématique de WLCG mais est partagée par un grand nombre d'expériences à venir.

DOMA

JI2018 CCIN2P3

## DOMA : Data Organization Management Access evolution

### ACTIVITÉS DOMA



- Les activités DOMA peuvent être classifiées selon trois grandes thématiques.

DOMA

A Roadmap for HEP Software and Computing R&D for the 2020s: <https://arxiv.org/pdf/1712.06982.pdf>

JI2018 CCIN2P3

7

# Un mot sur le reste

## Fédérer les moyens de calcul de l'IN2P3, mutualisation d'outils Epine dorsale de la grille française

Bien qu'il s'adresse à une communauté de recherche particulière, le CC-IN2P3 a une politique d'ouverture à travers la **mutualisation de moyens** :

Hébergement serveurs ( UdL, Région Rhône-Alpes, DSI CNRS, CCSD, HumaNum)

Prestation services : calcul (bio-informatique, SHS), stockage, web (INEE)

Partenariat BioAster

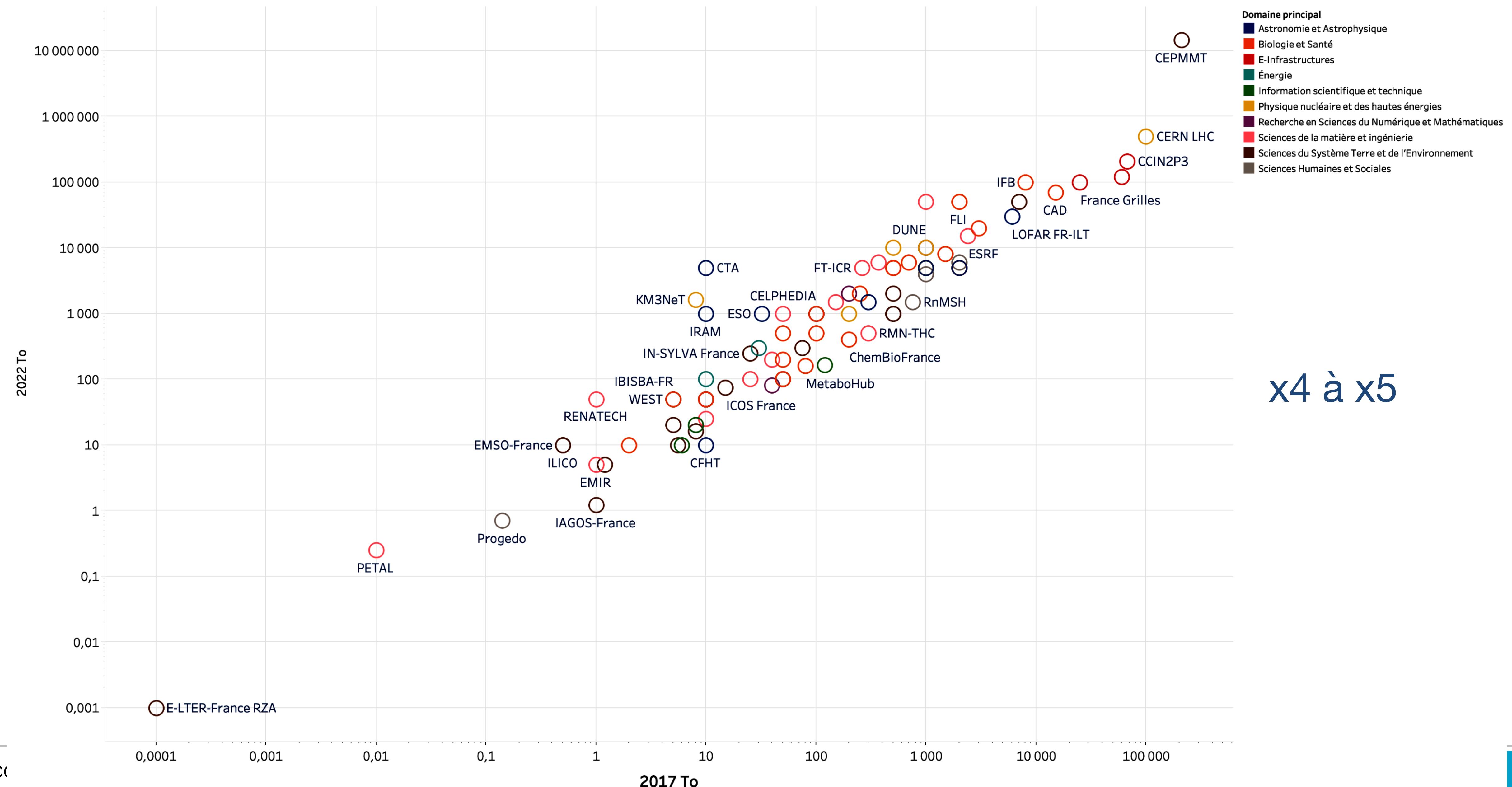
CPER **CIDRA** : infrastructure de calcul haute performance, de cloud et de stockage réparti

accroître la puissance de calcul, de traitement et de stockage

fournir des moyens d'accès de nouvelle génération à l'ensemble des laboratoires de recherche de la région  
*modèle extensible et modulaire*

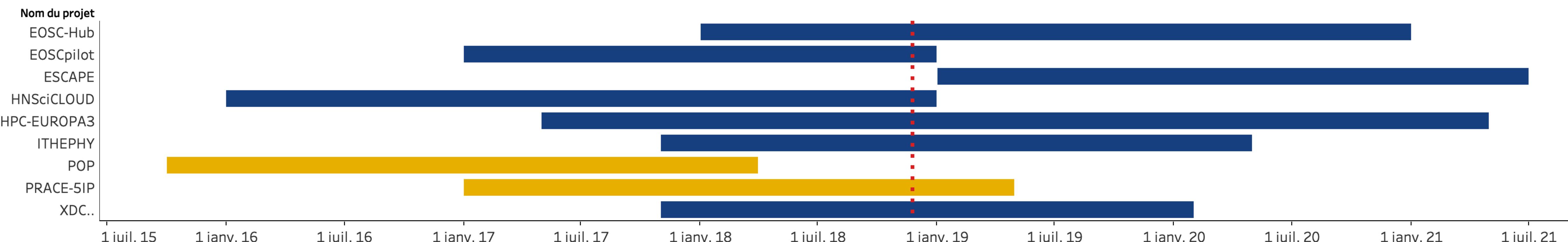
# Accroissement des données des TGIR/IR 2018-2020

Feuille de route TGIR/IR 2018-2020 — Accroissement toutes IR



# Projets européens

## Projets H2020



Date de début pour chaque Nom du projet. La couleur affiche des détails associés au/à la CNRS partenaire ou tierce-partie. La taille correspond au/à la somme de Durée en mois. La vue est filtrée sur Date de début, qui est compris entre 01/10/2012 et 01/01/2019.



# Questions ?