# Visite du centre de recherche de Saclay

# I- Première partie, par Alain Boudard (alain.boudard @cea.fr)

# 1°) Explication du fonctionnement de la chambre à brouillard à diffusion

- Grosses traı̂nées rectilignes : particules  $\boldsymbol{\alpha}$
- Traces courtes en Zigzags : particules β
- Traces longues à grandes vitesses : protons et muons

Une roche d'uranium provoque une augmentation des traces de particules  $\beta$ -

L'envoi d'un gaz de radon provoque une augmentation des traces de particules α.

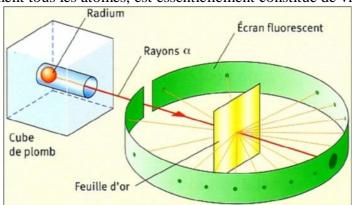
(Cf. la vidéo sur : http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=103)

### 2°) Explication du diagramme N-Z

- Notion de vallée de stabilité
- Instabilité par excès de neutron ou de proton
- Recherche de fabrication de noyaux superstables (Cf. la vidéo sur : <a href="http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=105">http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=105</a>)

# 3°) Description de l'expérience de Rutherford

Rutherford bombarde une feuille d'or avec des particules  $\alpha$ . Il constate que de l'autre côté, où il a placé un écran avec une couche de sulfure de zinc qui réagit avec les particules  $\alpha$  en émettant une étincelle à leur contact, dans la même direction, beaucoup d'étincelles sont visibles. En revanche sur les côtés très peu d'étincelles sont visibles : il en déduit que l'atome est très facilement traversé par ces particules  $\alpha$  et que l'atome d'or, ainsi que sûrement tous les atomes, est essentiellement constitué de vide.



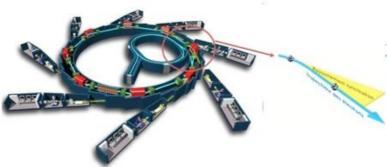
### 4°) Description du principe d'un spectromètre de masse

Des accélérateurs de particules permettent de connaître la structure de la matière ; des noyaux de fer sont créés, puis : — accélérés par des champs électriques ;

- déviés par des champs magnétiques ;
- envoyés (une fois une quantité d'énergie acquise considérable) sur une cible pour la détruire.







Vue intérieure

# II- Deuxième partie, par Laurent Nalpas (laurent.nalpas@cea.fr)

### 1°) La radioactivité naturelle

La dose de radiations reçue par un être humain est d'environ 2,5 mSv par an.

Un voyage Aller-retour Paris-New-York ajoute une dose de 0,06 mSv.

Une radiographie pulmonaire ajoute environ 0,3 mSv.

Un scanner ajoute entre 1 et 5 mSv.

### 2°) La contamination due à la centrale de Fukushima

L'eau potable de Tokyo est contaminée : elle possède une activité de 200 Bq.L-1.

Autres éléments de comparaison :

Corps	Eau de mer	Lait	Fruits crustacés	Cendres de charbon	Engrais (à base de phosphates)	Granit	Être humain
Activité (Bq.L <sup>-1</sup> ou Bq.kg <sup>-1</sup> )	10	80	100	2000	5000	8000	130

Un être humain d'une masse d'environ 70 kg a donc une activité d'environ 9000 Bq.

Le seuil communément accepté est de 25 mSv par an. Les liquidateurs de la centrale de Fukushima reçoive environ 250 mSv en 1 heure.



Réacteurs 2 & 3

### 3°) La fusion d'un cœur de centrale nucléaire

On dit qu'un cœur de réacteur fond lorsque la gaine de métal entourant chaque crayon (assemblage de pastilles cylindriques) d'uranium fond (passe de l'état solide à l'état liquide).

# Conséquences:

- les crayons ne peuvent plus être retirés individuellement pour une maintenance du cœur car ils sont désormais soudés transformant le cœur en un bloc métal/uranium indissociable et donc non retraitable (recyclable)
- Le cœur et son environnement proche sont condamnés est restés sur place pendant des dizaines d'années. En effet, le césium 137 présent a une période radioactive de 30 ans. On peut estimer que l'activité de la source de <sup>137</sup>Cs a véritablement baissé au bout d'une durée de 10.T, soit 300 ans.

# Bouchon Orifice sous pressurtisation Bouchon Ressort Pessort Carappe de controle Embout Sincentum Bouchon Initiation Tubs-guide Crayon combustible Embout Inferteur

# <u>4°) Logiciel de simulation de fonction</u>nement d'une centrale

Sur le site <a href="http://irfu.cea.fr/Nuclearplant">http://irfu.cea.fr/Nuclearplant</a>

<u>Rq. :</u> En descendant les barres d'absorption de neutrons, la pression monte, donc le volume d'eau augmente. Mais la radioactivité continue car les produits de fission de l'uranium sont eux aussi radioactifs et font monter la température.

# III-Troisième partie

### 1°) Le labo Micromegas, par Marc Anfreville (marc.anfreville @cea.fr)

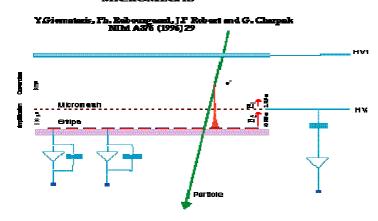
Marc Anfreville possède un bac S, un DUT de Mesures physiques et a fait une formation d'ingénieurs. Il met au point un détecteur gazeux de particules de hautes énergies.

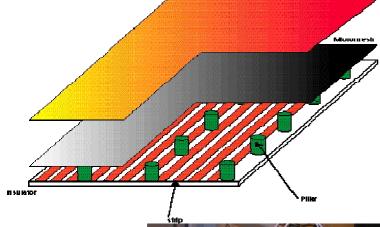
Lors d'une collision dans un accélérateur de particules, une particule (un pion) va ioniser un gaz. Les électrons ainsi créés vont être captés et comptés par son détecteur.

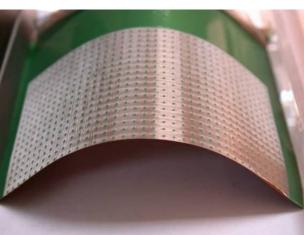
Son travail à créer un détecteur qui sera placé en de nombreux exemplaires dans différents plans autour du lieu de la collision afin de déterminer la trajectoire de la particule pion.

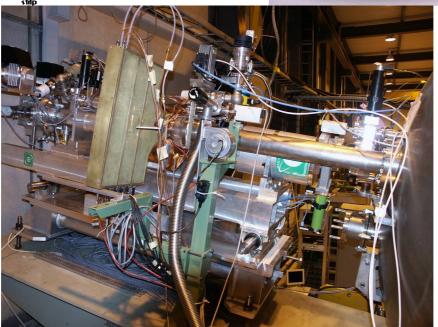
Des difficultés techniques comme la création d'un dispositif devant créer un champ électrique uniforme de 200 V.m<sup>-1</sup> sur une épaisseur de 100  $\mu$ m  $\pm$  3  $\mu$ m lui ont pris beaucoup de temps. Son détecteur doit aussi amplifier le signal reçu.

### MICROMEGAS









# 2°) Antares, le télescope de neutrinos, par Thierry Stolarczyk (thierry.stolarczyk @cea.fr)

Thierry Stolarczyk a été remplacé par un chercheur en physique des particules de nationalité allemande.

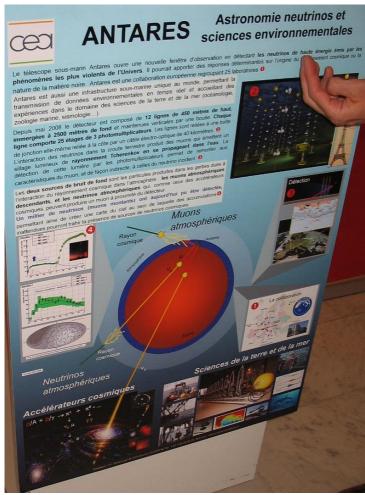
Il a des responsabilités dans l'exploitation des données provenant du dispositif Antarès, un télescope sous-marin de neutrinos de hautes énergies.

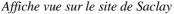
De nombreuses particules sont émises par les phénomènes physiques se produisant dans l'univers. Ces astroparticules, comme les électrons, les protons, les muons, qui constituent la base de la matière, sont fabriquées par des étoiles : des trous noirs et des supernovae.

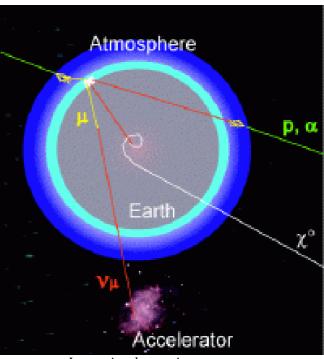
Leur inconvénient majeur est qu'elles sont chargées, et donc déviées par le moindre champ magnétique, donc par chaque corps céleste qu'elles rencontrent ! Il est donc impossible d'étudier les sources intenses de particules dans l'univers.

C'est pourquoi le neutrino est l'objet central de cette étude : cette particule est en effet électriquement neutre et interagit très faiblement avec la matière : une

fois détectée, sa trajectoire déterminée il sera possible d'en déterminer la source. Mais son immense avantage par rapport aux autres particules en devient aussi un immense inconvénient : interagissant très peu avec la matière, elle est très difficile à détecter !







Interaction du neutrino

Les détecteurs sont en fait sensibles à la présence de muons, particules émises lors de l'interaction d'un neutrino mu  $(v_u)$  avec la matière. Cette particule, le muon, est plus facile à détecter car chargée électriquement.

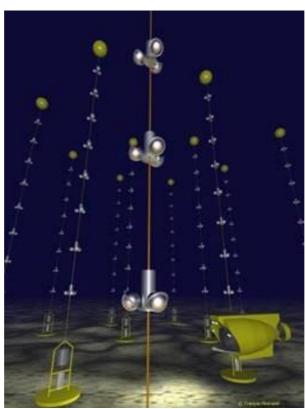
Les détecteurs sont alignés en collier de perles et placés à 2500 m de profondeur sous l'eau. Dirigés vers le fond marin, ils ne détecteront pas les muons créés dans l'atmosphère à quelques kilomètres du capteur, mais ceux ayant traversé la Terre (Cf. affiche ci-dessus).

Les lignes de capteurs permettent grâce à des algorithmes de calcul de mettre en évidence une direction privilégiée selon laquelle des muons sont détectés parmi le bruit de fond provenant de l'ensemble de la Terre. La difficulté, outre technique, réside dans le fait qu'il faut détecter beaucoup de neutrinos pour distinguer les neutrinos terrestres de ceux provenant de sources intenses de neutrinos. Or les capteurs n'en décèlent qu'environ 3-4 par jour!

(Cf. la vidéo sur : <a href="http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=102">http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=102</a>
<a href="http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=46">http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=102</a>



Mise à l'eau en 2008 d'une ligne de capteurs



Ligne de capteurs à 2500 m sous l'eau

# 3°) Le projet de télescope CTA, par Maria Medina (cmedina @cea.fr)

Maria Medina, de nationalité argentine, est Docteur en physique des particules.

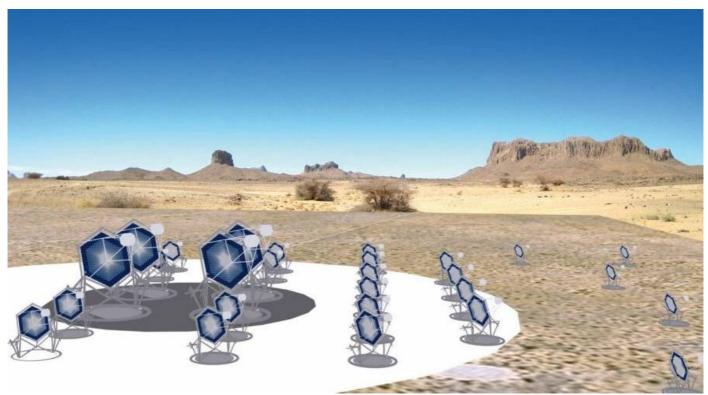
Une autre personne nous a également accueillis : elle a un bac S, un DUT de Mesures physiques et un diplôme d'ingénieur obtenu en formation continue par alternance (Mais je n'ai pas mémorisé son nom)

Après le télescope HESS installé en Namibie, de 12 m de diamètre, un autre projet d'exploration de l'univers dans les rayonnements γ est en cours : le projet européen de grand réseau de télescopes Cherenkov, « Cherenkov Telescope Array » (CTA).

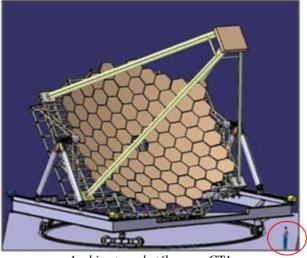
Ce projet est un consortium international, regroupant 34 instituts dont le CNRS (avec 7 laboratoires), le CEA (1 laboratoire) et l'Observatoire de Paris (1 laboratoire CNRS) et impliquant 14 pays (Allemagne, France, Espagne, Italie, Royaume-Uni, Irlande, Finlande, Suisse, Pologne, République tchèque, Arménie, Pays-Bas, Afrique du Sud, États-Unis). Après une phase de début de construction envisagé dès 2013 et un déploiement progressif des télescopes jusqu'à 2018, la mise en fonction de l'observatoire devrait débuter en 2014.

Il regroupera des télescopes de différents diamètres (6 m, 12 m et 23 m) pour travailler sur trois grandes zones d'énergie gamma.

Ces grands télescopes doivent être supportés par des structures très résistantes, légères et au coût de fabrication réduit. Maria Medina a en charge ce travail de mise au point et étudie des structures à base de fibres de carbone et/ou de verre.



Cherenkov Telescope Array



Architecture de télescope CTA