

WWW.PHYSICSMASTERCLASSES.ORG

**INTERNATIONAL
MASTERCLASSES
HANDS
ON PARTICLE
PHYSICS**

La Masterclass

- ❖ Introduction à la physique des particules
- ❖ Sensibilisation aux métiers de la recherche
- ❖ Pour **vous** et avec **vous**
→ posez des questions !



Le Matin : exposés

09:00 → 12:00 Introduction à la physique des particules

📍 Amphithéâtre

09:00 **Bienvenue** ⌚ 15m

Déroulement de la journée.
Le CPPM.
La physique des particules.

Speaker: Julien Cogan (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM)

09:15 **Particules élémentaires et interactions fondamentales** ⓘ ⌚ 1h

Qu'est-ce qu'une interaction ? Quelles sont les interactions fondamentales ?
Qu'est qu'une particule élémentaire ? Quelles sont les particules élémentaires ?
Ce qu'on connaît : le Modèle Standard
Ce qu'on ne connaît pas ...
Ce qu'on cherche et comment ...

Speaker: Julien Cogan (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM)

10:15 **Ma thèse / mon métier en 180 secondes** ⌚ 15m

Speakers: Marie Aubert (CPPM), Dr Pierre Barrillon (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM, Marseille, France), Sylvain Gouyou

📎 180sec_PierreB_ma...

🔗 timer en ligne

10:30 **Pause café** ⌚ 15m

10:45 **Ingénierie mécanique** ⌚ 15m

Speaker: Eric Vigeolas (CPPM)

11:00 **L'expérience LHCb** ⌚ 1h

Speaker: Justine Serrano (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM, Marseille, France)

L'après-midi : TD (1/2)

13:00

→ 15:00

Travaux dirigés

📍 0.02B et 0.03B (Université)

Conveners: Cédric Méaux (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM, Marseille, France), Julien Cogan (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM)

13:00

Présentation du TD

🕒 25m

- Prise en main des ordinateurs
- Présentation des exercices

A DISTRIBUER : 1 feuille d'instructions avec login et mot de passe par binôme

 InstructionsEncadra...

 InstructionsLHCb_n...

13:25

Exercice 1

🕒 45m

En binôme, analyse à l'aide d'un visualisateur d'événement d'un échantillon de 30 événements enregistrés par l'expérience LHCb

Présentation

🕒 10m

- Prise en main du logiciel
- Analyse collective de quelques événements

Réalisation

🕒 30m

- Chaque binôme analyse un lot d'événements différent

Résultats

🕒 10m

- Mise en commun des résultats de chaque binôme
- Discussion : difficultés rencontrées, observations, conclusion

14:10

Exercice 2

🕒 50m

 Page d'aide exercic...

Présentation

🕒 10m

- Présentation de l'exercice 2 :
principe, étapes et but de la mesure

Réalisation

🕒 30m

- Chaque binôme effectue une mesure

Résultat

🕒 15m

- Interprétation des résultats, discussion et conclusions

L'après-midi : Visio-conférence (2/2)

15:10 → 15:40 **Préparation de la visio-conférence**

📍 Amphithéâtre

Collectivement :

1) Compte rendu des TDs :

- les exercices étaient-ils intéressants ?

- difficultés rencontrées ?

- interprétation des mesures

2) séance de questions réponses

- liste de questions à poser aux physiciens présents au CERN

15:40 → 16:00

Café

🕒 20m

📍 Cafétéria

16:00 → 17:00 **Vidéo conférence**

📍 Amphithéâtre

Connection with moderators at CERN and students in other institutes

A distribuer : une feuille de réponse du quizz par participant

16:00 **Welcome**

Hello to every institute - ice breaking

🕒 10m

16:10 **Report of Measurements**

A student presents what is the average of the time measurement value in his institute, so one number per institute. The number should be sent to CERN's moderators as well by email so that they can prepare a plot that compares all values with the PDG before hand.

🕒 10m

16:20 **Comment on results from CERN**

🕒 10m

16:30 **Q&A session**

Open questions from the institutes to the moderators at CERN.

🕒 20m

16:50 **Quiz & bye-bye**

🕒 10m



En préambule :

- ❖ Le CPPM
- ❖ La physique des particules

Le CPPM



© Camille Moirenc



Le Centre de Physique des Particules de Marseille

Les tutelles :

→ le CNRS/IN2P3

Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules



Depuis 80 ans, nos connaissances
bâtissent de nouveaux mondes



→ Aix-Marseille Université



Le personnel : ~ 160 personnes

- ~ 40 chercheurs et enseignants chercheurs
- ~ 80 ingénieurs, techniciens et administratifs
- ~ 30 doctorants et post-doctorants
- +
- ~ 60 visiteurs étrangers / an
- ~ 30 stagiaires / an

Les laboratoires de l'IN2P3 :



Les métiers de la recherche

Une grande variété

- de métiers
- de compétences
- de domaines

Au CPPM :

Astrophysiciens
Enseignant-chercheur
Electroniciens
Informaticiens Instrumentalistes
Physiciens
Gestionnaires
Cosmologistes
Mécaniciens

Niveaux de formations

- Adjoint(e) technique
 - BEP (diplôme niveau V)
- Technicien(ne)
 - BAC,... (diplôme niveau IV)
- Assistant(e) ingénieur
 - BTS,... (diplôme niveau III)
- Ingénieur(e) d'études
 - Licence, diplôme d'ingénieur
- Ingénieur(e) de recherche
 - Doctorat, agrégation, certains diplômes d'ingénieur
- Chargé(e) - Directeur/directrice de Recherche – Enseignant(e)-chercheur
 - Doctorat

Travailler au CNRS



<http://www.cnrs.fr/fr/travailler>

CNRS : portail des métiers



<http://metiersit.dsi.cnrs.fr>

Vocation du CPPM

Recherche

– fondamentale

- **physique des particules**

étude des constituants élémentaires de la matière et de leurs interactions

- **astroparticules – astronomie multi-messagers**

observation des particules élémentaires dans l'Univers

- **cosmologie observationnelle**

compréhension de la composition de l'Univers primordial et de son évolution

– expérimentale

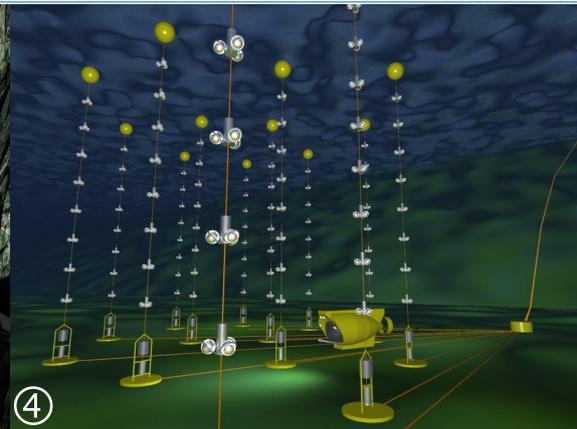
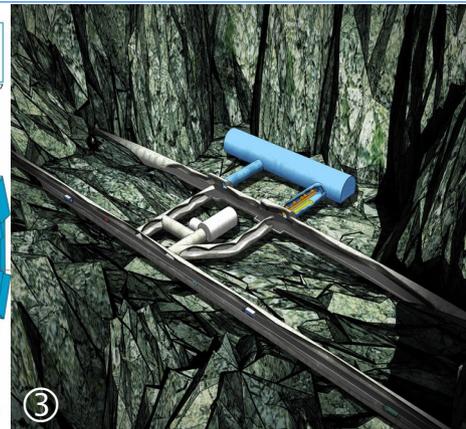
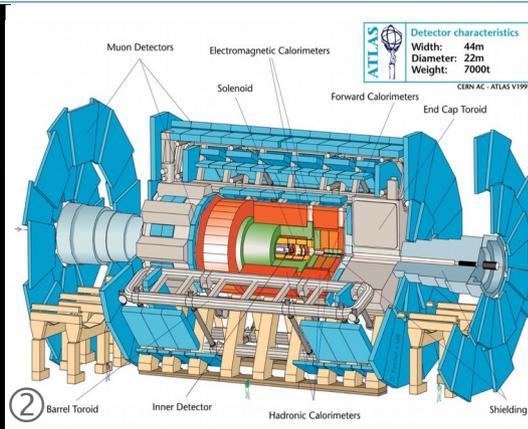
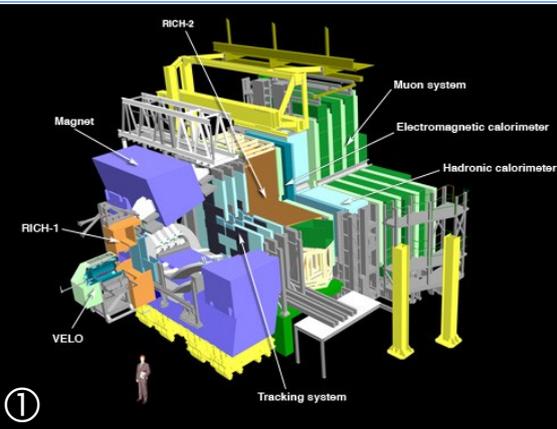
- participation à de **grands projets internationaux**

- mise en œuvre de moyens techniques avancés en **électronique**, en **mécanique**, en **informatique** et en **instrumentation**

Interdisciplinarité & valorisation

- application des techniques développées pour la physique fondamentale à d'autres thématiques

Projets en cours au CPPM

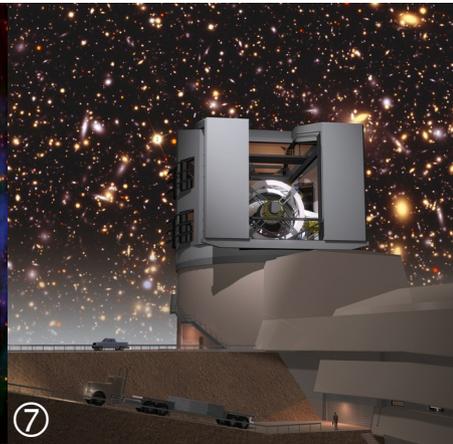
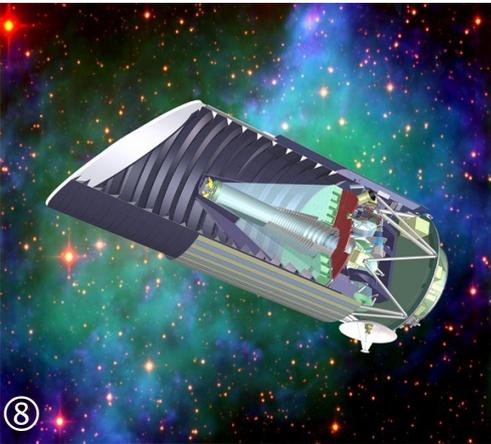


- Après d'accélérateur : ATLAS & LHCb @ LHC (Genève) ①, ②
- Sous les montagnes : SuperNemo (Modane) ③
- Au fond de la mer : Antares, KM3Net (Méditerranée) ④
- Dans le désert, en altitude : HESS (Namibie) ⑤, CTA (Canaries & Chili) ⑥
- Au sommet des montagnes : LLST (Chili) ⑦
- Dans l'espace : EUCLID ⑧

Etude des constituants élémentaires
Recherche de nouvelle physique

Astronomie
Approche multi-messagers

Caractérisation de l'énergie noire
Approche multi-sondes



Interdisciplinarité, applications sociétales

Application interdisciplinaire : **imagerie bio-médicale**

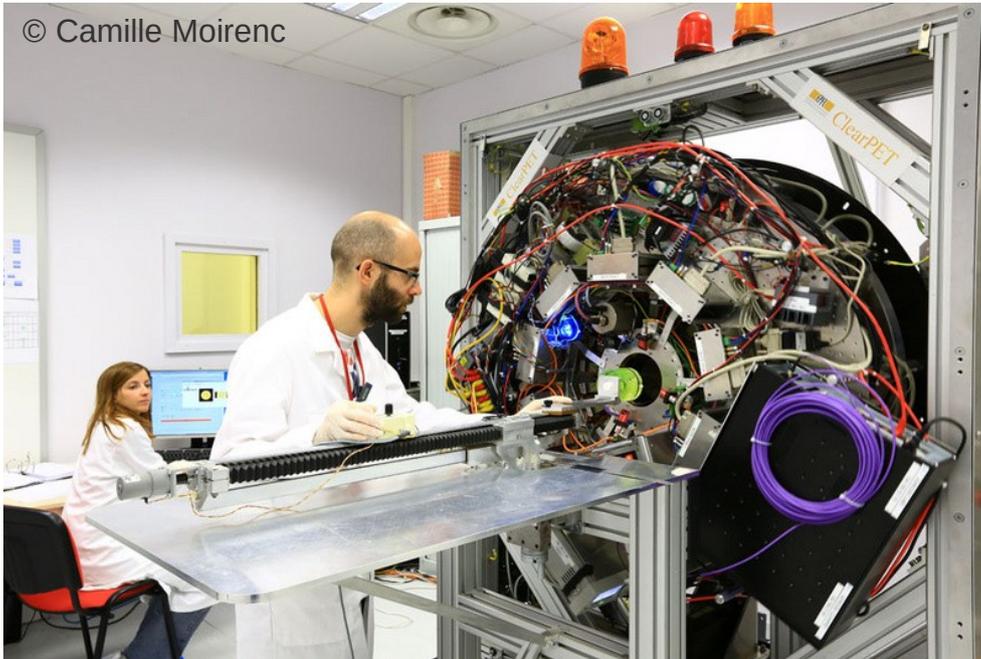
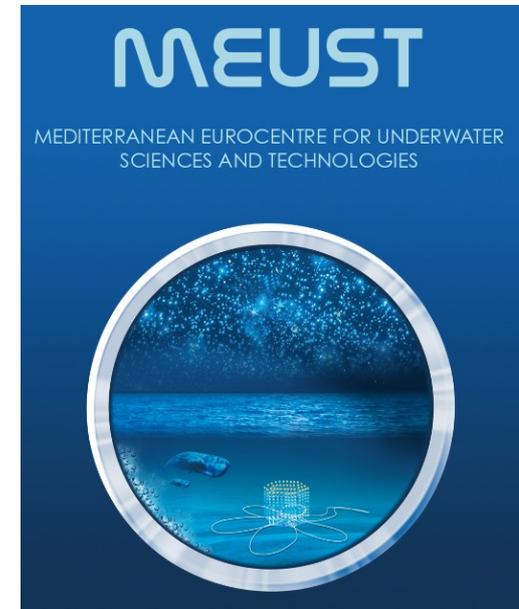
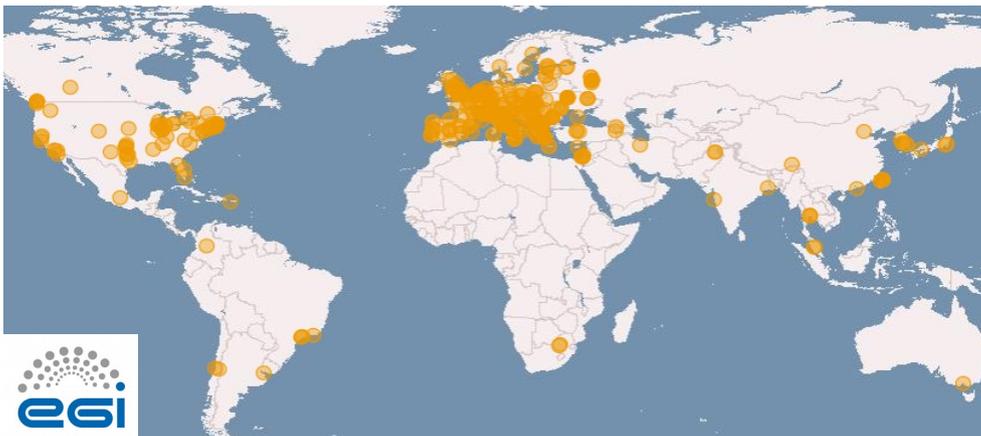


Plate-formes multidisciplinaires :
détecteurs sous-marins



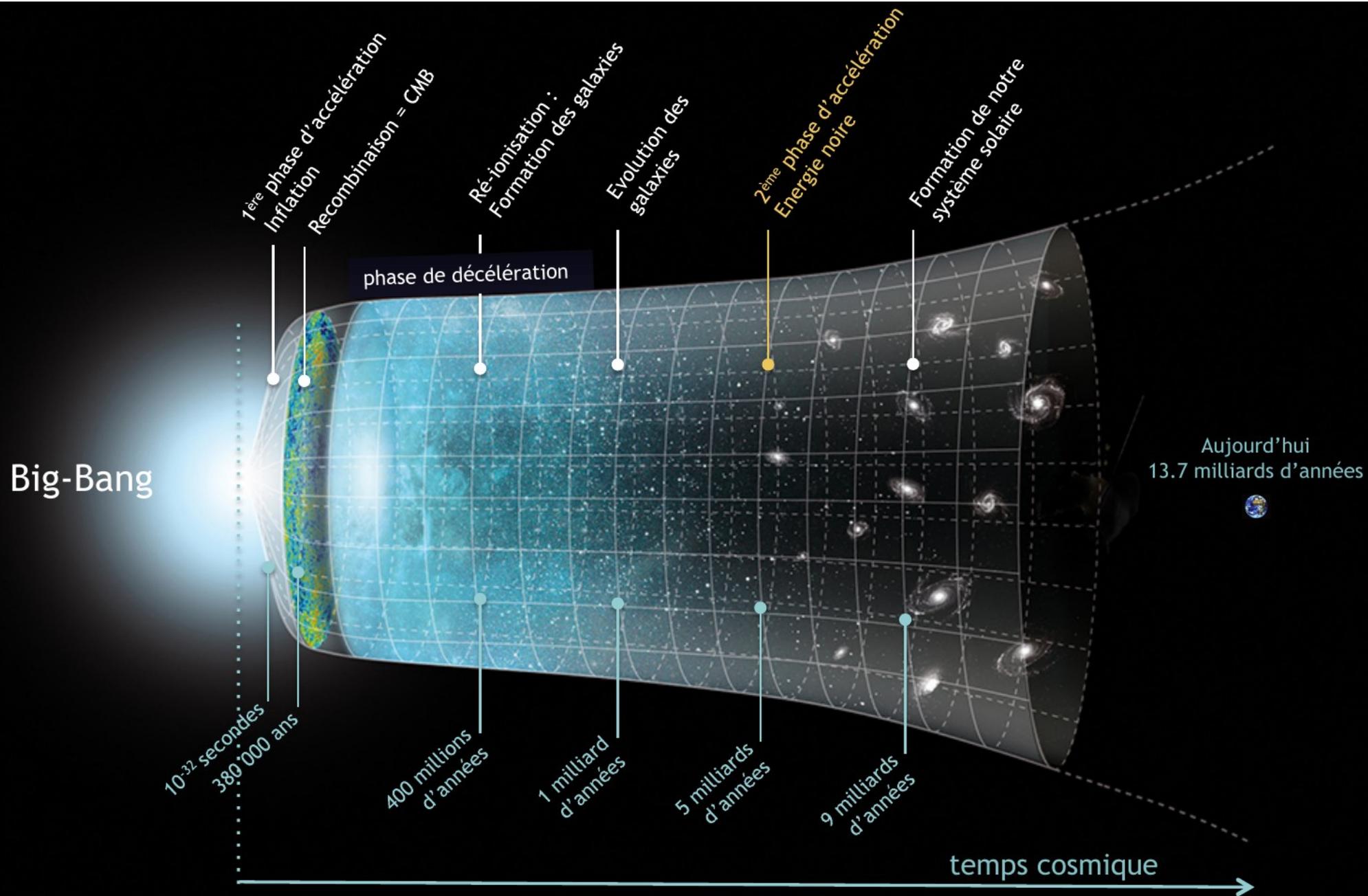
Mutualisation des ressources : **grille de calcul**



Et aussi transferts vers

- l'industrie
- le monde académique
- le grand public

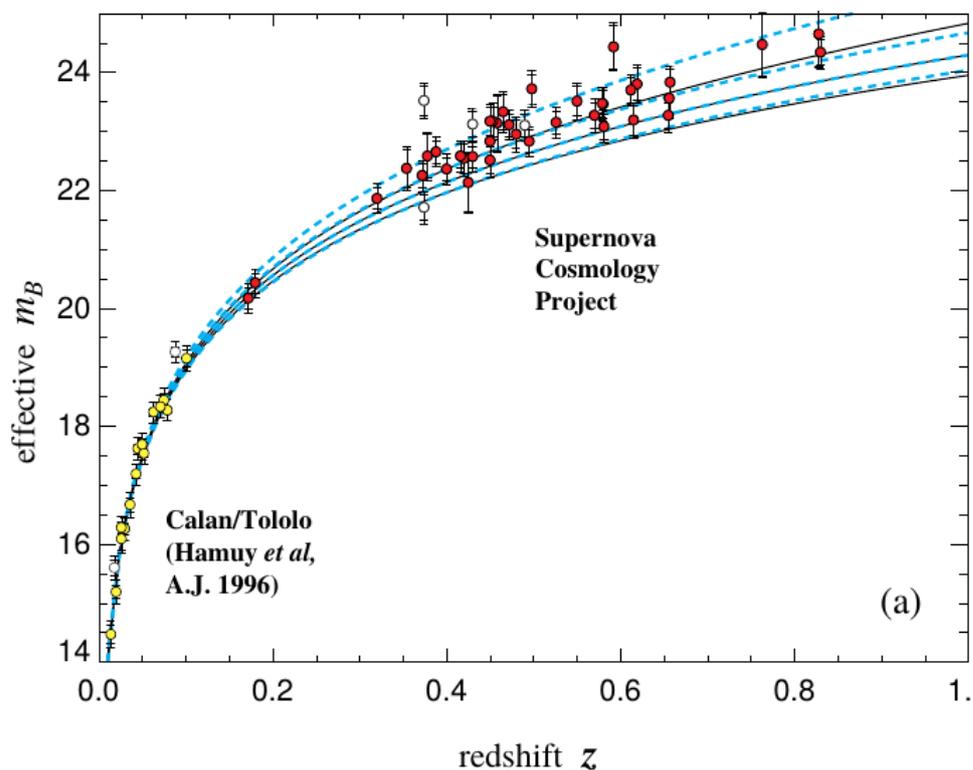
Cosmologie : histoire de l'univers



Cosmologie : énergie noire

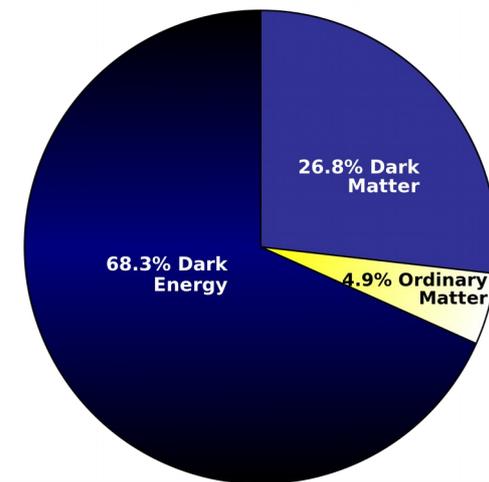
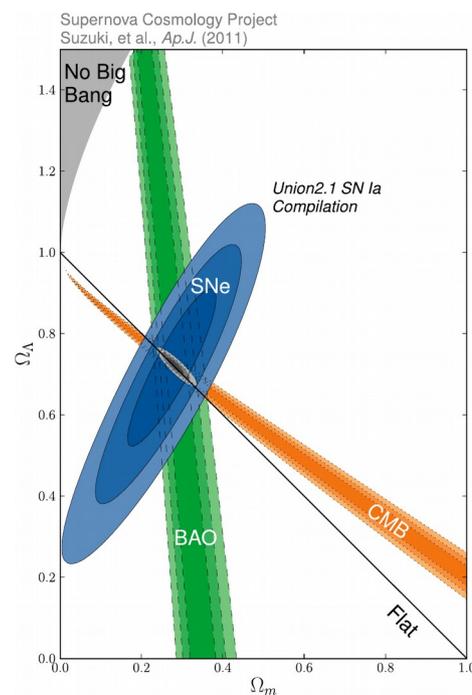
Perlmutter *et al.* 1998 (Nobel 2011)

→ L'univers est en phase d'expansion *accélérée* !



Modèle de concordance

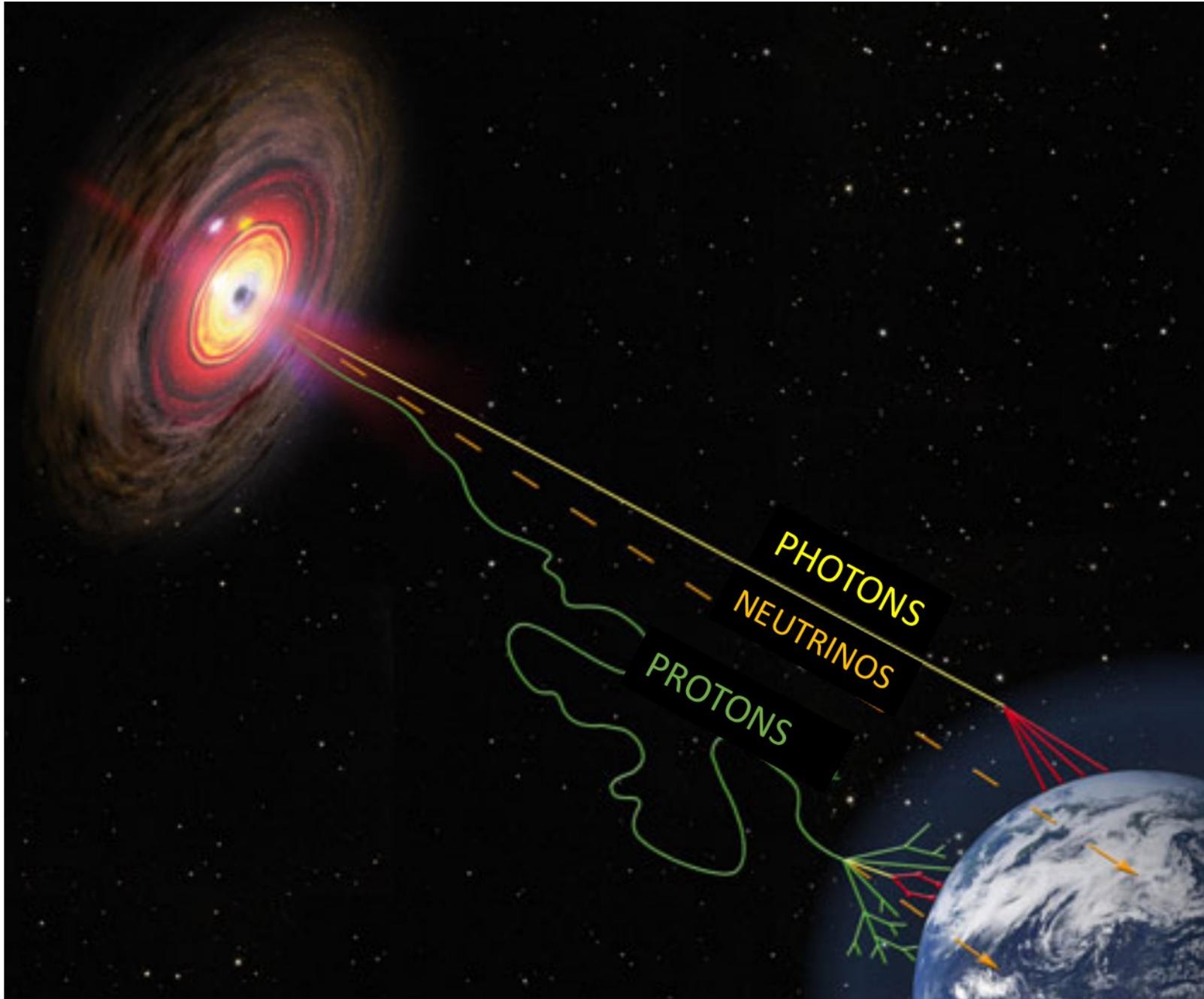
→ Ensemble des observations cosmologiques convergent vers un modèle unique



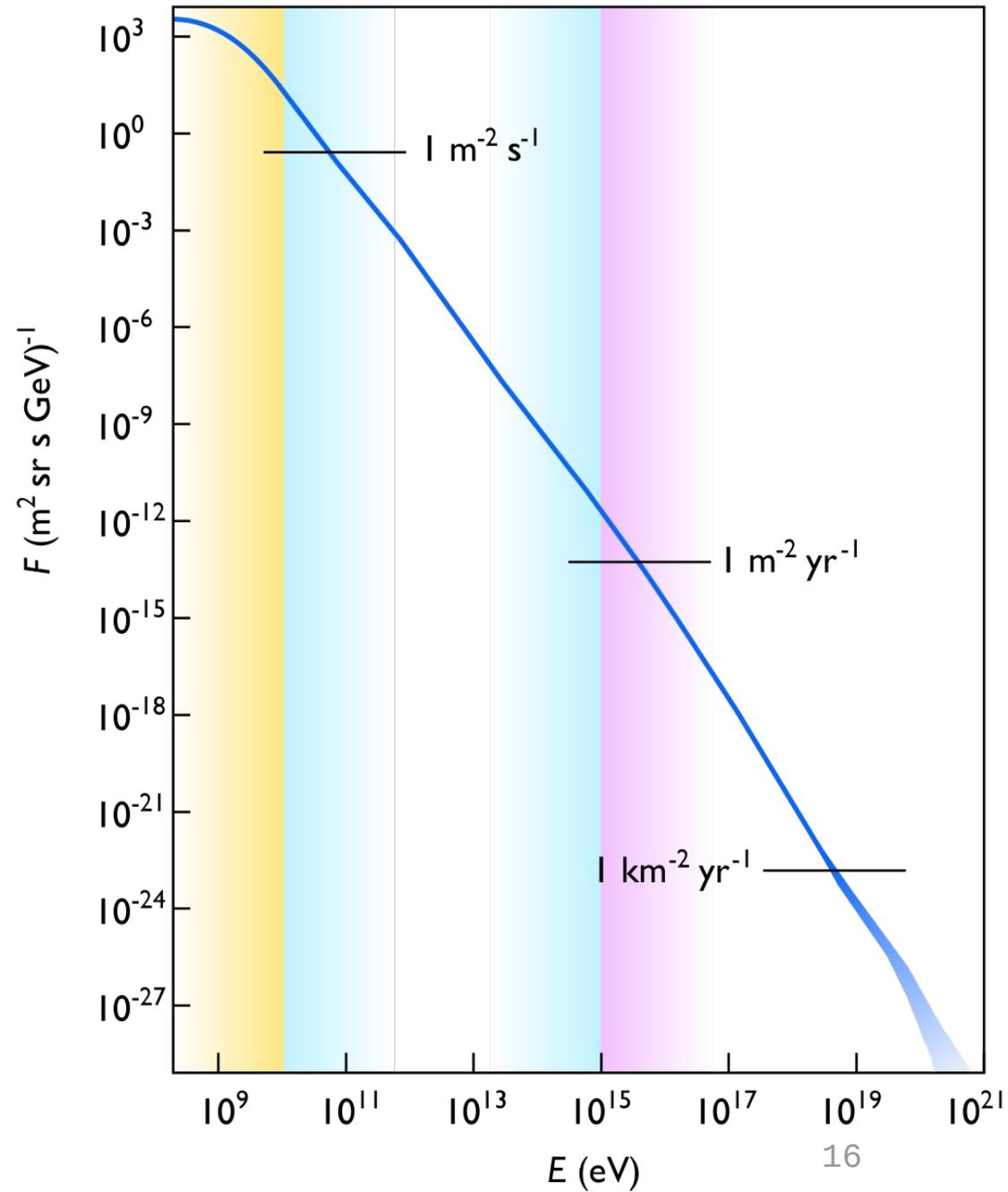
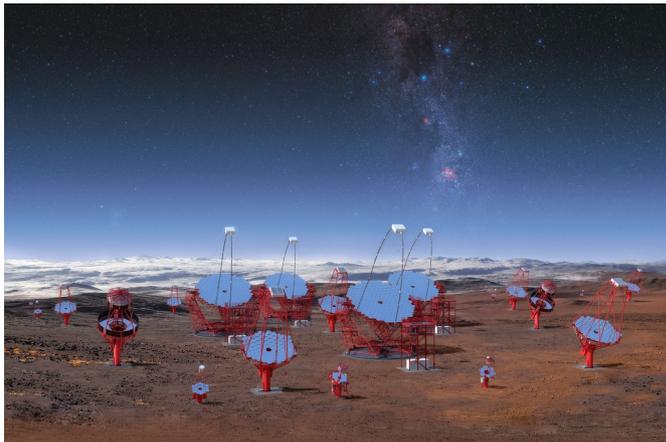
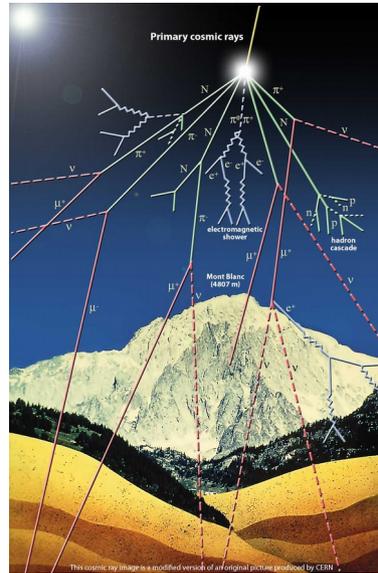
Pour comprendre la nature de cette énergie, il faut mesurer l'histoire de l'expansion sur des larges champs de vue et sur une large gamme de redshift

Utilisations de différents types de sondes (supernovae, vides cosmiques, ...)

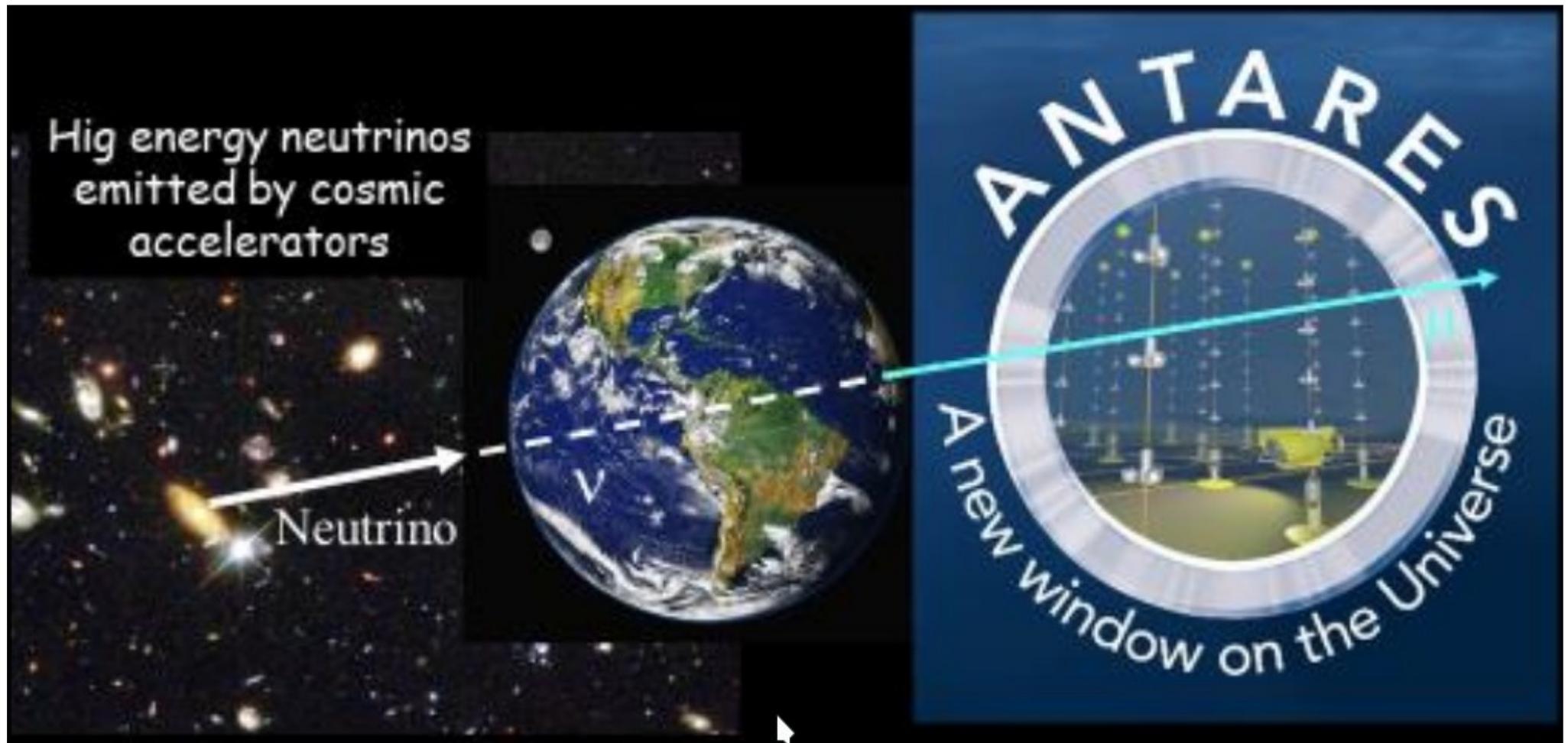
Astronomie multi-messagers



Les rayons cosmiques



Télescopes à neutrinos

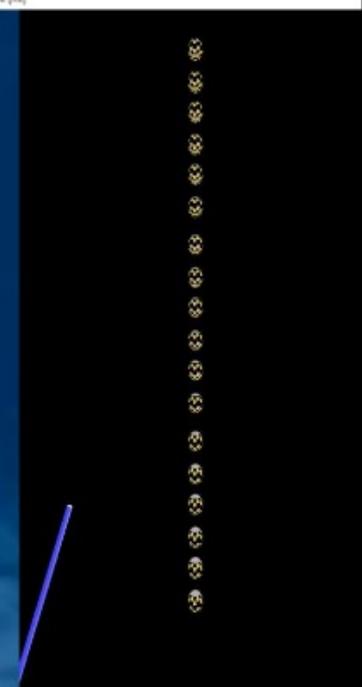
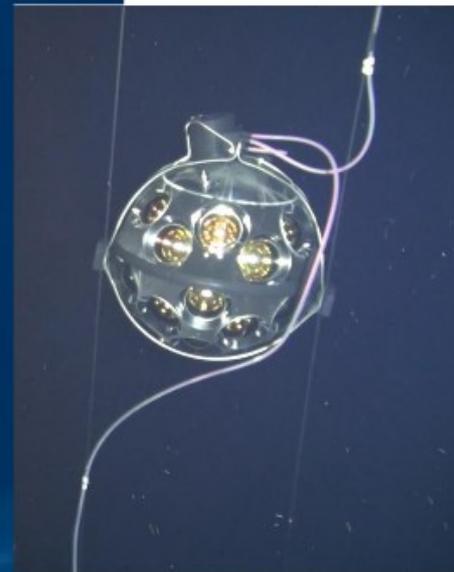
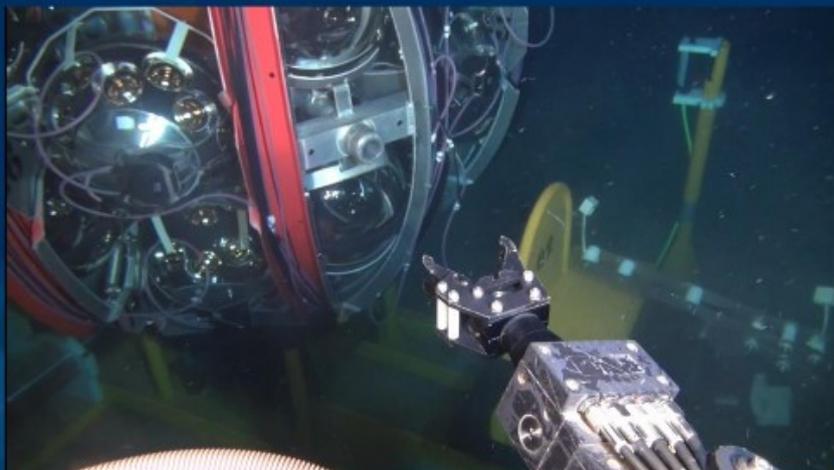
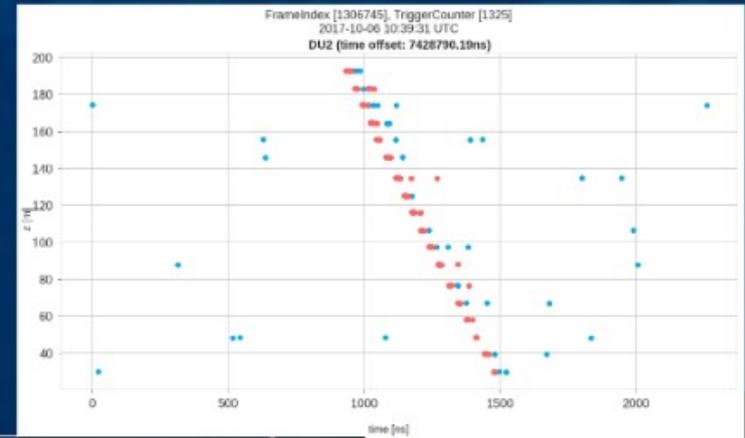


Télescopes à neutrinos

KM3NeT Collaboration



The first KM3NeT-ORCA line



1st line in operation between September and December 2017

Vocation du CPPM

Recherche

– fondamentale

- **physique des particules**

 - étude des constituants élémentaires de la matière et de leurs interactions

- **astroparticules**

 - observation des particules élémentaires dans l'Univers

- **cosmologie observationnelle**

 - compréhension de la composition de l'Univers primordial et de son évolution

– expérimentale

- participation à de grands projets internationaux

- mise en œuvre de moyens techniques avancés en **électronique**, en **mécanique**, en **informatique** et en **instrumentation**

Interdisciplinarité & valorisation

- application des techniques développées pour la physique fondamentale à d'autres thématiques

La physique des particules

Voyage au coeur de la matière...



La physique des particules

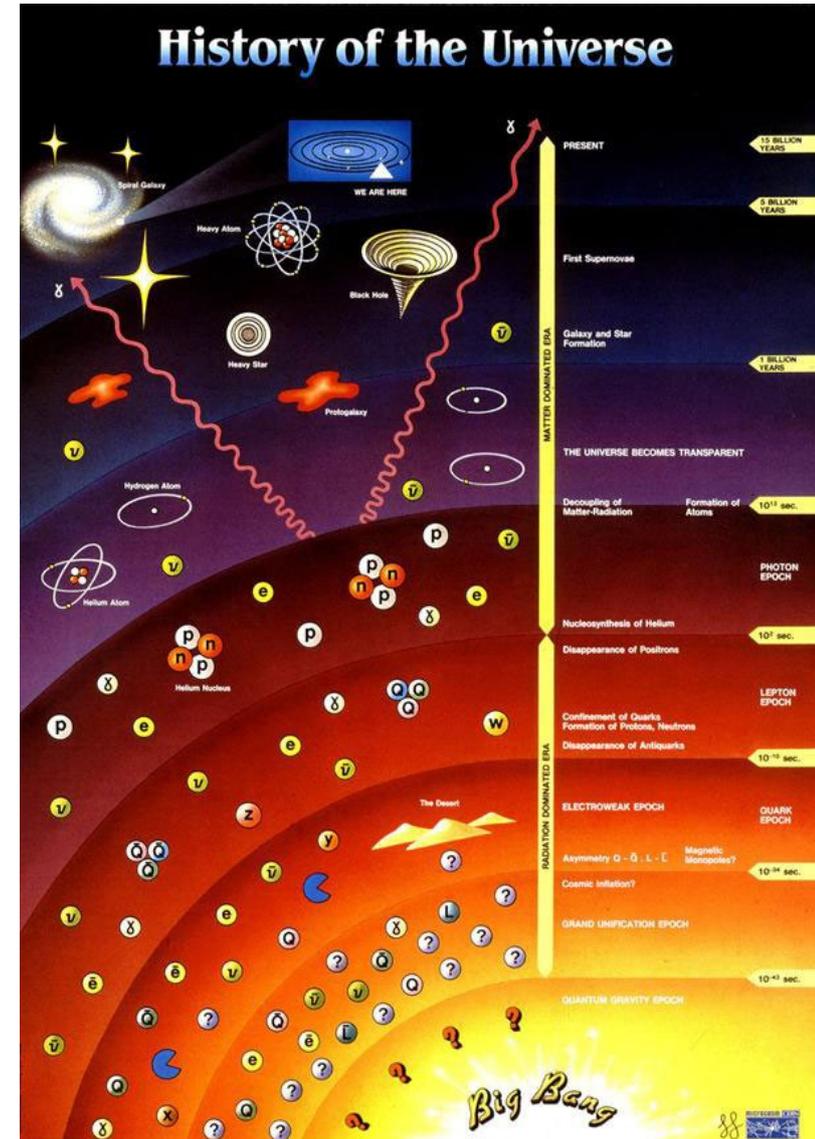
Étude des **constituants élémentaires** de la matière et de leurs **interactions**

- constituants *élémentaires* : « particules » sans structure interne
- *interactions* : les forces qui s'exercent entre ces composants élémentaires

Présentes dans l'univers primordiale, dense et chaud

Dans l'univers « froid » d'aujourd'hui, la plupart de ces particules ont maintenant disparu

- créées artificiellement dans des accélérateurs (collisionneurs) de particules qui reproduisent les conditions existantes aux premiers instants de l'univers
- **plus on accélère les particules**
- **plus on met d'énergie en jeu**
- **plus on remonte dans le temps**



Prêts ?

Pourquoi la recherche fondamentale ?

→ comprendre notre univers pour satisfaire la **curiosité humaine**

Pourquoi les masterclasses ?

→ pour titiller **votre curiosité** : posez des questions !

A suivre :

09:15

Particules élémentaires et interactions fondamentales

Qu'est-ce qu'une interaction ? Quelles sont les interactions fondamentales ?
Qu'est qu'une particule élémentaire ? Quelles sont les particules élémentaires ?
Ce qu'on connaît : le Modèle Standard
Ce qu'on ne connaît pas ...
Ce qu'on cherche et comment ...

Orateur: Julien Cogan (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM)

10:15

Ma thèse / mon métier en 180 secondes

Orateurs: Marie Aubert (CPPM), Dr Pierre Barrillon (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM, Marseille, France), Sylvain Gouyou



180sec_PierreB_ma...



timer en ligne

10:30

Pause café

10:45

Ingénierie mécanique

Orateur: Eric Vigeolas (CPPM)

11:00

L'expérience LHCb

Orateur: Justine Serrano (Aix Marseille Univ, CNRS/IN2P3, CPPM, Marseille, France)