

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

# Centre de Calcul de l'IN2P3



# Bref rappel sur l'IN2P3



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 institutes**

**1 100 laboratories :**  
**95% in partnership with**  
**Universities or other**  
**research organisations**

*34 000 researchers,*  
*engineers, technicians*  
*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



**30** programmes de recherche  
internationaux majeures  
**17** réseau de recherche  
internationaux

**70 M€**  
*budget annuel*  
(sans salaires)

**TGIR**

Environ 1000 chercheurs  
CNRS et Universités,  
1500 ingénieurs, techniciens  
and administratifs  
Environ 700 postdocs et  
doctorants

**17 laboratoires**  
**8 labos support tech.**  
**8 plateformes**  
**accélérateurs**  
**interdisciplinaires**



## Physique des particules Physique nucléaire et hadronique

Composants ultimes et interactions fondamentales  
Structure de la matière nucléaire



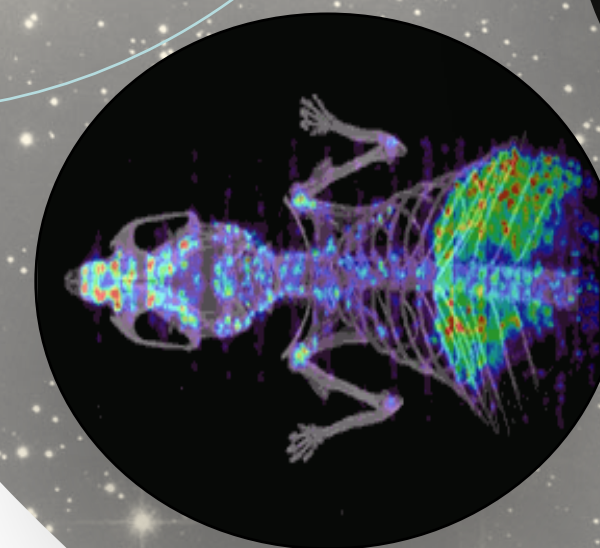
### Physique Nucléaire & Applications

Structure de la matière nucléaire, énergie nucléaire et applications médicales



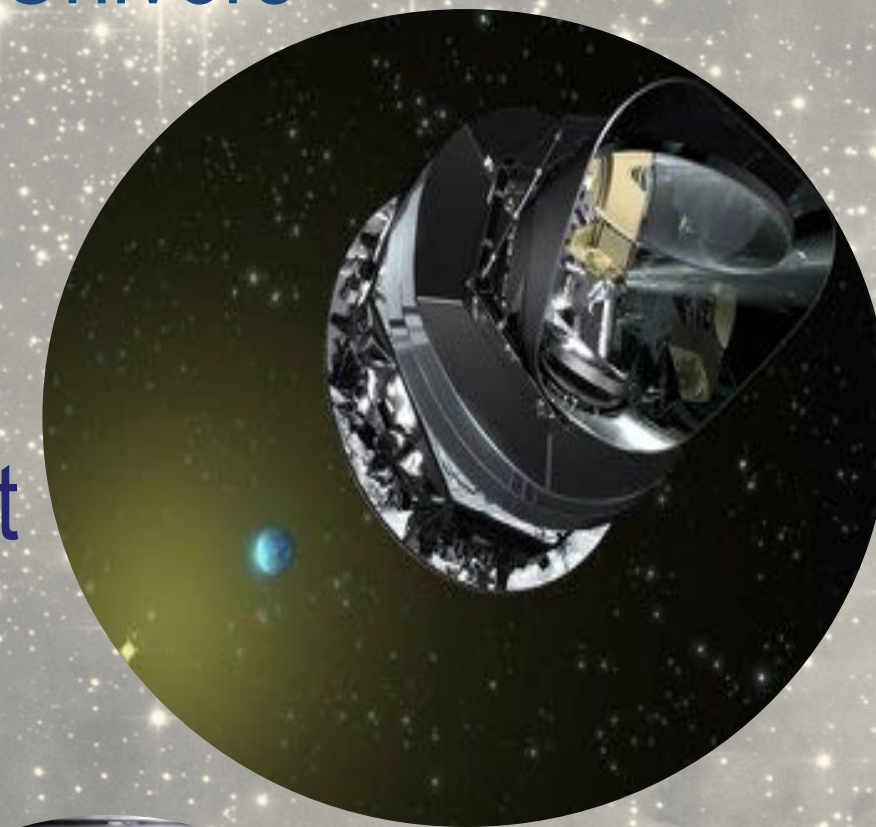
### Accélérateurs & Technologie

Domaines de R&D majeurs



## Physique des Astroparticules et Cosmologie

Composition et comportement de l'Univers



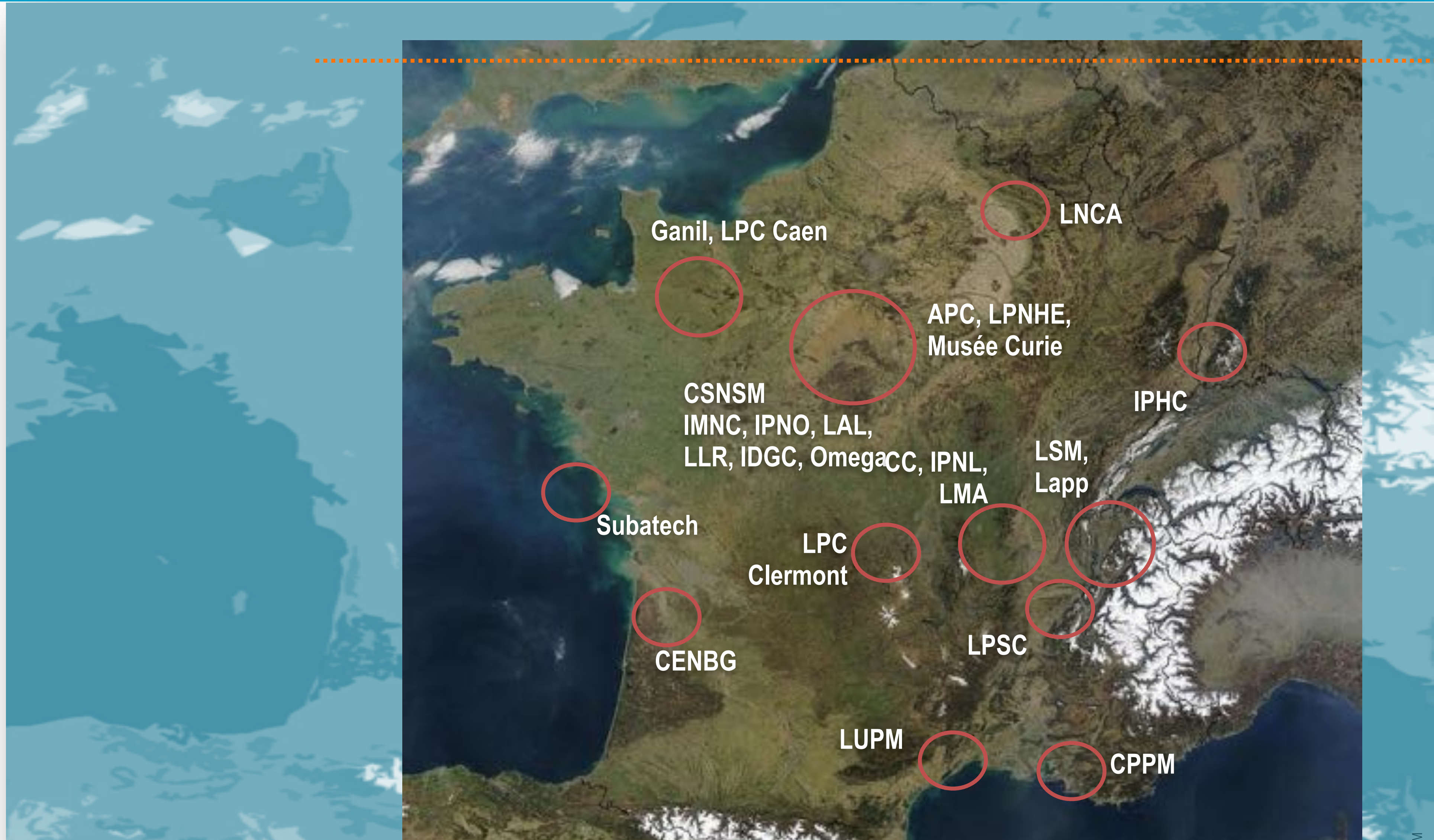
### Computing & Data

Data Science et Recherche en informatique





# Un laboratoire distribué



© CIA, LSM



# Le CC-IN2P3





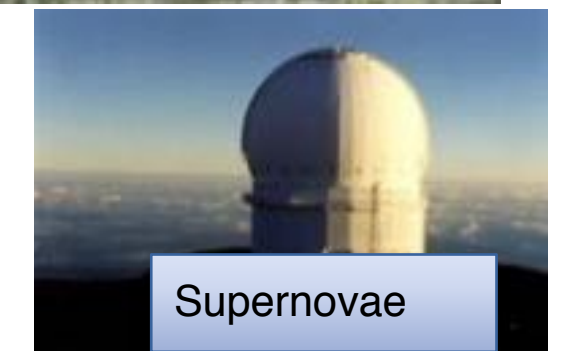
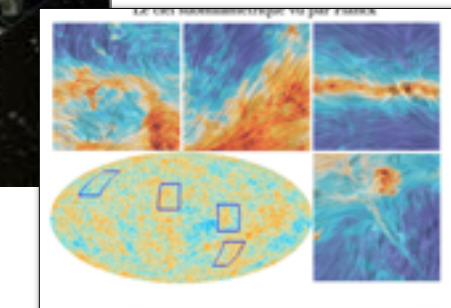
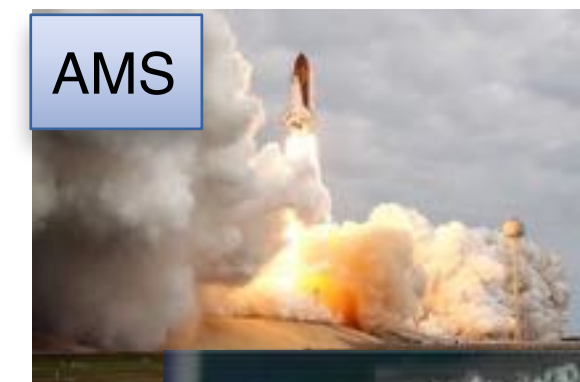
## Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules - IN2P3

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

Centre de calcul dédié fait partie d'un réseau mondial de grands centres de calcul pour la physique des hautes énergies

Calcul et stockage pour la physique des 2 infinis :

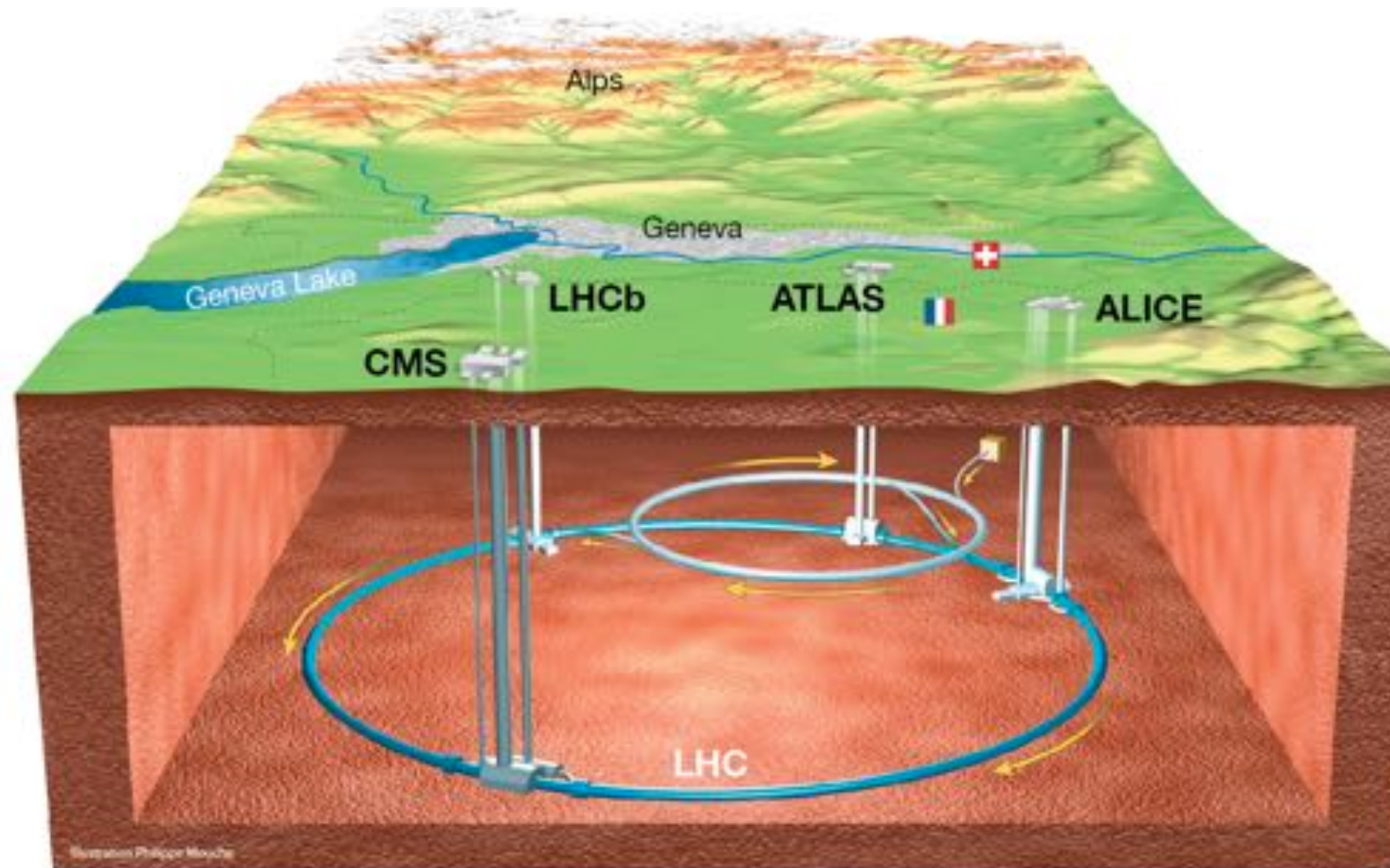
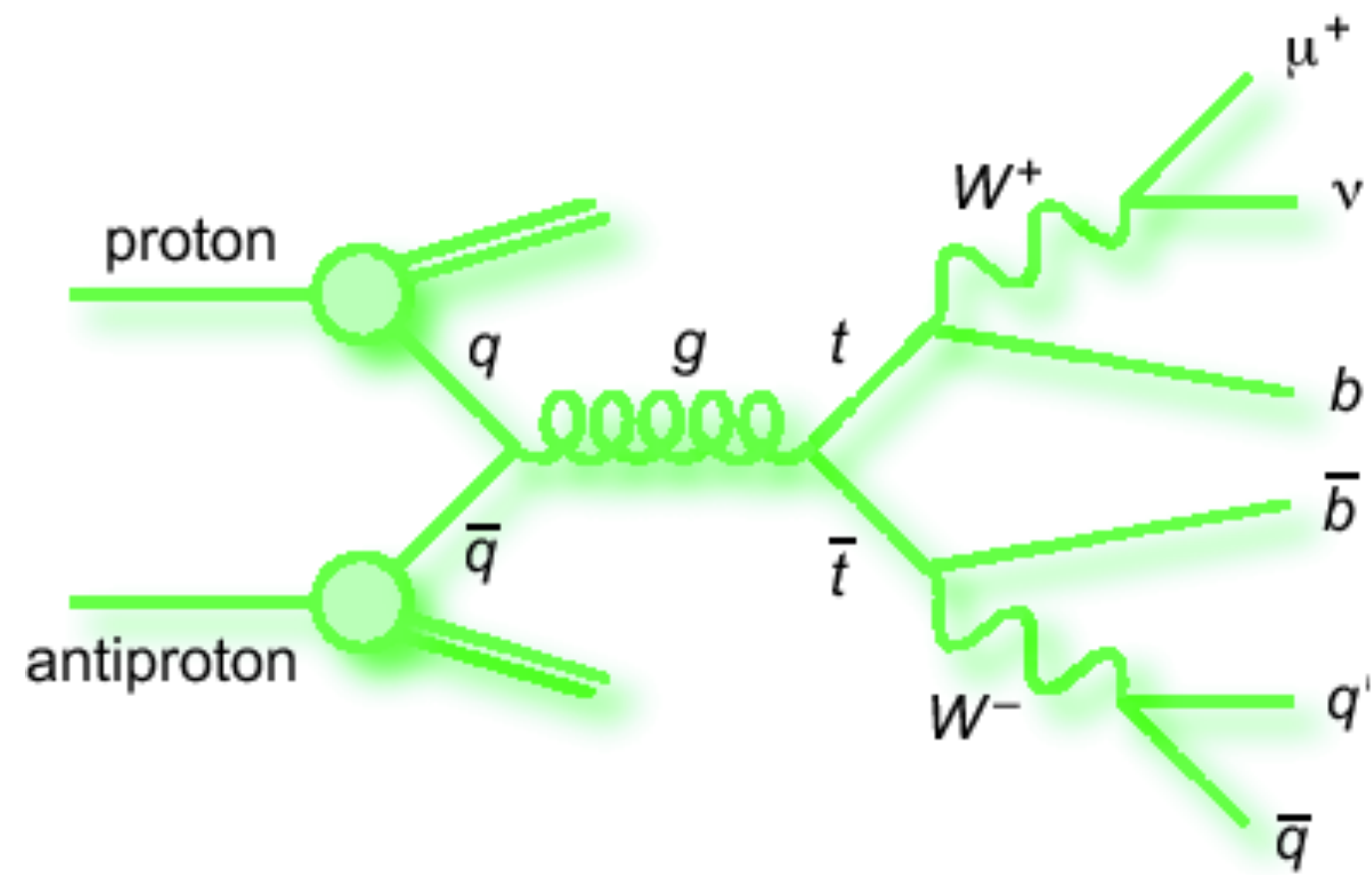
- physique nucléaire
- physique des hautes énergies
- astro-particules



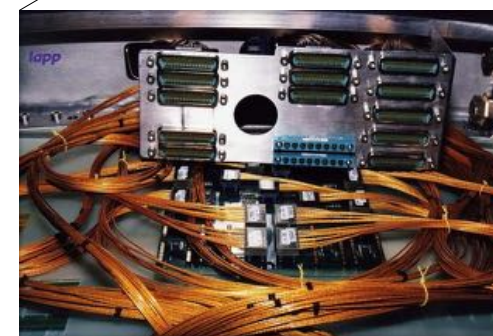
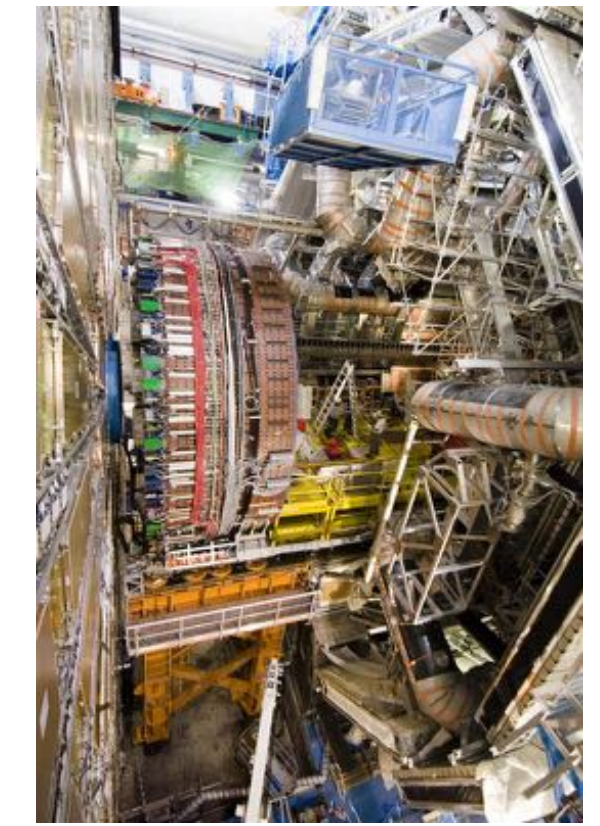
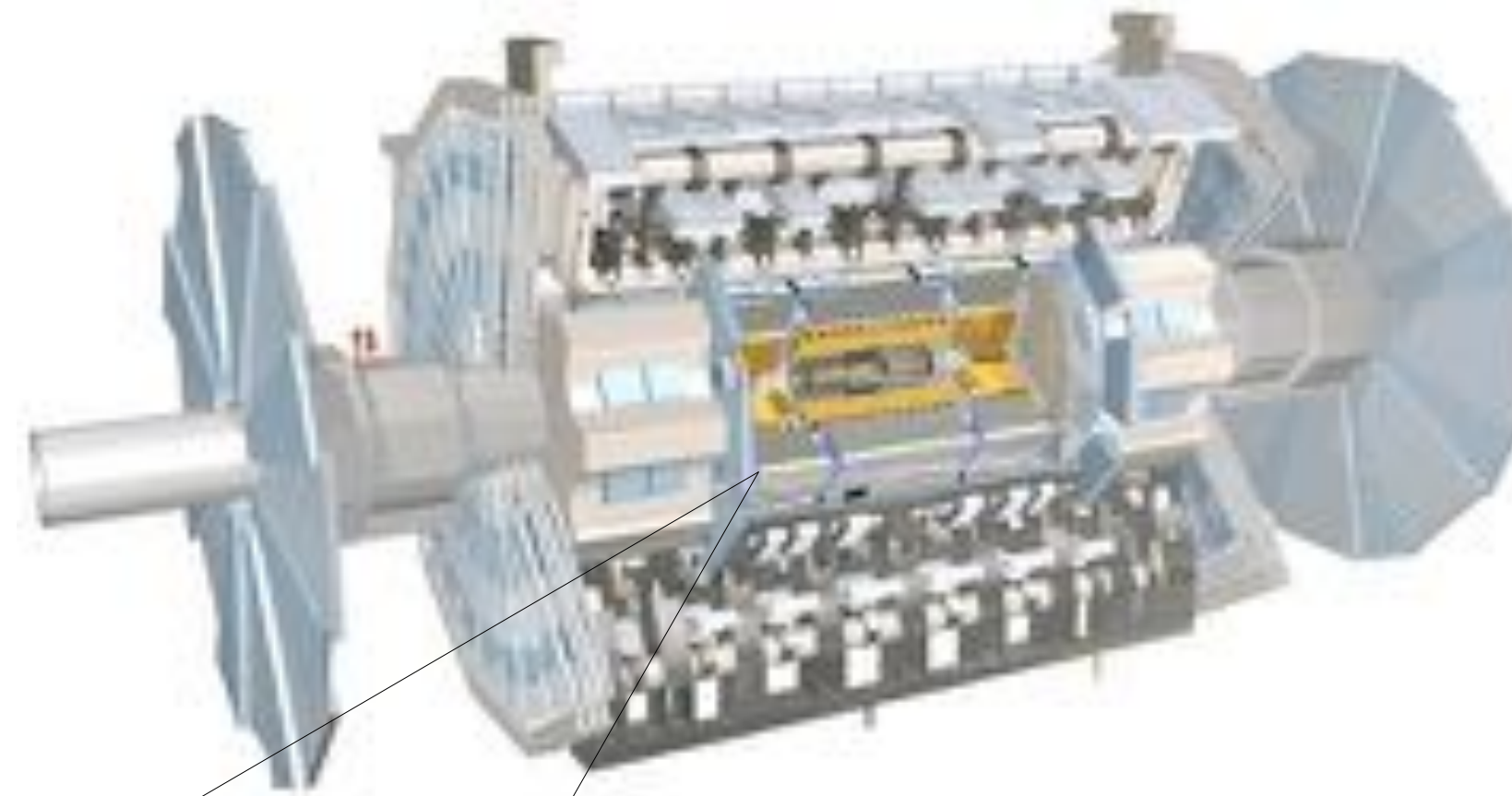


# Large Hadron Collider





## Les données brutes (RAW)



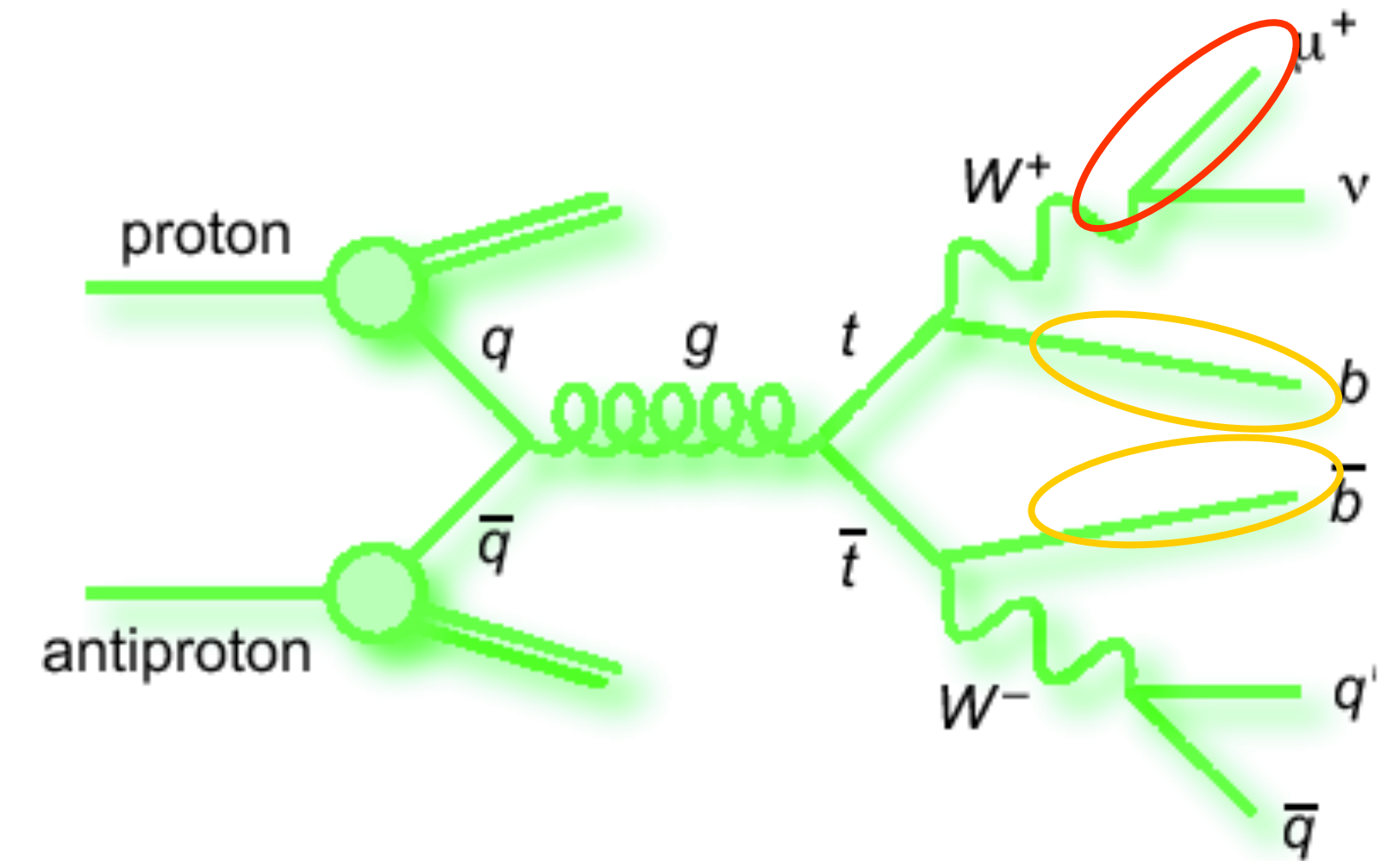
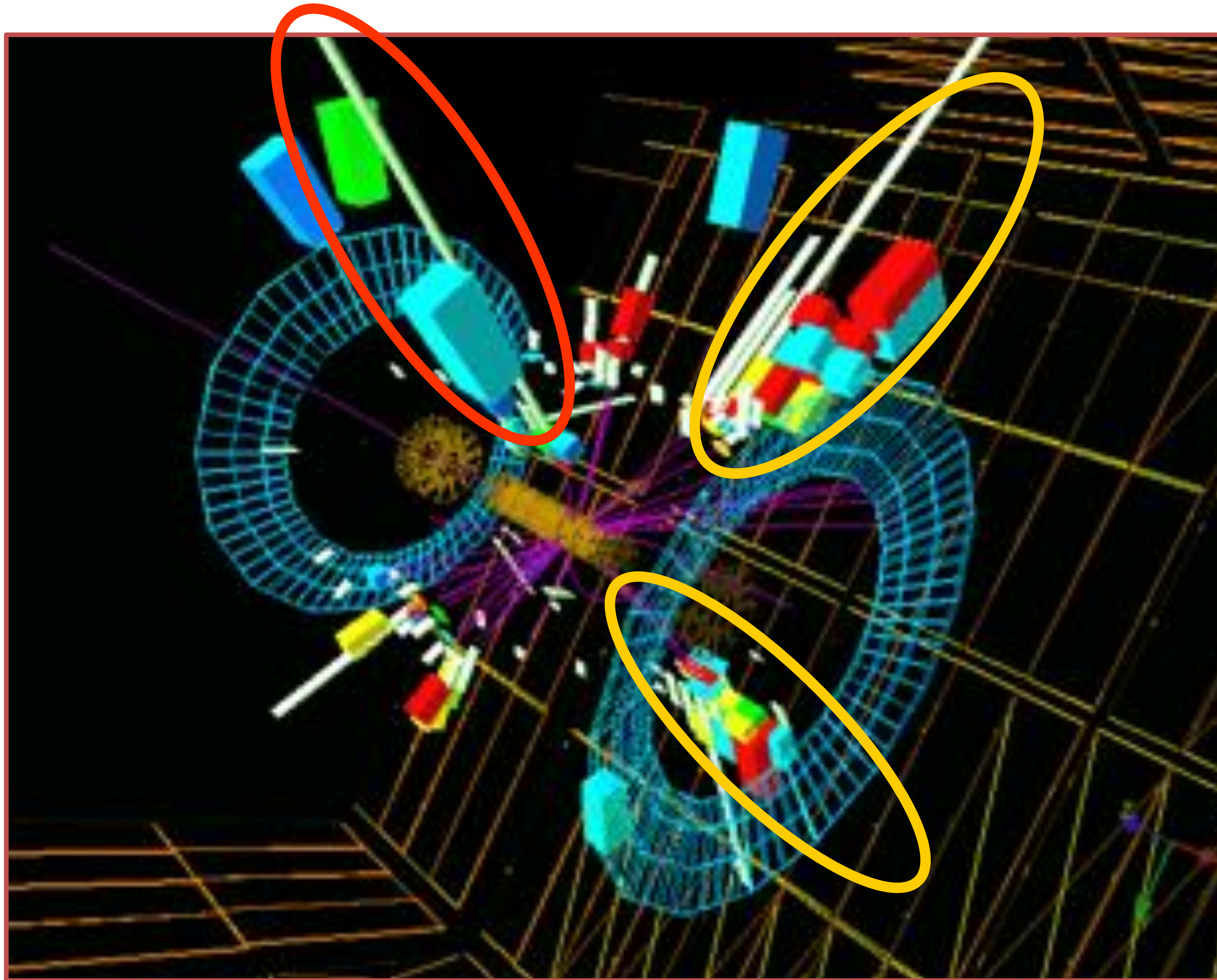
```

101100 101011 010001
110111 001011 001100
100001 111100 100110
110101 110011 100101
001010 101000 001010
111001 100101 000011
010111 001001 010100
100010 010100 101111
100100 101001 001010
000010 100101 111001
    
```





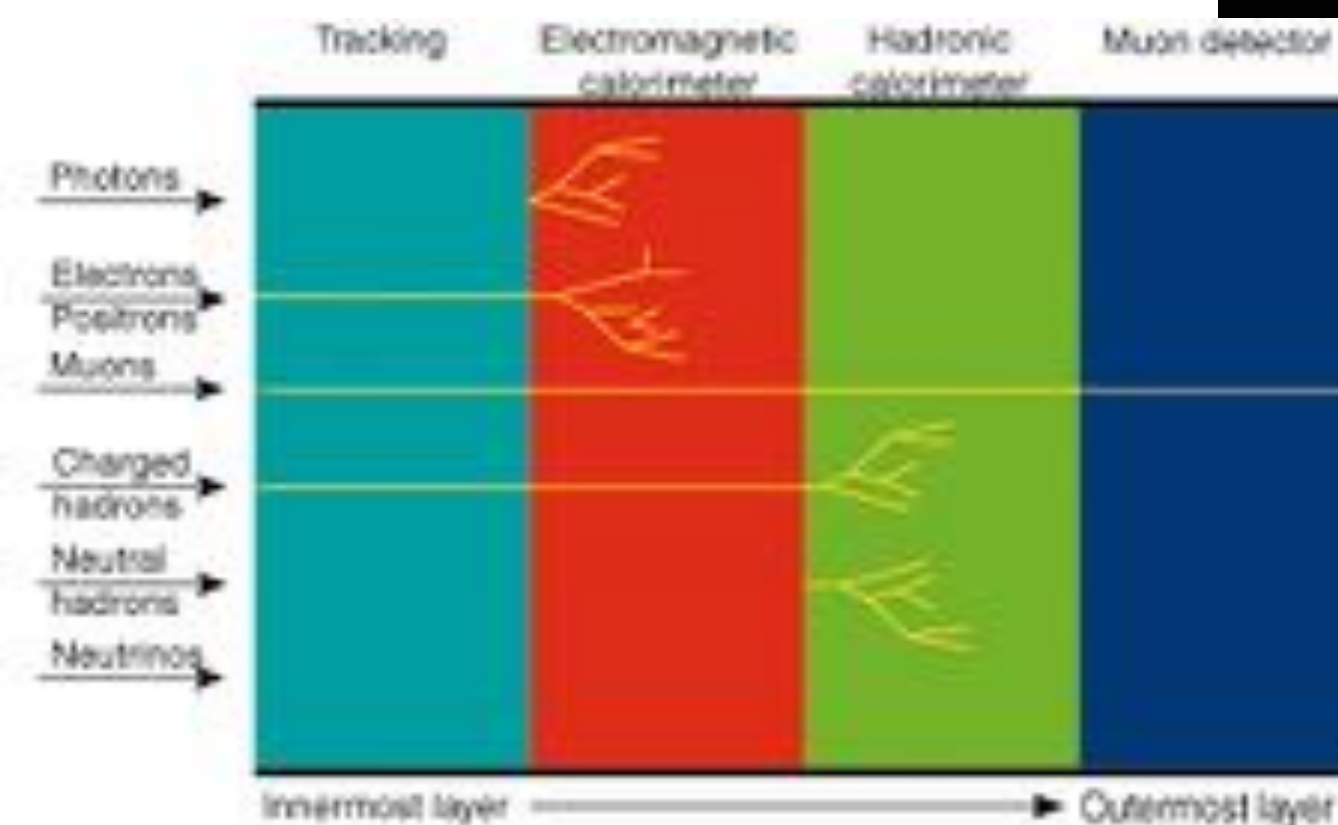
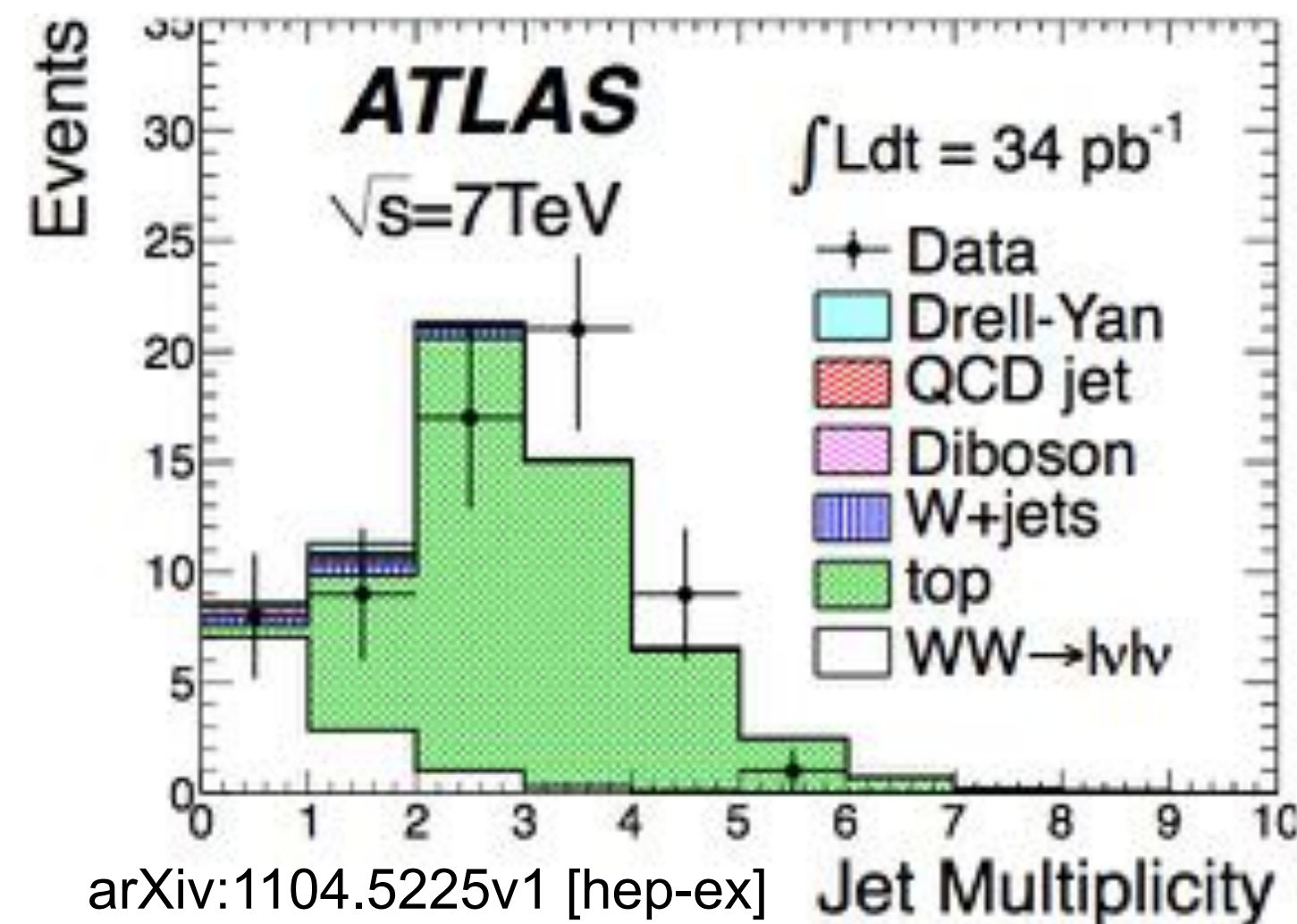
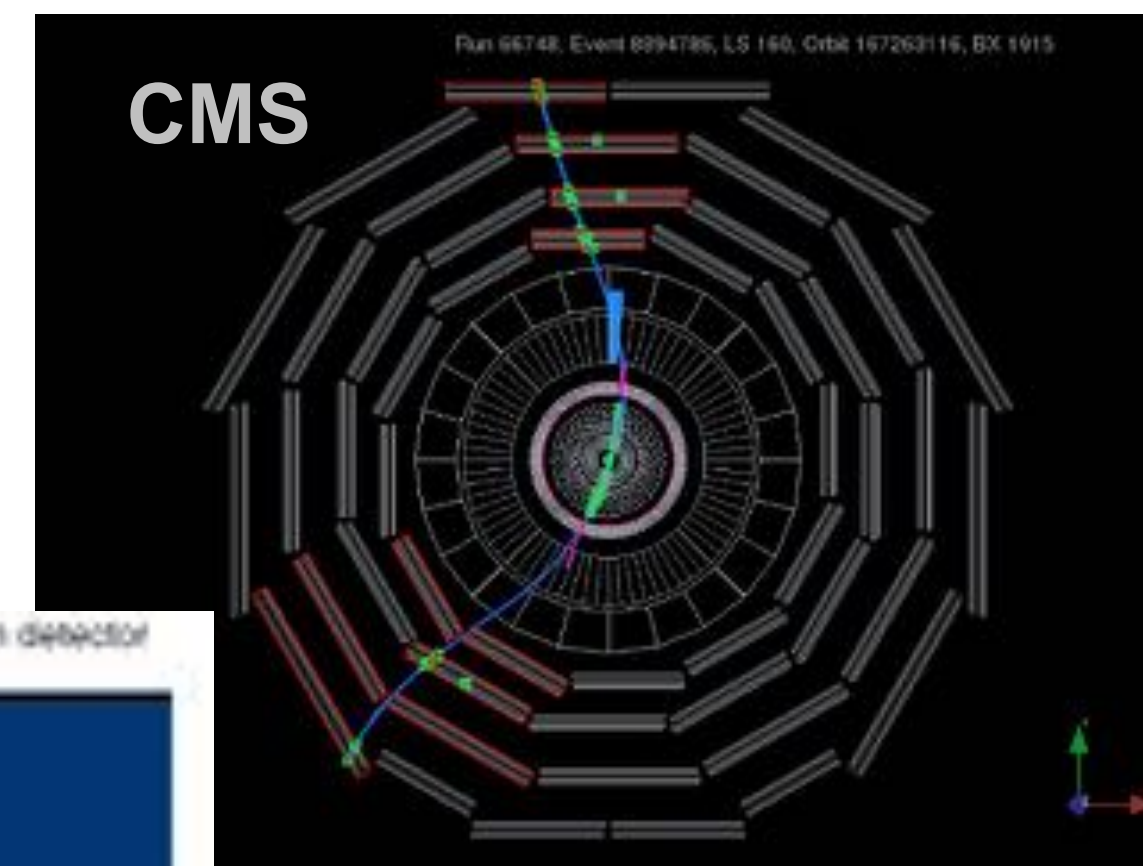
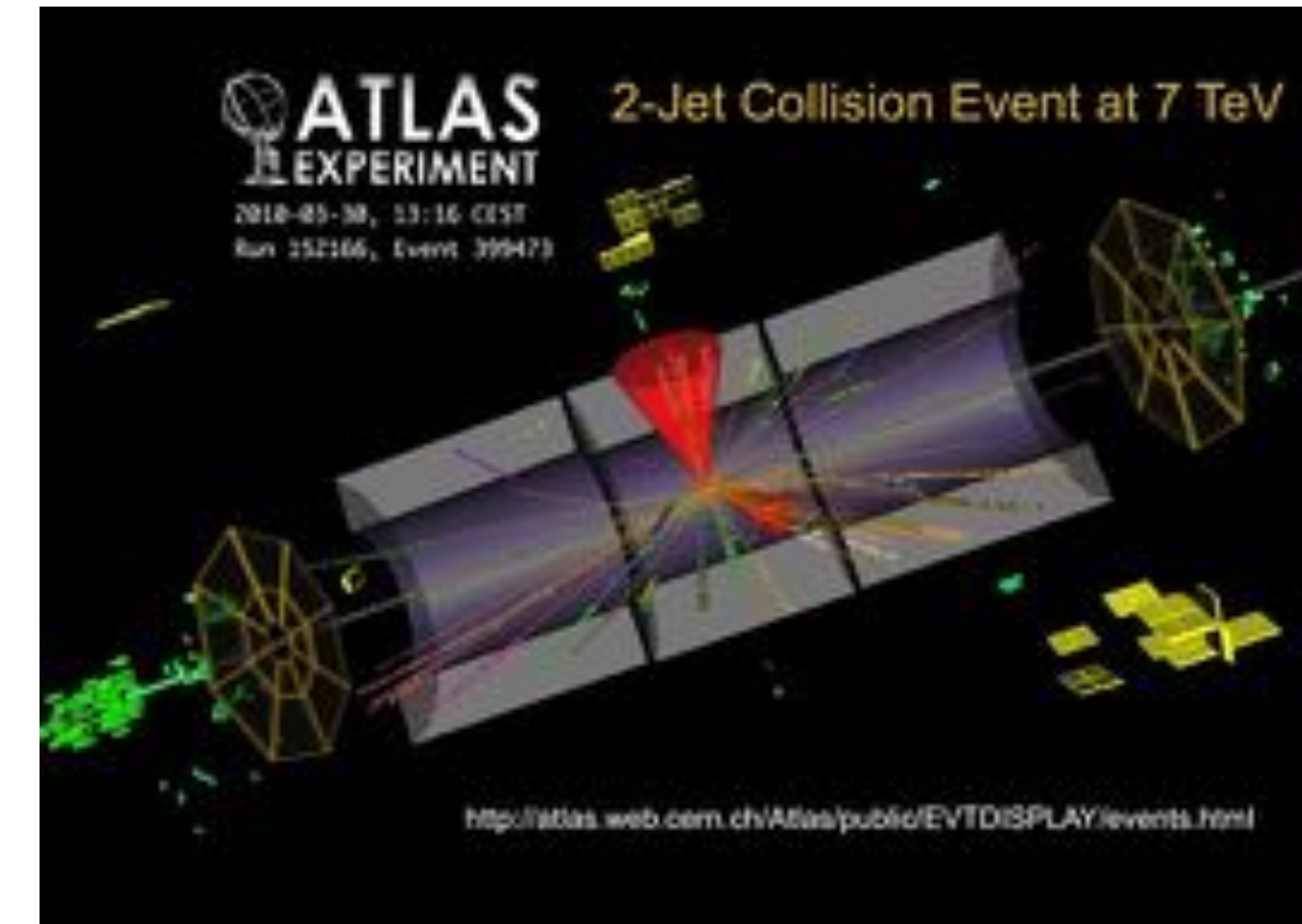
# Ce qu'on voit en temps réel





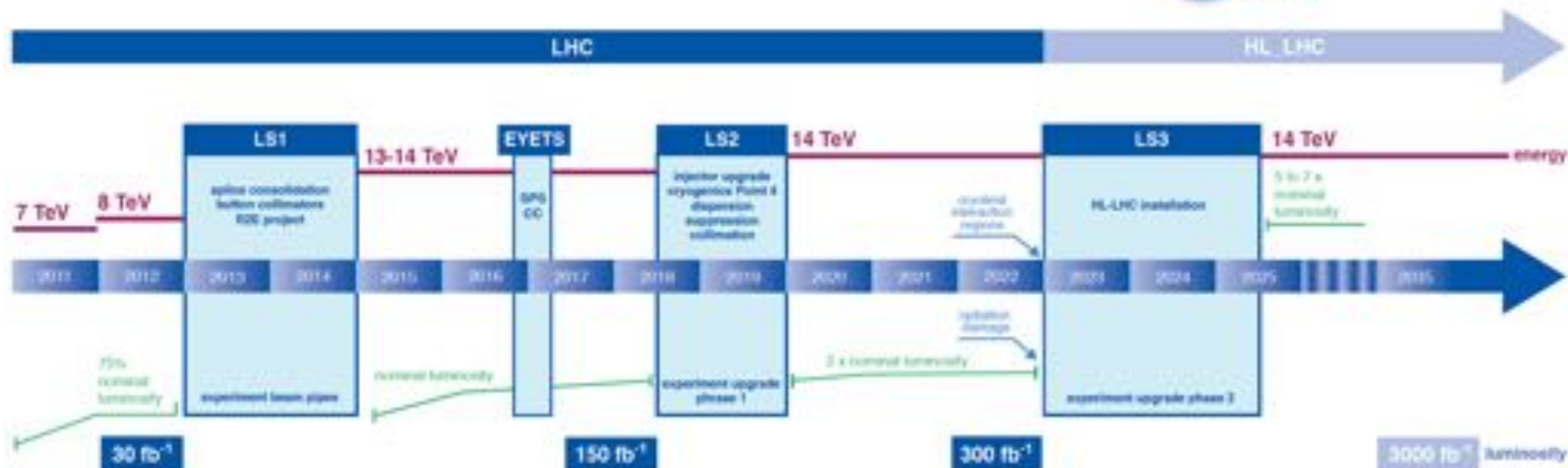
# Vers l'analyse des données

- 1) Reconstruction des données brutes
  - Tensions (volt) → énergies (électron-volt)
  - Prise en compte des constantes de calibration
- 2) Identification des objets
  - Propriétés (interactions) connues
- 3) Analyse des événements reconstruits
  - sélection des événements intéressants
  - Représentation des quantités intéressantes





## LHC / HL-LHC Plan



Run 1  
1 Po de données générées  
à la seconde

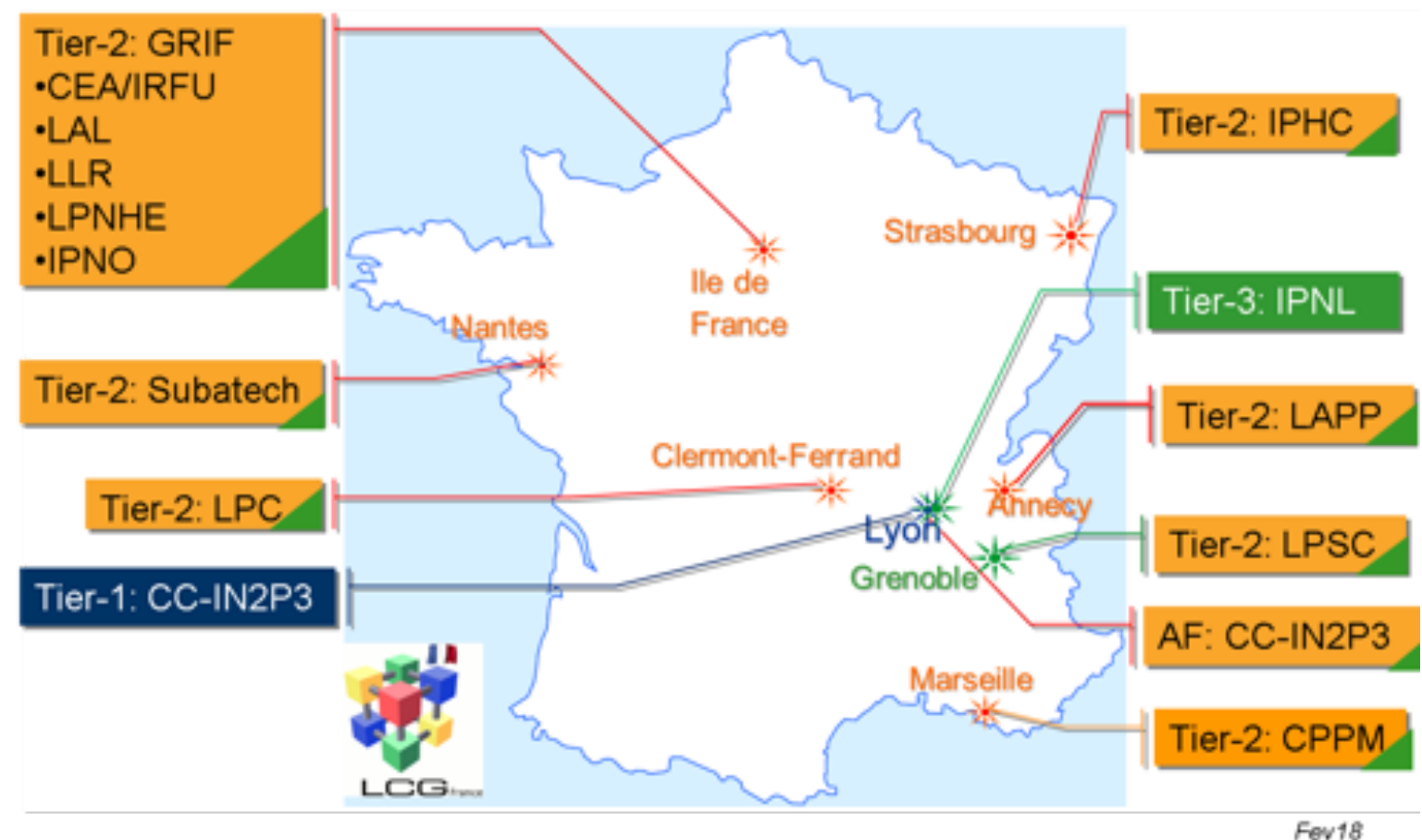
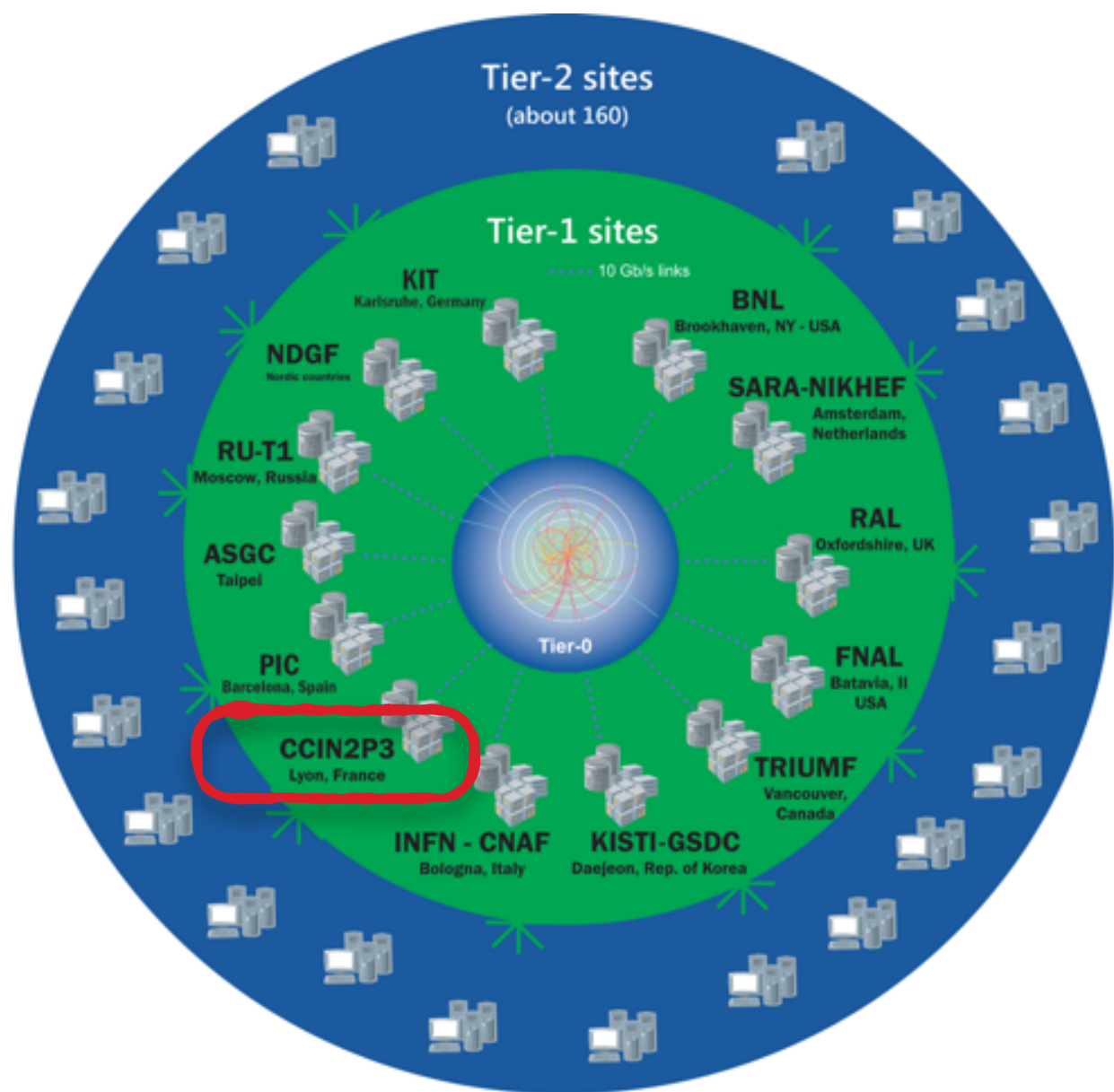
level-1 trigger : 1 sur 10 000  
high-level trigger : 1% des  
événements gardés

**Soit ~15 Po par an (Run 1)**

**Run 2 : > 30 Po / an**

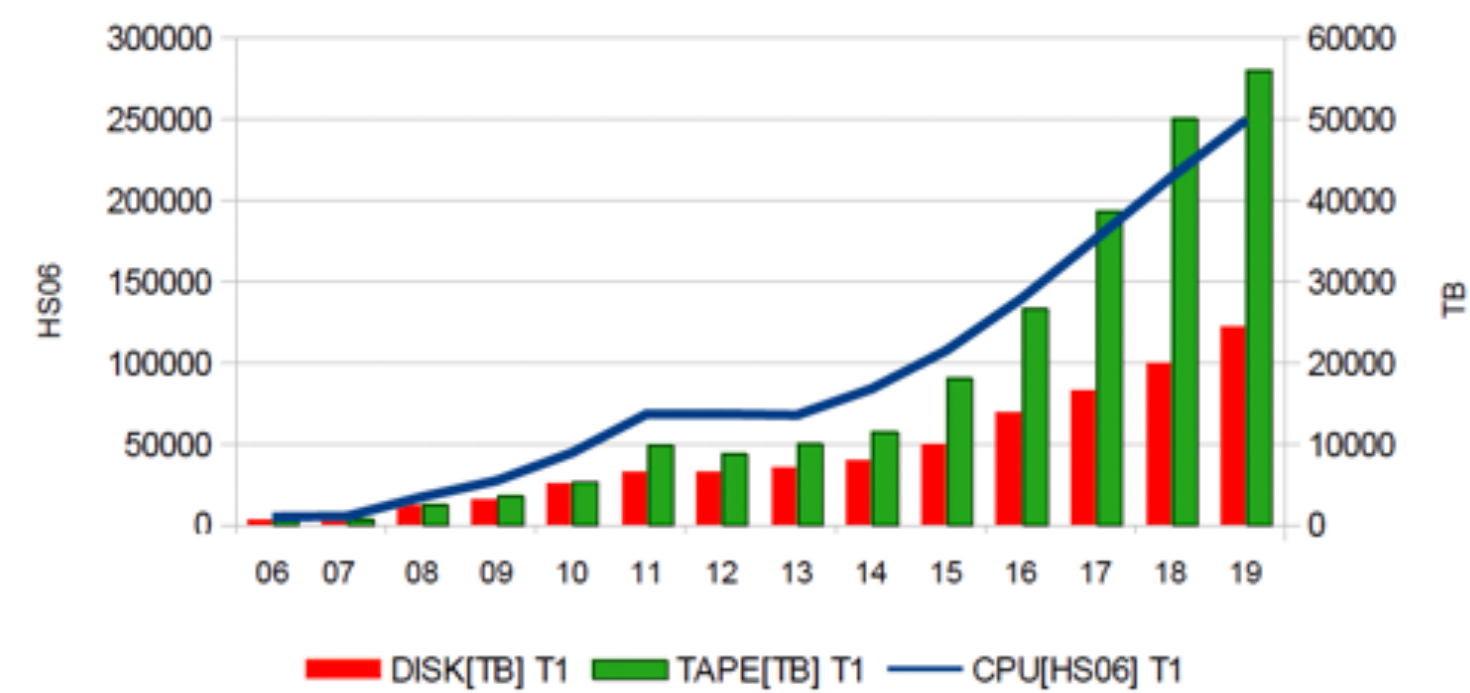


# Grille de calcul à l'échelle mondiale WLCG et française LCG-France

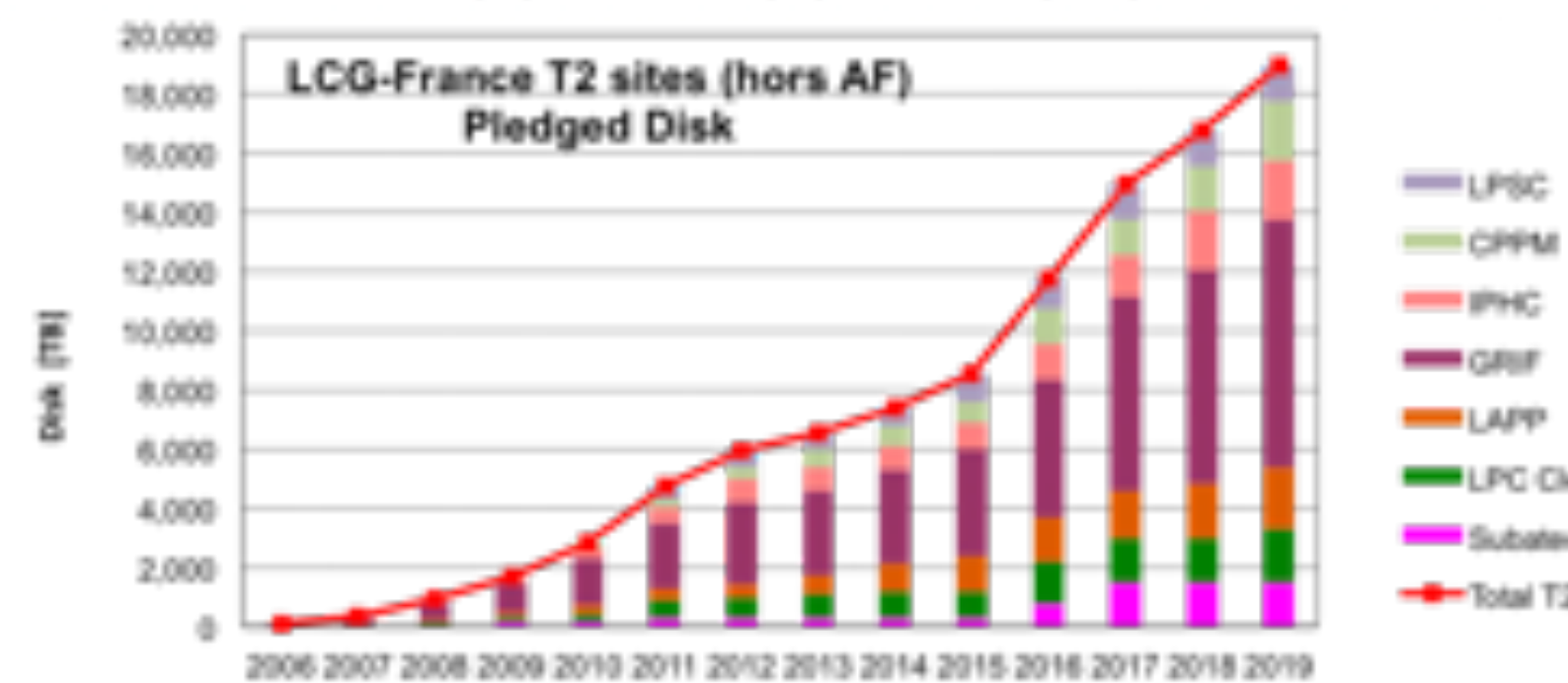
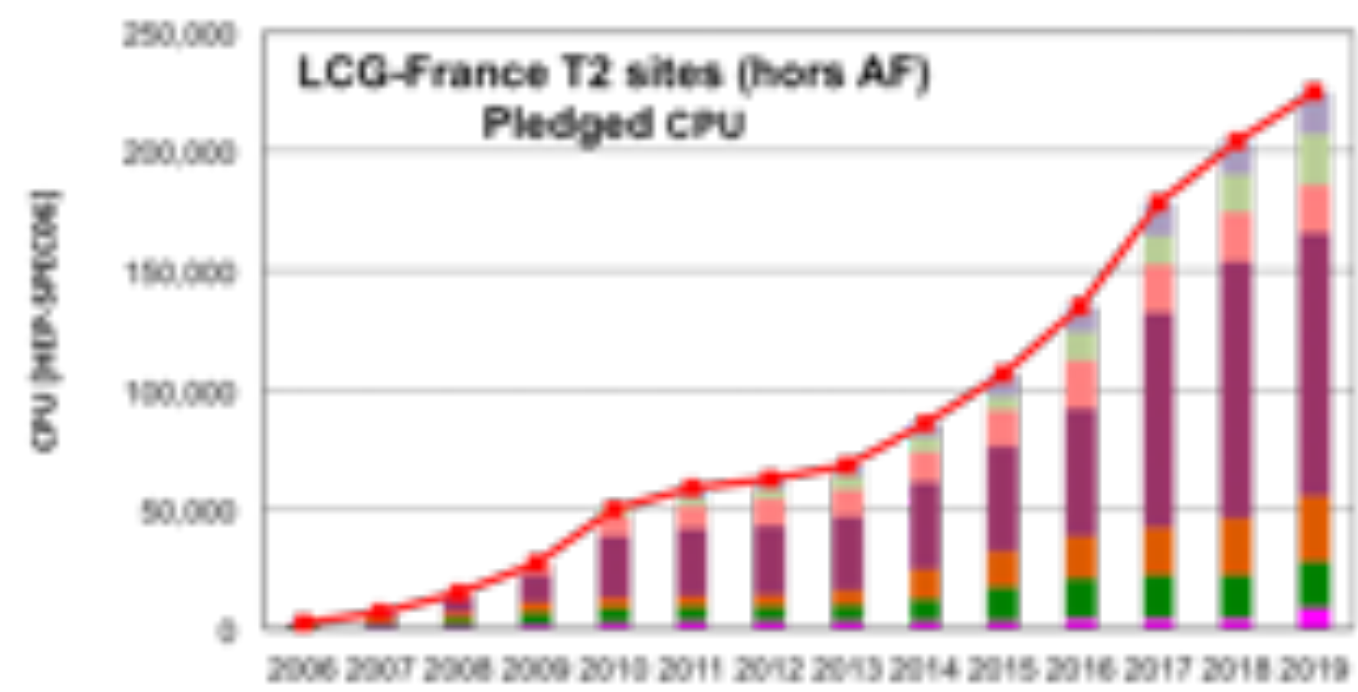
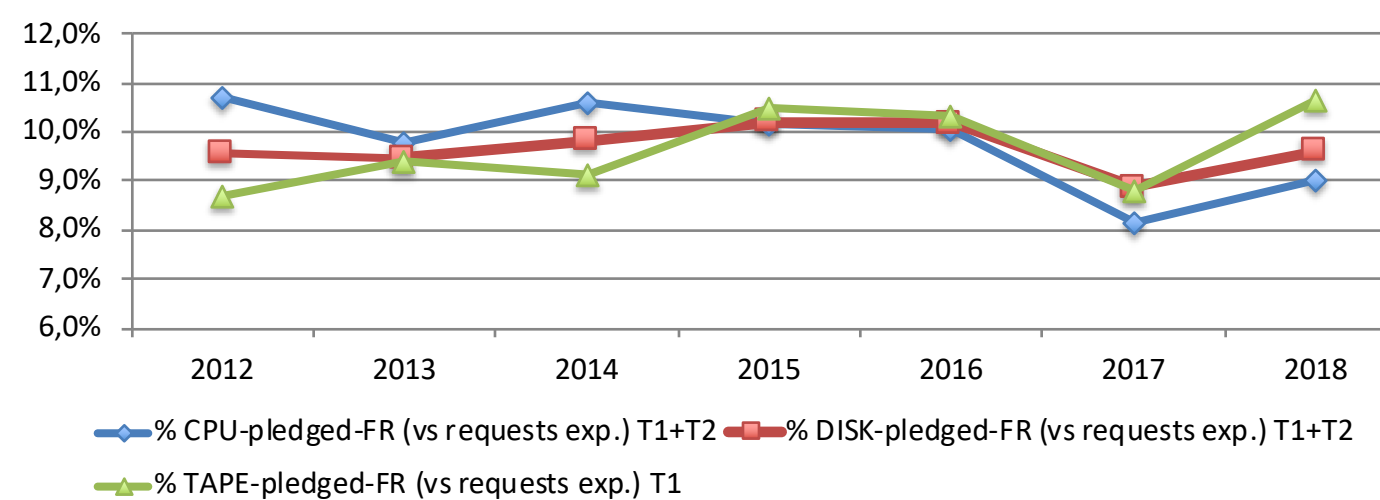


Objectif : fournir 10 % des ressources mondiales du calcul pour le LHC

Tier 1 CC : All VO Resource



Part Française pléguée vis-à-vis des requêtes des expériences (all VO)







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

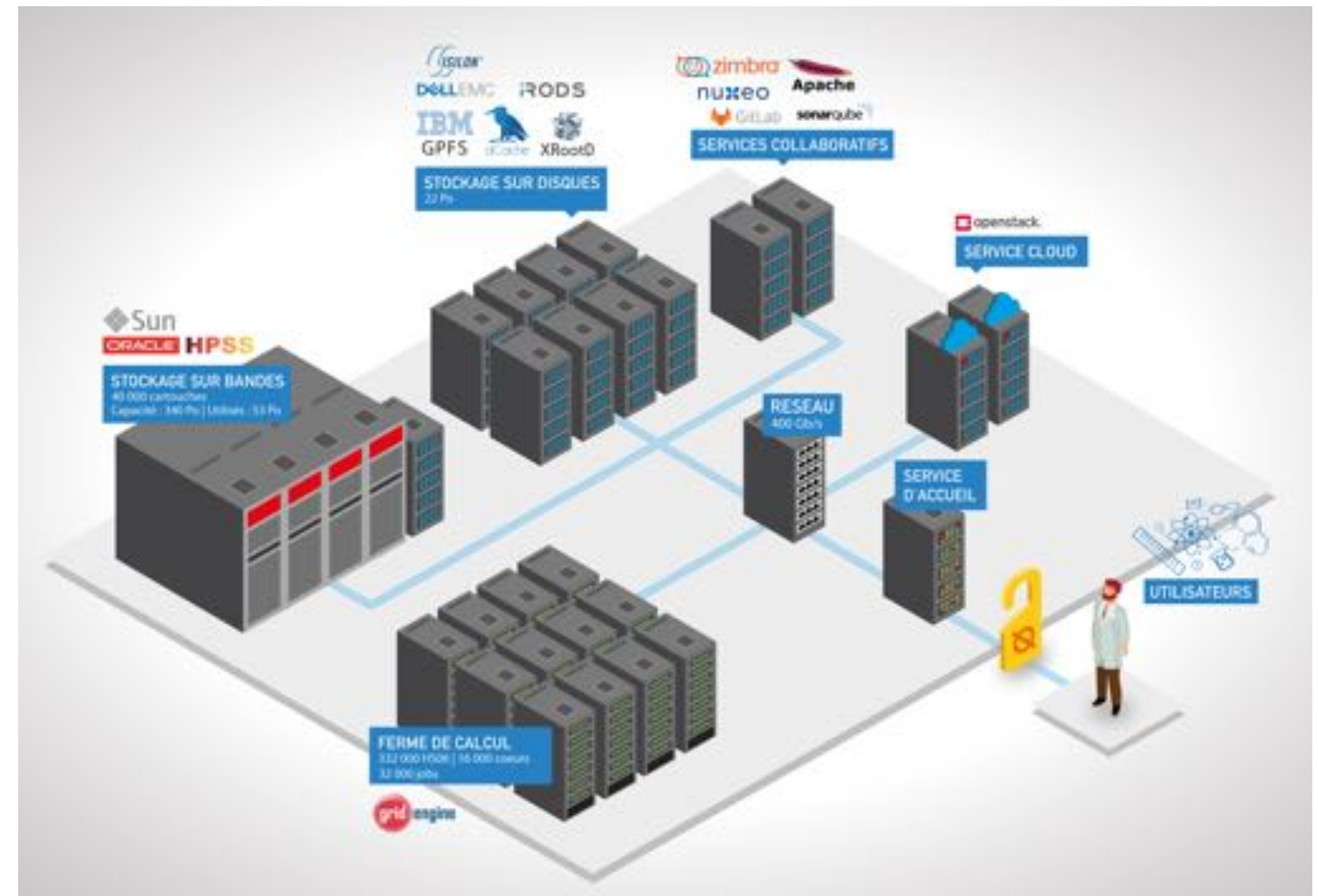
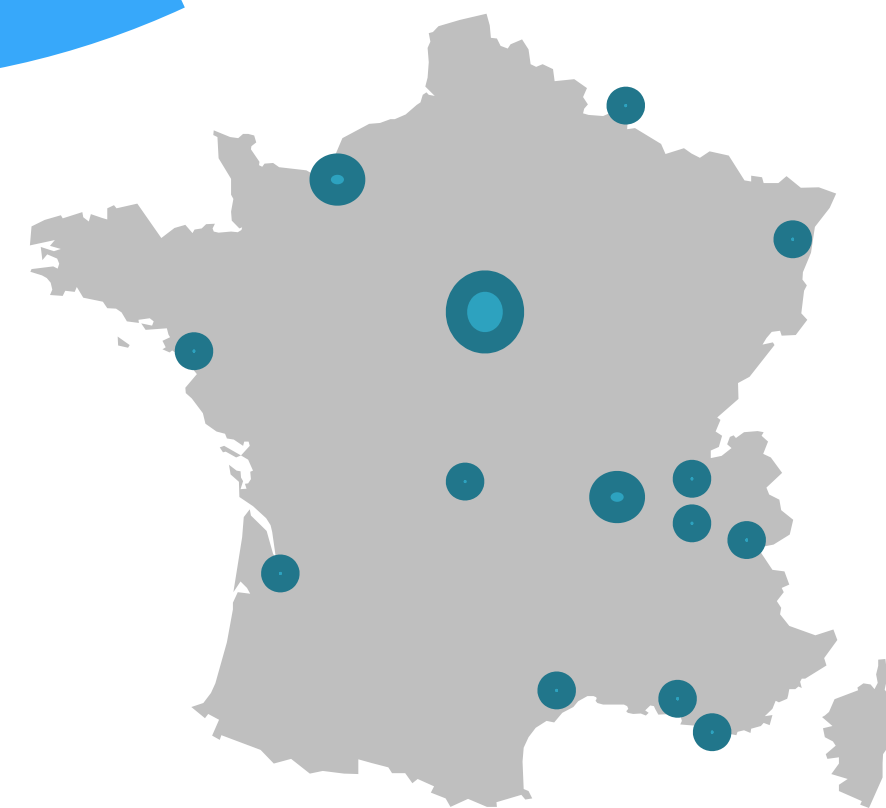
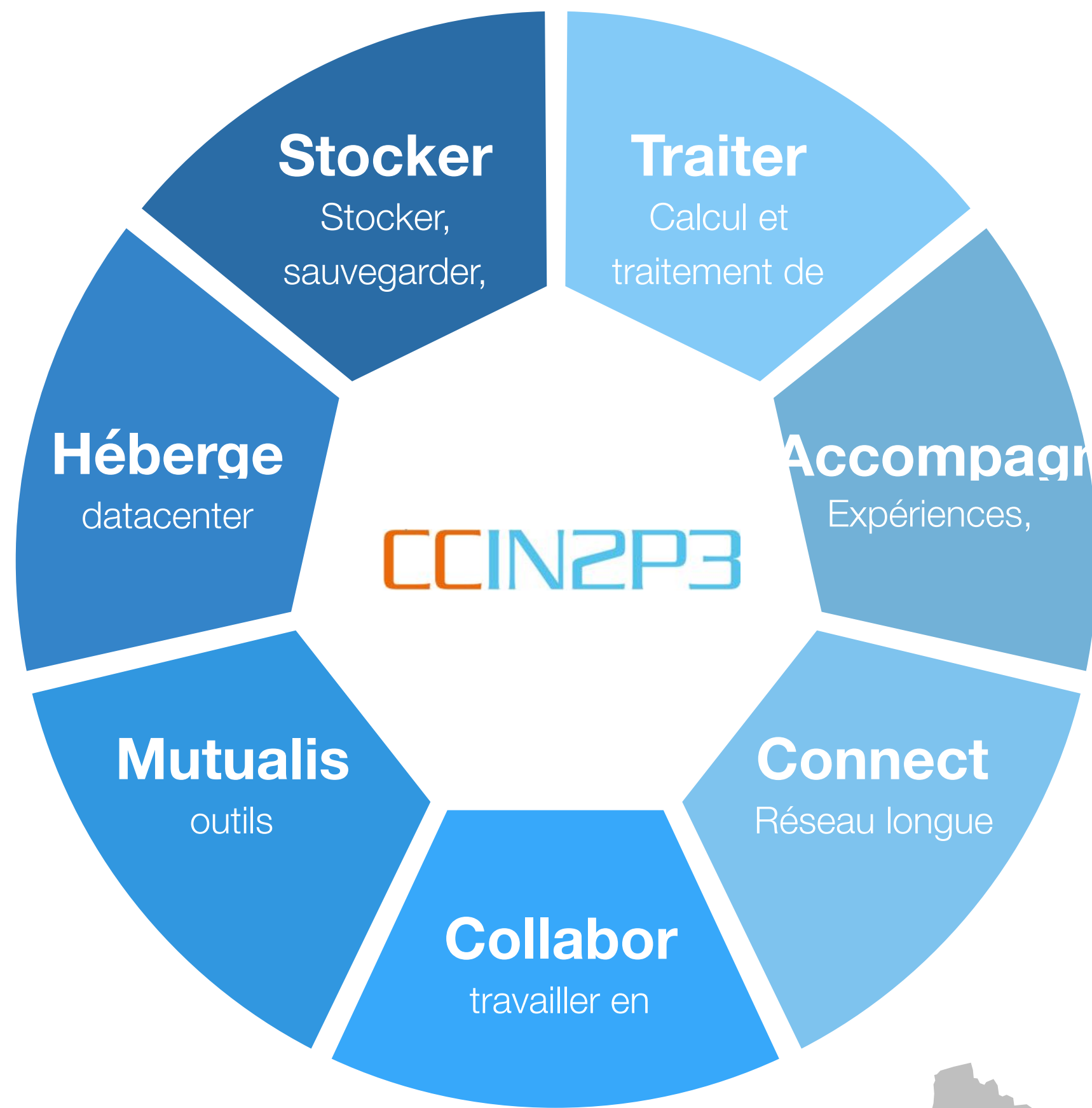
2 salles informatiques de 850 m<sup>2</sup>



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

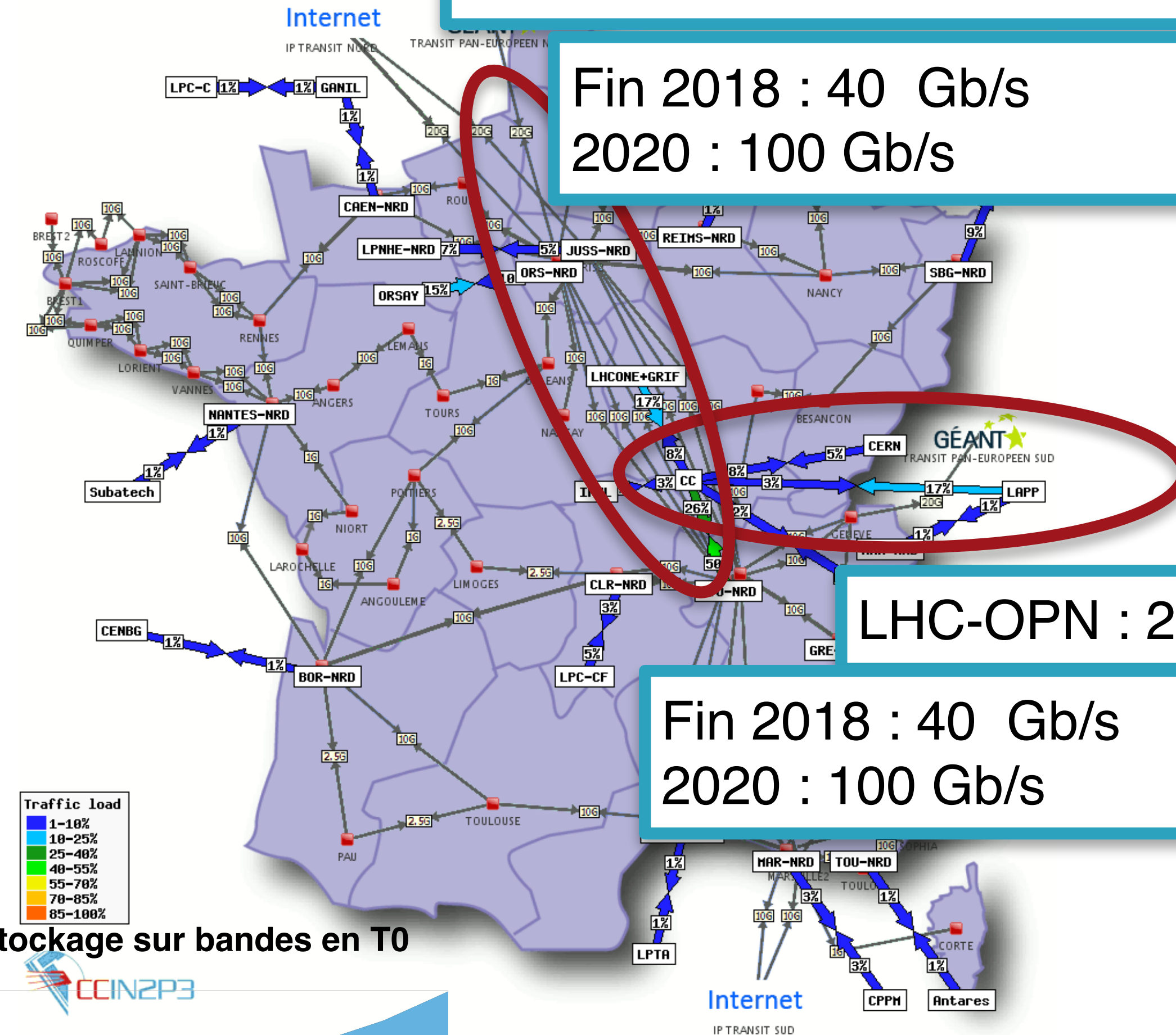
## Bandes

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

## Sauvegarde (TSM) :

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

Last update on Wed Sep 2 16:43:15 2015 UTC



LHC-ONE : 30 Gb/s

Fin 2018 : 40 Gb/s  
2020 : 100 Gb/s

LHC-OPN : 20 Gb/s

Fin 2018 : 40 Gb/s  
2020 : 100 Gb/s

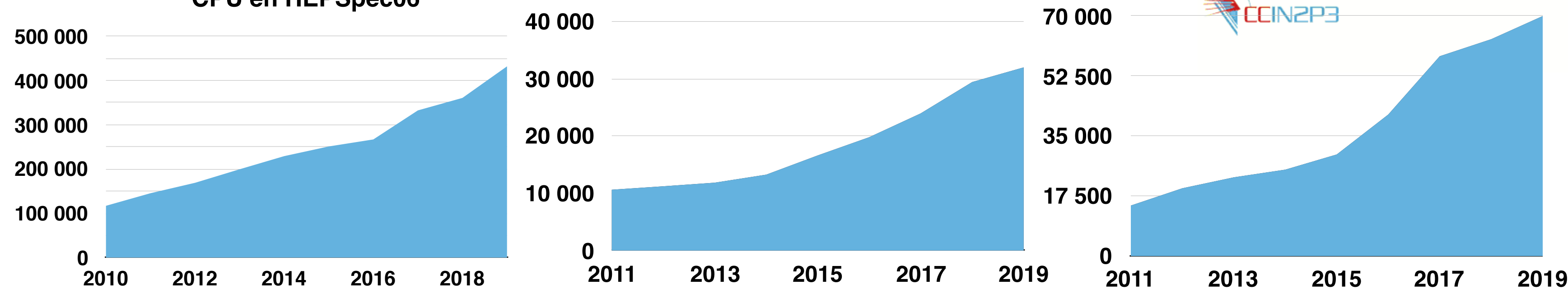
GEANT+autres : 20 Gb/s

2020 : 40 Gb/s

CPU en HEPSpec06

Disque en To

Stockage sur bandes en T0







## Hardware

### Direct Attached Storage servers (DAS):

- Serveurs DELL (R720xd + MD1200)
- ~ **240** serveurs
- Capacity: **21 PB**

### Disk attached via SAS:

- Dell servers ( R620 + MD3260)
- Capacity: **2.9 PB**

NAS: **500 TB**.

### Storage Area Network disk arrays (SAN):

- IBM V7000 and DCS3700, Hitachi HUS 130.
- Capacity: **240 TB**

## Software

Parallel File System: GPFS (**2.9 PB**)

File servers: xrootd, dCache (**20 PB**)

- Used for High Energy Physics (LHC etc...)

Mass Storage System: HPSS (**1 PB**)

- Used as a disk cache in front of the tapes.

Middlewares: SRM, iRODS (**1.5 PB**)<

Stockage Cloud: Ceph

Databases: mySQL, PostGres, Oracle, MongoDB (**57 TB**)



# Stockage au CC-IN2P3: bandes (60 PB)



4 Oracle/STK SL8500 librairies:

- **40,000** slots (T10K, LTO4, LTO6)
- Max capacity: **320 PB** (with T10KD tapes)
- **66** tape drives

1 IBM TS3500 library:

- **3500** slots (LTO6)

Mass Storage System: HPSS

- **60 PB**
- Max traffic (from HPSS): **100 TB / day**
- Interfaced with our disk services

Backup service: TSM (**2 PB**)





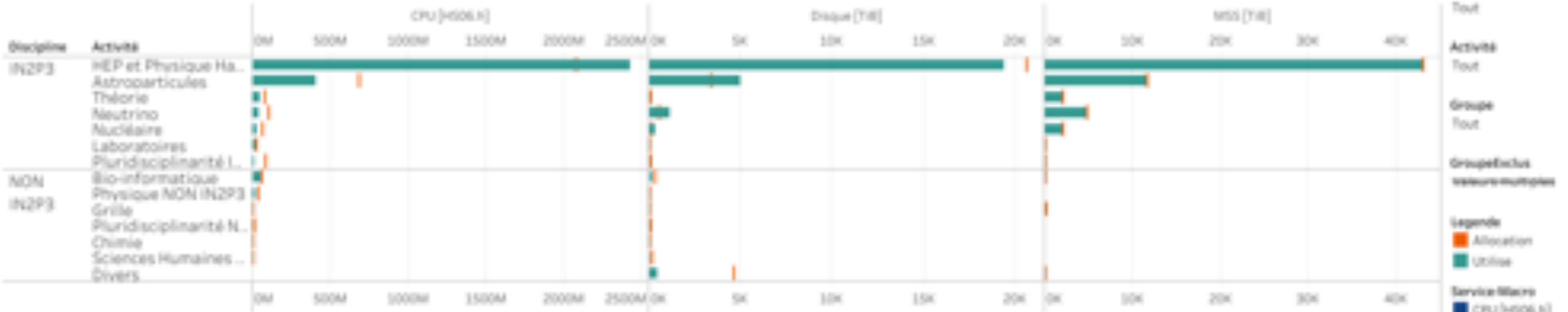
# Utilisateurs : répartition et consommation 2018



## CC-IN2P3 Usage

Année de DATE  
2018

### Usage en valeur pour 2018



### Usage en % pour 2018

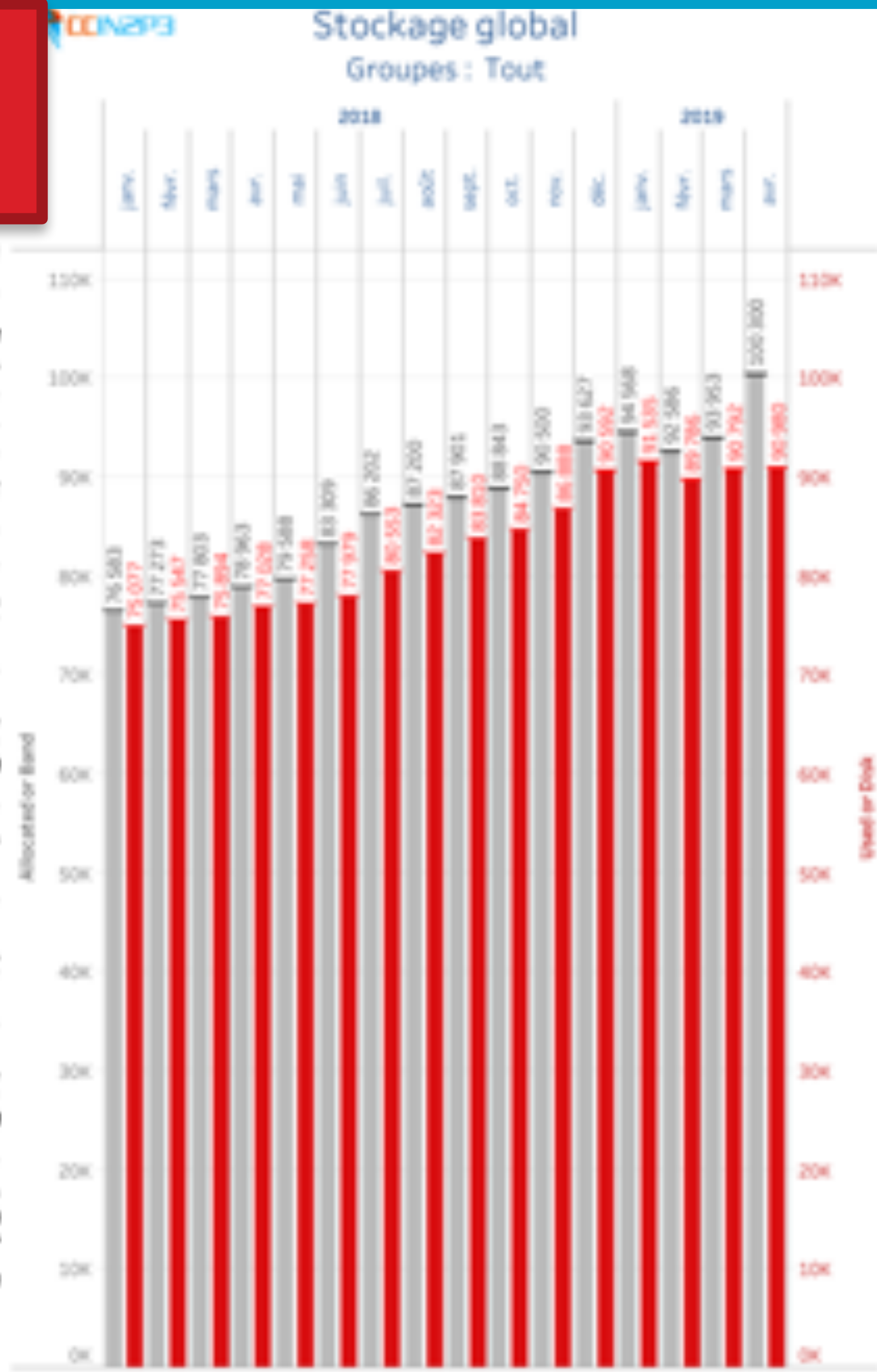
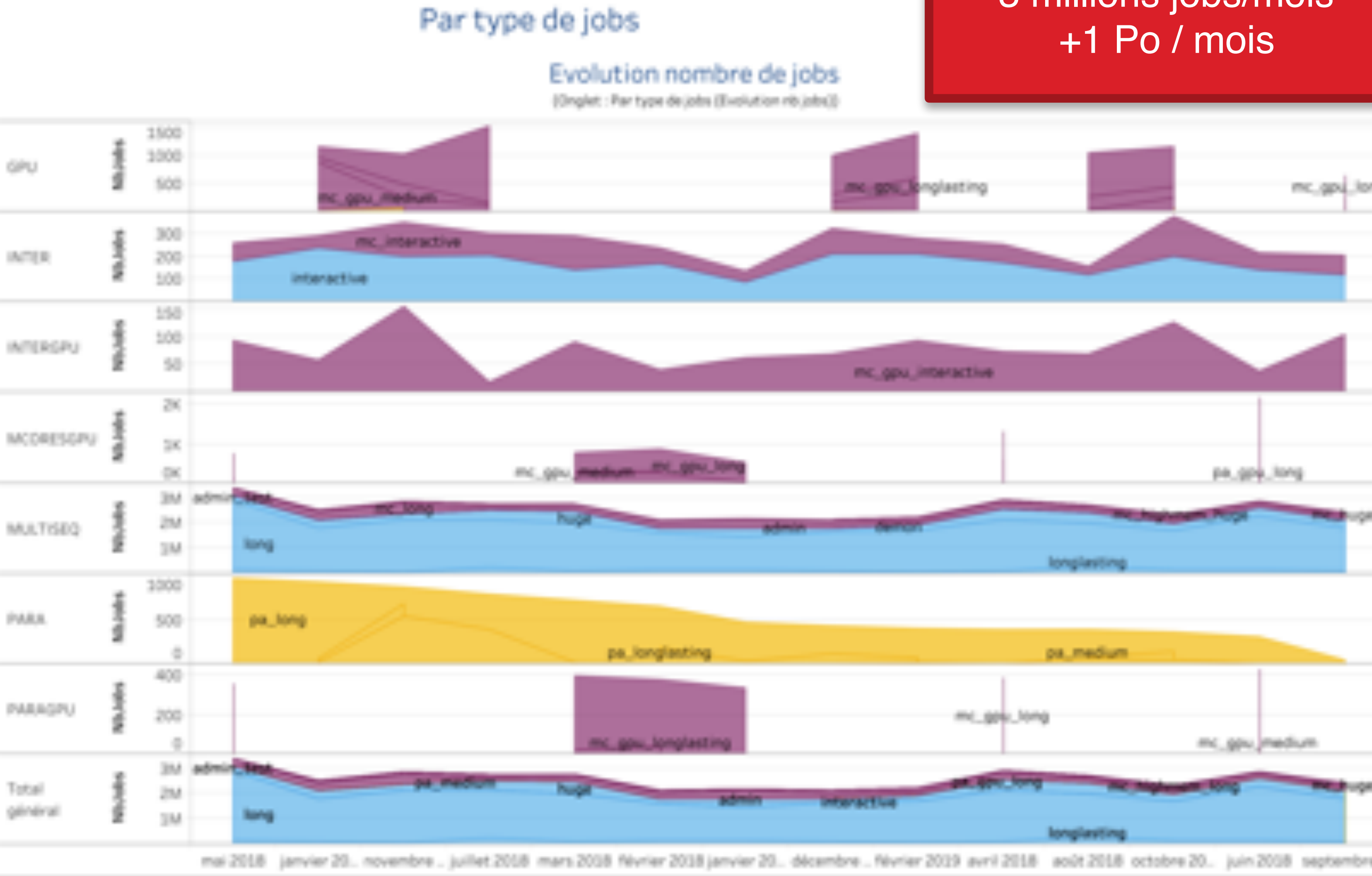


**Note:**  
L'allocation CPU = la valeur arbitraire des demandes utilisateurs  
L'utilisation CPU = le temps de résidence normalisé  
L'allocation Disque = l'allocation des services de stockage (cf. cache, hpa-disque, iRODS, samper et anodé)  
L'utilisation Disque = l'utilisation de l'ensemble des services de stockage



# Utilisation des fermes et du stockage

3 millions jobs/mois  
+1 Po / mois



@interactgpu  
 @interactgpu  
 @interactgpu  
 @interactgpu

**Jobs Type**  
 Multicores  
 Parallel  
 Sequential

**Jobs Type**  
 Multicores  
 Parallel  
 Sequential

Multicores = jobs qui calculent sur une queue dont le nom commence par "mc."  
 Parallel = jobs qui calculent sur une queue dont le nom commence par "pa."  
 Sequential = jobs qui calculent sur les autres queues



# Une évolution constante

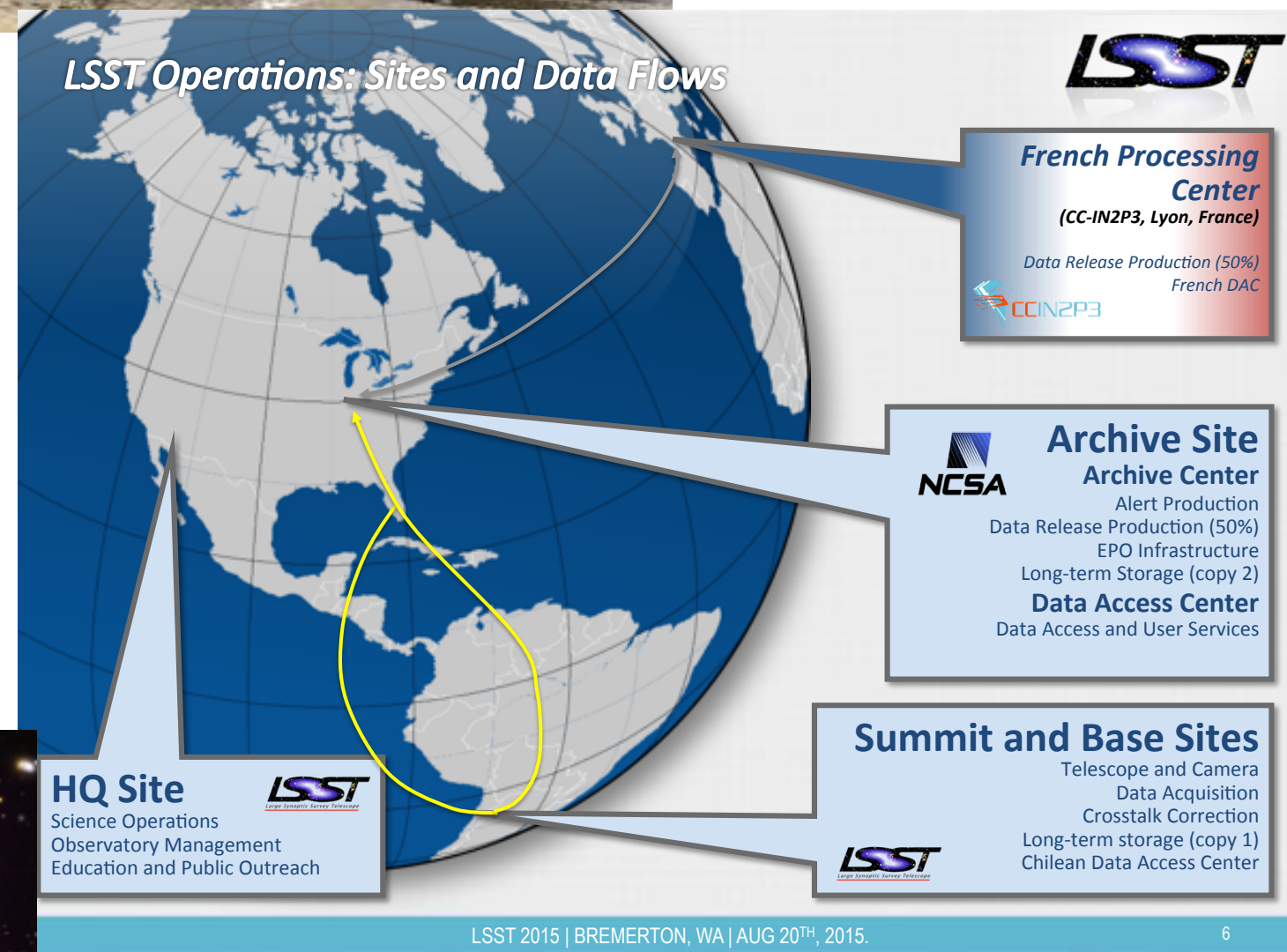
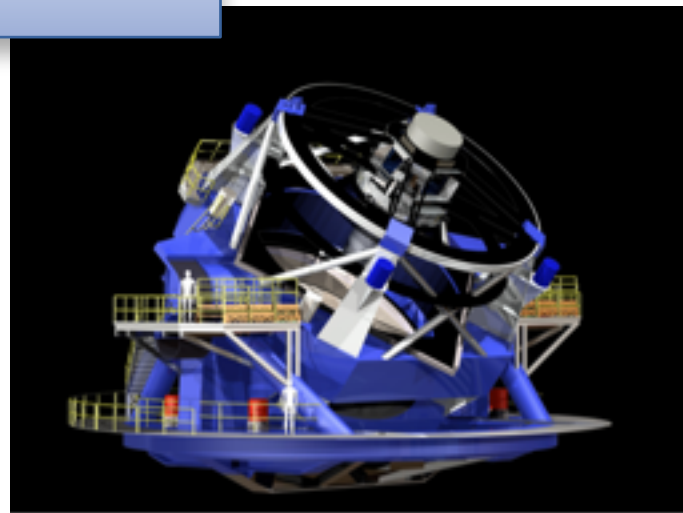


# Estimation des ressources nécessaires en 2030

HL-LHC



LSST



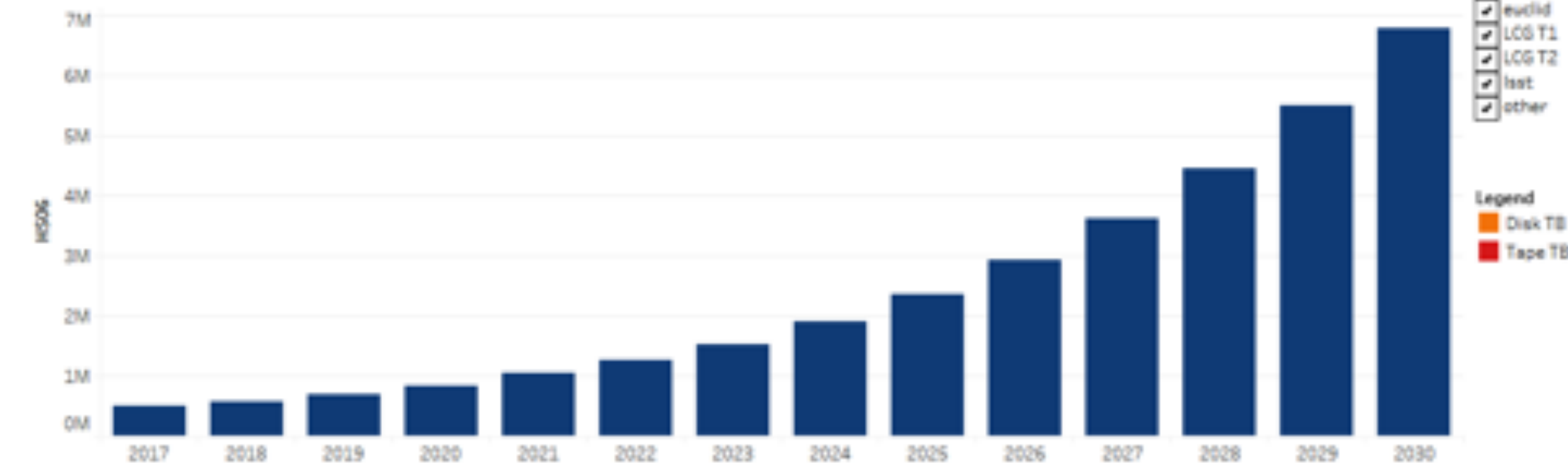
EUCLID



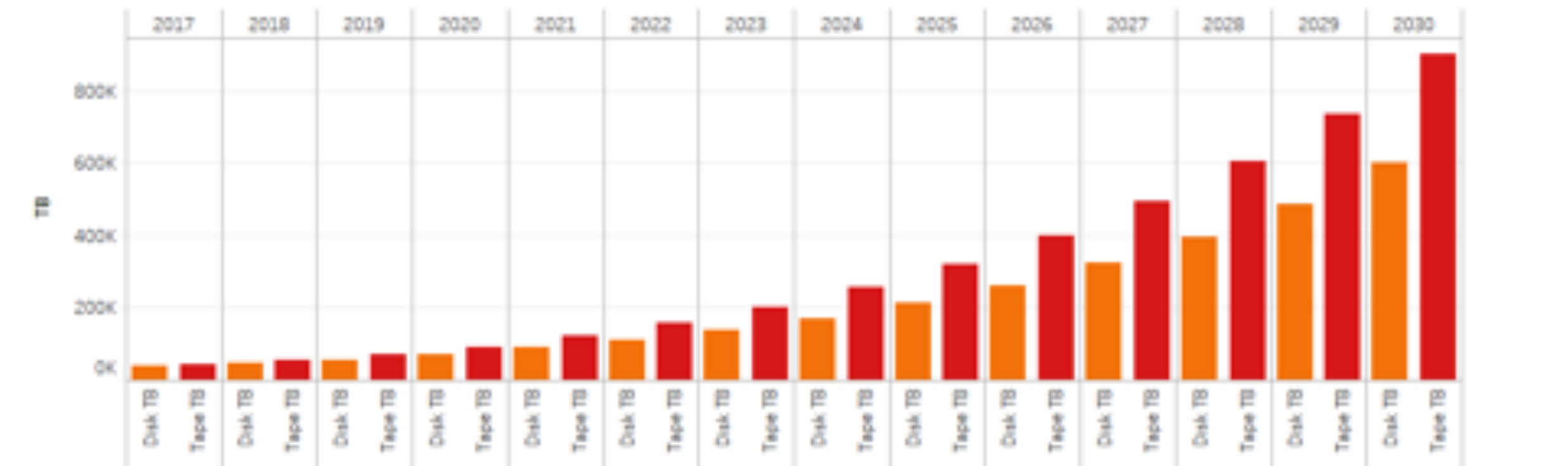
CTA



HS06 Growth



Storage Growth



Croissance cumulée attendue jusqu'à 2030

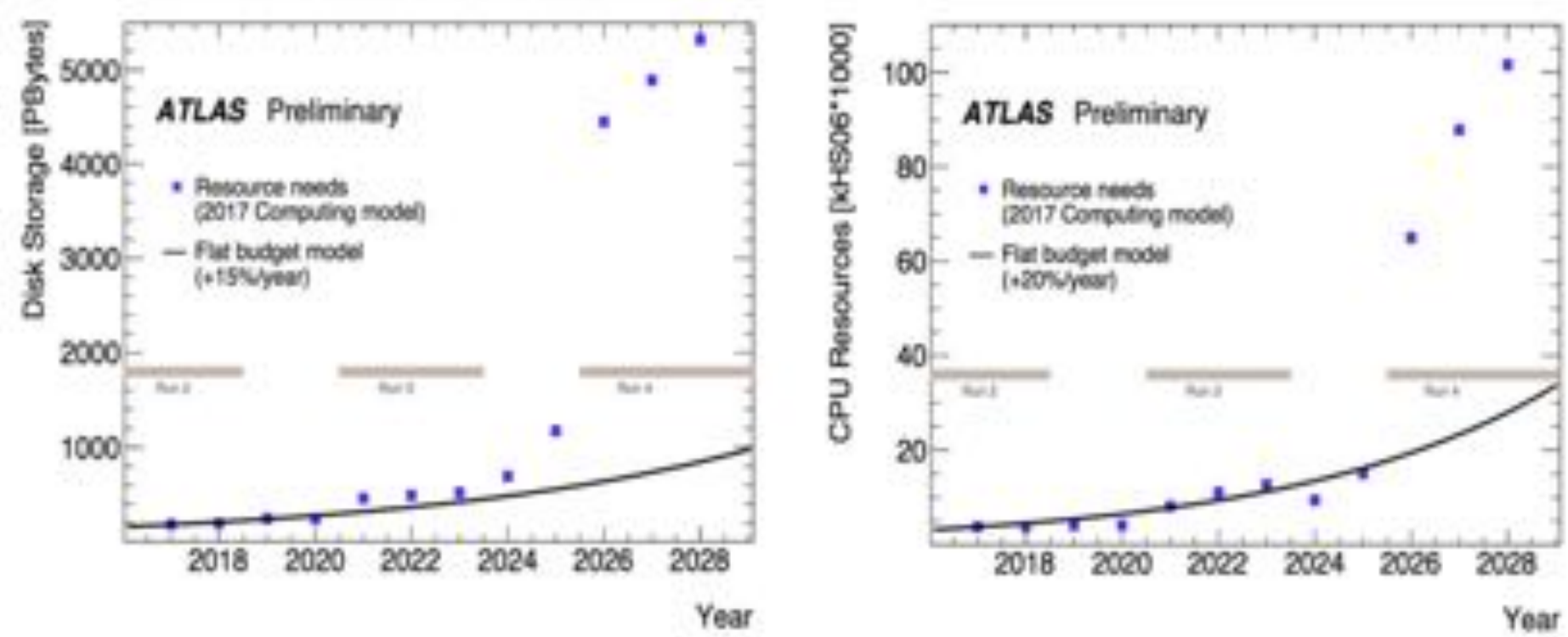


# Changer l'approche ?

## 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).



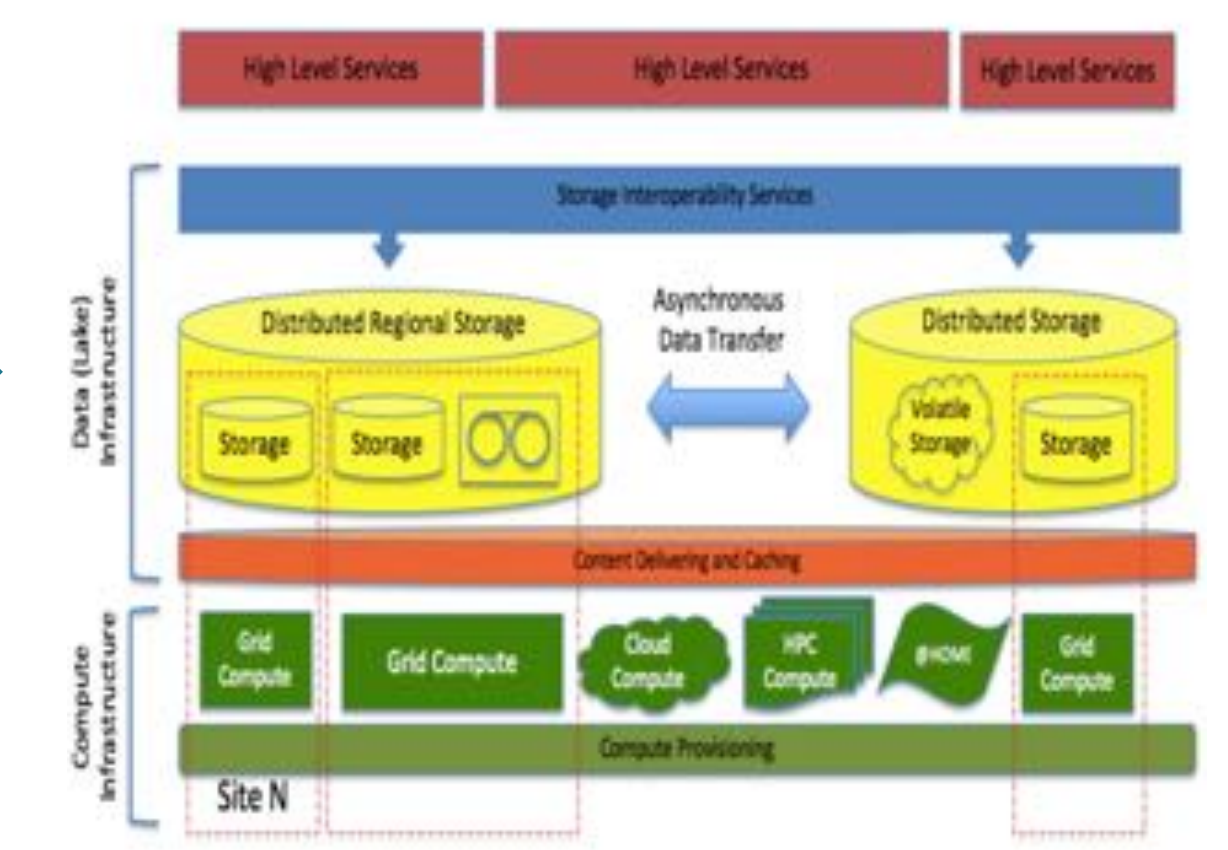
- Projection des besoins en ressources de stockage et calcul pour ATLAS
- Les besoins pour CMS sont similaires.
- Un facteur 3-4 pour le CPU et un facteur ~7-8 pour le stockage

- 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 : Data Organization Management Access evolution

ACTIVITÉS DOMA →



DOMA

J12018 CCIN2P3

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

DOMA

J12018 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

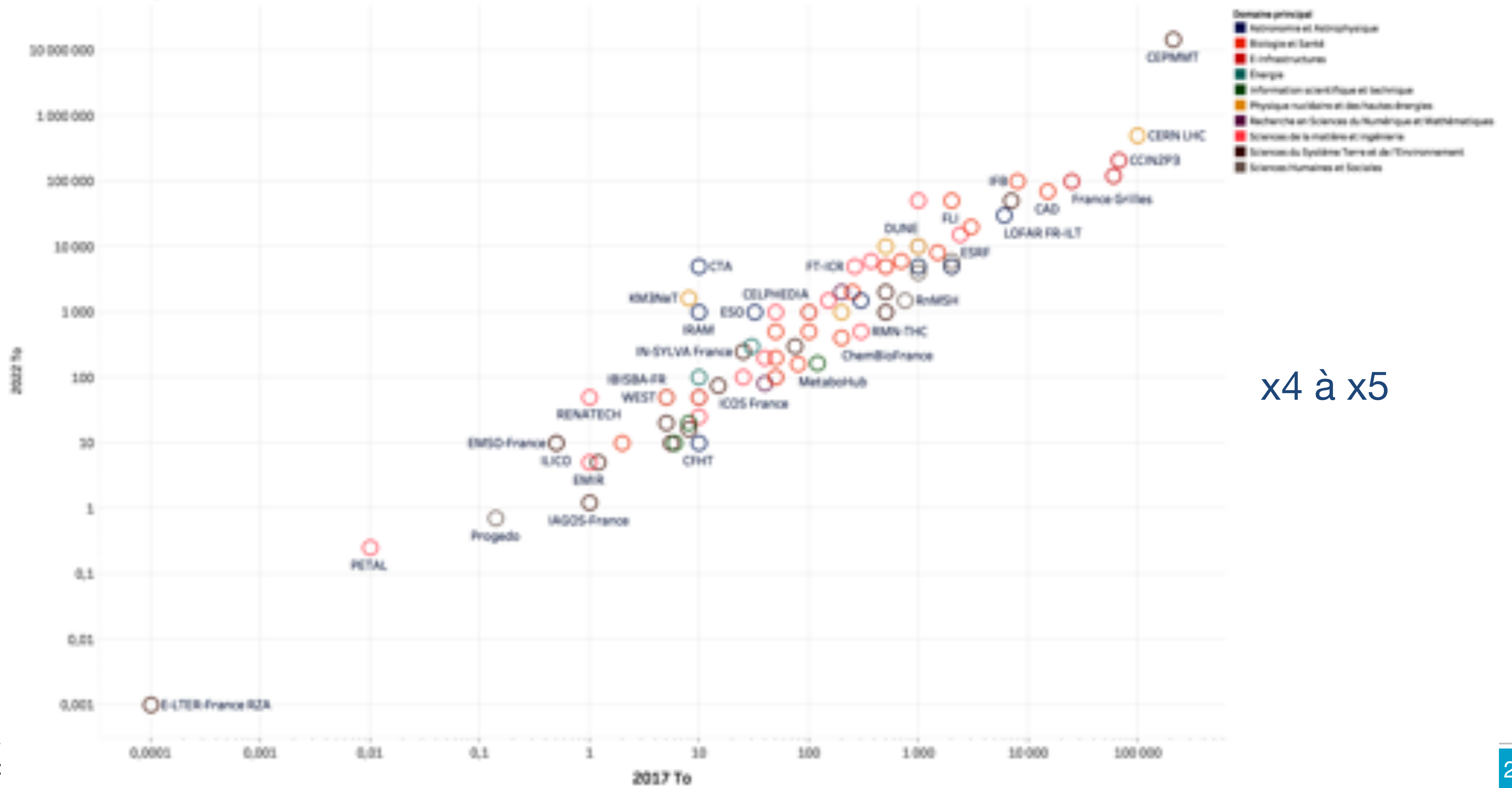
fournir des moyens d'accès de nouvelle génération à l'ensemble des laboratoires de recherche de la région

*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 01/01/2012 et 01/01/2019.



**EOSCpilot**  
The European Open Science  
Cloud for Research Pilot Project





# Questions ?