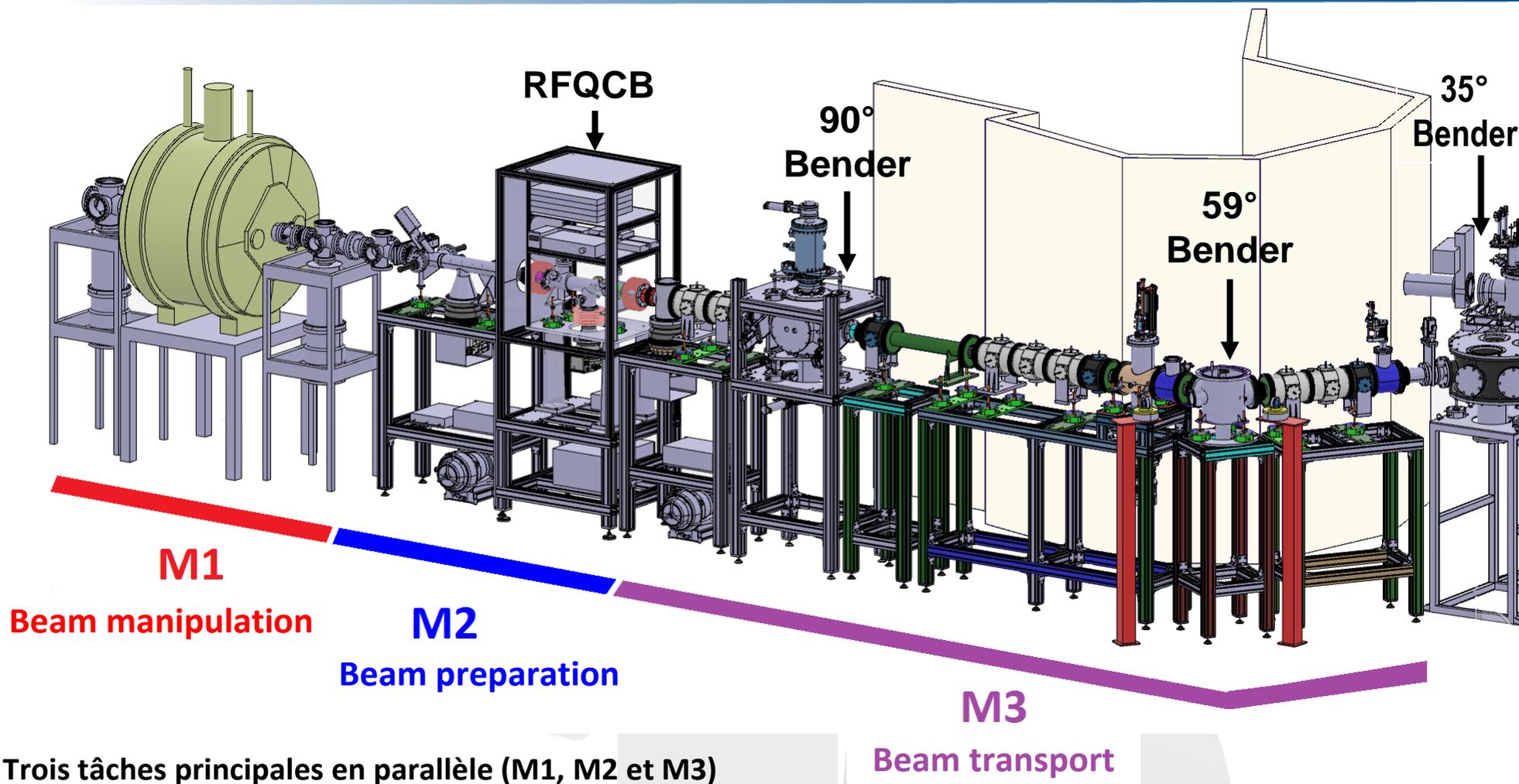


- ❑ Mesures de masses de haute précision pour l'étude de la structure nucléaire.
- ❑ Deux pôles impliqués : Pôle Physique des accélérateurs et Physique nucléaire
- ❑ 2016 – 2026 : Mise en service dans ALTO, perfectionnement de MLLTRAP (R&D), campagne de mesures de masses.
- ❑ >2026 : Installation dans DESIR, nouvelles campagnes de mesures de masses.

Responsable projet : Enrique Minaya Ramirez
Laboratoire de Physique des 2 infinis Irène Joliot-Curie



MLLTRAP: structure locale (IJCLab Orsay)





PROJECT MLLTRAP : Équipes concernées (2024/2025)

Pôle Physique des
accélérateurs
Equipe BIMP

E. Minaya Ramirez /Responsable projet (M1, M1i,M2,M3)

L. Perrot (M3)

A. Leite (M1, M2, M3)

S . Morard (M1, M2, M3) / fin de thèse : Septembre 2025

Pôle Physique nucléaire
Equipe SDF et FIIRST

A.Lopez-Martens / coordination in-trap (M1i) / équipe SDF,

K. Hauschild / équipe SDF (M1i)

V. Manea / équipe FIIRST (M1, M2)

E. Morin / équipe FIIRST (M1, M2, M3)

Services techniques :
Mécanique
Cryogénie

H. Ramarijaona / Bureau d'étude (M1, M1i,M2,M3)

B. Geoffroy / montage (M1, M2)

R. Thoer, M. Pierens / liquéfacteur Hélium / service cryogénie (M1)

Plateforme ALTO
Service lignes

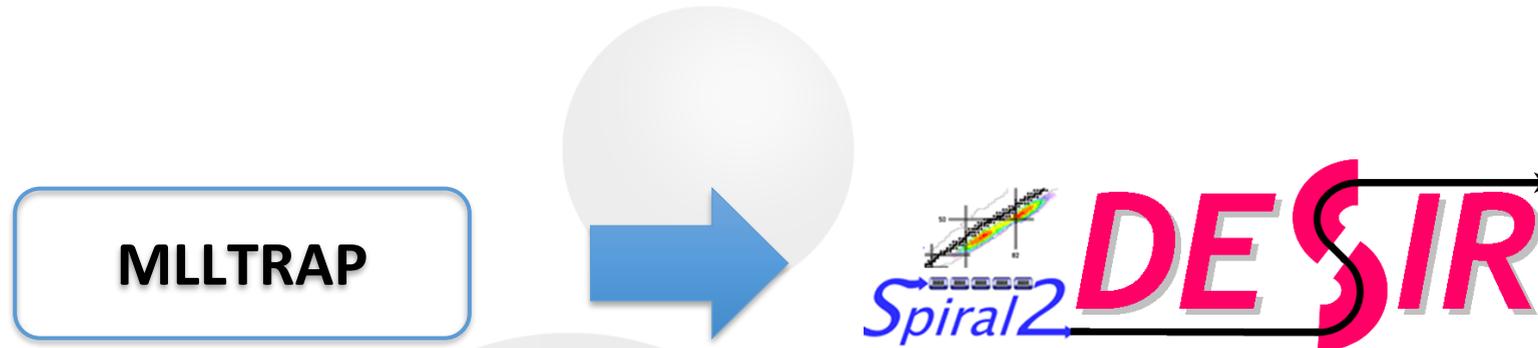
A. Said, S. Semsoum, E. Borg, A. Bouafia, F. Debray, F. Fahy,

S. Jourdain, F. Lemaitre / installation (M2, M3) / Contrôle et commande (M3) / fluides (M1, M2, M3)

Industriel

C. Germain et R. Boucher, sonde (M1)





Cadre de l'accord de collaboration entre l'IJCLAB et le projet SPIRAL2-DESIR au titre de « l'adaptation des dispositifs expérimentaux en vue de leur exploitation auprès de DESIR »



FRENCH-GERMAN COLLABORATION AGREEMENT IN2P3 - CEA/DRF and GSI

“Nuclear structure studies with Penning traps” (collaboration n° 19-81)



Programme scientifique : étude de l'évolution de la structure nucléaire à partir des mesures de masses de grande précision. Dans la zone des superlourds (GSI) et pour des noyaux riches en neutrons (ALTO). Cette collaboration permet également des échanges sur des développements techniques pour l'amélioration de la sensibilité, de l'efficacité et du pouvoir de résolution des spectromètres de masse à base de pièges de Penning.

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Jours attribués coté Français | 5 | 20 | 15 | 20 | 20 | 20 | --- | --- | --- |



PUBLICATIONS

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de publications | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| Nombre de communications | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 4 | 4 | 3 | | | |
| Nombre de thèses soutenues | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | |

Publications

- P. Chauveau et al. « Simulations of the novel double-Penning trap for MLLTRAP: Trapping, cooling and mass measurements », Nucl. Instr. Meth. A 982 (2020) 164508
- E. Minaya Ramirez et al., « New program for measuring masses of silver isotopes near the N=82 shell closure with MLLTRAP at ALTO », Nucl. Instr. Meth. B 463 (2020) 315
- P. Chauveau et al. « Application of in-trap α spectroscopy to lifetime measurements with MLLTRAP », Nucl. Instr. Meth. B 463 (2020) 371

Communications sur MLLTRAP

- 2024 : EURORIB2024 / Workshop DESIR/ Workshop ISOL-France
- 2023 : ARIS-2023 / IPAC-2023 / SFP JA / Workshop ISOL-France
- 2022 : ECCTI / TCP 2022 / Journées R&T IN2P3 / workshop ISOL-France
- 2021 : Euroschool / SFP JA / workshop Isol-France



PUBLICATIONS / Stages sur MLLTRAP

| Prénom Nom | Université | Période | Niveau |
|------------------|---|-----------------------------|--------|
| Baris Telmen | Master Nuclear Energy / Université Paris Sud | 24/04 – 27/06/2017 | M1 |
| Sukyung KIM | Magistère / Université Paris-Sud | 05/06 – 13/07/2018 | L3 |
| Jessy DANIEL | Magistère / Université Paris-Sud | 11/06 – 19/07/2019 | L3 |
| Elodie Morin | NPAC / Université Paris-Saclay | 21/03 – 19/06/2019 | M2 |
| Sophie Morard | GI-PLATO / Paris-Saclay | 28/03 – 31/08/2022 | M2 |
| Nathan Rousseaux | Licence de Physique / Université Caen Normandie | 09/05 – 09/06/2023 | L3 |
| François Galtier | L3 Physique/ Université Paris-Saclay | 02/05 – 28/06/2023 | L3 |
| Yash Yoshi | Erasmus Mundus Lascala Master “Large Scale Accelerators and Lasers” / Paris-Saclay | Octobre 2024 – Janvier 2025 | M1 |



Contexte (budgétaire)



Infrastructure installation dans ALTO :
70 k€ (utilisé en 2017)



MLLTRAP (M1) : 30 k€ (utilisé en 2019)
In-trap (M1i) : 60 k€ (utilisé en 2021/2022)



R&D Caylar (M1p) : 28 k€ (utilisé en 2020)
Section préparation (M2) : 306 k€ (utilisé en 2021)
Section transport (M3) : 246 k€ (utilisé en 2021/2022)

→ **Commande Pantechnik en cours**

Postdoc 2 ans in-trap (M1i) : 100 k€ (terminé en Juin 2019)



NUCLÉAIRE
& PARTICULES

| 2018 DETRAP | 2019 DETRAP | 2020 DETRAP | 2021 DETRAP | 2022 DETRAP+ + TGIR | 2023 DETRAP + TGIR + Equipex | 2024 DETRAP + TGIR + Equipex | 2025 DETRAP | 2026 DETRAP | 2027 DETRAP |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 8 | 12 | 25 | 5 33 | 14 20 15.9 | 4 48 0.25 | --- | --- | --- |



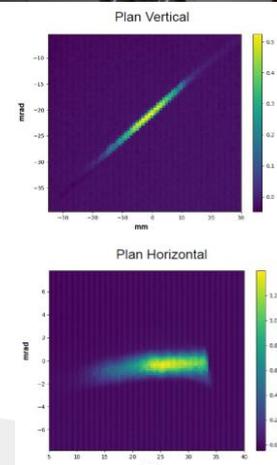
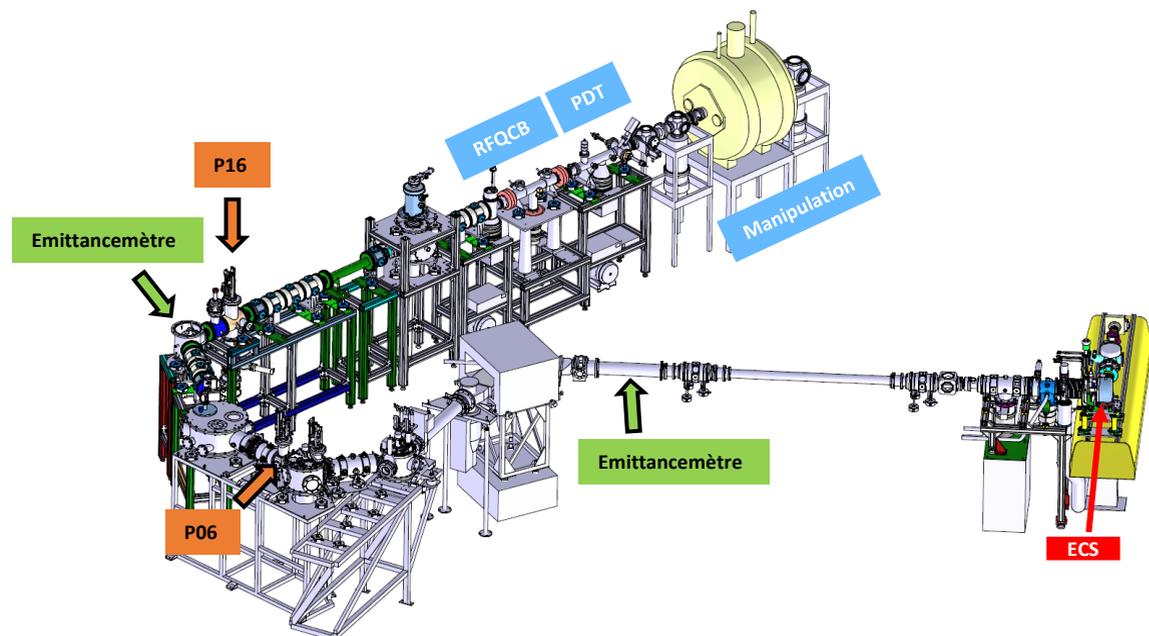
Pompes turbos section M1 (dégât coupure de courant) : 32 k€ (mai 2021)
Infrastructure ALTO, escalier : 16 k€ (septembre 2022)
Chambre pour mesures d'émittance à l'entrée du RFQCB : 5.5 k€ (novembre 2022)



Thèse 2019 – 2022 → 100 % UPS
Thèse 2022 – 2025 → 50% UPS + 50% P2io



FAITS MARQUANTS 2024

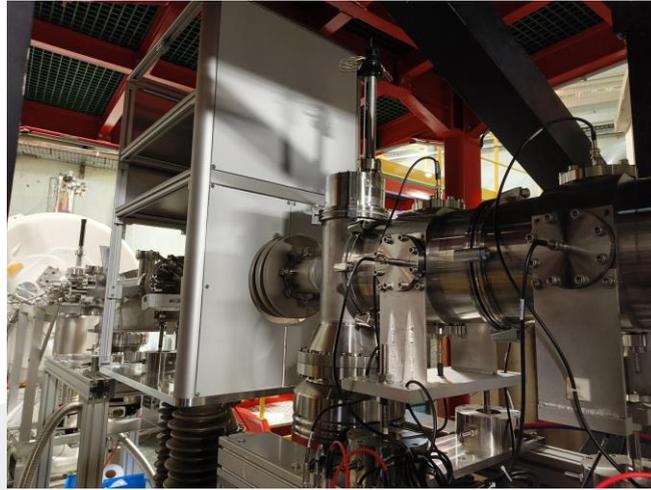


- Installations des pièges de Penning et de la section de décélération et des interconnexions
- Optimisation du transport d'un faisceau stable dans la section M3.
- Nouvelle campagne de mesures d'émittance pour comparer les calculs de dynamique de faisceau depuis l'ECS jusqu'à l'entrée du RFQCB. Les nouvelles valeurs simulées, des tensions à appliquer, vont être testées cet automne.

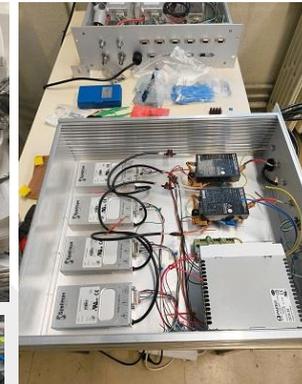


FAITS MARQUANTS 2024

07/10/2024



- Système de stabilisation de la température à l'intérieur de l'aimant validé
- Nouveau DEWAR 200 L pour remplissage hélium (DESIR)
- Installation de la ligne de récupération d'hélium (DESIR) : projet RASAAH
- Mise en service de la source stable à la haute tension pendant l'automne
- Boitier électronique RFQCB quasiment prêts, installations diagnostics
- CS++ : intégration des nouveaux équipements, interface Grafana



PANTECHNIK
Boost Your Physics



Résumé de la demande : Master Projet DETRAP /MLLTRAP

Dotation pour l'année 2024 :

| MP MLLTRAP | Demandée (k€) | Reçue (k€) AP IN2P3 Missions | Reçue (k€) AP IN2P3 | Reçue (k€) TGIR GANIL | Reçue (k€) Equipex DESIR |
|----------------|---------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Investissement | 25 | 4 | 0 | 44 | 0,25 |
| Fonctionnement | 23 | | | | |
| Missions | 4 | | | | |
| TOTAL | 52 | | | | |

Demande pour l'année 2025 :

| MP MLLTRAP | Demandée (k€) |
|----------------|---------------|
| Investissement | 20 |
| Fonctionnement | 23 |
| Missions | 8 |
| TOTAL | 51 |



Résumé de la demande : Master Projet DETRAP /MLLTRAP

Détails de la dotation obtenue en 2024 :

- Purificateur de gaz rares (hélium) pour le premier piège de Penning et le RFQCB (modèle PS4-MT3/15 Rainer Lammertz) → prix 18 k€ (8 mois de fabrication)
- Achat fluides cryogéniques, cannes de mise à la masse, câblages et petite mécanique pour les sections M1 et M2
- Missions dans le cadre de la collaboration GSI-IN2P3 et conférences

Détails de la demande pour 2025 :

- Fonctionnement courant (23 k€ ?) : fluides cryogéniques pour une année → augmentation de l'hélium liquide et gazeux..
- Fournitures et équipement scientifiques (20 k€) : nouvelles cartes LabVIEW pour le contrôle et commande, câbles haute tension et achats de mécanique autour de la cage à haute tension et support des chambres, intégration électronique
- Missions de déplacement travail (8 k€) : Prévion d'une mission de congrès, d'une école et mission de collaboration GSI-IN2P3

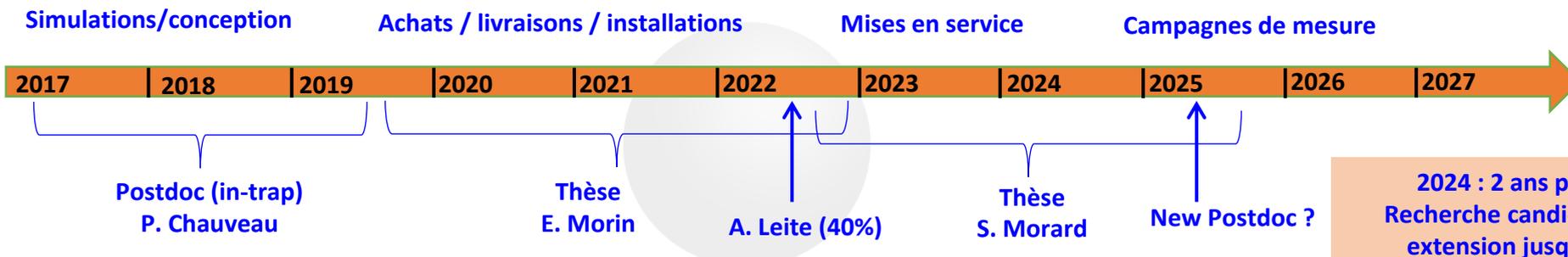
MLLTRAP : 07/10/2024 → *Reste des pertes récupérées lors du remplissage ($\approx 15\%$)*
→ *récupération de l'hélium évaporé quotidien (moins de 2 L/j)*

| Estimation pour une consommation de 1000 L d'hélium en 2024 | Coût (k€) |
|---|--------------|
| Approvisionnement He liquide chez gazier | 35 |
| Approvisionnement He gaz chez Air liquide + liquéfaction IJCLab | 32.46 |
| Approvisionnement à Supratech (IJCLab) + taux de récupération 100 % au bâtiment 109 | 12.46 |
| Approvisionnement à Supratech (IJCLab) + taux de récupération 50% au bâtiment 109 | 22.46 |



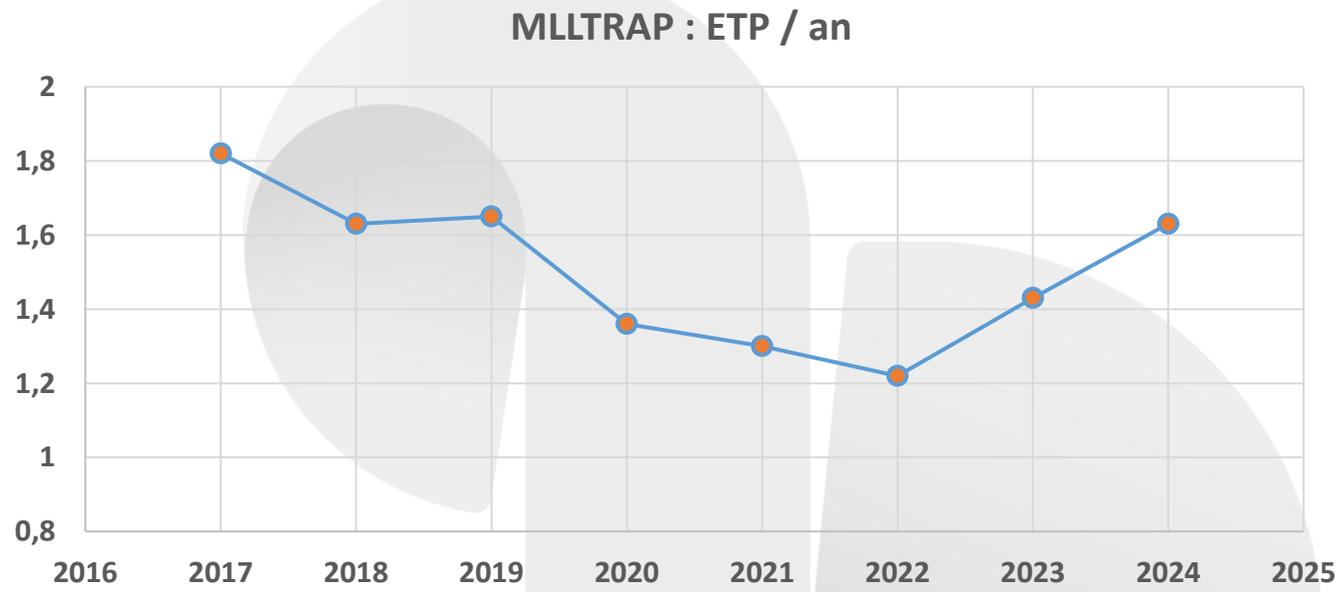


Budget pluri-annuel (k€)



2024 : 2 ans postdoc IN2P3
Recherche candidats en cours →
extension jusqu'à mars 2025

EAP 2025 : Demande bourse de thèse





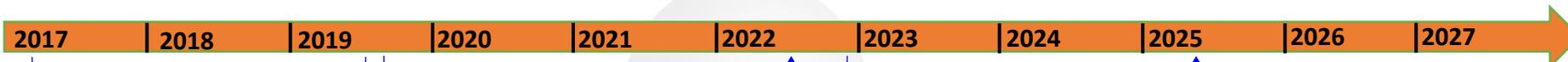
Budget pluri-annuel (k€)

Simulations/conception

Achats / livraisons / installations

Mises en service

Campagnes de mesure



Postdoc (in-trap)
P. Chauveau

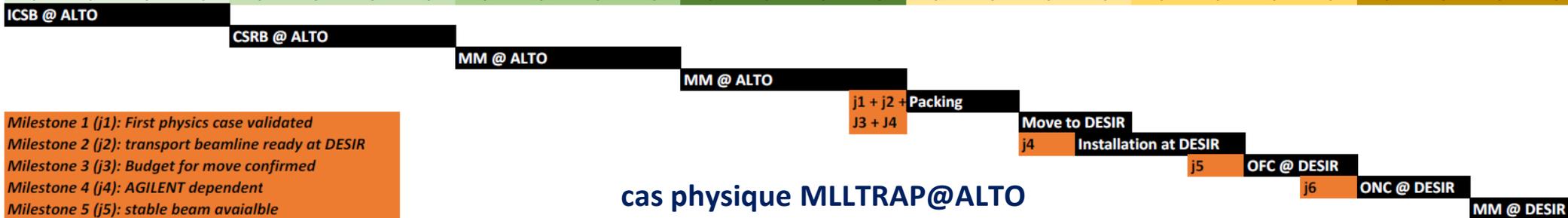
Thèse
E. Morin

A. Leite (40%)

Thèse
S. Morard

New Postdoc ?

| 2024 | 2024 | 2024 | 2024 | 2025 | 2025 | 2025 | 2025 | 2026 | 2026 | 2026 | 2026 | 2027 | 2027 | 2027 | 2027 | 2028 | 2028 | 2028 | 2028 | 2029 | 2029 | 2029 | 2029 | 2030 | 2030 | 2030 | 2030 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |



- Milestone 1 (j1): First physics case validated
- Milestone 2 (j2): transport beamline ready at DESIR
- Milestone 3 (j3): Budget for move confirmed
- Milestone 4 (j4): AGILENT dependent
- Milestone 5 (j5): stable beam available
- Milestone 6 (j6): radioactive beam available

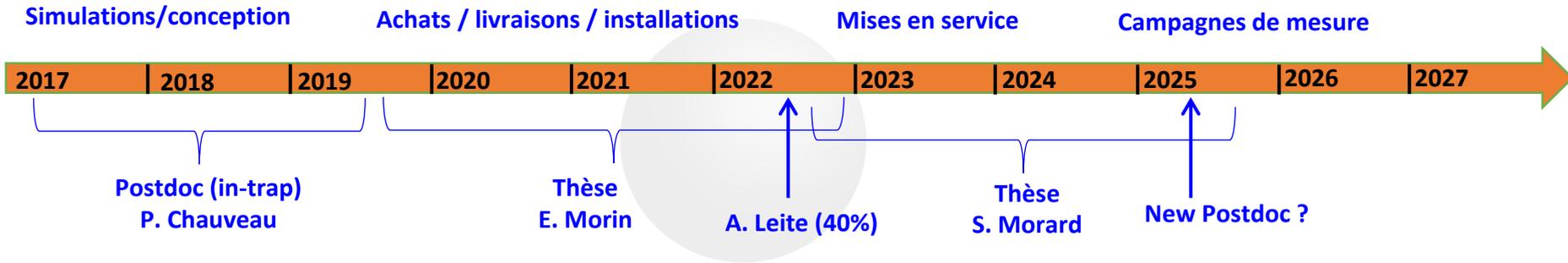
cas physique MLLTRAP@ALTO
→ Ag + Faisceaux moléculaires

- ICSB @ ALTO : Installation & Commissioning with Stable beam at ALTO
- CSRB @ ALTO : Commissioning with Stable and radioactive beam at ALTO
- MM @ ALTO : mass measurement campaign at ALTO
- OFC @ DESIR : offline Commissioning at DESIR
- ONC @ DESIR : online Commissioning at DESIR
- MM @ DESIR : Mass measurements at DESIR

Planning procédés DESIR (mars 2024)



Budget pluri-annuel (k€)



| | 2025 | 2026 | 2027 | | |
|----------------|------|--------|---------|-------|-------|
| Investissement | 20 | « 40 » | « 150 » | | |
| Fonctionnement | 23 | « 23 » | « 23 » | | |
| Missions | 8 | « 8 » | « 5 » | | |

- Missions régulières avec le GSI (collaboration SHIPTRAP) + Conférences / Ecoles
- Budget fonctionnement incompressible pour les fluides cryogéniques + augmentation prix hélium → développement projet RASAAH récupération à 100% ?
- Amélioration de l'équipement section M1 (PI-ICR) [vide, électronique, cryogénie]
- R&D en parallèle : projet in-trap [Banc de test : vide, électronique, mécanique]
- **2027 ?** Budget pour le déménagement (notamment l'aimant supraconducteur)

