



Plateforme Éducative **Rayons cosmiques et muONs**

Damien Dornic (CPPM)
Olivier Espagnet (OMP)
(+ Cyrille Baudouin)



Quelques mots sur le projet

- But: apprendre la physique avec la physique contemporaine
- Plusieurs expériences pour comprendre le rayonnement cosmique @ Observatoire du Pic du Midi
- De vrais détecteurs de particules (toujours utilisés en recherche)
- Accessibilité des données et des expériences en ligne (Laboratoire Virtuel)
- Education / formation: du secondaire (Lycée) à l'enseignement supérieur

Altitude 2877m
Flux x 4

Haut lieu historique
pour l'étude des RC

Infrastructure scientifique
et technique + lien avec la
science actuelle au Pic
(aérodologie, solaire)



Quelques mots sur les expériences

→ **Effet Est-Ouest**: mesure de la charge des RC - Effet du champ géomagnétique

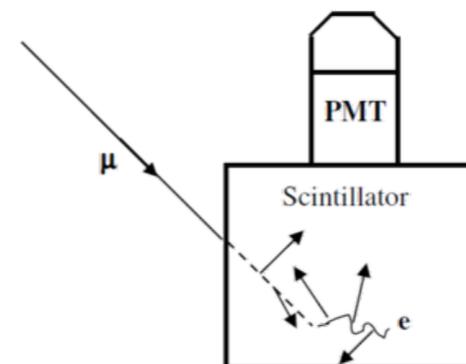
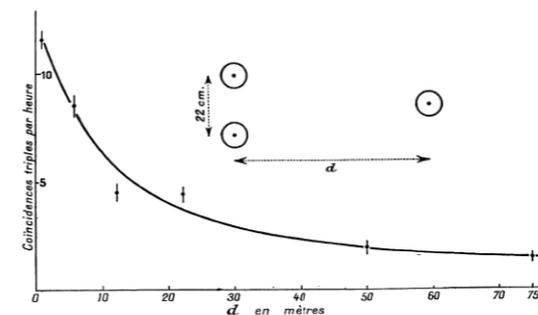
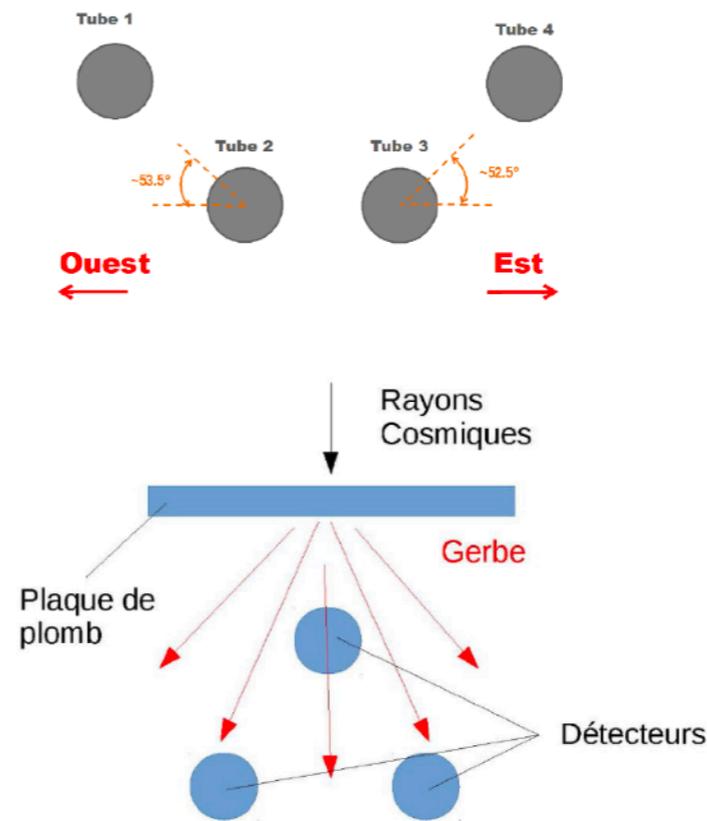
→ **Expérience à la Rossi**: mise en évidence des gerbes de particules et interaction rayonnement-matière

→ **Expérience à la Auger**: mise en évidence des gerbes atmosphériques, mesure de la distribution latérale et estimation de l'énergie des RCs

→ **Télescope à muon**: mesure de la distribution angulaire des RCs et introduction à la tomographie muonique

→ **Vie moyenne du muon**: mesure de la durée de vie moyenne des muons et mise en évidence des effets relativistes

→ **Effets environnementaux**: activités solaires, lien avec la température, pression, effet du radon...



Laboratoire virtuel

Expériences / données

Base de données

Interface WEB

Visualisation graphique
Lycées

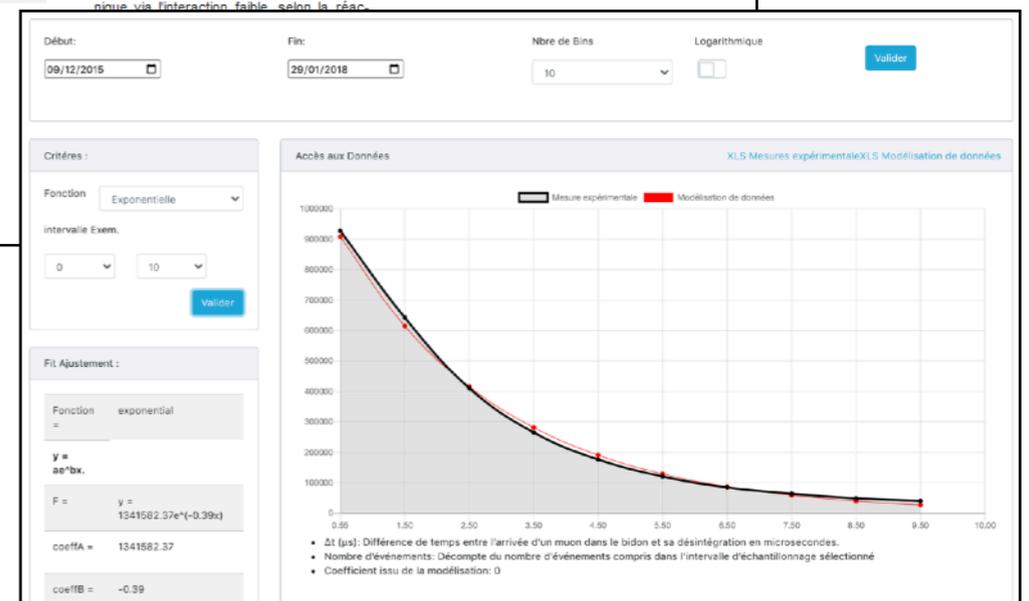
Données prétraitées
Lycées, DUT

Données brutes
*Universités
(Licence, Master,
DUT)*



<https://eperon.omp.eu>

(P. Vert / C. Baudouin)

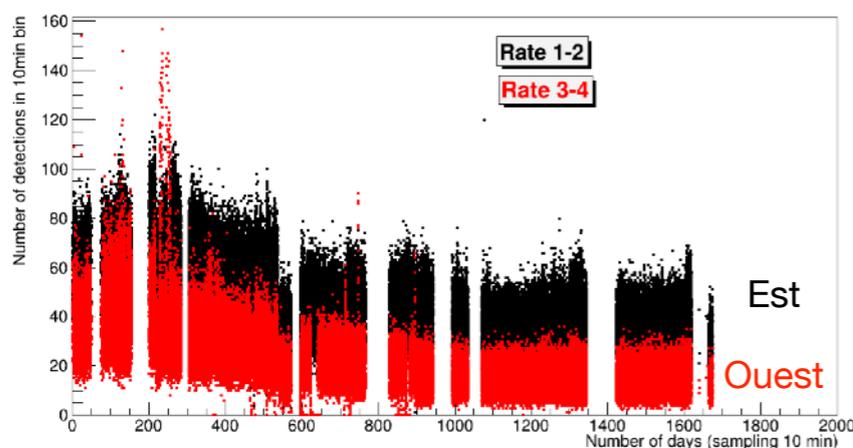


(H. Benamar/ D. Dornic)

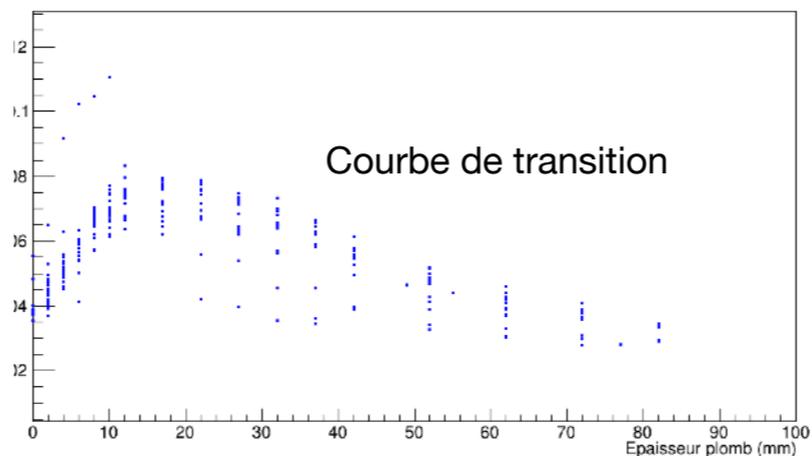
Statut actuel

→ **Coté experience:** toutes fonctionnent très bien depuis mi 2015, ~1500 jours de données continues. Elles sont toutes disponibles.
(merci à Olivier et à la plateforme technique pour les operations et la maintenance)

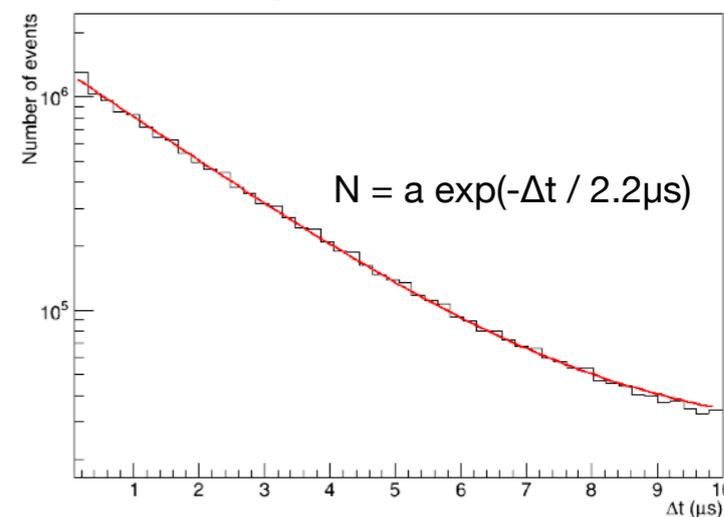
Effet Est-Ouest



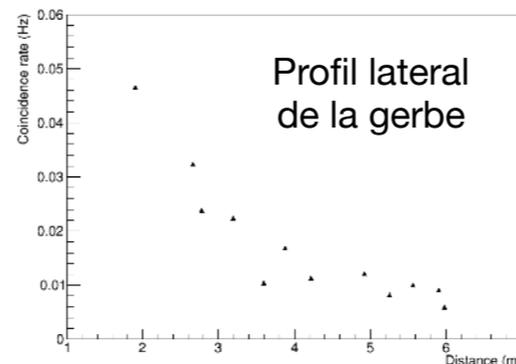
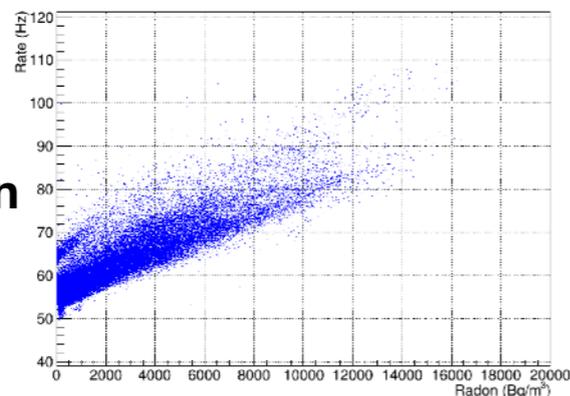
Effet Rossi



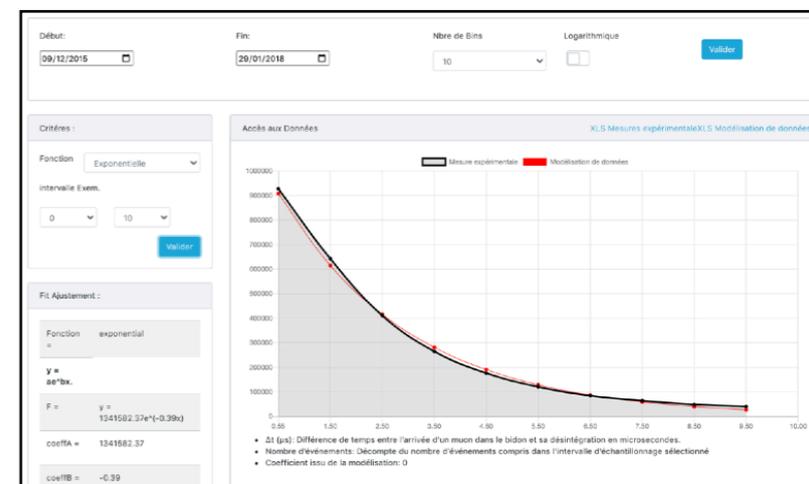
Vie Moyenne du muon



Correlation rate vs radon



Profil Auger



→ **Coté site web et interface:** le site web est quasiment prêt et déjà assez complet. Interface web d'accès aux données en ligne pour 1 experience: utilisation beta par des lycéens en février.

Production de ressources pédagogiques

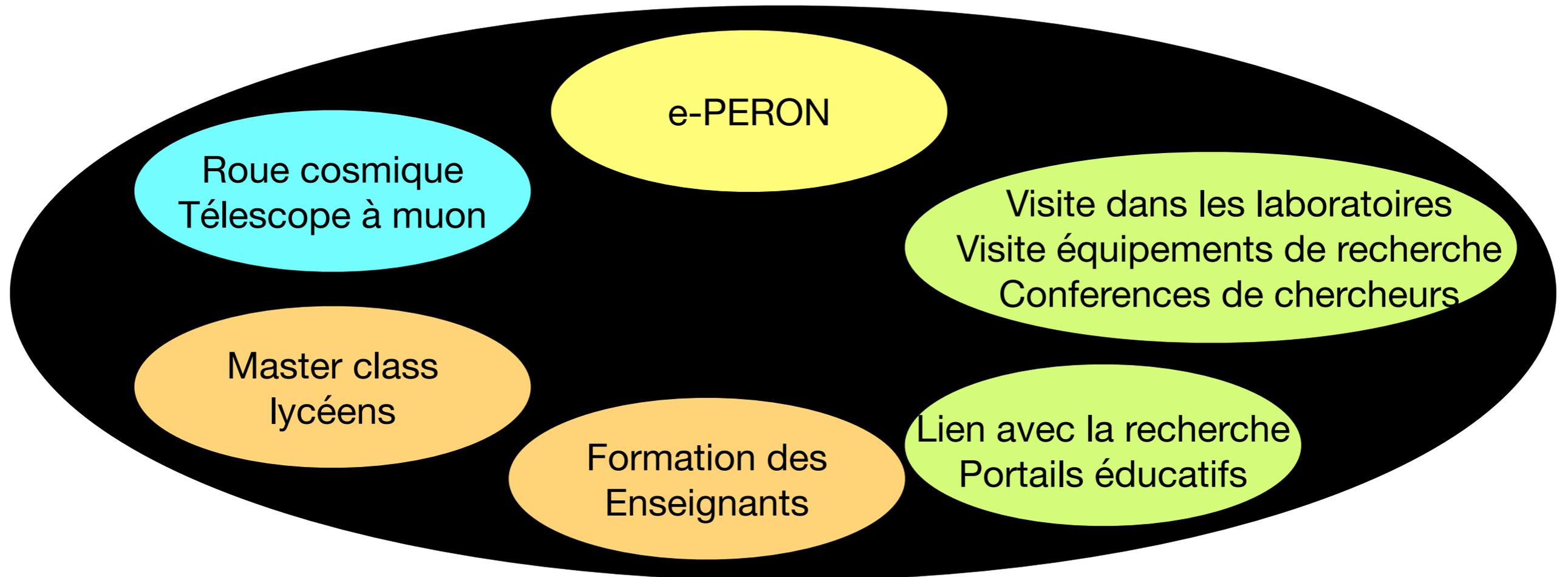
Beaucoup de ressources pédagogiques sont déjà disponibles. Il faut dans un premier temps les valider avec les enseignants testeurs, éventuellement les compléter pour une utilisation optimale des données.

The screenshot shows the e-PERON website home page. At the top, there is a navigation menu with 'GUIDE D'UTILISATION', 'E-PERON ?', 'EXPÉRIENCES', 'RESSOURCES', and 'CONTACT'. Below the menu, there is a 'Archives' section. The main content area displays a grid of resource cards. Each card includes a title, a small image, a brief description, and a date. The cards are categorized by 'ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE', 'RAYONS COSMIQUES ET MUONS', and 'EXPÉRIENCE ROSSI'. The first card is titled 'Poster de présentation d'e-PERON' and is dated 'Juillet 2, 2020'. Other cards include 'Présentation d'e-PERON', 'Qu'est-ce que le rayonnement cosmique?', 'L'étude du rayonnement cosmique aujourd'hui', 'Protocole expérimental / Expérience Rossi', and '« Exploitation » du rayonnement cosmique'.

The screenshot shows a detailed view of a resource page on the e-PERON website. The page title is 'Catégorie : Vie moyenne du muon'. The navigation menu is similar to the home page. The main content area displays a grid of resource cards. The first card is titled 'VIE MOYENNE DU MUON' and is dated 'Octobre 31, 2017'. It includes a small image of a muon detector and a brief description: 'Contexte / Vie moyenne du muon → Peut-on faire de la physique des particules en étudiant le rayonnement cosmique ? → La découverte du muon → A [...]'. The second card is titled 'VIE MOYENNE DU MUON' and is dated 'Octobre 30, 2017'. It includes a small image of a muon detector and a brief description: 'Protocole expérimental / Vie moyenne du muon → Que cherche-t-on à mesurer ? Le muon (symbole μ^-) est une particule élémentaire instable qui se désintègre en un électron, un [...]'. The third card is titled 'EFFETS EST/OUEST' and is dated 'Octobre 29, 2017'. It includes a small image of a muon detector and a brief description: 'Accès aux données → Accéder à l'interface de requête de données. [...]'. The page also features a search bar and a date range selector.

- Activités « clé en main » (2h en classe) pour chaque expérience;
- Tutoriels d'utilisation des outils de visualisation;
- Ressources remettant les expériences dans leur contexte historique;
- Des ressources pédagogiques répondant aux besoins qui seront soulevés par les beta-testeurs.

Structuration de la plate-forme RC



Structurer une offre « événementielle » qui s’inspirerait des Masterclasses du CERN en couplant visite de labo et d’équipements de recherche, une exploitation des données e-PERON, une ou plusieurs interventions de scientifiques autour de la thématique du rayonnement cosmique (astro mais aussi sur des thématiques connexes).

⇒ Groupe de réflexion:

auguste.levansuu@osupytheas.fr
busto@cppm.in2p3.fr
dornic@cppm.in2p3.fr
eric.kajfasz@univ-amu.fr
frederica.barrios@yahoo.fr

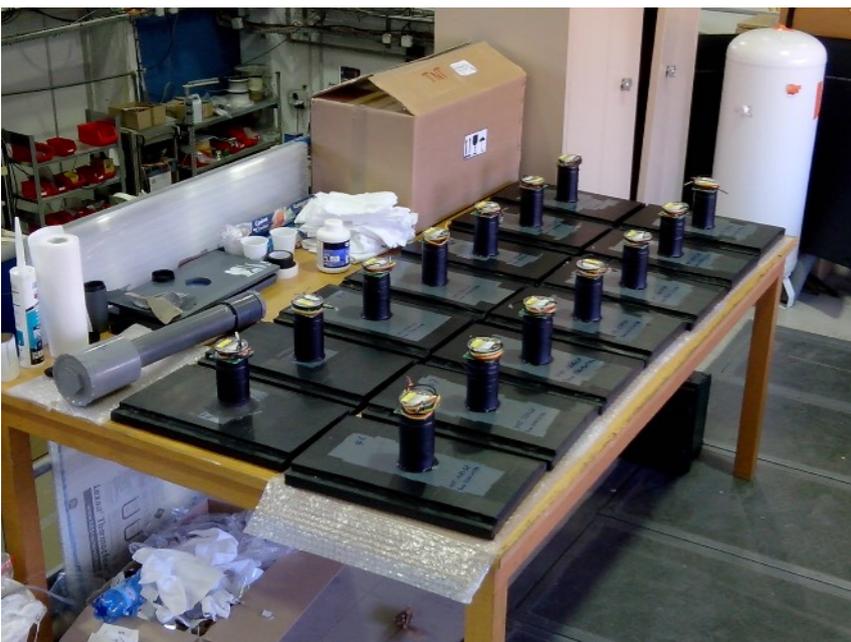
jacques.riehl@ac-aix-marseille.fr
jean.strajnic@region-academique-paca.fr
olivier.espagnet@obs-mip.fr
renaud.blyweert@obs-mip.fr
stephane.basa@lam.fr

ePERON 2 à l'OHP

⇒ Complémentaire d'ePERON au Pic, ca sert à rien de refaire les memes experiences.

Programme pédagogique:

- * Bénéficiaire de l'espace disponible à l'OHP pour faire une experience à la Auger
Mesure du profil lateral de distribution des gerbes cosmiques et estimation de l'énergie.
(distance >20-30m) ⇒ 4 stations
- * Bénéficiaire du faible taux de radon, pour étudier les effets de l'activité solaire, de l'atmosphère et climatique (temperature, pression) [lien avec la station météo] ⇒ 3 stations
- * Disposer d'un 2^{ème} télescope à muon
- * Mise à disposition des données via le site web ePERON



Reliquat du Labex OCEVU:

- Achat des PMTs et des bases (Hamamatsu)
- Achat des scintillateurs (DetectEurope)
- Achat des boites (Manutan)

Discussion avec Auguste sur les possibles emplacements et sur la com OHP



Conclusion

Plusieurs expériences ont été installées au Pic du Midi et prennent des données de façon quasi continues depuis mi 2015. Les données sont disponibles via le site web d'ePERON. Une extension se fera en 2021 à l'OHP.

Maintenant: Assurer une exploitation des données dans les classes de l'enseignement secondaire (lycées) et de l'enseignement supérieur. L'objectif principal est d'ancrer l'existence d'e-PERON dans le paysage des ressources accessibles aux enseignants. On vise une communication nationale pour mai-juin 2021.

⇒ Un groupe d'enseignants a été identifié dans les académies PACA / Occitanie

Structurer la plateforme RC autour d'ePERON (master class, formation prof, utilisation d'équipements, visite et contact avec des chercheurs...) dans le cadre de l'IPhU, de l'AMU et de l'OMP.

⇒ On a besoin de renfort !!! Pour les thesards, ca compte dans la formation à l'école doctorale (module professionnel/communication)