

Particle Physics MasterClass

Et au CPPM ?



Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astrophysique & Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astrophysique & Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

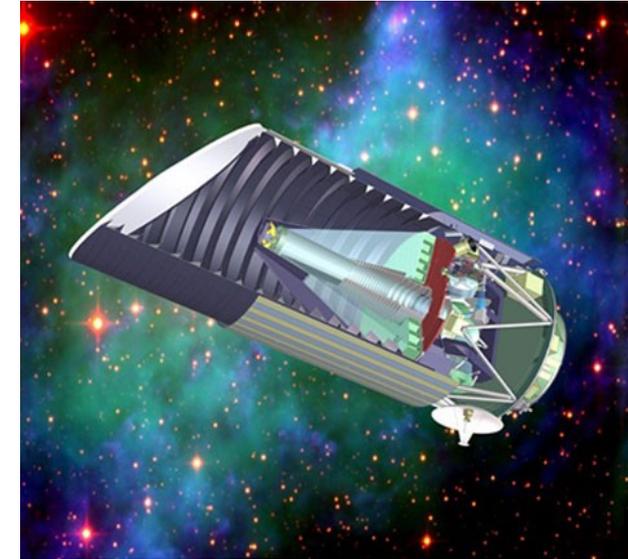
Renoir : Recherche Energie NOIRe

Observation de supernovæ lointaines

- télescopes au sol (actuellement)
- mission spatiale (futur)



Télescope CFHT (Hawaï)



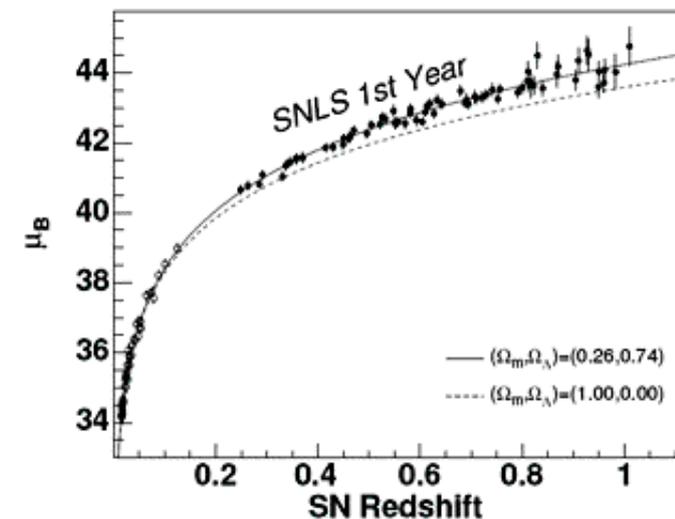
Projet d'observatoire JDEM

Mesure de l'expansion de l'univers

- caractérisation de l'énergie noire

Énergie noire :

- force de **nature inconnue**
- **~ 96%** de l'énergie de l'Univers



Renoir : réalisation



© Camille Moirenc

Élément optique du spectrographe de SNAP, SuperNova Acceleration Probe

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astrophysique & Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

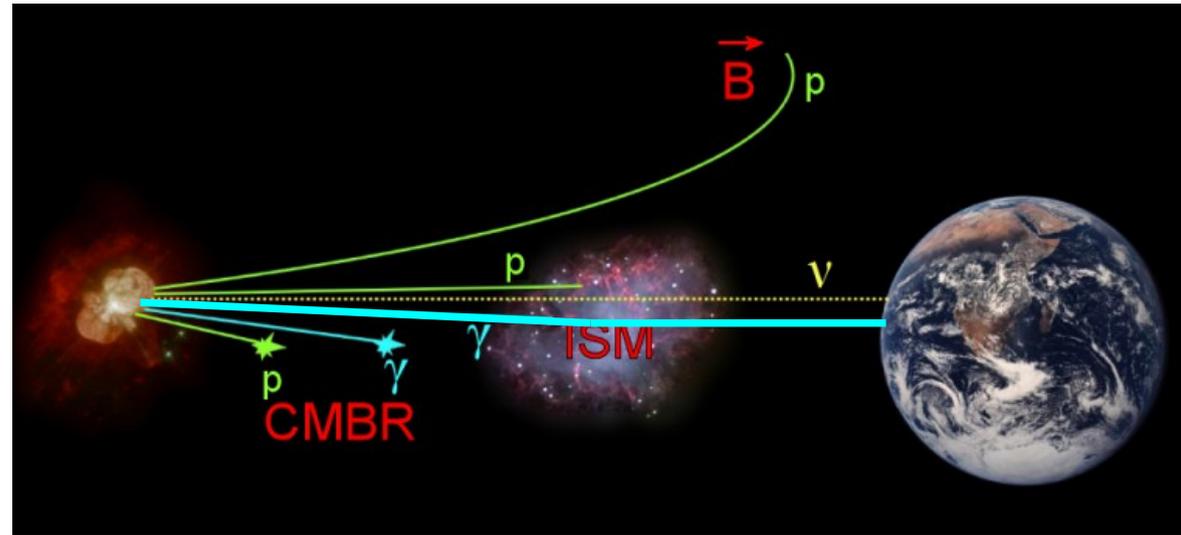
CTA : Astronomie avec des rayons gamma

Photons (rayons gamma) de très haute énergie (> 10 TeV)

- nouvelle façon d'observer le ciel, mais bien maîtrisée
- interagissent peu
 - traversent l'univers sans encombre
 - faciles à détecter par le rayonnement Chrenkov des particules secondaires

Un ensemble de télescopes

- une centaine de télescopes
- 3 différentes tailles
- 2 sites (un par hémisphère)



Les messagers en astronomie

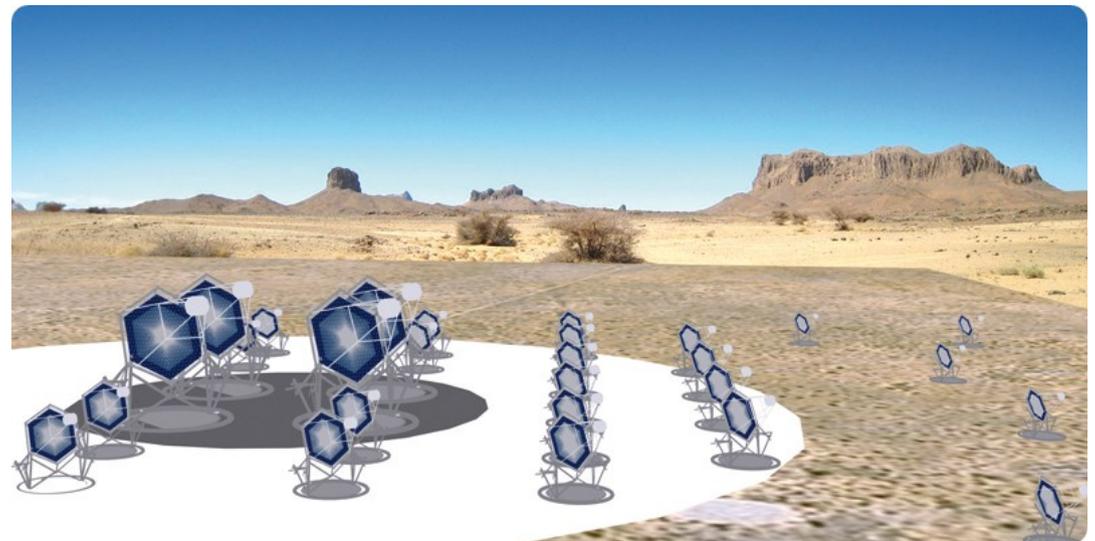
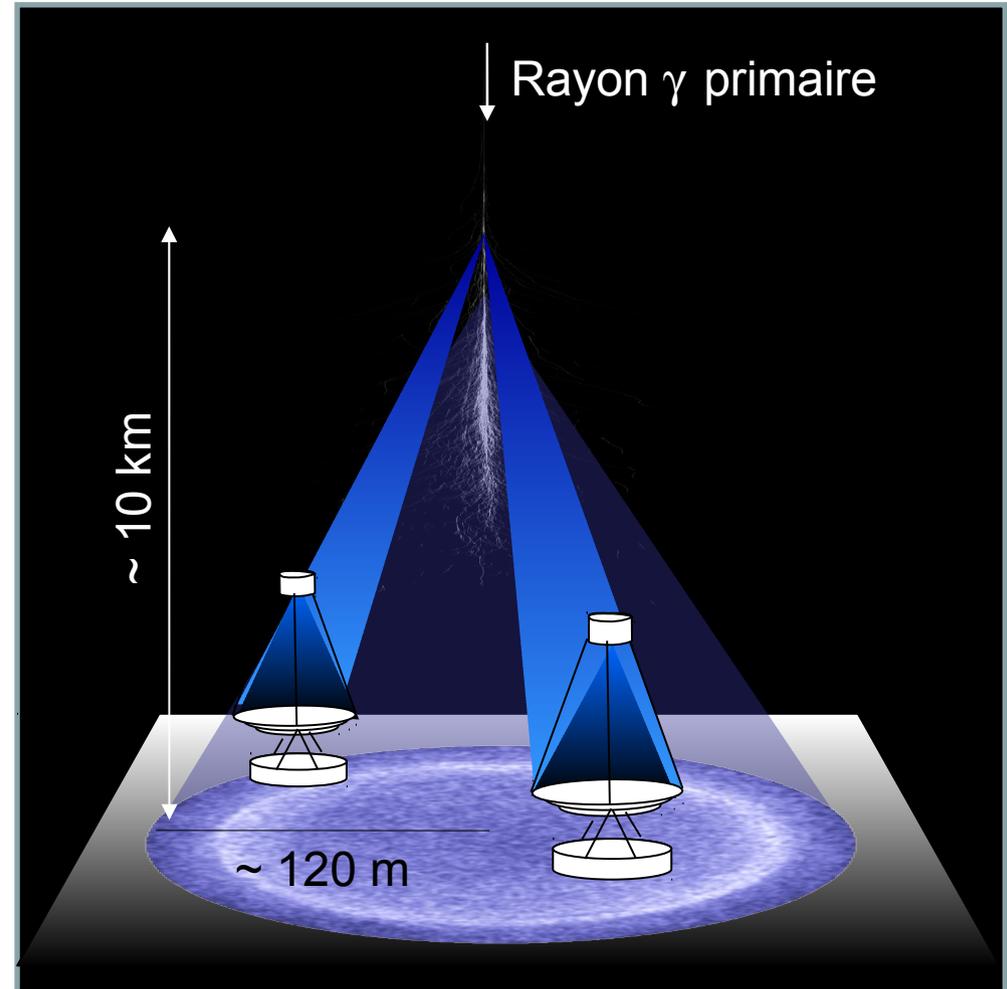


Schéma possible d'un site CTA

CTA : Astronomie avec des rayons gamma

Photons (rayons gamma) de très haute énergie (> 10 TeV)

- arrivée dans l'atmosphère
- génération d'une gerbe de particules
 - plus rapides que la lumière (dans l'air)
 - émettant de la lumière Cherenkov



Détection d'une particule gamma

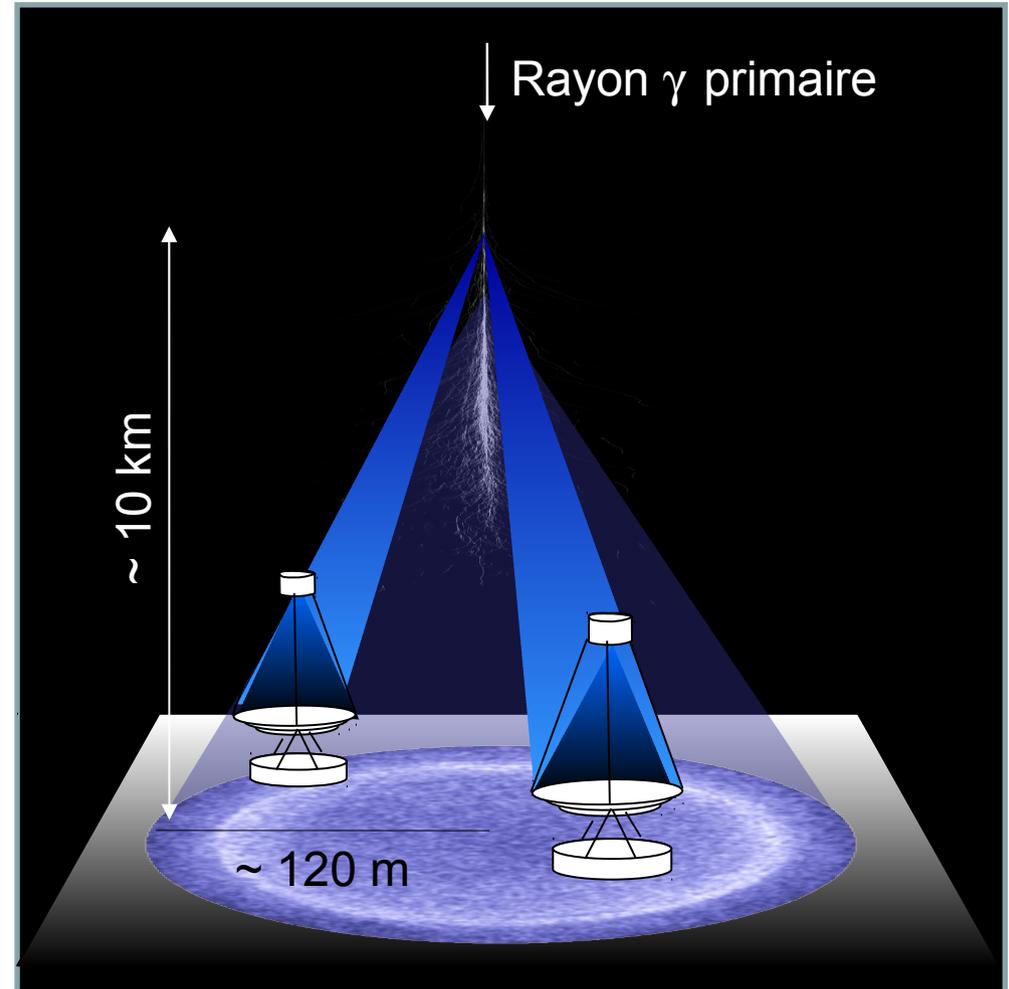
CTA : Astronomie avec des rayons gamma

Photons (rayons gamma) de très haute énergie (> 10 TeV)

- arrivée dans l'atmosphère
- génération d'une gerbe de particules
 - plus rapides que la lumière (dans l'air)
 - émettant de la lumière Cherenkov



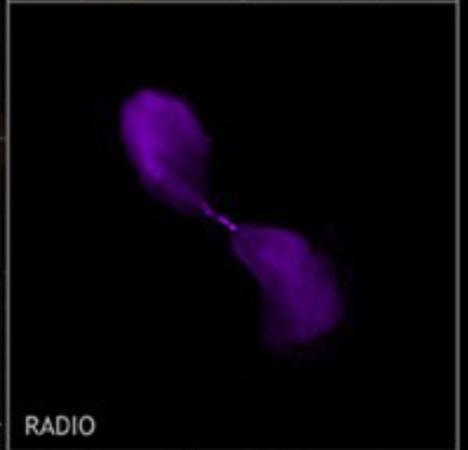
*Vue du ciel par un télescope
(spectre décalé dans le bleu visible)
avec la permission de G. Perez, IAC*



Détection d'une particule gamma

CTA : Astronomie avec des rayons gamma

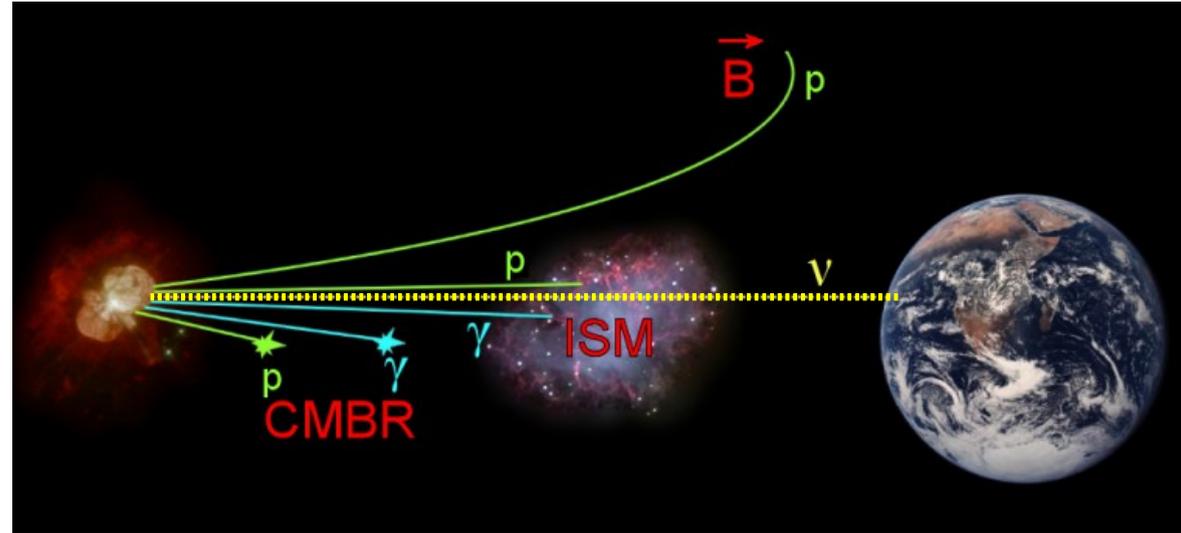
Notre connaissance sur les galaxies se compose de plusieurs spectres de mesure.



ANTARES : Astronomie avec des neutrinos

Les neutrinos cosmiques de haute énergie:

- nouvelle façon d'observer le ciel
- interagissent très peu
 - traversent l'univers sans encombre
 - difficiles à détecter



Les messagers en astronomie

Un télescope sous-marin :

- à 2400 m de fond
- au large de Toulon
- 12 lignes
- $\sim 0,1 \text{ km}^2$
- neutrinos montant

Futur : Meust

- 1 km^3

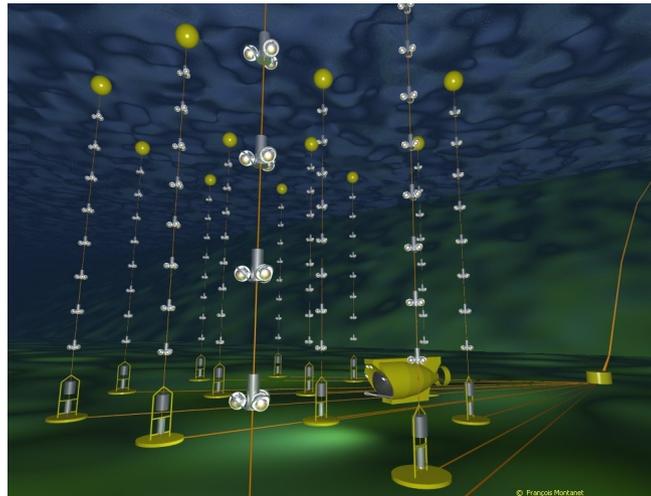
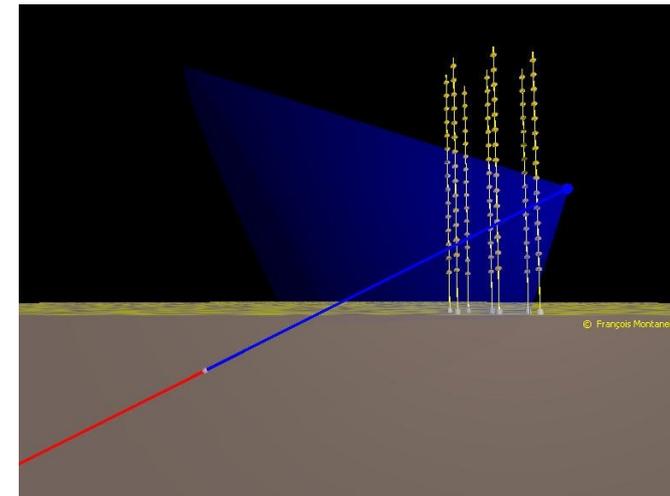


Schéma du détecteur ANTARES



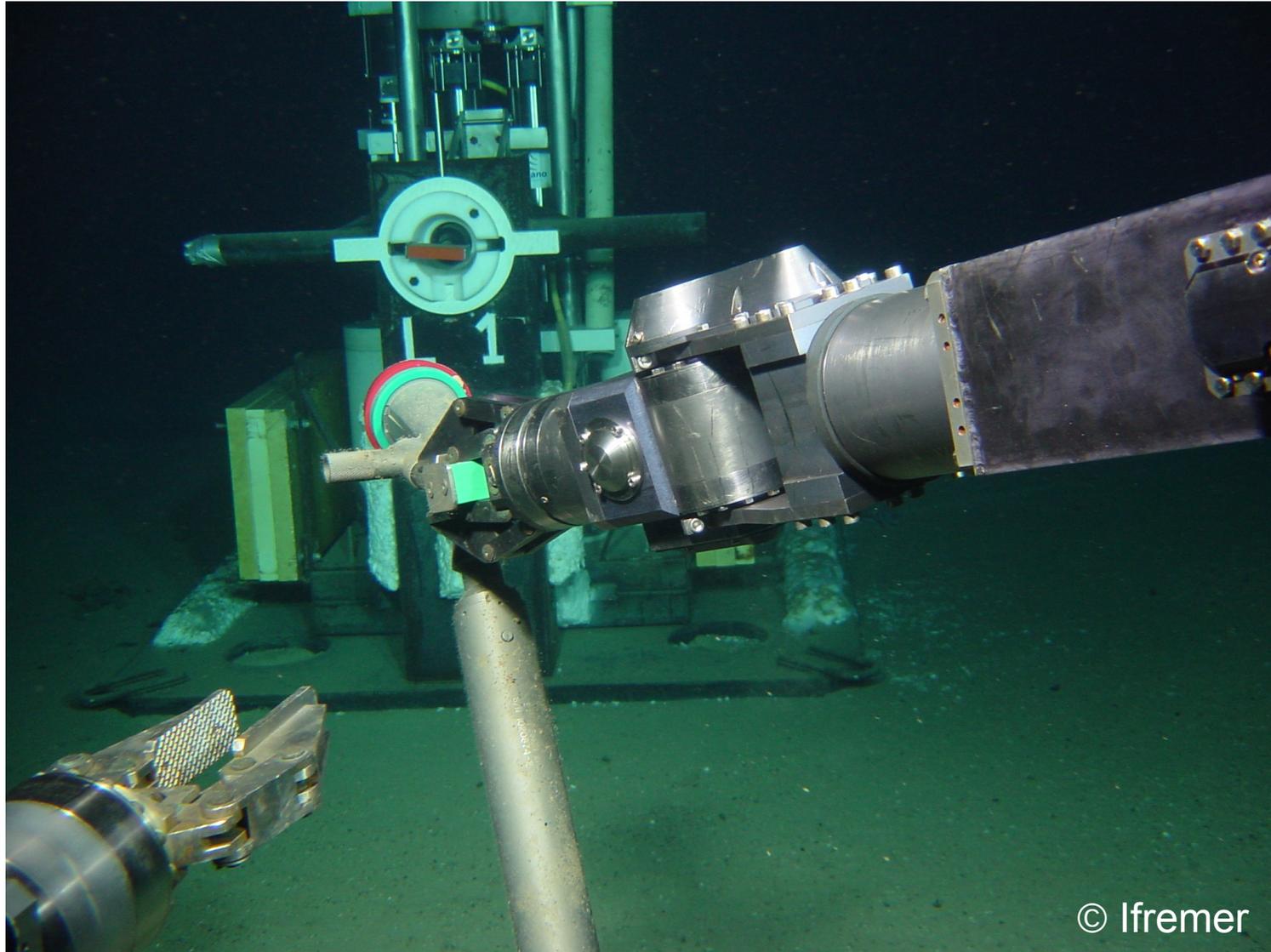
Détection d'un neutrino montant

Antares : immersion d'une ligne de détection



©Cea / L. Fabre

Antares : connexion d'une ligne de détection



© Ifremer

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astrophysique & Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

Physique auprès d'accélérateurs

TEVATRON (D0)

LHC (ATLAS & LHCb)

HERA (H1)



Les accélérateurs de haute énergie dans le monde

Physique auprès d'accélérateurs : HERA

HERA (Desy à Hambourg, Allemagne)

- collisionneur électron/proton (démantelé en 2007)
- $E = 0.03 \text{ TeV}$ (électron) + 1 TeV (proton)
- 1992-2007 (analyses en cours de finalisation)
- expérience H1 :
 - étude de la structure fine du proton



Vue aérienne du complexe de Desy



Dans le tunnel de HERA

Physique auprès d'accélérateurs : le Tevatron

Tevatron (Fermilab à Chicago, USA)

- collisionneur proton/anti-proton
- $E = 1 \text{ TeV}$ / faisceau
- 1987-2011
- expérience D0 :
 - découverte du quark top (1995)
 - recherche du boson de Higgs



Vue aérienne du complexe de Fermilab



Détecteur D0 en construction



La collaboration D0 (2001)

Physique auprès d'accélérateurs : le LHC

LHC : Large Hadron Collider

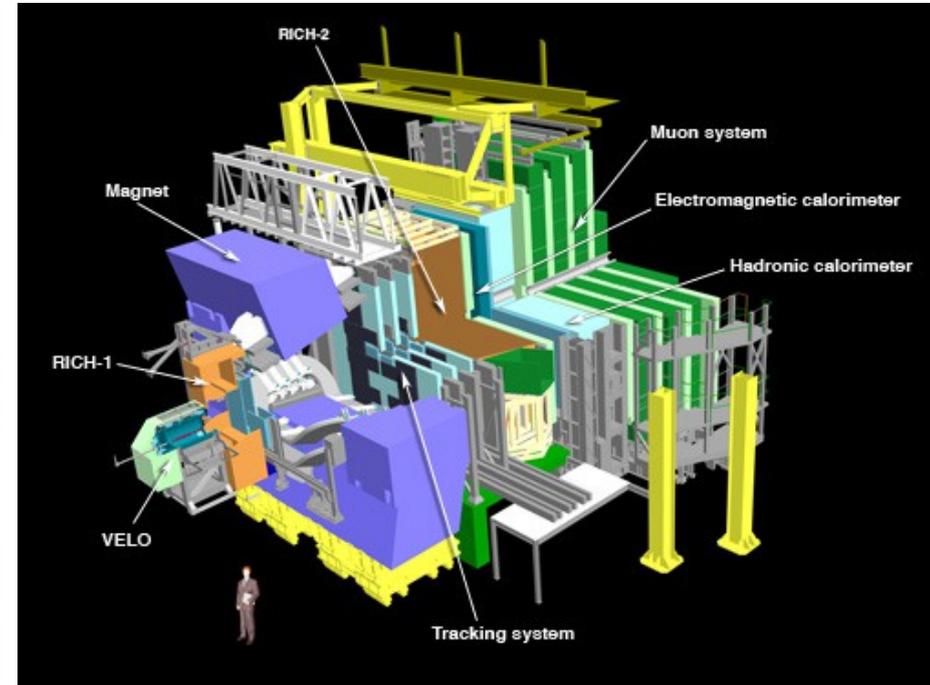
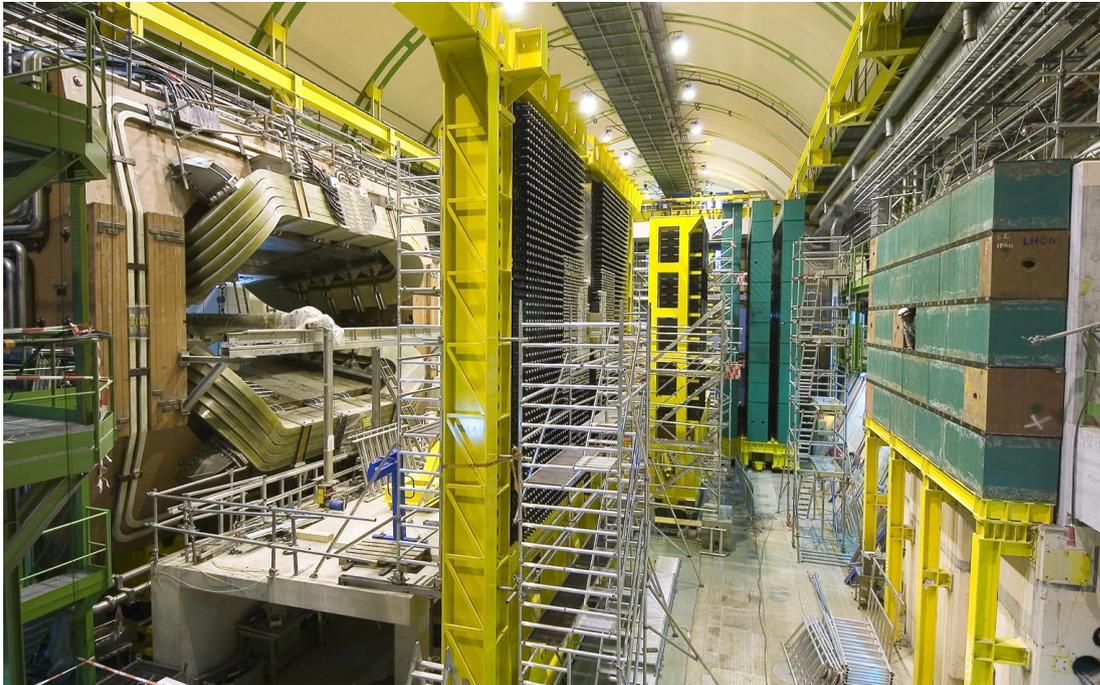


Vue aérienne du LHC

Physique auprès d'accélérateurs : LHCb au LHC

LHCb : expérience dédiée

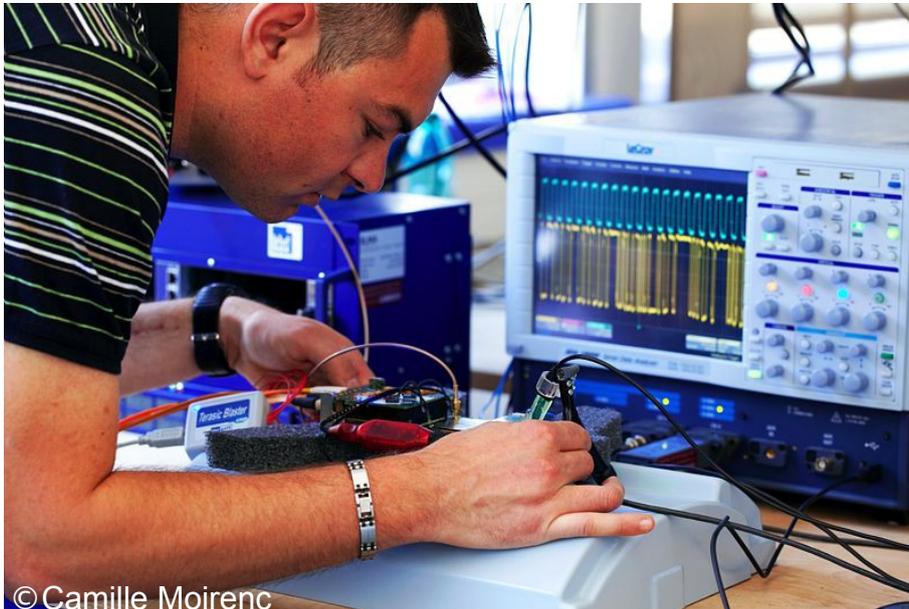
- étude des asymétries matière/anti-matière
- recherche de phénomènes nouveaux



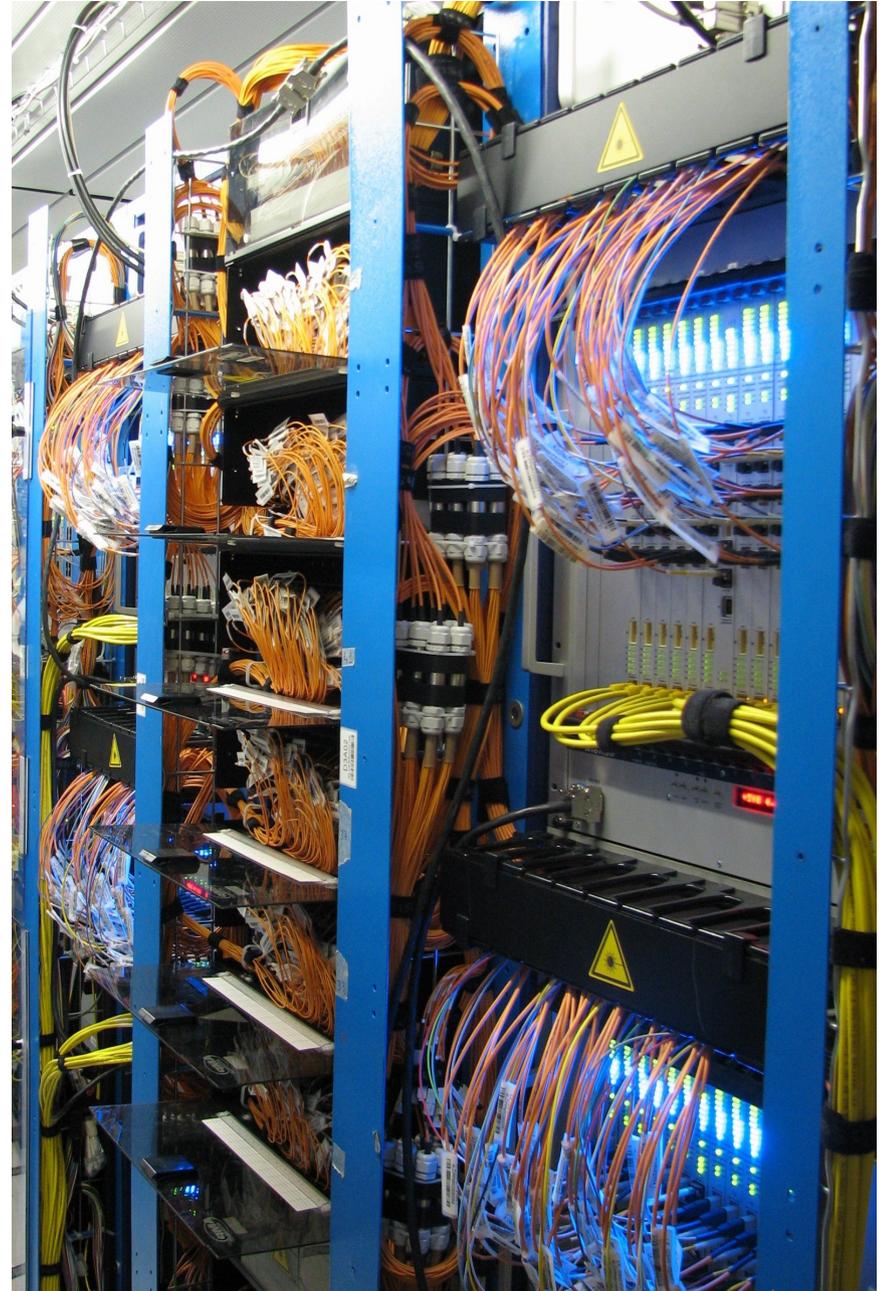
Physique auprès d'accélérateurs : LHCb au LHC

Au CPPM : conception et réalisation du système de déclenchement à muon

- détecte et sélectionne les événements avec des muons
- processeur dédié :
 - 1248 fibres optiques en entrée
 - 60 cartes d'électronique rapide



© Camille Moirenc



Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astrophysique & Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- **Imagerie biomédicale**
- Grille de calcul

imXgam : imagerie X et gamma

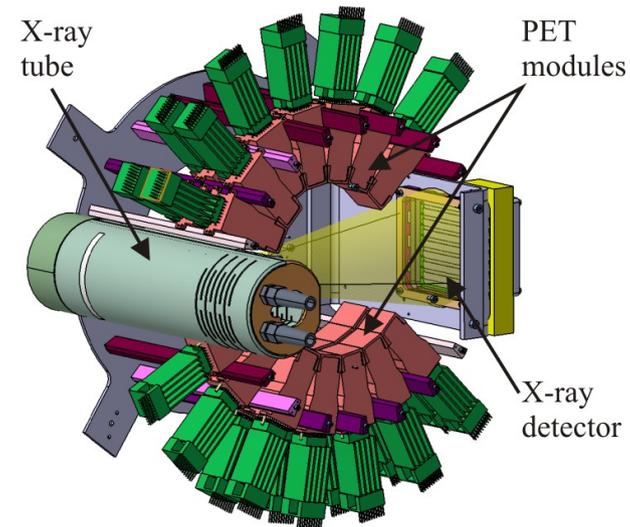
Recherche interdisciplinaire

- technologies développées pour la physique fondamentale
 - détection de particules
 - acquisition de données
 - analyse de données
- appliquées à :
 - l'imagerie biomédicale
 - tomographe hybride TEP/TDM pour petits animaux
 - cristallographie



© Camille Moirenc

Le ClearPET : TEP pour le petit animal



Imageur TEP/CT pour le petit animal

Projets en cours au CPPM

Cosmologie observationnelle

Astrophysique & Astroparticules

Physique auprès d'accélérateurs

Valorisation

- Imagerie biomédicale
- Grille de calcul

Projets en cours au CPPM :

La physique des hautes énergies :

- instruments :
 - de grandes tailles
 - complexes
 - de hautes technologies
 - coûteux
- recherche :
 - organisée en collaborations internationales
 - longue (décennie(s))
 - beaucoup de R&D ⇒ importance des services techniques
 - mécanique
 - électronique
 - informatique

Le CPPM explore un large spectre de thématiques