



Institut national de  
physique nucléaire et de  
physique des particules

# IN2P3

« Reaching for infinities »

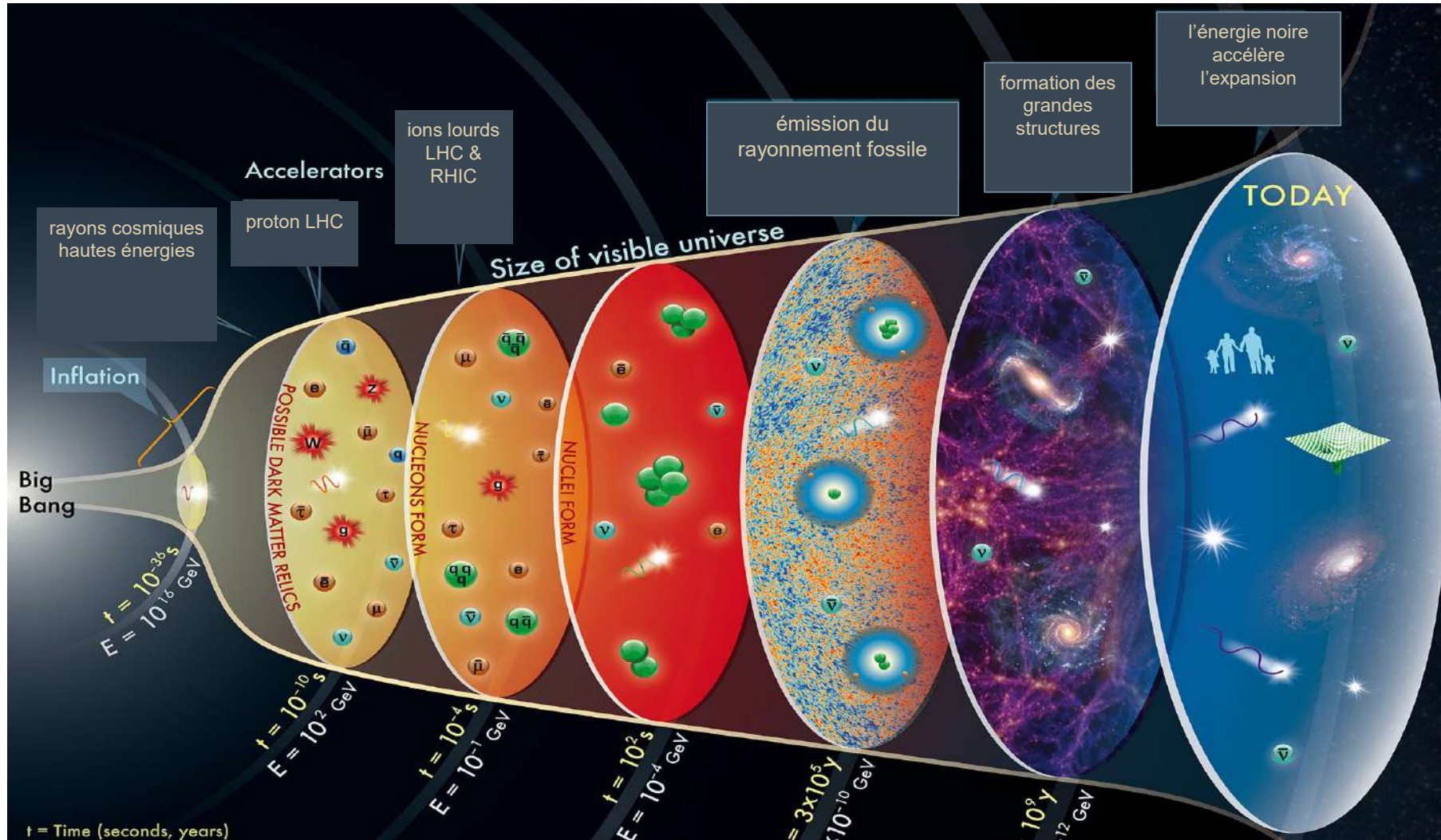
Rodolphe Clédassou – Directeur Technique IN2P3



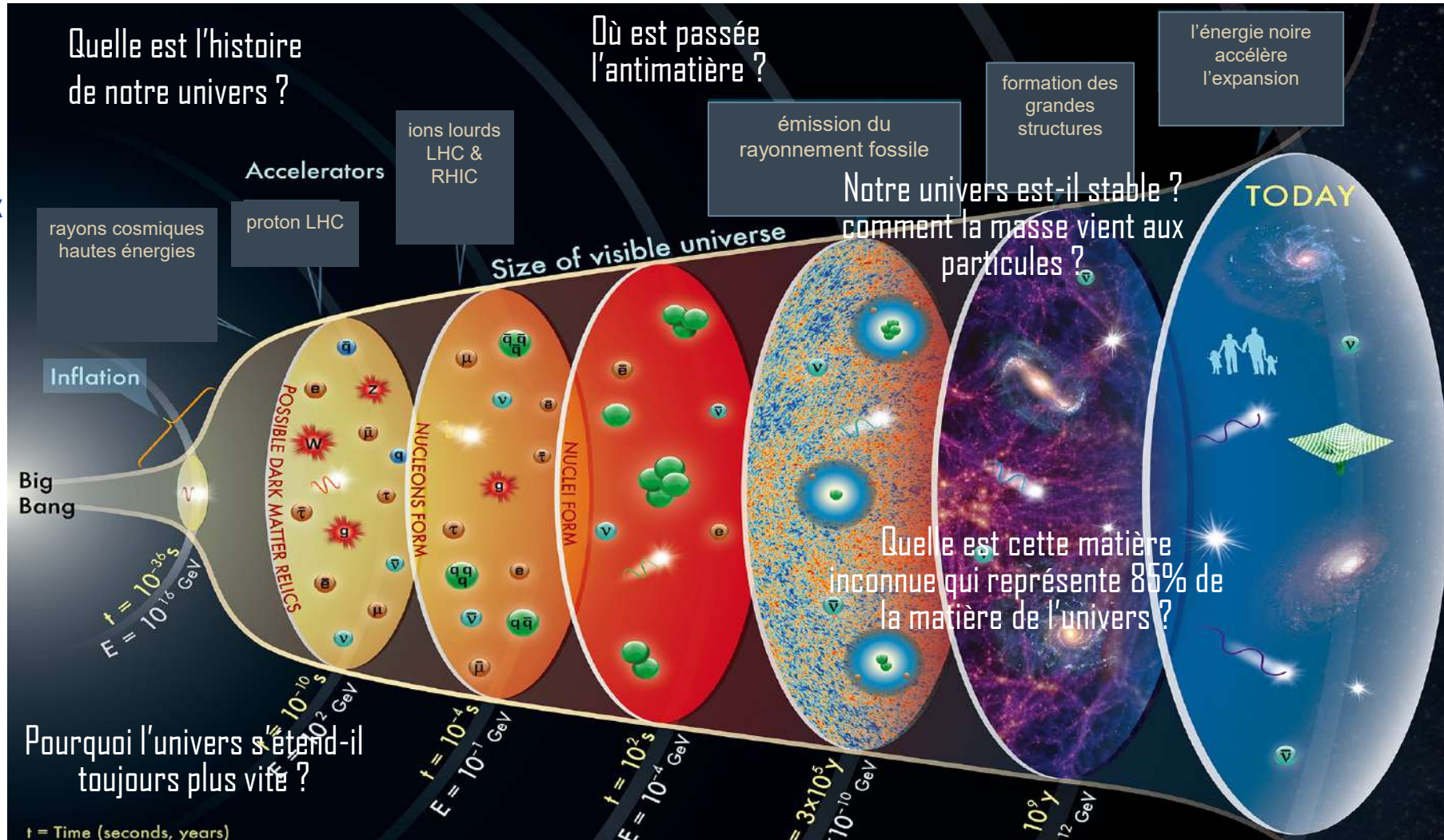
# La physique expérimentale aux deux infinis !



## L'histoire de l'Univers



# La physique expérimentale aux deux infinis

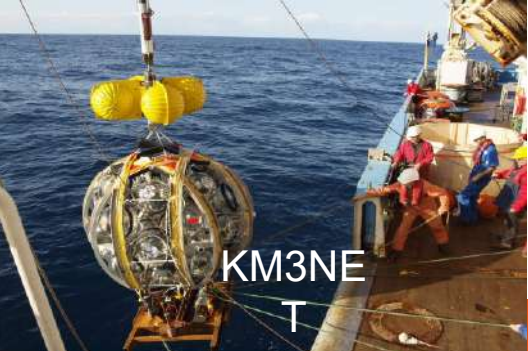
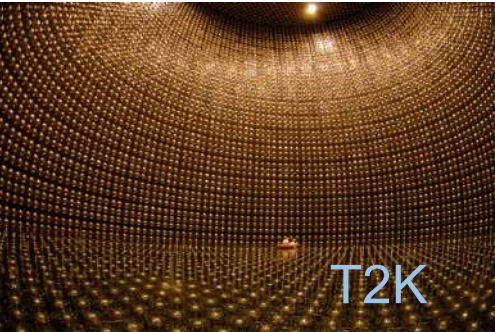
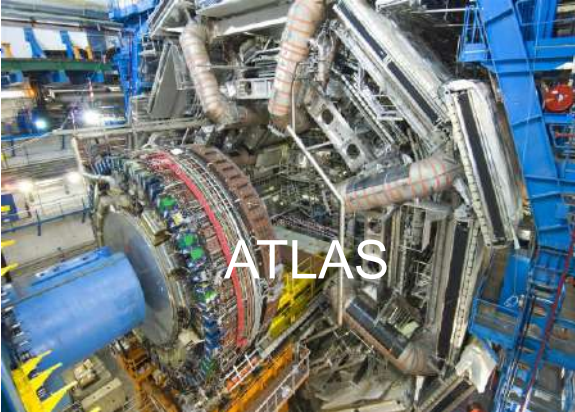
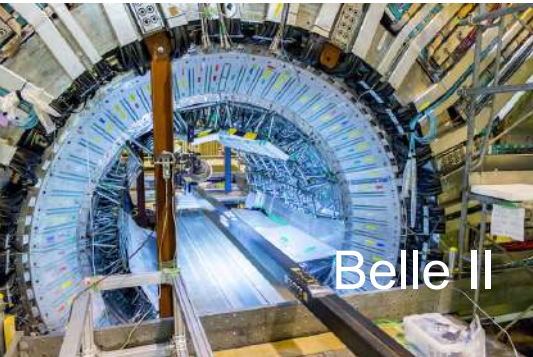


Quelles sont les éléments fondamentaux de la matière ?

Quelles sont les interactions fondamentales ?

Quelles sont les propriétés de la matière nucléaire et son rôle de l'univers ?

# La physique expérimentale aux deux infinis : des expériences hors du commun





Universités

cnrs

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE  
cea

DRF

DEN

IN2P3

GANIL  
laboratoire commun CEA/DRF-CNRS/IN2P3



# Un institut investit de missions nationales



COORDONNER LA RECHERCHE DANS LES DOMAINES  
DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE, DE LA PHYSIQUE DES  
PARTICULES ET DES ASTROPARTICULES

## COORDONNE

des Programmes de Recherche et Participations françaises dans les grandes infrastructures de Recherche

## PILOTE

des Unités de Recherche, le plus souvent en partenariat avec des Universités et/ou Organismes de Recherche

## EXPLORER

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

## LIENS AVEC LA SOCIÉTÉ DÉVELOPPE

des technologies, des applications et recherches interdisciplinaires associées

APPORTER expertises, enseignement et formations

SOCIÉTÉ



## Quelques chiffres ...

25 laboratoires et unités de soutien technique, en partenariat avec des universités\*, une avec le CEA\*\* et une avec l'INFN\*\*\*  
10 plateformes de recherche

30 programmes nationaux de recherche  
50 accords collaboratifs Internationaux de recherche

1000 chercheurs et enseignants-chercheurs, 1500 personnels ingénieurs, techniciens et administratifs  
Environ 300 post-doctorants et 450 étudiants en thèse

80 M€ budget annuel (hors salaires)

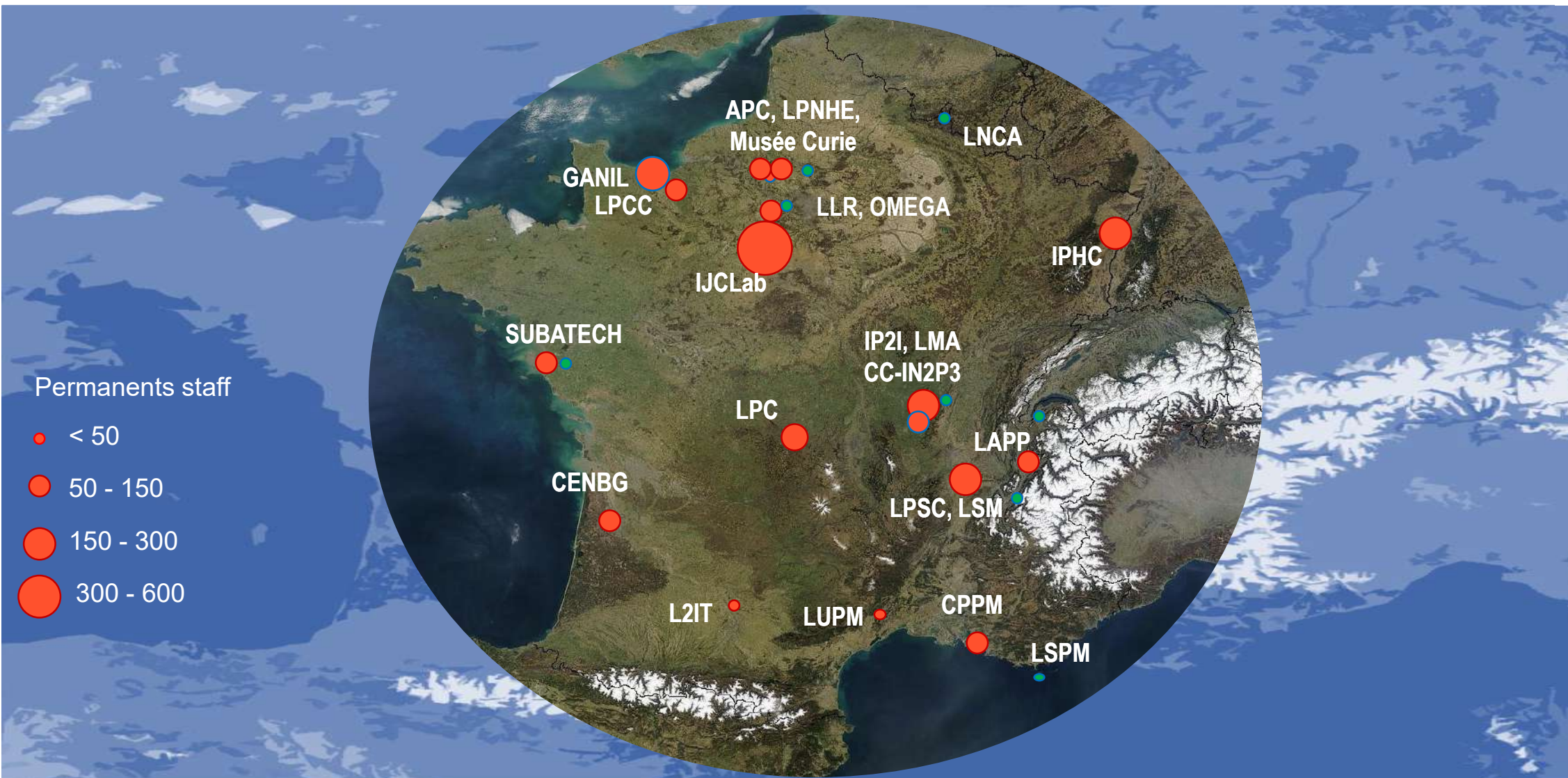
20 M€ très grandes Infrastructures de recherche

\* UC Berkeley et Univ Tokyo

\*\* GANIL

\*\*\* EGO

# L'IN2P3 en France ...





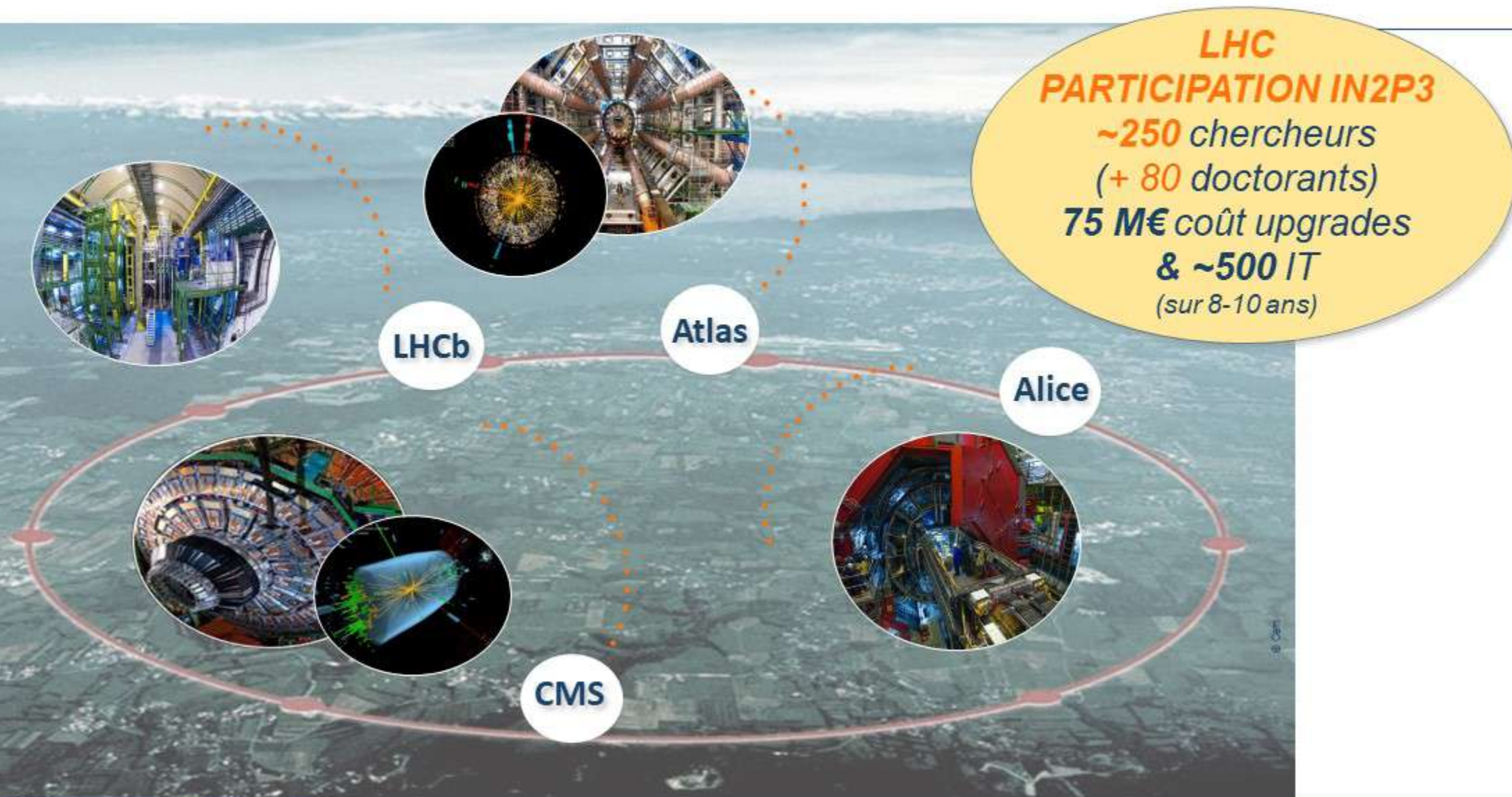
# L'IN2P3 : infrastructures de recherche en France



# L'IN2P3 : infrastructures de recherche en Europe



# Les collaborations LHC au CERN



# L'IN2P3 dans le monde : infrastructures internationales



... et dans l'espace



AMS, FERMI,  
LISA pathfinder,  
**Euclid**  
LISA, LiteBird,  
ATHENA

# 5 domaines de recherche



## Physique des particules & Hadronique

Constituants élémentaires  
Interactions fondamentales

## Physique nucléaire & Applications

Structure de la matière nucléaire, énergie nucléaire et application médicales

## Physique des astroparticules & Cosmologie

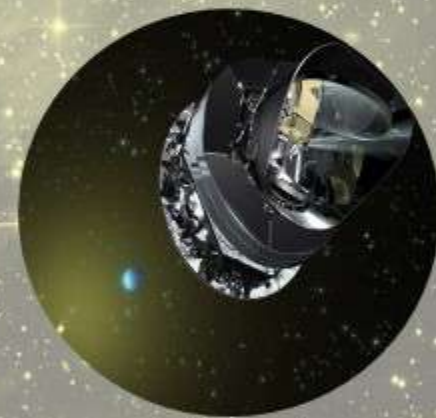
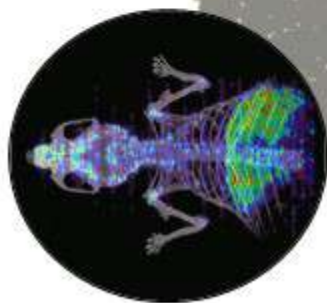
Composition de l'Univers et son évolution

## Accélérateurs & Technologies

Recherche et développement

## Calcul & Données

Science des données et du Calcul



# Prospectives scientifiques – vers 2030 et au-delà !



## Les grands développements à venir ...

### Du LHC au FCC



Organisation Européenne pour la  
Recherche Nucléaire (CERN)

Established in 1954, CERN is a European research organization that operates accelerators dedicated to particle and nuclear physics. It is located near Geneva on the France-Swiss border. With the LHC, CERN became the world leading laboratory for high energy physics, attracting 12,500 international users. French scientists from CNRS, CEA and universities, who represent about 10% of users from the 23 member states, provide key contributions to CERN research programs, whether for physics experiments, technology developments for particle detectors and accelerators or in intensive computing.

### GANIL 2030



Grand Accélérateur National d'Ions  
Lourds (GANIL)

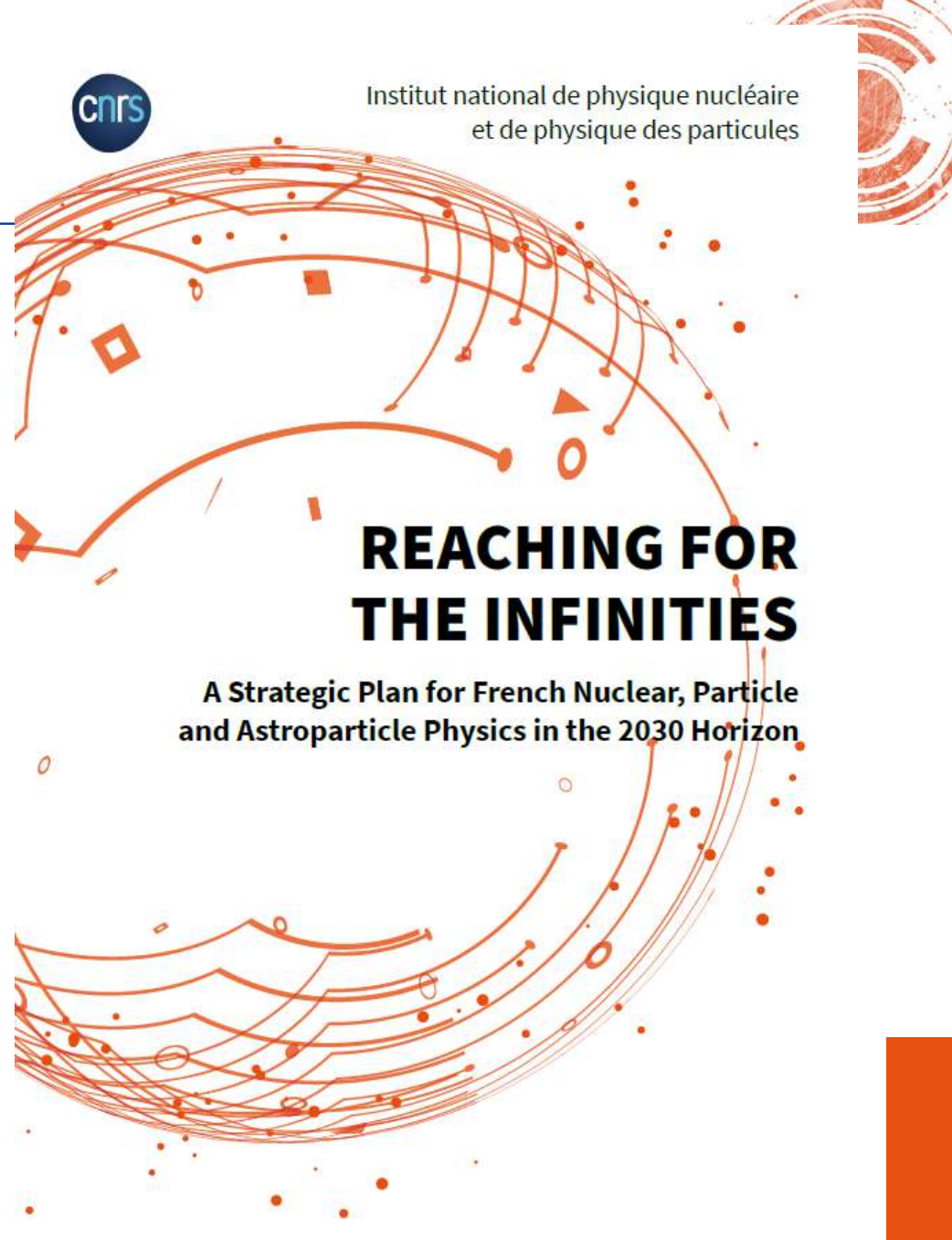
GANIL is a world leading heavy-ion research laboratory for research in nuclear physics, atomic physics, astrophysics and condensed matter physics located in Caen, which offers a wide range of ion beams. GANIL hosts about 600 users, 2/3 of whom come from foreign research organizations. SPIRAL2 is a new facility consisting of a linear ion accelerator which delivered its first beams in 2020 and of 3 new experimental areas currently being set up: NFS, DESIR, and S3. The organizations leading this pluridisciplinary research laboratory are CNRS-IN2P3 and CEA-DRF.

### De VIRGO à Einstein Telescope !



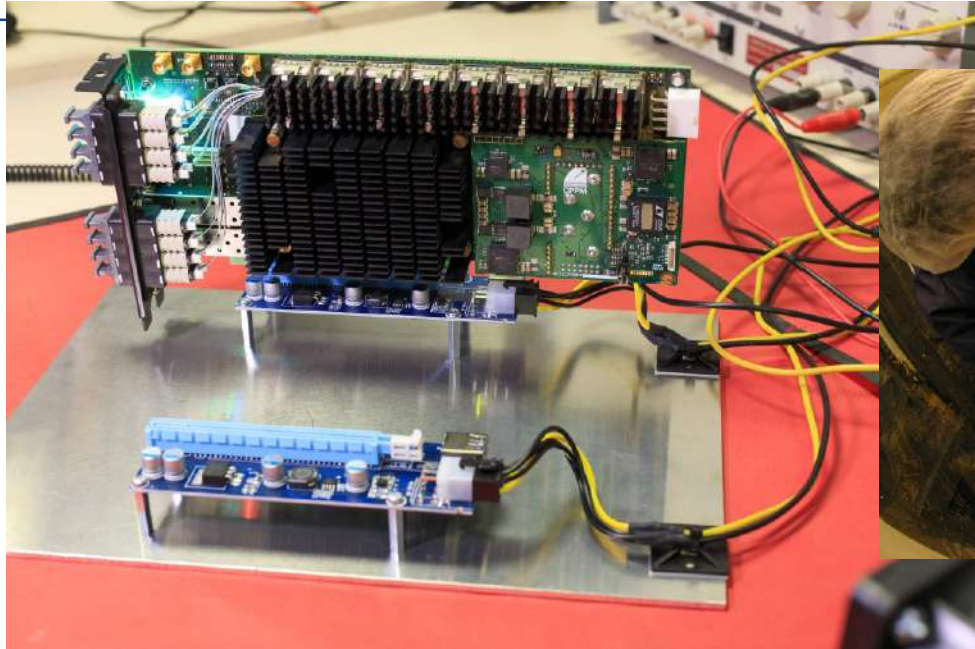
European Gravitational Observatory  
(EGO-Virgo)

EGO is the European laboratory dedicated to the detection of gravitational waves. Founded in 2000 by CNRS and INFN and joined by NWO/Nikhef in 2021, it hosts and operates Virgo, the laser interferometer with 3 km arms located near Pisa in Italy. Virgo is able to measure variations in length of the order of a billionth of a billionth of a meter caused by GW space-time distortion. The laser beams are contained in vacuum tubes and are reflected by mirrors (cylinders of fused silica of 35 cm in diameter with a flatness better than one nanometer) suspended from chains of cascading pendulums, the seismic super-attenuators. EGO employs 60 people and hosts 800 visiting scientists from the Virgo collaboration (136 institutions from 15 countries).



# Une tradition de développements technologiques « à façon »

Des compétences techniques uniques au service de la science ...



Carte PCIe40  
réalisée au  
CPPM Marseille



Changeur de  
filtre de LSST



Le laboratoire des matériaux avancés à Lyon réalise les revêtements de tous les observatoires d'ondes gravitationnelles dans le monde ...

# Accompagner, évoluer, transmettre ...

L'IN2P3 c'est plus de 150 spécialités dans les domaines de l'électronique, de la mécanique, ou encore de l'instrumentation ...

Des ingénieurs, des techniciens, des compagnons ...

Ce sont aussi des dizaines de compétences rares ou spécifiques que nous souhaitons perpétuer ...

## Évoluer

- Systématiser l'analyse des forces techniques sur AAP externes
- Diffuser une analyse de situation des projets à enjeux majeurs
- Instituer un retour d'expérience en fin de R&T / KDP1

## Accompagner

- Doubler en 3 ans le budget de la formation professionnelle
- Créer et reconnaître des cellules nationales d'expertise
- Instituer des marchés nationaux d'assistance ou de sous-traitance technique

## 9 ACTIONS POUR

## Transmettre

- Constituer des viviers : financer des apprentis IN2P3
- Financer des projets de tutorat et de transfert intergénérationnel des compétences
- Soutenir l'innovation via des « forums entreprises » locaux



**ACCOMPAGNER  
ÉVOLUER  
TRANSMETTRE**

Les perspectives techniques de l'IN2P3



# Politique & stratégie de développement pour les projets

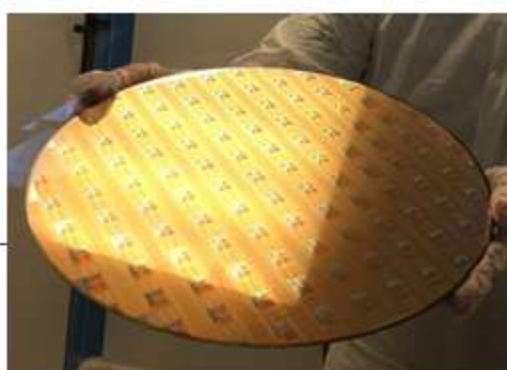
~35 projets d'enjeu majeurs sur lesquels l'institut s'implique fortement (2/3 des forces)

Des débuts de l'institut (1971) à aujourd'hui les schémas de développement traditionnels ont évolués

- Historiquement les prototypages, la R&D, de nombreuses production étaient réalisés presque tout le temps « à la maison »
- Depuis les années 2000 les pré-productions et les productions sont confiées à l'industrie

Les perspectives techniques proposent d'aller plus loin en introduisant sur les projets majeurs

- Des renforcement des partenariats industriels
- Des co développements pendant la phase de R&D en amont des production à venir
- Une augmentation des apprentissages et des thèses technologiques CIFRE
- ...

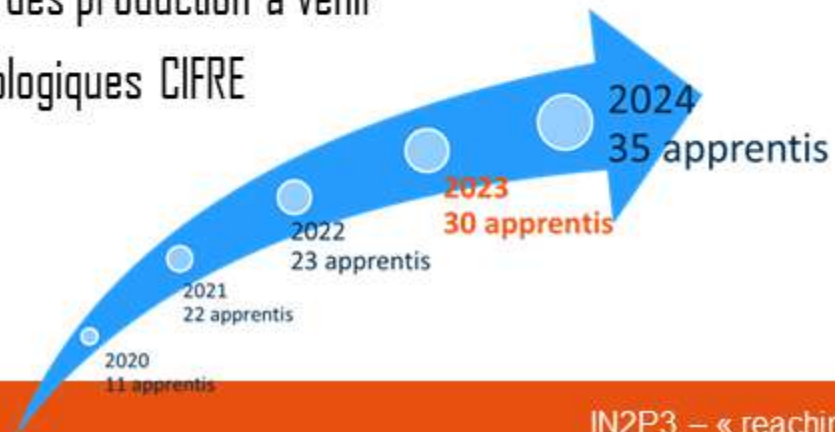


(Wafer HGROC CMS, OMEGA)



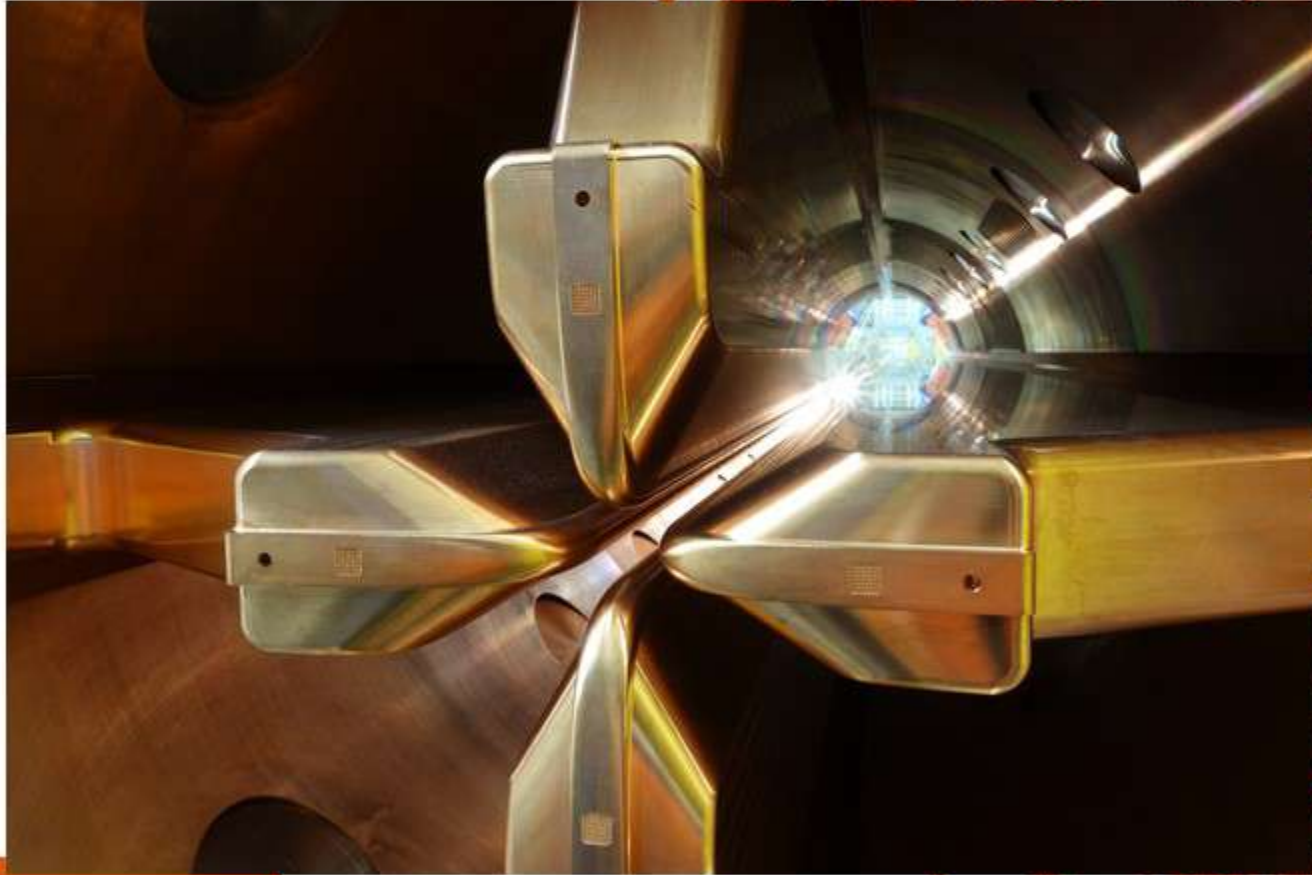
		Engagement	
		Fort	Limité
Enjeu	Majeur	MaFo ●	MaLi ●
	Modéré	MoFo ●	MoLi ●

~220 Master Projets





Institut national de  
physique nucléaire et de  
physique des particules



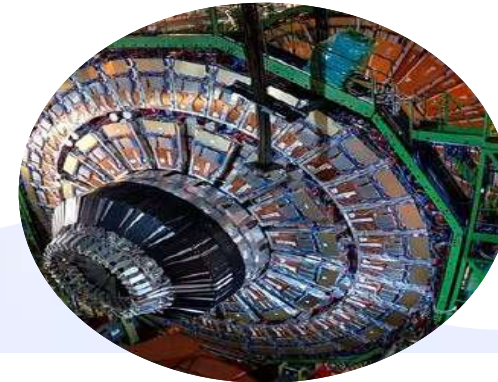
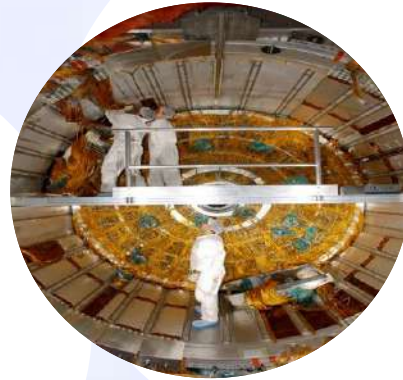


## ANNEXES & BACK-UPS SLIDES



## COMPOSANTS ULTIMES ET INTERACTIONS FONDAMENTALES

- Recherche de nouvelle physique
- Boson de Higgs
- Interactions quarks-gluons
- Symétrie matière/antimatière
- Supersymétrie
- Neutrinos issus des accélérateurs
- Mesures de précisions



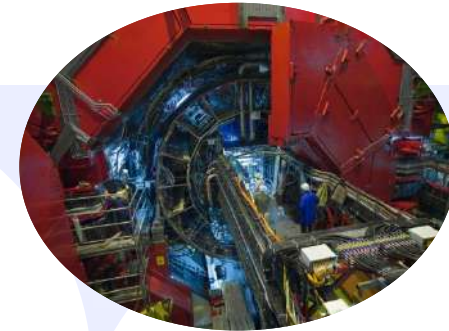
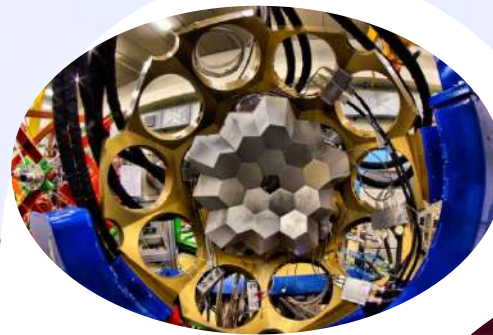
### Priorités :

LHC et ses upgrades, Neutrino Long Baseline (DUNE), JUNO



## NOYAUX ATOMIQUES

- **Structure nucléaire**
- **Noyaux exotiques**
- **Astrophysique nucléaire**
- **Neutrinos auprès des réacteurs**
- **Energie nucléaire**
- **Radiochimie, radiobiologie, radiothérapie**
- **Dosimétrie / R&D moniteurs de faisceau**
- **Imagerie, simulations**



Priorités :

Ganil-Spiral2, S3, DESIR, AGATA



## COMPOSITION ET COMPORTEMENT DE L'UNIVERS

- **Evolution et histoire de l'Univers**
- **Matière noire et énergie noire**
- **Ondes gravitationnelles**
- **Rayons cosmiques**
- **Astronomie gamma**
- **Neutrinos cosmiques**
- **Désintégration Double Beta**



Priorités :

Virgo, LSST, CTA, KM3NET-Orca



## Plateformes Technologiques Accélérateurs

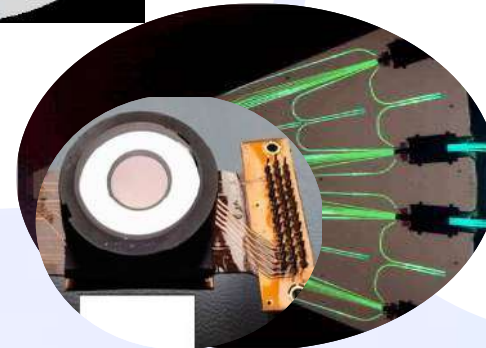
- **Cavités supraconductrices et cryotechnologies**
- **Sources d'ions et d'électrons**
- **Cibles/sources pour faisceaux radioactifs**
- **Dynamique faisceau**
- **Synergie accélérateurs/lasers**
- **Matériaux avancés**





## Capteurs, Transferts de technologies

- **Capteurs silicium**
- **Photo-détecteurs, scintillateurs, détecteurs gazeux**
- **Bolomètres**
- **Microélectronique**
- **Développements pluri-disciplinaires**  
IPHC (+INEE, INC, INSB), IPNL, LPC, SUBATECH, IJCLab, ...



Priorités : PIP-II, R&D Accélérateurs (ALP) et Détecteurs





## R&D autour du big data et des techniques de calcul

### *Niveaux européen et international Rôle national du CC-IN2P3 et des TIER-2*

- Data management et Data mining
- Emergences de nouvelles technologies de calcul
- Interopérabilité des infrastructures
- Cloud européen
- Calcul LHC, Astroparticules, ...



Priorités : CC, Grille & Cloud, Software