

BioALTO

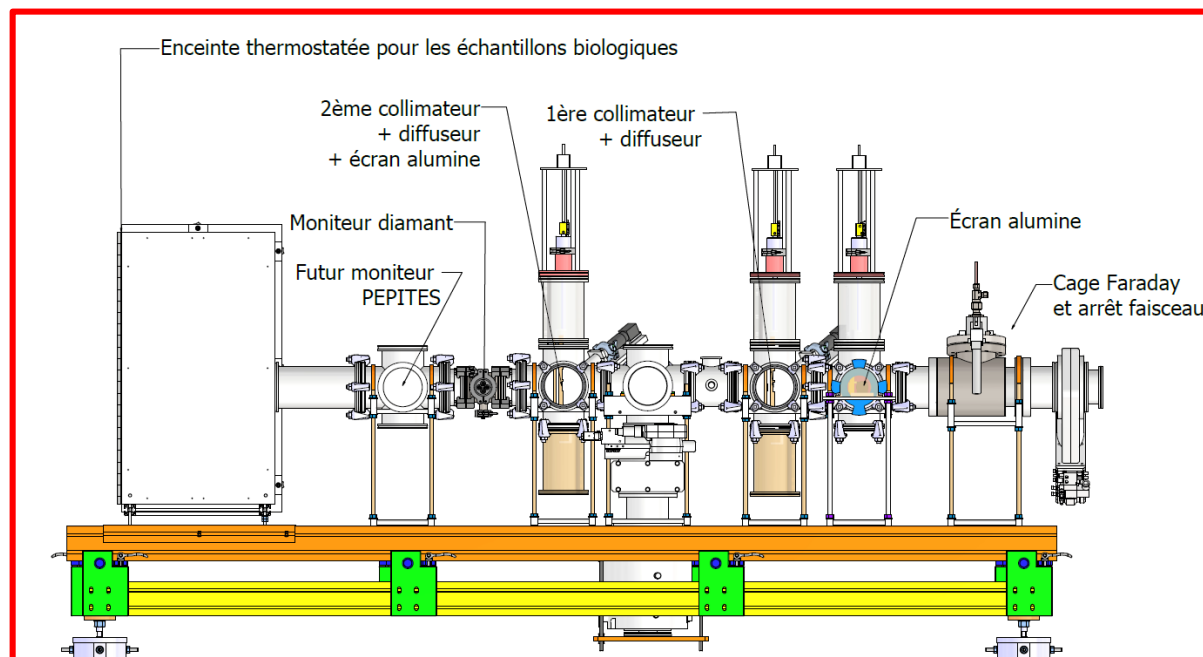
Amélia MAIA LEITE, Quentin MOUCHARD

IJCLab



Objectifs et défis scientifiques

Plateforme d'irradiation de pointe pour la recherche préclinique en hadronthérapie et en radiobiologie



Ce dispositif expérimental sera **unique** en France, grâce aux nouveaux équipements qui seront installés et aux faisceaux d'ions d'ALTO permettant de réaliser **des études radiobiologiques comparant les protons, les ions d'hélium, carbone.**

Particules	Energies [MeV] (MeV/u)	Parcour [μm WET] (5 cm air)
Protons ^1H	4 – 25 (4 – 25)	160 – 6190
Hélium ^4He	15 – 43 (3.75 – 10.75)	130 – 1290
Carbone ^{12}C	87.5 (7.29)	170
Oxygène ^{16}O	128 (8)	140

Objectifs et défis scientifiques

Développement et mise en oeuvre d'outils de monitoring de faisceaux d'ions pour la plateforme d'irradiation préclinique BioALTO

- Développement d'un **profileur de faisceau** non destructif basé sur la **fluorescence de l'air** (N_2) induite par le faisceau.
- Des fibres optiques disposées radialement autour de l'axe du faisceau collectent la lumière fluorescente jusqu'aux **photomultiplicateurs** au silicium (SiPM).
- Monitoring de la **structure géométrique et temporelle** du faisceau.
- Tests sur d'autres plateformes du réseau RESPLANDIR.

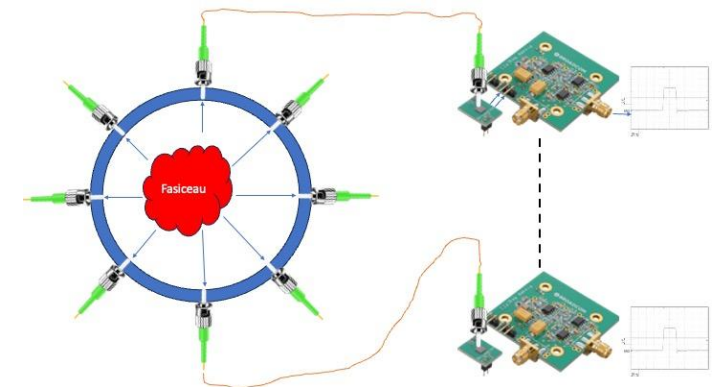
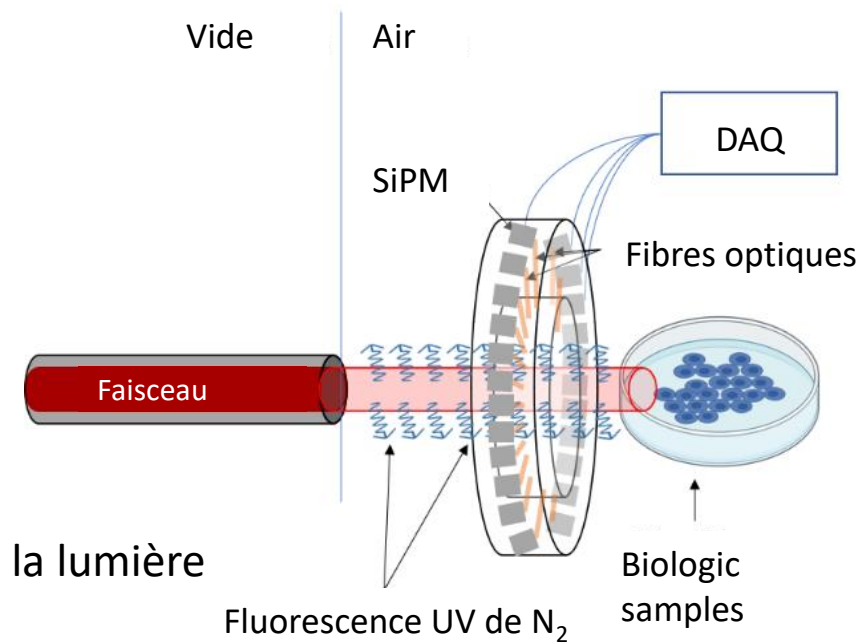
Collaboration avec ARRONAX



Discussion avec l'Institut Curie pour le développement d'un profileur moniteur faisceau dédiée pour des faisceaux VHEE (très préliminaire).



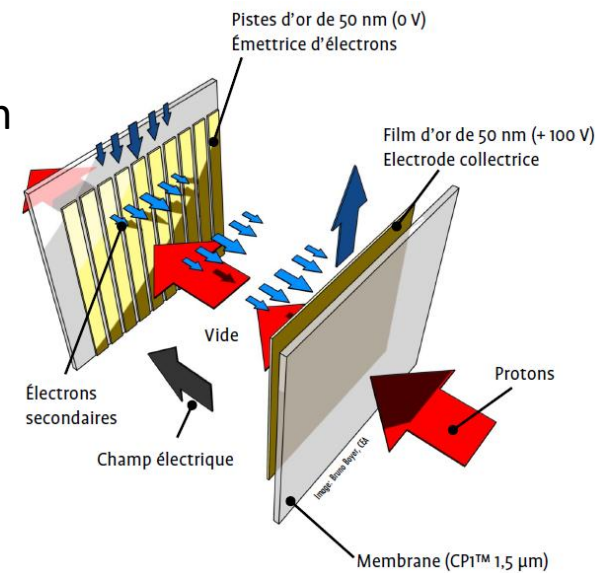
MP Hadronthérapie



Objectifs et défis scientifiques

Développement du détecteur PEPITES dédié à BioALTO

- **Profileur faisceau 2D très fin** ($10\text{ }\mu\text{m}$ WET) basé sur l'émission d'électron secondaires . Résolution spatiale de $0.5\text{ }\mu\text{m}$.
- Validé à ARRONAX, Nantes et CNAO, Italie.
- Adaptation à la taille de faisceau plus petite de BioALTO, énergies plus faibles et TEL plus élevé.



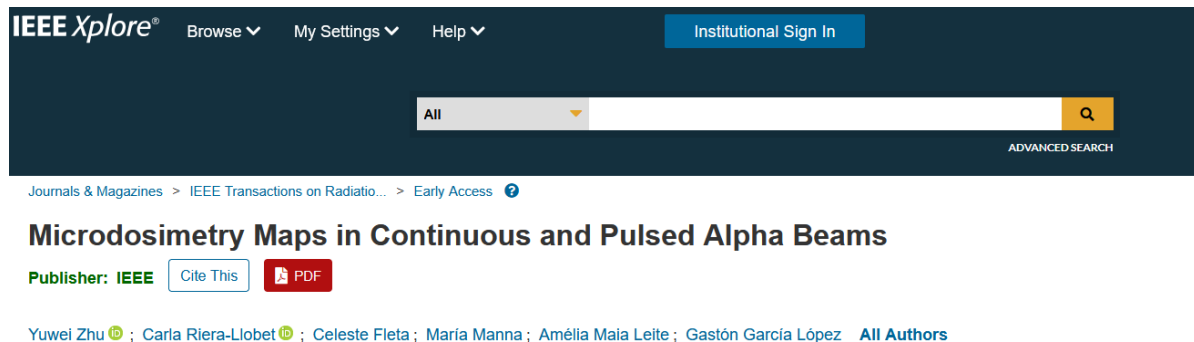
Collaboration avec Laboratoire Leprince Ringuet, IN2P3

LMR

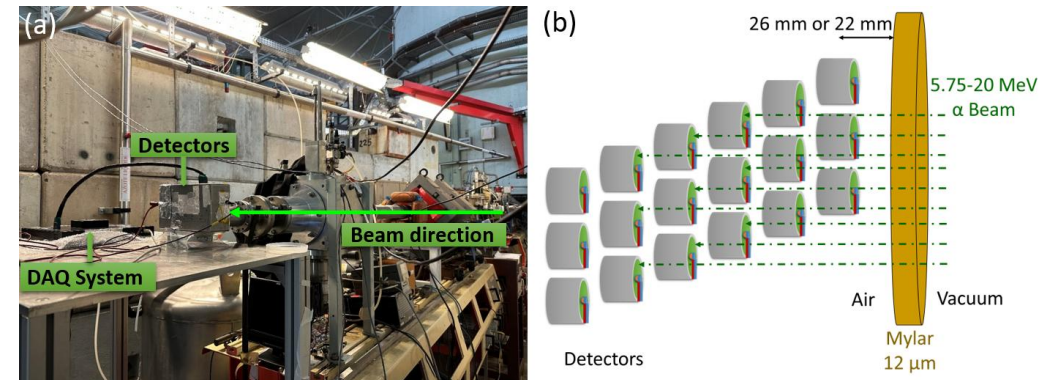
Objectifs et défis scientifiques

Développement d'un micro dosimètre dédié aux ions lourds

- Microdétecteurs basés sur une **architecture cylindrique 3D innovante** en silicium.
- Face arrière de ces capteurs décapée pour éviter les contributions de rétrodiffusion des ions lourds.
- Détecteur destiné à **caractériser le faisceau d'ALTO** et à effectuer des **mesures de microdosimétrie** pour BioALTO (TEL) afin d'établir une corrélation avec des endpoints biologiques.



Article publié dans IEEE Transactions on radiation and plasma medical sciences



Structure du projet

Chercheurs IN2P3 impliqués

IJCLab
P. Lanièce (P. Santé)
O. Seksek (P. Santé)
Q. Mouchard (P. Santé)
L. Hardouin (P. Santé)
IP2I
M. Beuve
E. Testa
LPSC
R. Delorme
M.L. Gallin-Martel
D. Dauvergne

Personnes d'autres organismes impliqués

Institut Gustave Roussy
L. Meziani
C. Robert
P. Maury
E. Deutsch
National centre of Microelectronics, Spain
C. Guardiola

IT impliqués

IJCLab
A. Maia Leite (P. Accélérateurs)
C. Olivetto
D. Crepin (P. Santé)
A. Said (ALTO)
A. Semsoum (ALTO)
A. Bouafia (ALTO)
R. Leplat (ALTO)
T. Hourat (P. Ingénierie)
D. Douillet (P. Ingénierie)
N. Karkour (P. Ingénierie)
SPR
IP2I
G. Garde
Y. Zoccarato
LPSC
J.F. Murraz
M. Reynaud

Responsable scientifique: Amélia Maia Leite
Responsable technique : Quentin Mouchard



Faits marquants 2025/26

- **Financement SESAME 2025 Région Île de France** (298 762€, 197 183€ Région, 101 579€ IJCLab)

- Ligne BioALTO: nouvelles chambres à vide, diagnostics
- Jouvence ALTO: duoplasmatron, stabilisation de la tension
- Financement moniteur faisceau PEPITES dédié (LLR)
- Financement microdosimetre dédié (IJCLab, CNM)
- Hors frais de mission et petits équipements

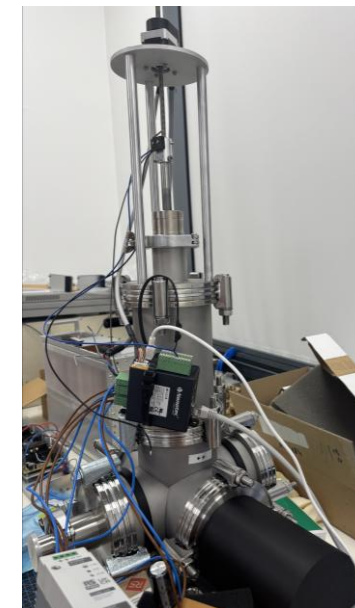
- **Financement Université Paris-Cité BQR 2025** (7 490€) pour compléter le SESAME

- **Financement Université Paris-Saclay équipements 2026:** (? €)

- Compléter le SESAME
- Financement de la salle de culture cellulaire
- Financement matériel de biologie: microscope, incubateur, PSM (hors frais d'installation)

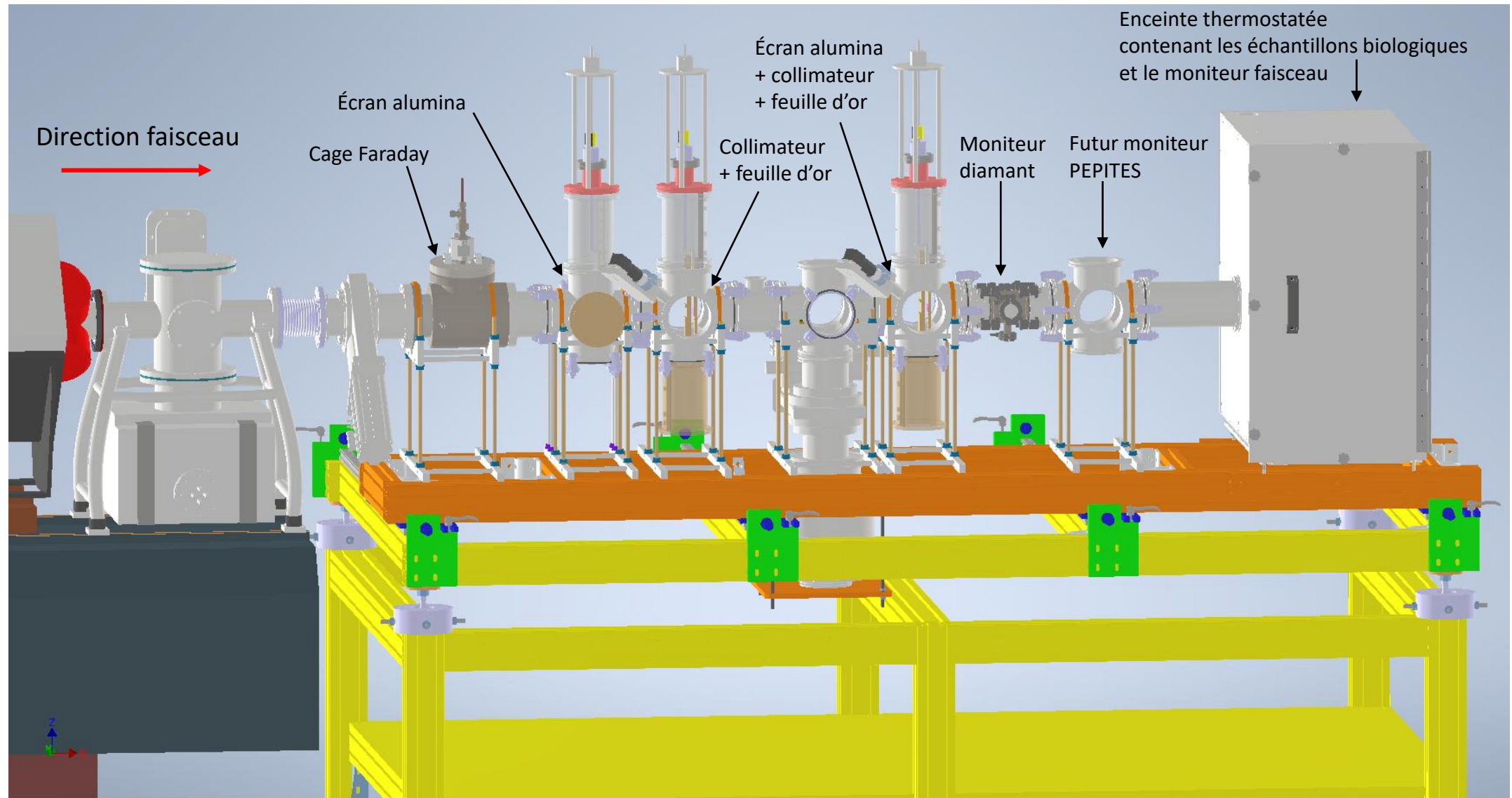
- ALTO en arrêt février 2026 - février 2027 (travaux)

- **Finalisation de la conception de la ligne BioALTO** avec des chambres à vide standard ISO et **début de son installation** (chambres à vide et supports, diagnostics et commande à distance)



Nouvelle chambre permettant de visualiser le faisceau à l'aide d'un écran en aluminium et d'une caméra CCD

CAO de la ligne BioALTO:



Faits marquants 2025/26

- **Financement SESAME 2025 Région Île de France** (298 762€, 197 183€ Région, 101 579€ IJCLab)
 - Ligne BioALTO: nouvelles chambres à vide, diagnostics
 - Jouvence ALTO: duoplasmatron, stabilisation de la tension
 - Financement moniteur faisceau PEPITES dédié (LLR)
 - Financement microdosimetre dédié (IJCLab, CNM)
 - Hors frais de mission et petits équipements
- **Financement Université Paris-Cité BQR 2025** (7 490€) pour compléter le SESAME
- **Financement Université Paris-Saclay équipements 2026: (? €)**
 - Compléter le SESAME
 - Financement de la salle de culture cellulaire
 - Financement matériel de biologie: microscope, incubateur, PSM (hors frais de mise en service)
- Pas de faisceaux ALTO février 2026 - février 2027 (travaux)
- **Finalisation de la conception de la ligne BioALTO** avec des chambres à vide standard ISO et **début de son installation** (chambres à vide et supports, diagnostics et commande à distance)
- **Simulation Monte Carlo** (Gate10) de la ligne BioALTO pour l'optimization de la ligne (diffuseurs, anti-halos)

Vision 2030

- **Commissioning radiobiologie** dépendant de la mise en place d'un blindage pour les gamma et les neutrons. Deux solutions sont actuellement étudiées: blindage local ou toit au-dessus de la salle.
- **Commissioning dosimétrique** en basse énergie prévu pour fin 2027.
- Ouverture de la ligne BioALTO en tant que **plateforme destinée aux utilisateurs externes**, soumis aux règles d'accès du **PAC ALTO**.
- BioALTO fait partie du **réseau RESPLANDIR**, participe à des études d'intercomparaison entre les différentes plateformes, notamment grâce à des **outils développés** tels que **la microdosimétrie** et le **profileur de faisceau**.

Nouvelles collaborations



Collaboration avec **Laboratoire Leprince Ringuet** pour le développement du détecteur PEPITES dédié à BioALTO.



Collaboration avec **Gustave Roussy** pour le développement de la plateforme d'irradiation BioALTO (Physiciennes médicales, radiobiologistes, radiothérapeutes).

AaP en cours et visés (2-5 ans)

- **AAP Université Paris-Cité BQR 2026** pour compléter le SESAME (14 000 €)
- **AAP R&T 2026** (Nabil Karkour, IJCLab) pour soutenir le développement de l'électronique DAQ du détecteur microdosimetre (40 000 € dont 24 000 € déjà acquis SESAME)

Besoins 2027

- **Fonctionnement courant : 1 k€**
 - achat des petits équipements nécessaires à l'installation et au fonctionnement de la ligne non couverts par les AAP (1 k€)
 - suivi de projet (GANTT et suivi financier) avec le logiciel web EasyRedmine (0.5 k€)
- **Fournitures et équipements scientifiques, valorization: 2 k€**
 - frais d'installations et de mise en service des équipements scientifiques non couverts par les AAP (2 k€)
- **Missions/Déplacements: 2 k€**