



Laboratoire d'Annecy-le-Vieux
de Physique des Particules



Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des particules

Nadine Neyroud

Directeur technique

17 mars 2012



In2p3

Chiffres clés

- 63 chercheurs expérimentateurs (dont 10 doctorants)

Au sein de grandes collaborations internationales, ils conçoivent et construisent les expériences, puis interprètent leurs résultats

- 40 chercheurs théoriciens [LAPTH]

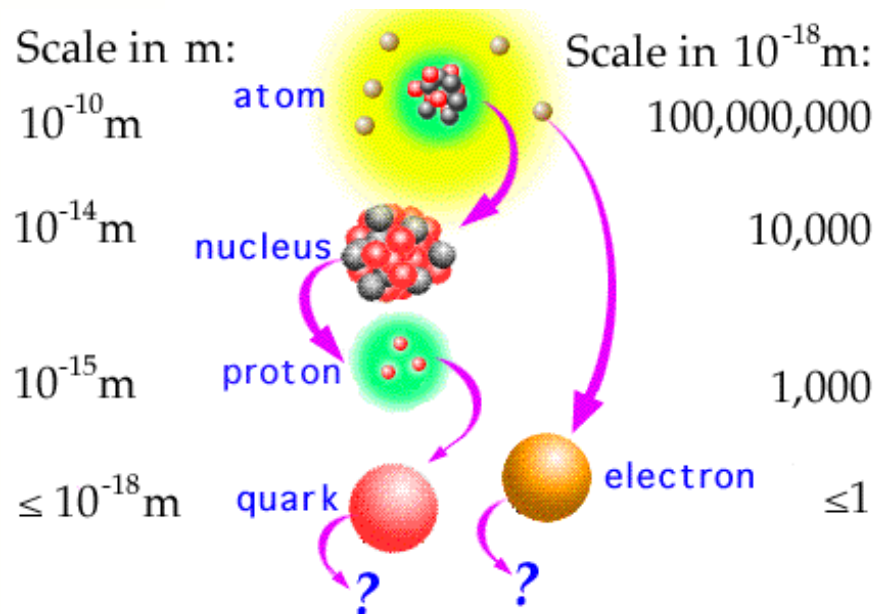
Ils élaborent de nouvelles théories.

- 78 ingénieurs et techniciens CNRS (électronique, informatique, mécanique et administration)

Aident à concevoir des détecteurs innovants et souvent situés à la limite de la technologie existante

Le LAPP est un laboratoire de recherche de physique fondamentale

La vocation du LAPP est l'étude des **constituants élémentaires** de la matière et des **interactions** (forces) fondamentales auxquelles ils sont soumis.



Pas la physique atomique...

Ni la physique nucléaire...

Mais la physique des particules

le modèle standard

Elementary Particles



Dans l'état actuel de nos connaissances, l'organisation de la matière est décrite par le **modèle standard**

- Interactions électromagnétique, faible et forte
- 12 particules élémentaires classées en 3 familles. (+ *antiparticules associées*)

→ La première famille rassemble les particules constitutives de la matière ordinaire.

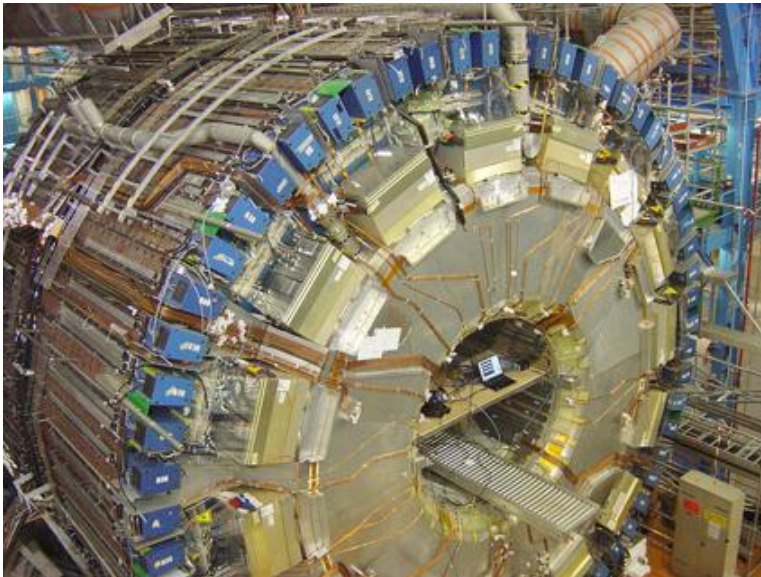
→ Deuxième et troisième familles : matière produite uniquement dans les grands accélérateurs ou bien issue des rayons cosmiques.

Les questions non résolues

- **La masse des particules : le boson de Higgs**
- **L'absence d'anti-matière dans l'univers**
- **La matière noire?**
- **Qu'y a t-il au delà du Modèle Standard**
Nouvelles théories, avec de nouvelles particules expliquant la matière noire ? (*Super symétrie, Dimensions d'espace temps supplémentaires, ...*)
- **Que nous disent les neutrinos avec leur masse minuscule ?**
- **Comment unifier la gravitation avec les autres forces ?**

Les expériences

- Au sein de **collaborations internationales**, les chercheurs du LAPP participent à la conception et/ou à la réalisation de détecteurs pour des expériences souvent **gigantesques** et de **longue durée**, puis analysent leurs résultats pour vérifier ou infirmer les théories et découvrir de nouveaux phénomènes.



- Auprès des accélérateurs du *CERN* (ATLAS, LHCb) ou de *Stanford* (BaBar)
- Sur des sites éloignés ou dans l'espace: VIRGO (*Pise*), OPERA (*Gran Sasso*), HESS (*Namibie*), AMS (*Station spatiale*).

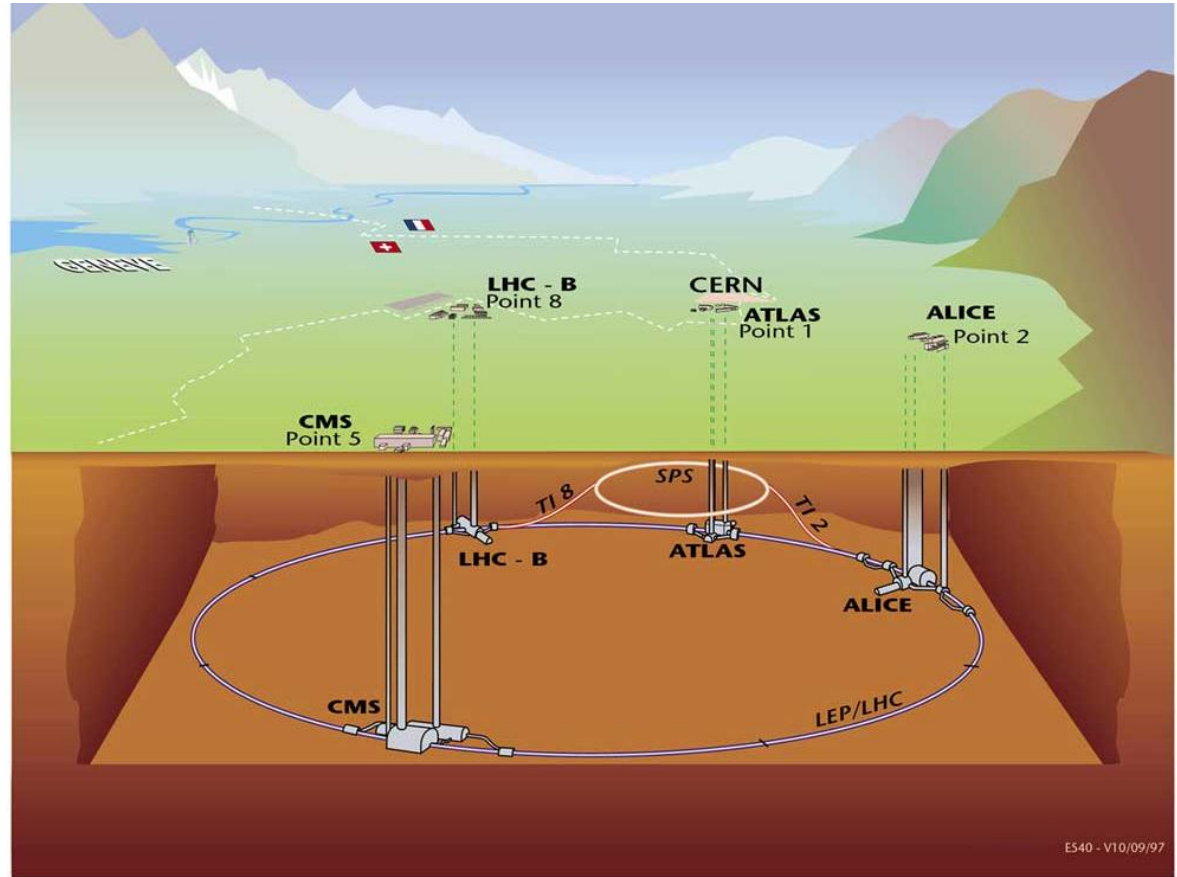
le LHC (1)



le LHC (2)

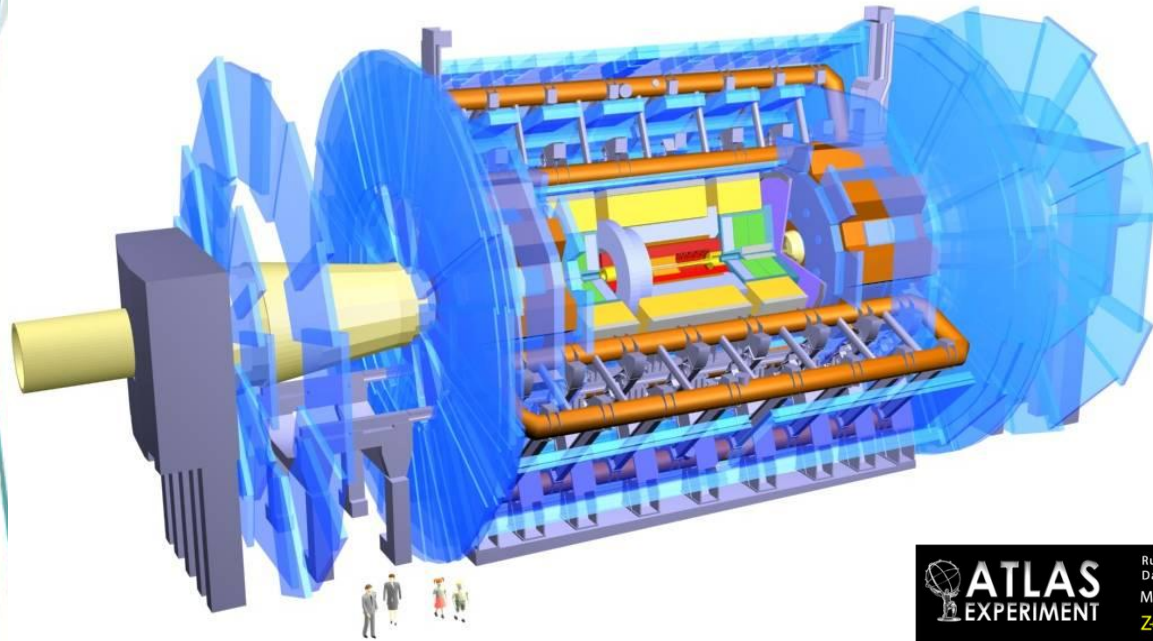
Lieu : CERN
Profondeur : 100 m
Circonférence : 27 km

2009/2010: démarrage
du LHC (Large
Hadron Collider), le
plus puissant
accélérateur du
monde, à 50kms
d'Annecy



$E = mc^2 = 14 \text{ TeV}$ (énergie équivalente à environ
14000 fois la masse du proton)

Expérience ATLAS

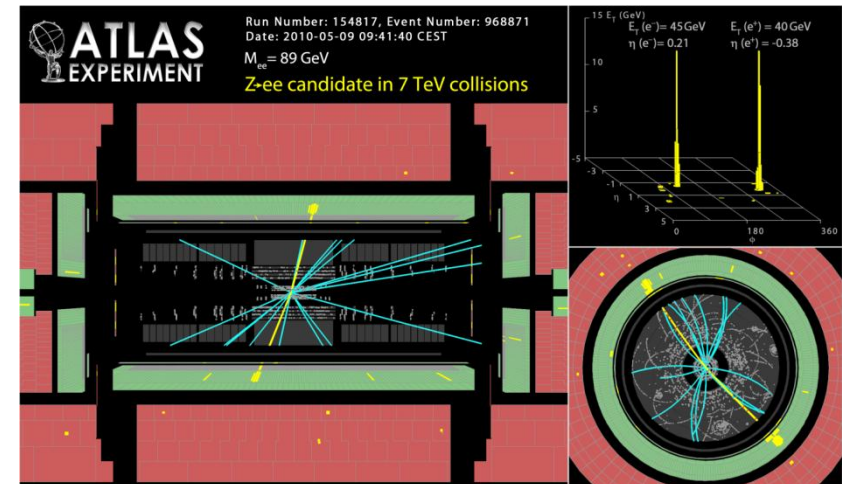


22 m de haut, 44 m de long,
poids de 7000 tonnes

Composée de plusieurs
sous-détecteurs

Une des expériences phare
du **LHC**

- Recherche du boson de Higgs?
- Découverte de nouvelles particules?



Expérience ATLAS

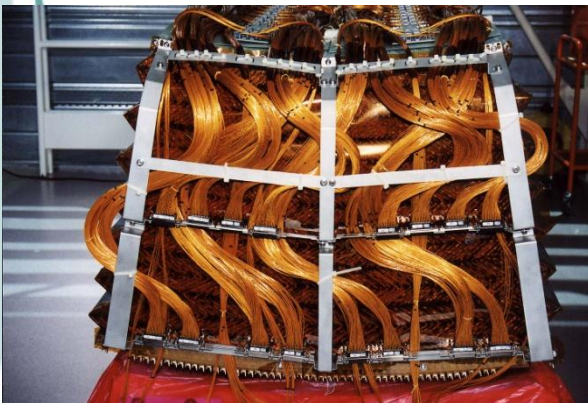
Calorimètre électromagnétique argon liquide



Assemblage
et tests
des modules



Piage des électrodes

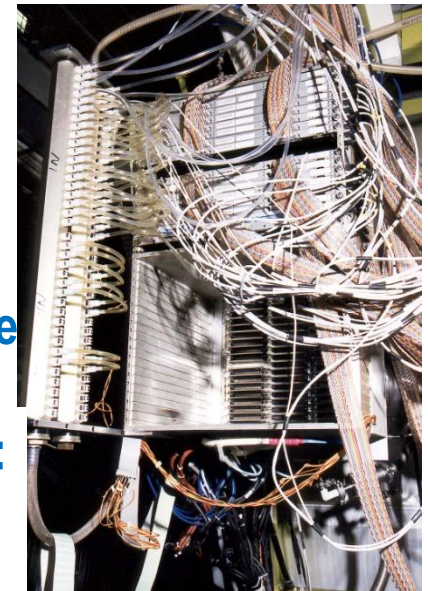


Câblage et tests des modules

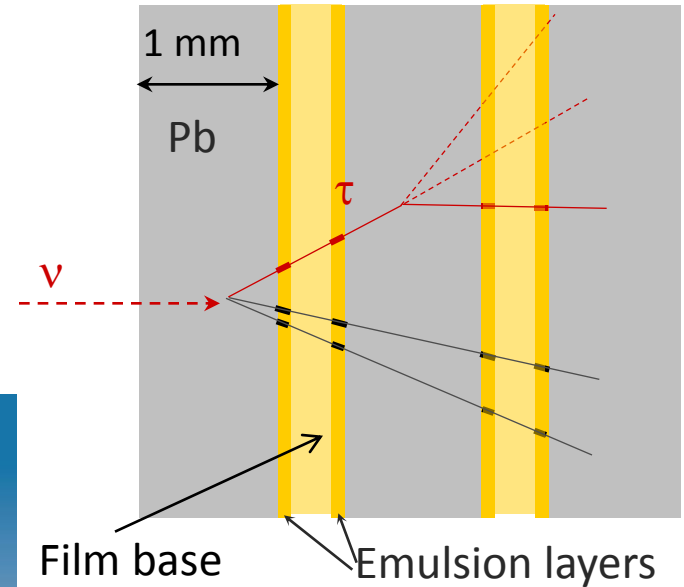
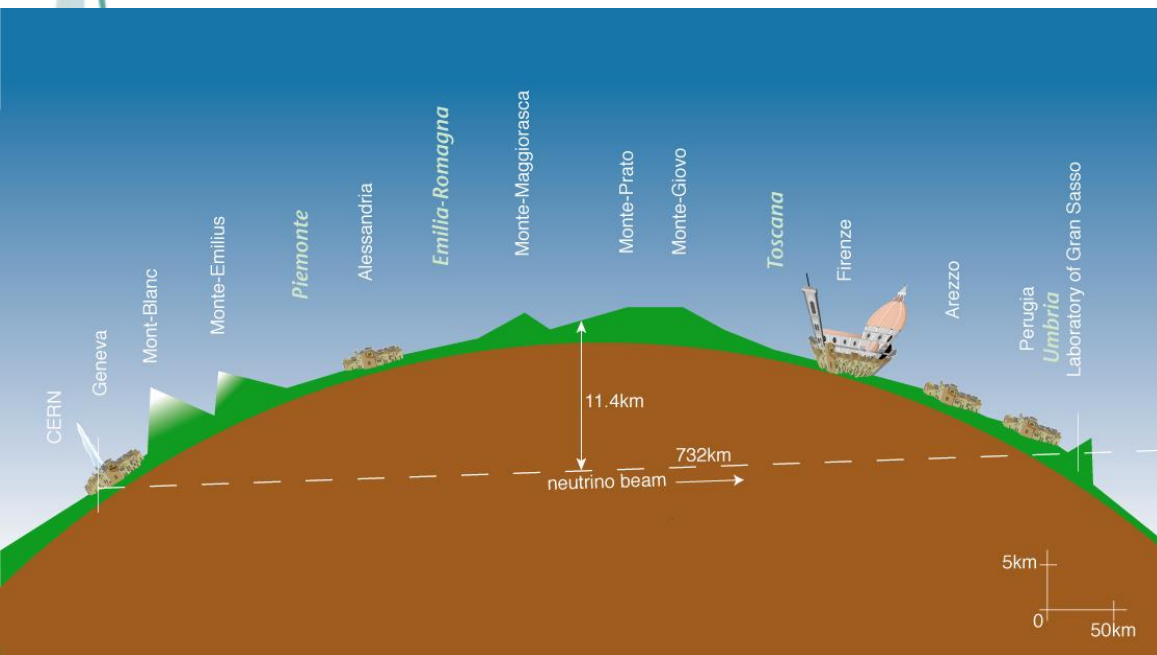


Mise à froid
dans le
cryostat
rempli
d'argon liquide

Électronique:
cartes de
calibration



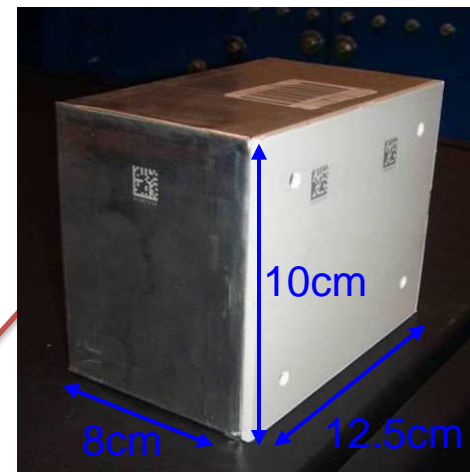
Les neutrinos: expérience OPERA



Brique de base:
56 feuilles de plomb
57 films (émulsions)

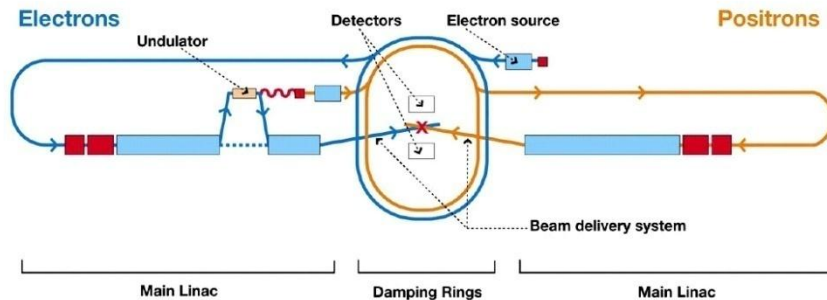
Système de manipulations des briques:

- ❑ Chargement de 150 000 « briques » de 8,3kg chacune ($128 \times 103 \times 81 \text{mm}^3$) dans le détecteur en 1 année 1/2.
- ❑ Échange de 30 « briques » par jour pendant 5 ans durant le fonctionnement.

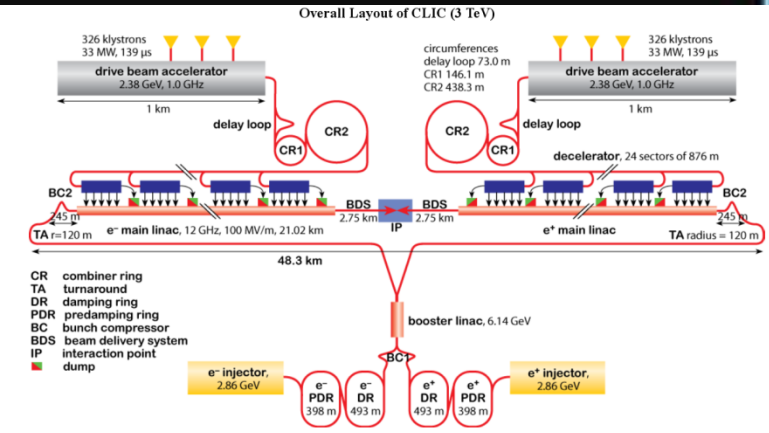


Mur: plateaux
suspendus par des
rubans d'acier

LAViSta: R&D pour des projets de collisionneur linéaires



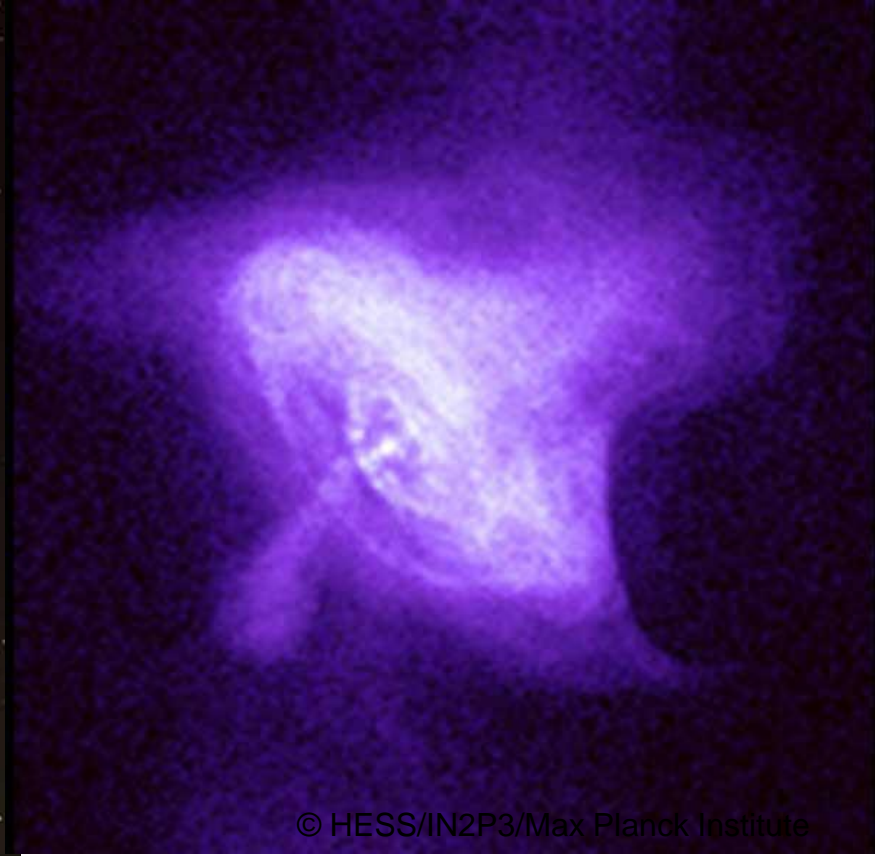
ILC (International Linear Collider) dans la phase de conception (Europe, Asie, Amériques)



CLIC (Compact Linear Collider), en phase de démonstration de faisabilité

Le groupe LAViSta du LAPP est impliqué dans ces projets ainsi que dans les expériences de démonstrateurs associés (ATF2 et CTF3). La caractéristique commune de ces nouveaux accélérateurs est leur taille de faisceau nanométrique. Ceci implique une **stabilisation des éléments de focalisation au tiers de nanomètre.**





© HESS/IN2P3/Max Planck Institute

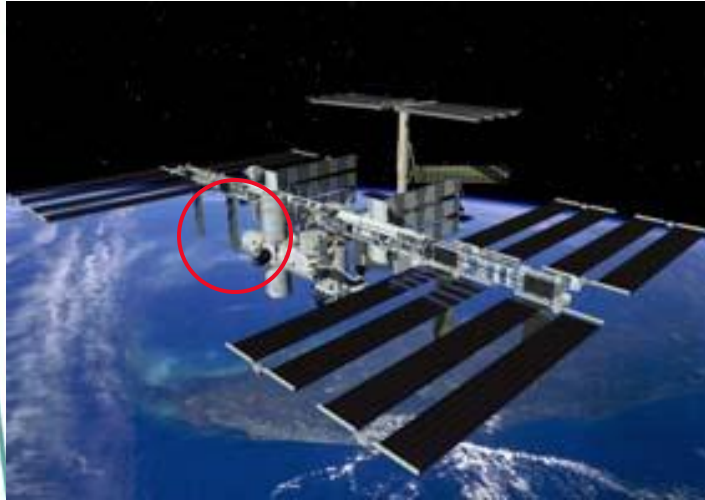
*Image optique et Image en rayons X de la nébuleuse du Crabe
(reste d'une explosion de supernova)*

*L'espace contient aussi des
accélérateurs naturels
extrêmement puissants*

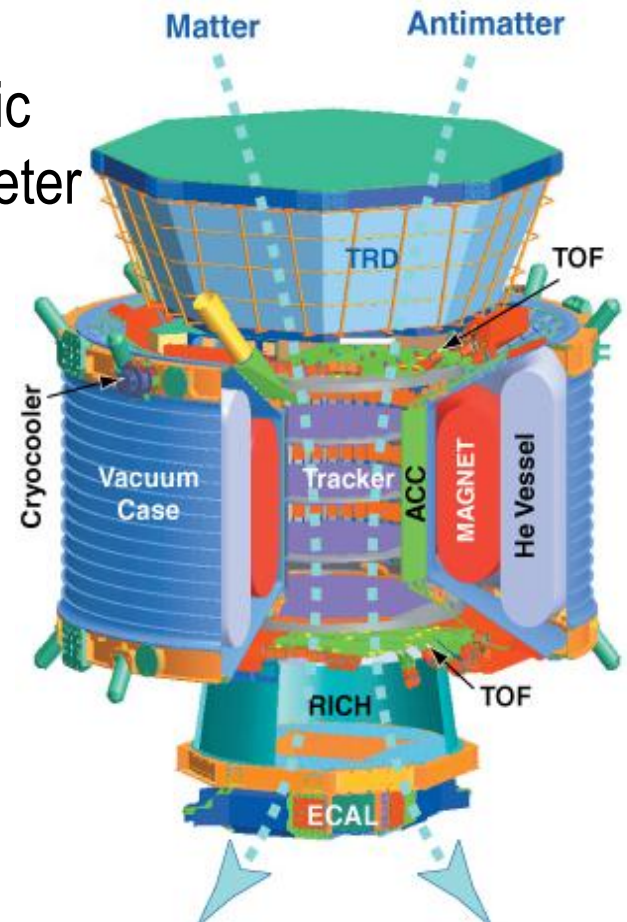
L'expérience AMS

Sur la station spatiale internationale depuis mai 2011

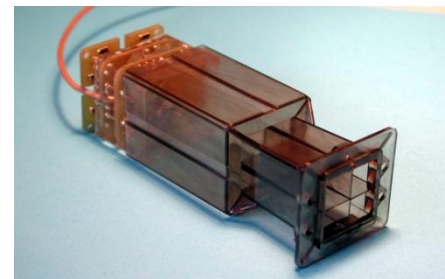
Alpha Magnetic Spectrometer



Pour
rechercher de
l'antimatière
dans l'espace...



Calorimètre Plomb-Scintillateur. Poids: ≤ 630 kg



Boîtier des photo-
multiplicateurs (PM)



Electronique front-end
des PM

H.E.S.S. et le LAPP



Etudie les sources de rayons cosmiques

Système de 4 télescopes sur le plateau de Khomas, en Namibie (1800 m) en production depuis 2004:

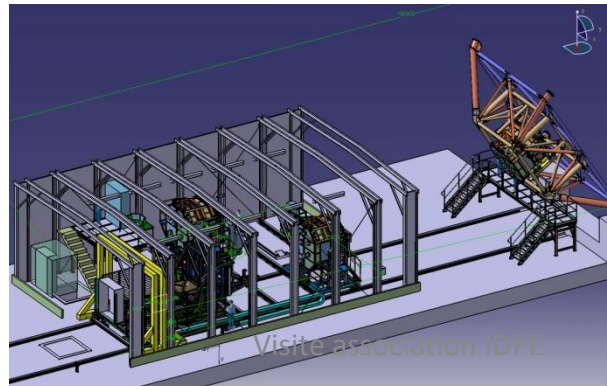
- 13 m de diamètre du miroir
- 15 m de distance focale



HESS 2 (5^{ème} télescope) en construction

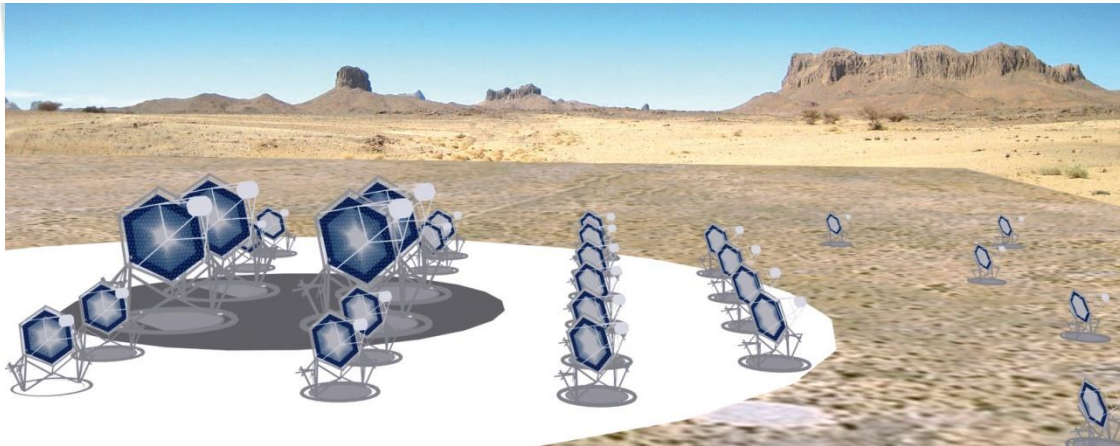
- 30 m diamètre du miroir
- 32 m de distance focale

Au LAPP le système mécatronique de focalisation, débarquement et remplacement de la caméra de HESS 2:



Coopération mondiale
 (Europe + Asie + Amérique + Afrique),
France et Allemagne leaders.

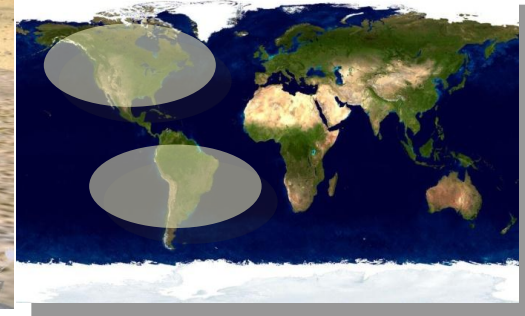
25 pays
 76 institutes
 860 scientifiques



CTA depuis 2008 dans la feuille de route
 ESFRI, the European Strategy Forum on
 Research Infrastructures.

Phase de “Design Study” (2007-2010).

Construction Phase 2015-2019 (Coût
 évalué à 200 M€)



- 100 télescopes en réseaux mixtes: grande taille (LST), taille moyenne et petite.
- Distribués sur deux sites dans les deux hémisphères (Nord / Sud)
- En mode « Observatoire »

L'expérience VIRGO

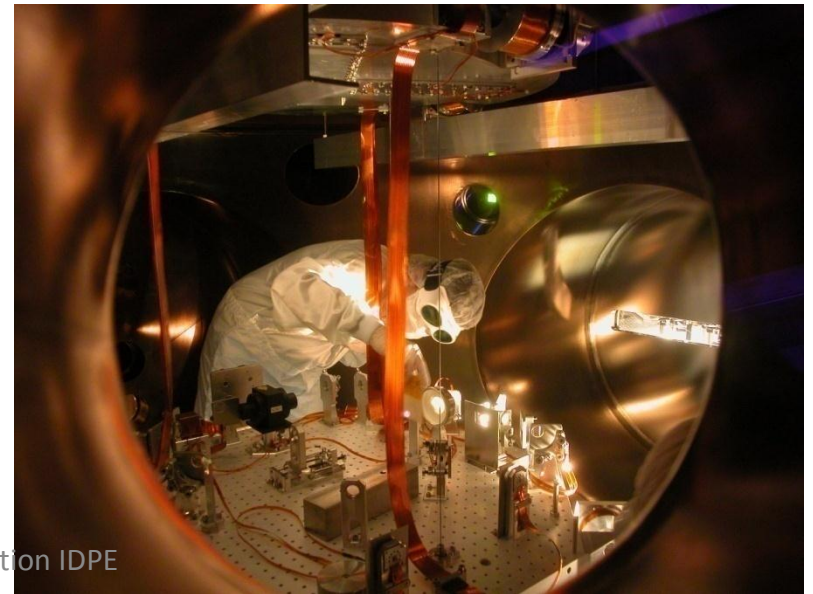
Détection d'ondes gravitationnelles de source cosmique



Interféromètre suspendu de Michelson avec ses bras de 3km



Banc de détection et électronique



Pour en savoir plus...

- Une expérience: VIRGO (Exposition permanente)
- Visite de deux R&D technologiques dans nos laboratoires:
 - LAVISTA
 - CTA