

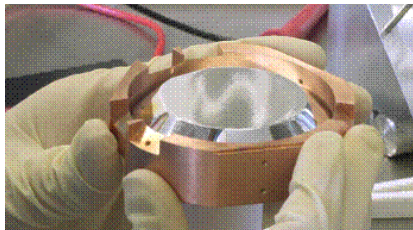
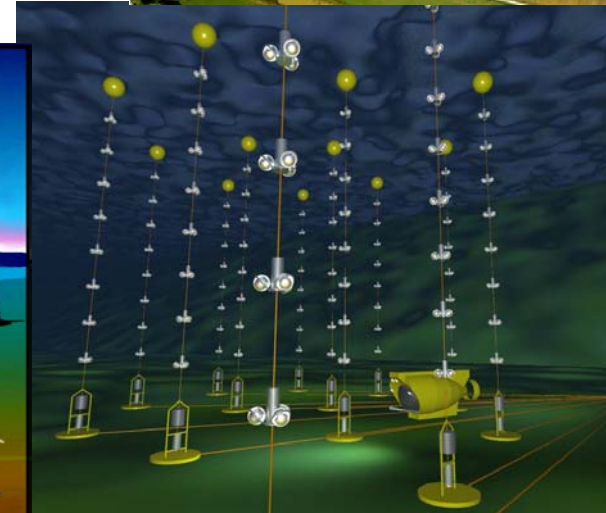
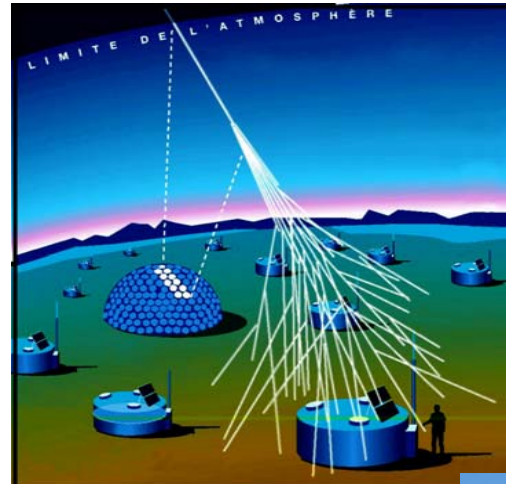
Astroparticules et Neutrinos

Les grandes thèmes de recherche:

- Origine des rayons cosmiques
- Les énergies extrêmes et les accélérateurs cosmiques
- La matière noire
- Les neutrinos

Les messagers:

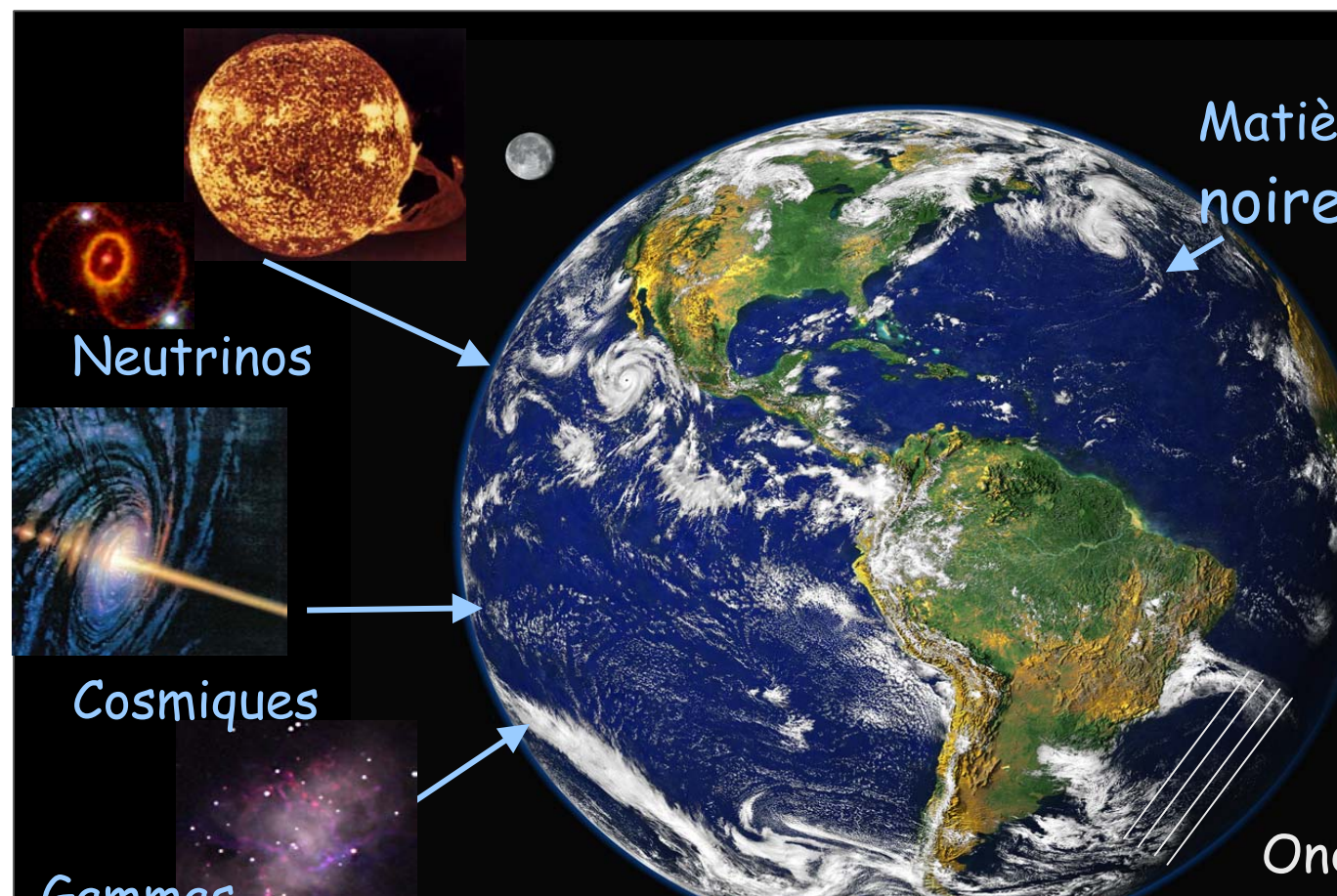
- Les photons (astro X, γ)
- Les neutrinos
- Les cosmiques chargés
- Les particules exotiques



La quasi-totalité de nos connaissances concernant l'Univers provient de l'observation de photons thermiques (infra-rouge, visible,...), mais on ne connaît que 10% de l'Univers

-> On cherche à utiliser de **nouvelles sondes**: X, gammas, rayons cosmiques, neutrinos, nouvelles particules

-> L'univers est un laboratoire pour les **énergies extrêmes** (inaccessibles sur Terre) --> connection avec la physique des particules



Les rayons cosmiques

(découverts en 1912 par Victor HESS)

18 ordres de grandeur:

- MeV :

surtout d'origine solaire

- GeV – 100 TeV :

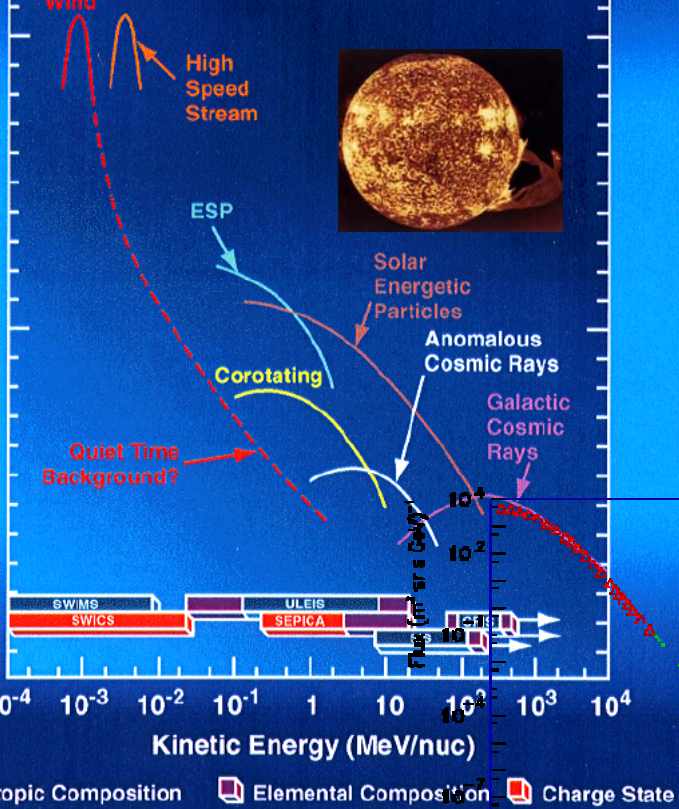
surtout origine galactique
(Restes de supernovae)

- Au delà du genoux:

origine extragalactique
(quasars?)

Aux énergies extrêmes:

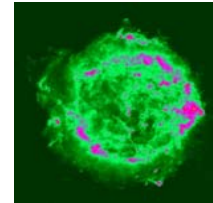
Coupure GZK?



50 ordres de grandeur

Fluxes of Cosmic Rays

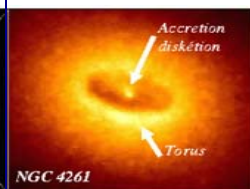
(1 particle per m^2 -second)



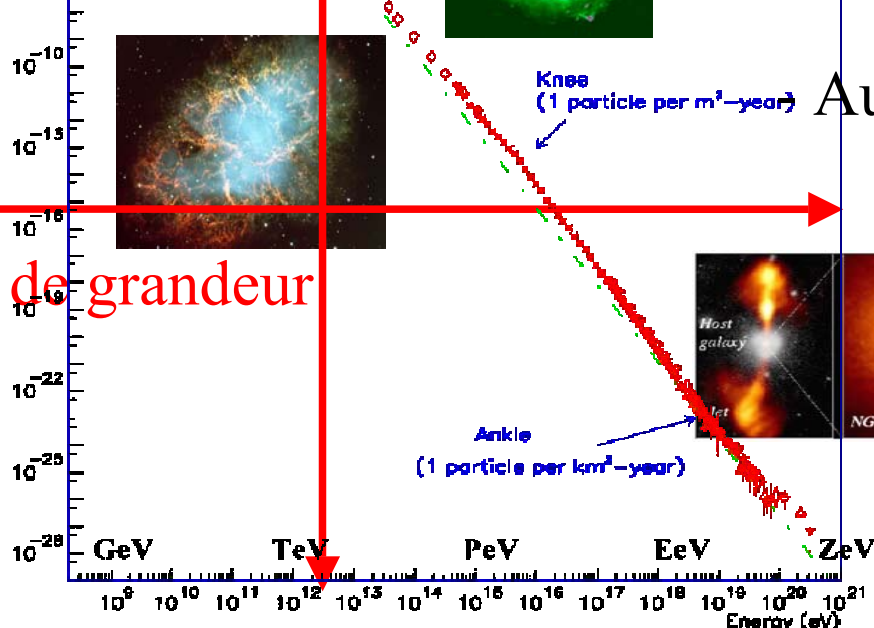
Knee
(1 particle per m^2 -year)



Ankle
(1 particle per km^2 -year)



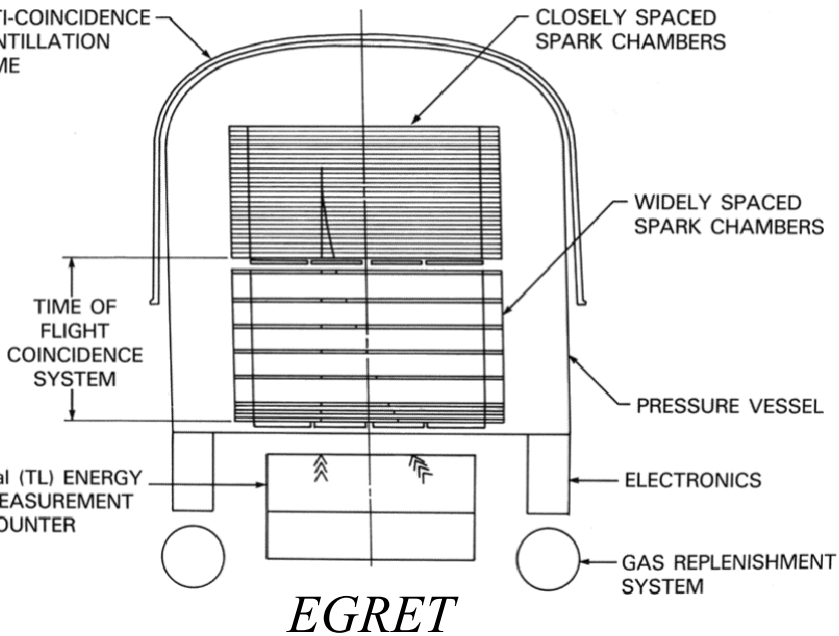
18 ordres de grandeur



Composition?
Direction d'origine?
Nouvelles particules

Techniques de détection

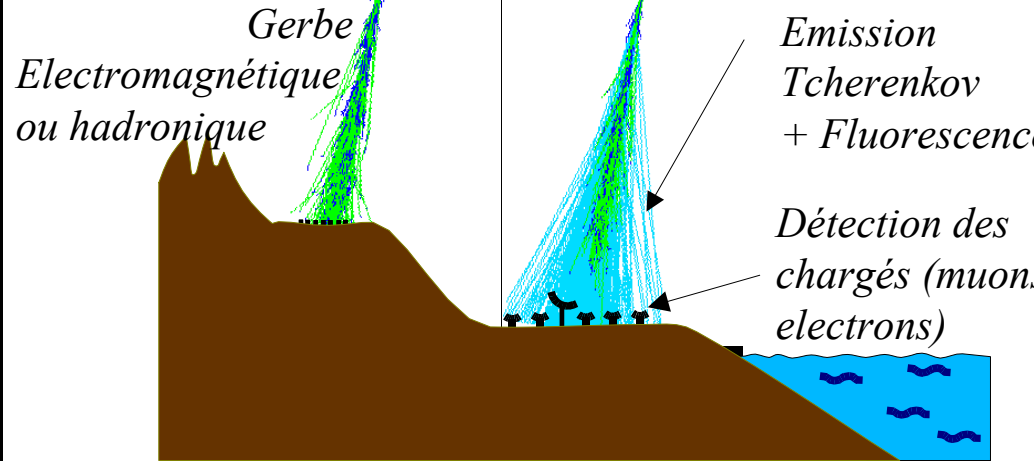
Satellites et ballons



BESS, HEAT, AMS, ..., GLAST

Techniques de physique des particules
 calorimètres, détecteurs de trace, ...)
 Mesures directes des paramètres (charges, ...)
 Mais faible surface effective ($\sim 1\text{m}^2$) donc
 seulement à basse énergie ($< 100\text{ GeV}$)

Au sol: Tcherenkov Atmosphérique et flux de particules à haute énergie



Whipple, CAT, HESS, HEGRA, Celeste, AGASA, KASKADE, AUGER, HiRes,, NuTel

- Très grandes surfaces effectives ($20\ 000\ \text{m}^2$ au TeV, plusieurs centaines de km^2 pour AUGER)
- Mais information secondaire
- Limité à basse énergie par la luminosité du ciel nocturne

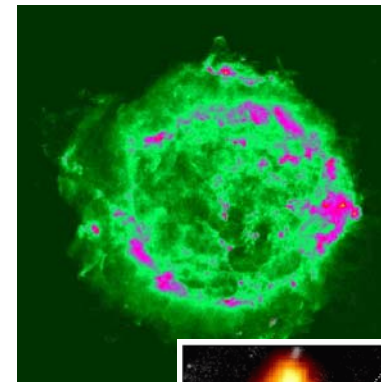
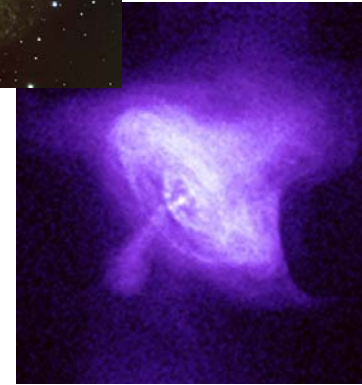
Que nous apprennent les rayons cosmiques ?

- Discipline centenaire (1912) avec de nombreuses découvertes à son actif (Muons, positrons, ...)
- Information de nature statistique sur la composition de l'univers (Antimatière, recherche de nouvelle particules,...)
- Par exemple: AMS et l'étude du spectre des positrons (excès de positrons vu par HEAT du à de la nouvelle physique?) : Jonathan Pochon
- Nécessite une bonne compréhension de la propagation dans la galaxie (spallation / réaccélération / ...)
Très fortement couplée avec l'astronomie (infra-rouge,...)
- Etude au moyen de nouvelles sondes: neutrinos (traceurs des interaction hadroniques dans la galaxie)
ANTARES: Fabrice Jouvenot
- Etude des sources de rayons cosmiques (objets astrophysiques fascinants) au moyen des messagers neutres (non déviés par les champs magnétique)

Accélérateurs cosmiques

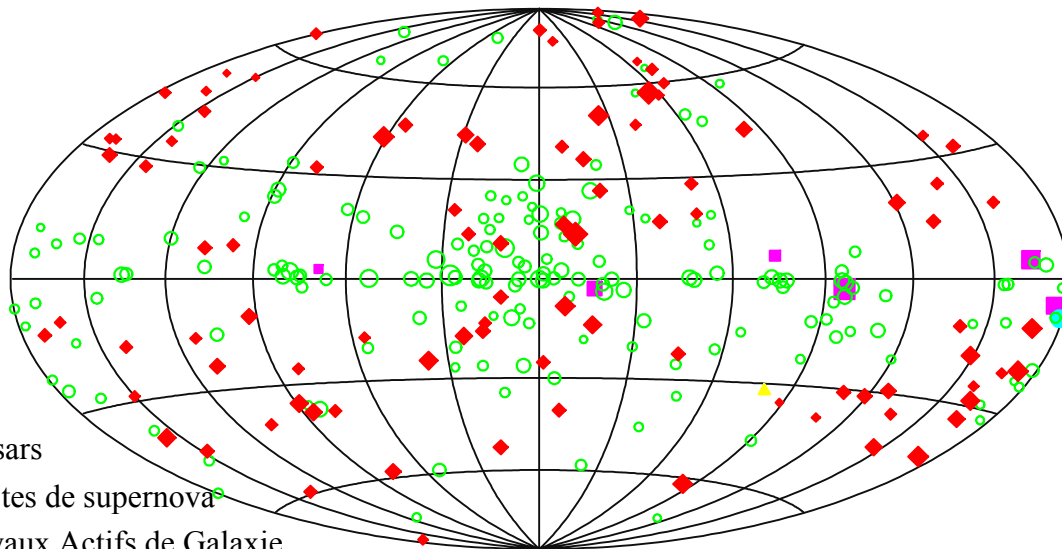
Tout un bestiaire:

- Galactiques
(Pulsars, SNR, micro-quasars,...)
- Extragalactiques
(Noyaux actifs de galaxies, sursauts gamma)
- De nombreuses sources **non identifiées**

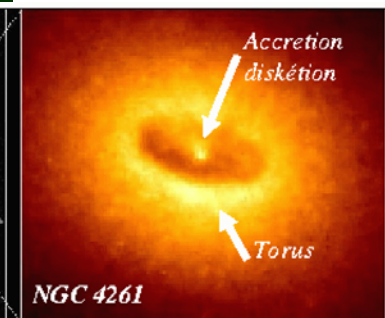
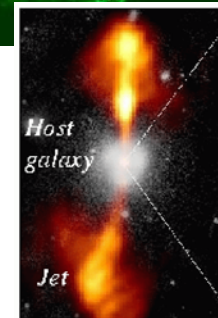


Troisième Catalogue d'EGRET

$E > 100 \text{ MeV}$



Pulsars
restes de supernova
Noyaux Actifs de Galaxie



Traque des accélérateurs

Astronomie de position γ
AMS GRB (~ 10 GeV) :

Julien Bolmont

HESS (~ 100 GeV) :

Nicolas Leroy

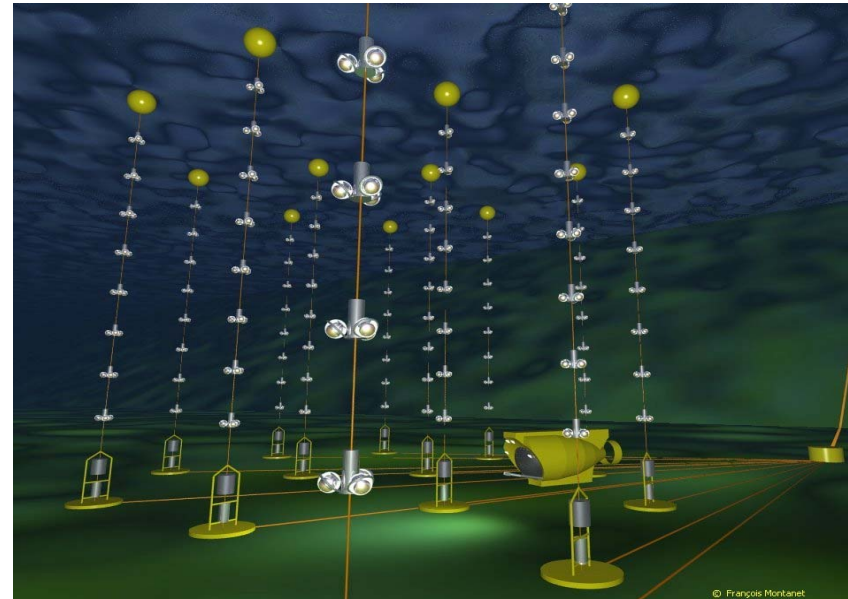


Naissance d'une nouvelle astronomie neutrinos
ANTARES

Sébastien Saouter

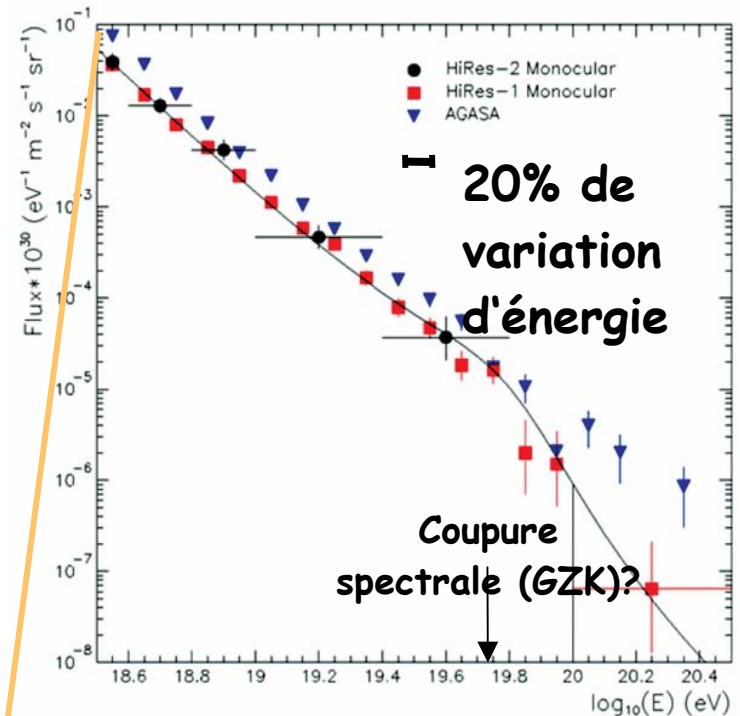
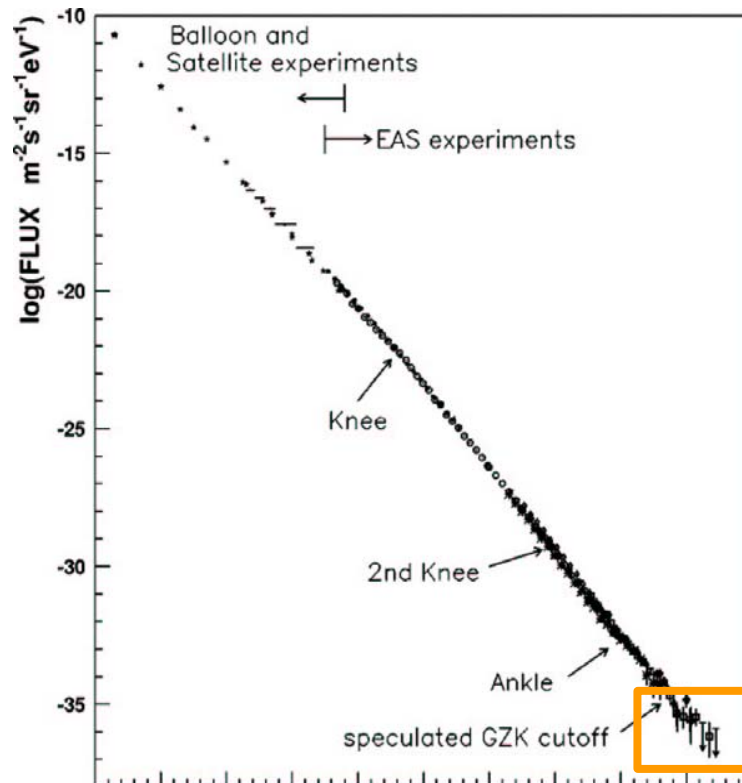
Travail théorique (modélisation)

Nicolas Girard



UHECR

- Domaine des interrogations:
 - **quoi** ? (composition)
 - **d'où** ? (extra galactique, top-down vs bottom-up)
 - **jusqu'où** ? (extension du spectre)
 - GZK (interaction avec le fond infra-rouge cosmologique)?
 - Nouvelle physique ?



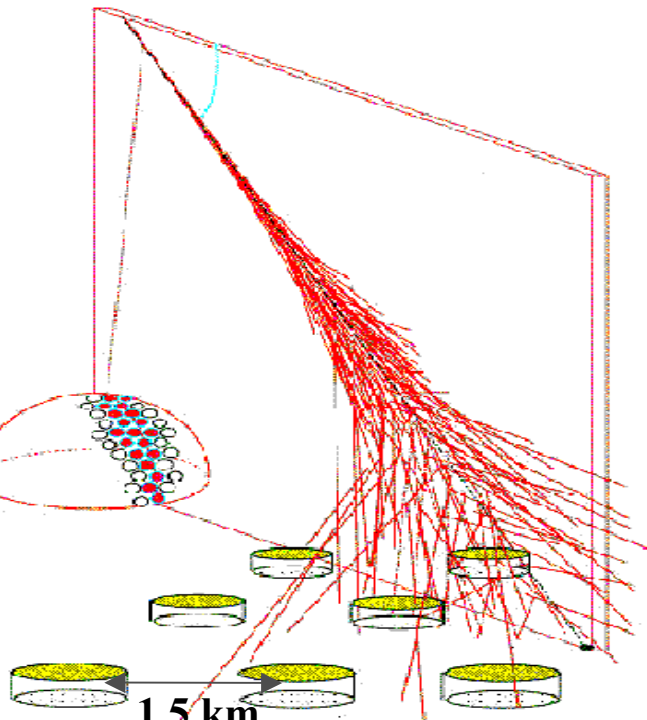
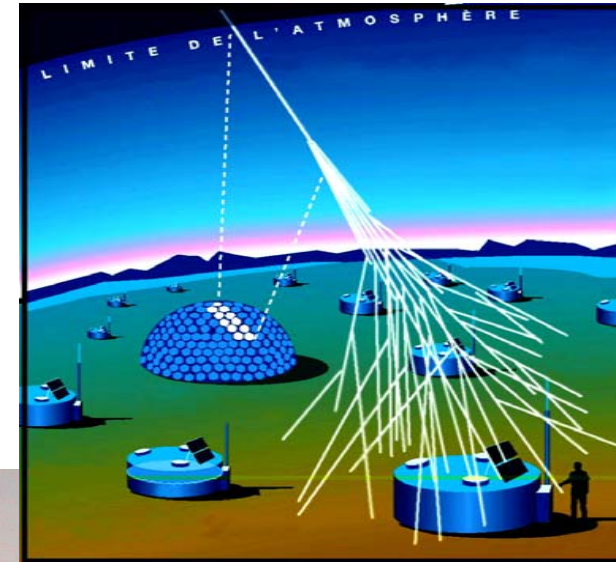
Désaccord AGASA - HiRes

Auger

Véritable observatoire pour les énergies extrêmes (site sud : [Argentine](#))

Combine fluorescence et échantillonnage
-> Accès à la composition des cosmiques

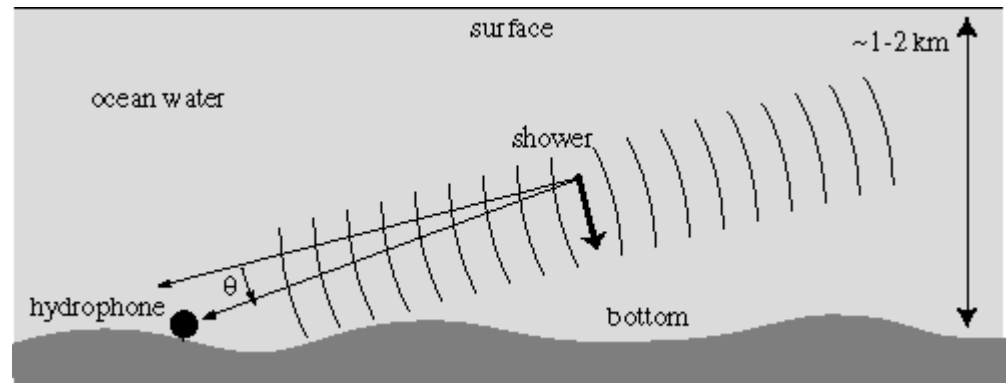
[Gilles Maurin](#)



Le futur de l'astroparticules

- De nombreux projets novateurs
 - Détection radio des gerbes UHECR
 - Détection acoustique sous marine de neutrinos

Valentin Niess



- Détection par Télescope Cerenkov de neutrinos

Said Bouaissi

