

AXE 1 : Accélérateurs ions lourds

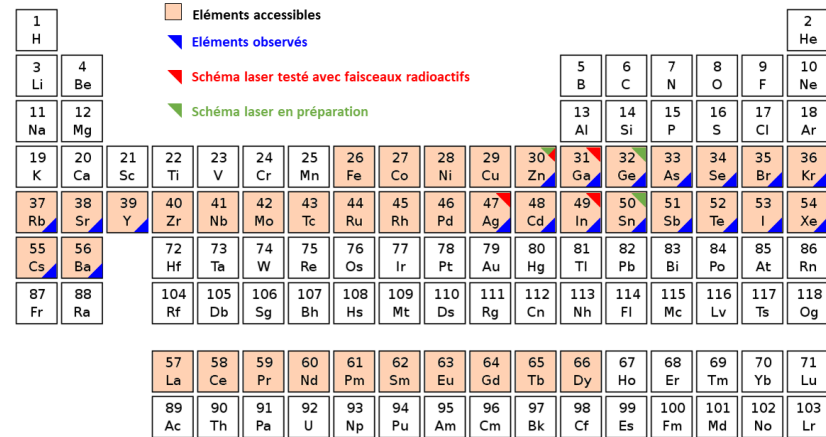
Enrique Minaya Ramirez, IJCLab

Mickaël Dubois, GANIL

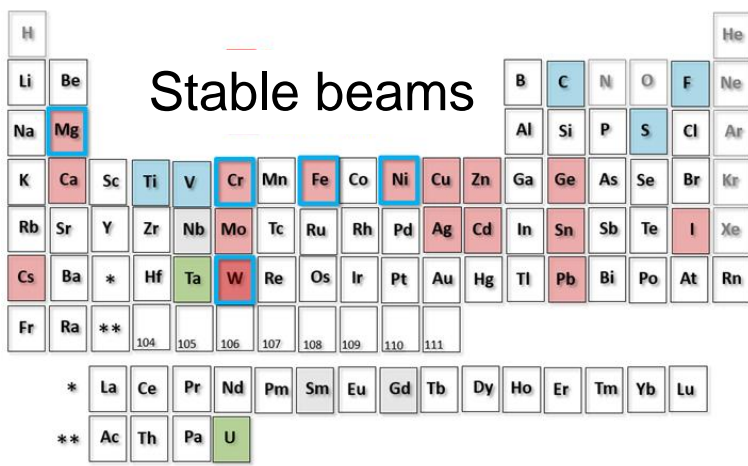
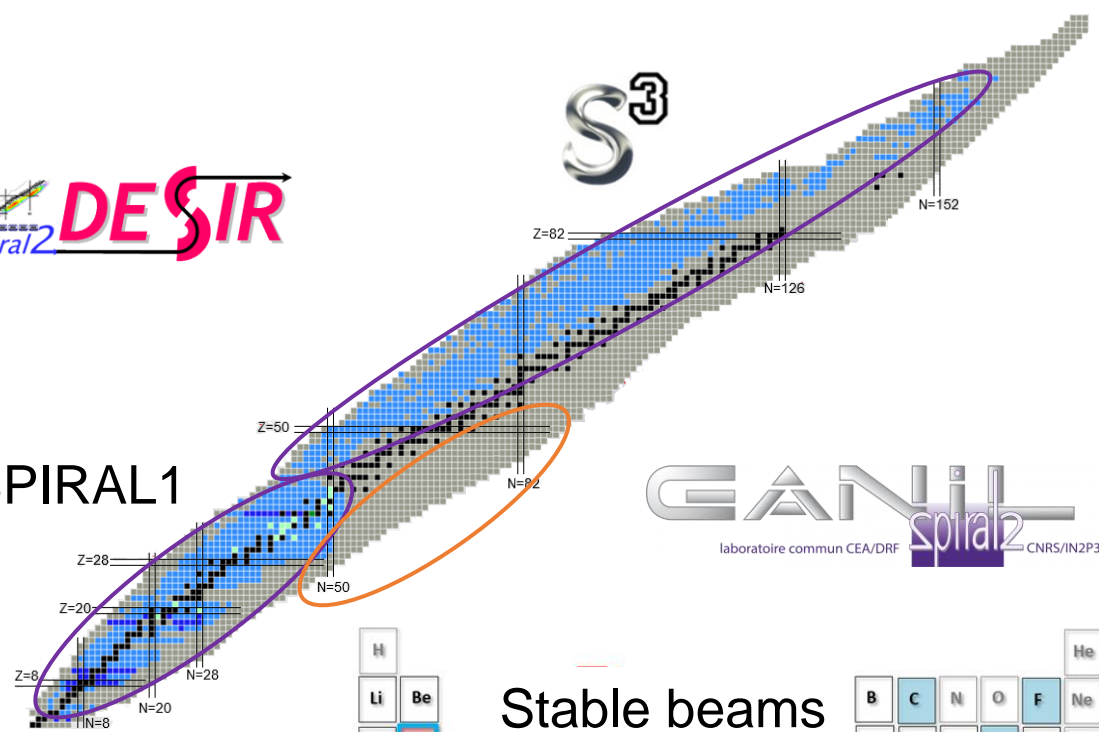


- 1 - Cadre de l'axe 1**
- 2 - Laboratoires représentés**
- 3 - Objectif de l'axe 1**
- 4 - Fonctionnement**

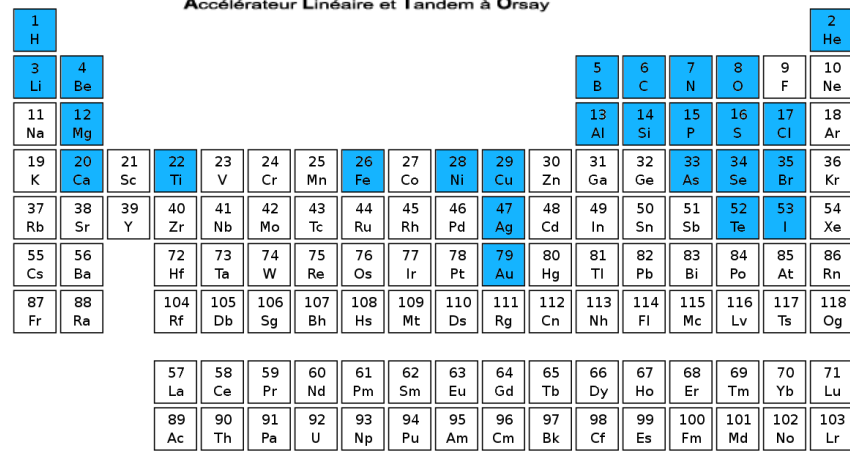
LINAC + ECS



SPIRAL1



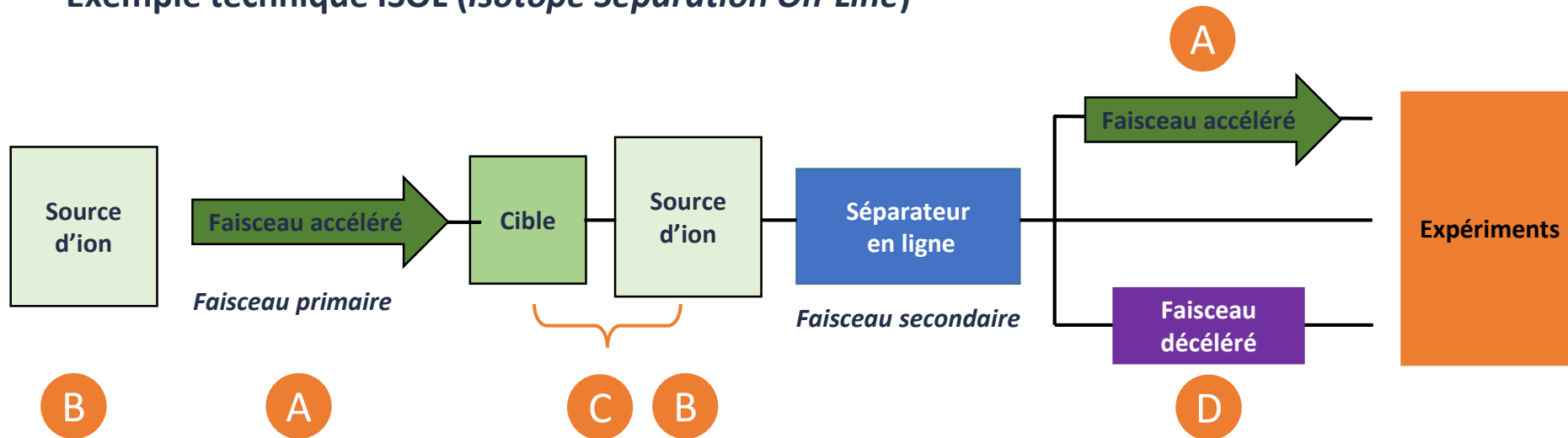
Tandem



Axe 1 : accélération d'ions lourds

- A Développement accélérateurs pour SPIRAL2 et ALTO → dédié à la production**
 - Accélérations d'éléments stables et radioactifs (du proton à l'uranium)
- B Sources d'ions (GANIL/ALTO, ECR, FEBIAD, laser, ...) → point transverse**
 - Production des faisceaux primaires ou secondaires
- C Ensemble cible source (cibles, fours)**
 - Production des éléments d'intérêts
- D Développements faisceaux, RFQ cooler, pièges à ions**
 - Préparation des faisceaux secondaires

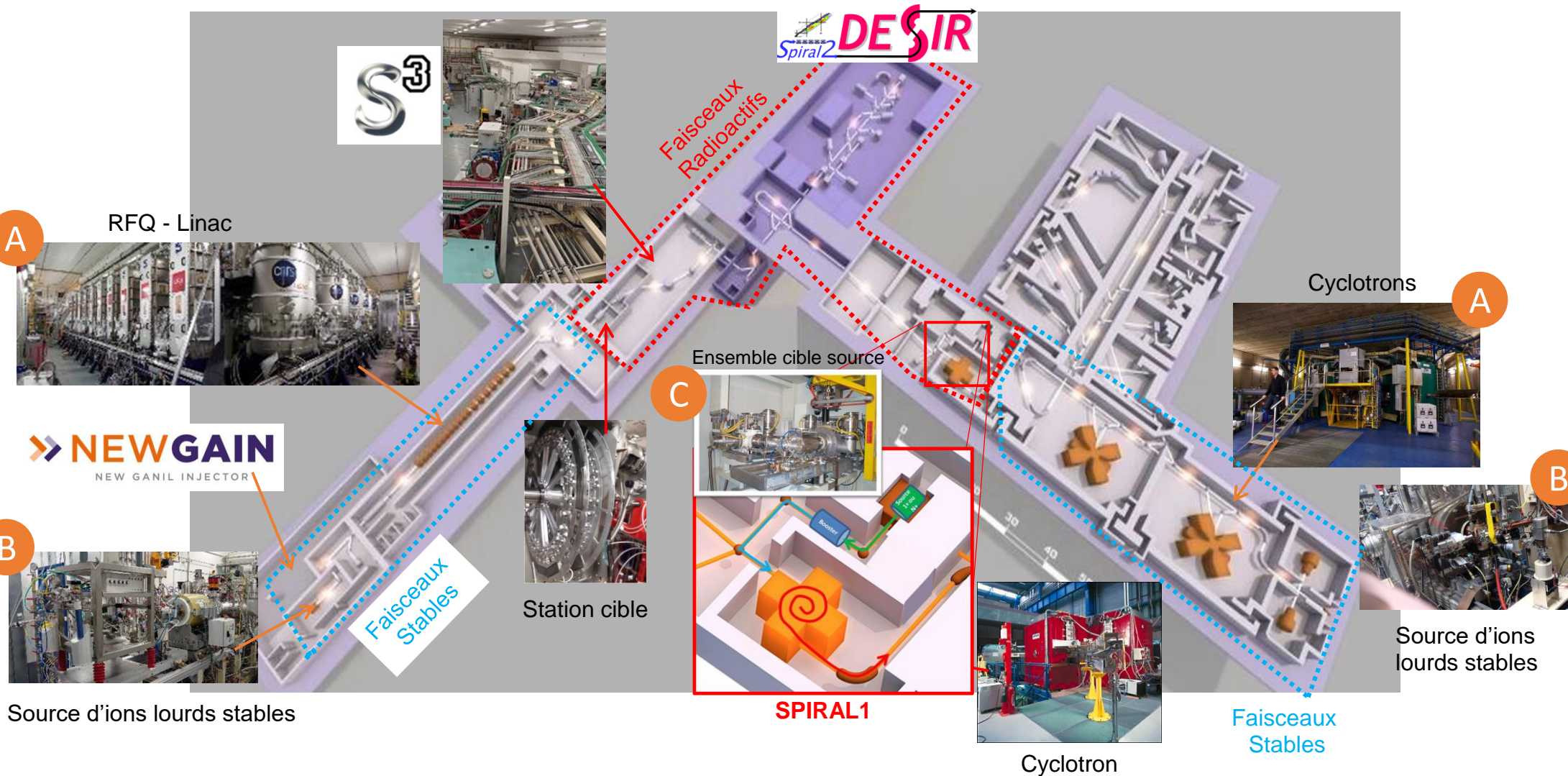
Exemple technique ISOL (*Isotope Separation On-Line*)

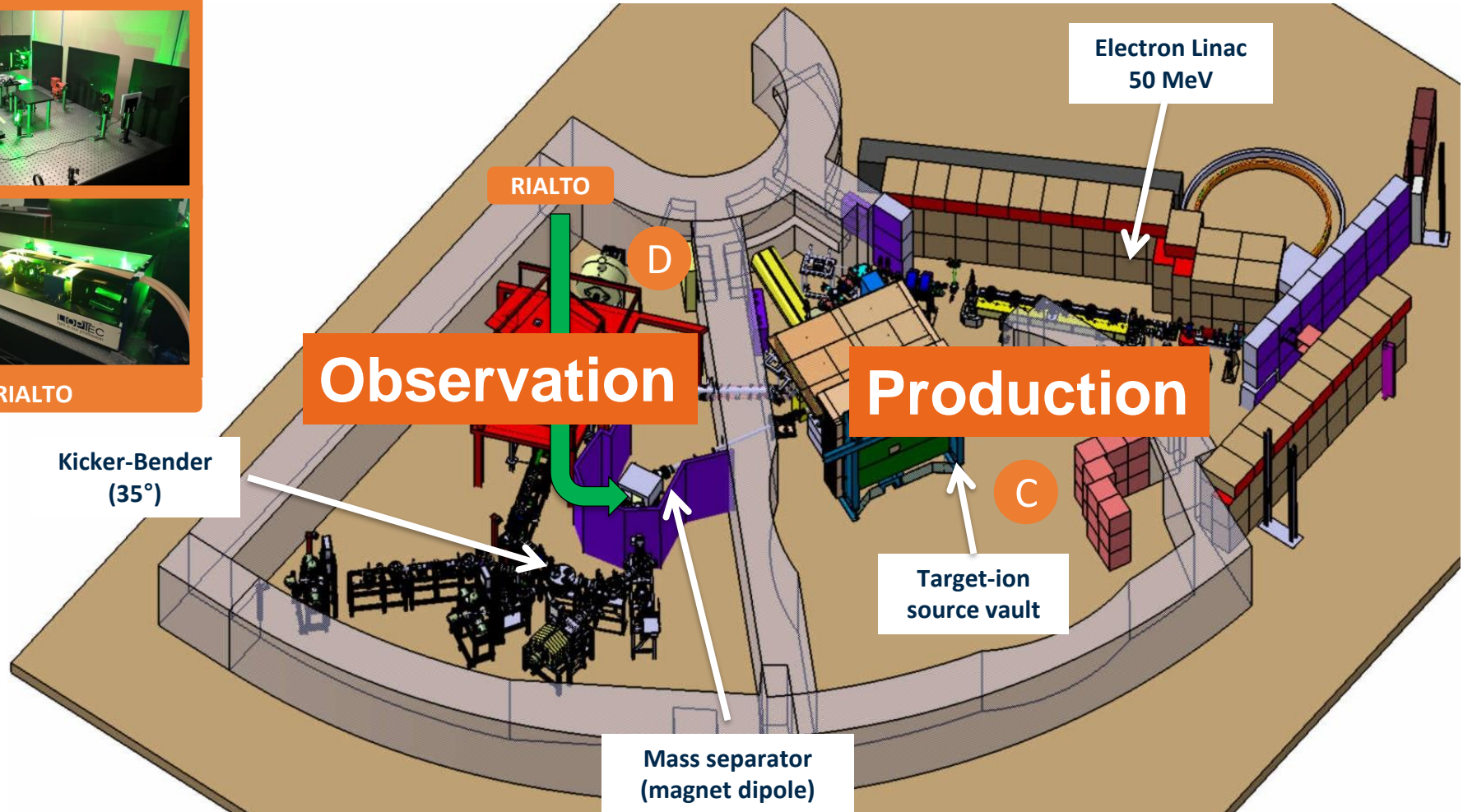
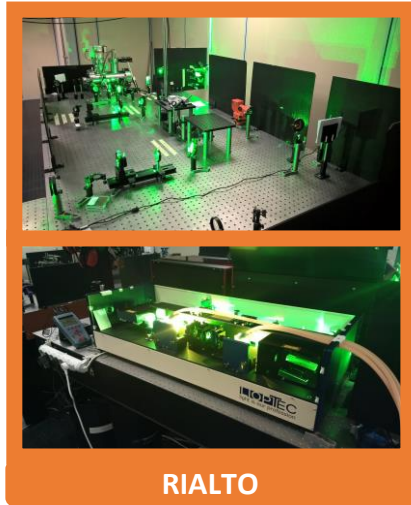


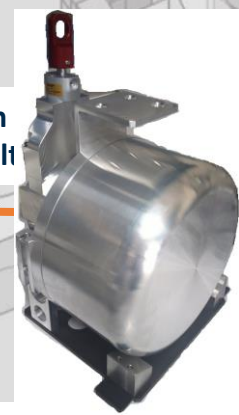
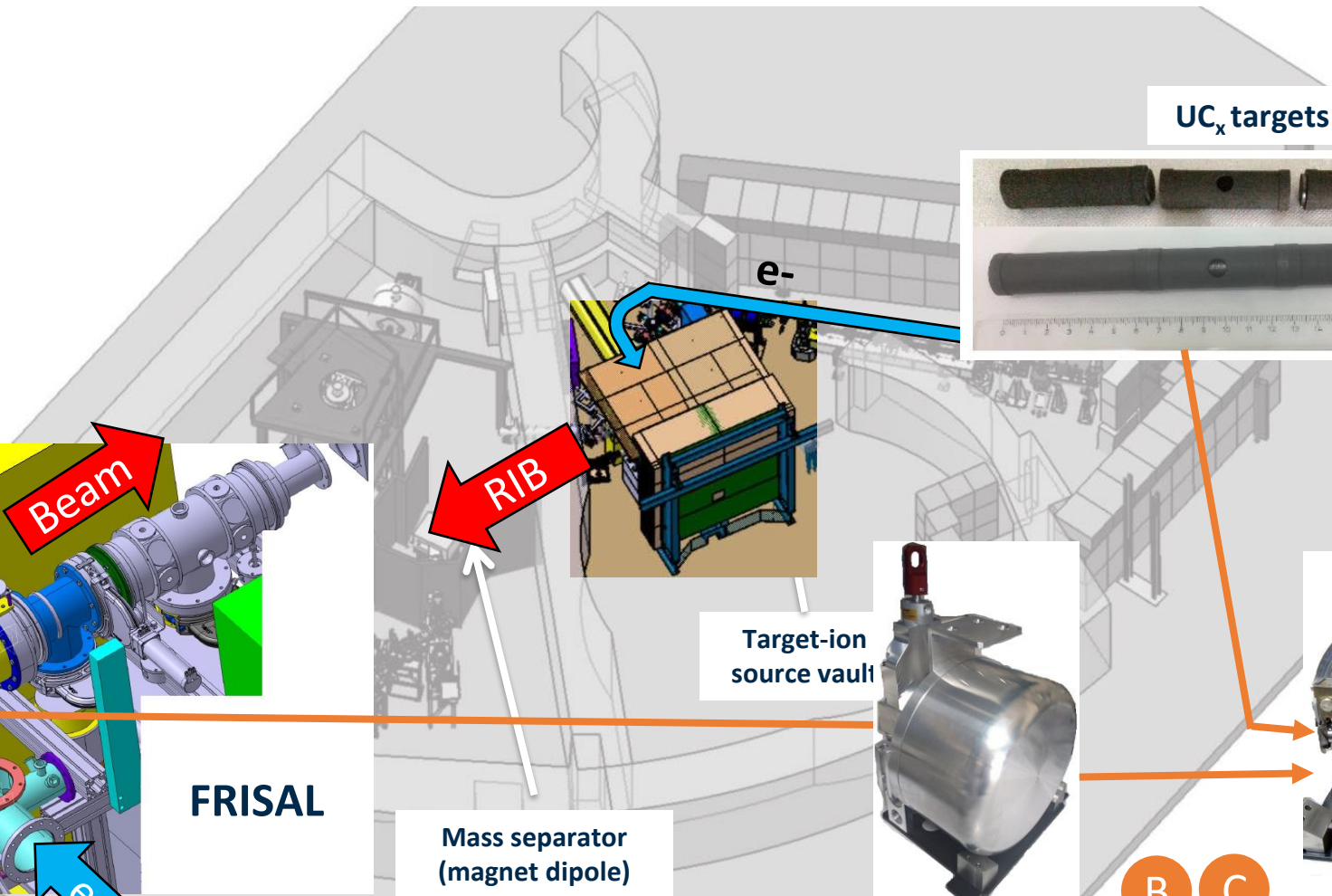
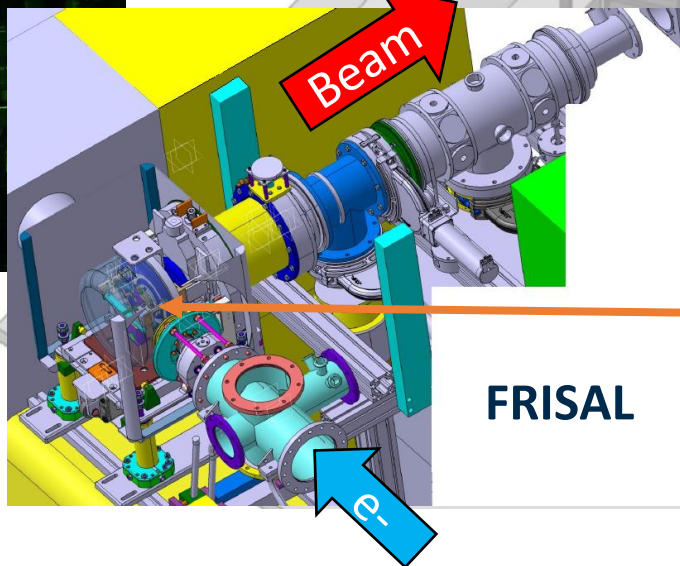
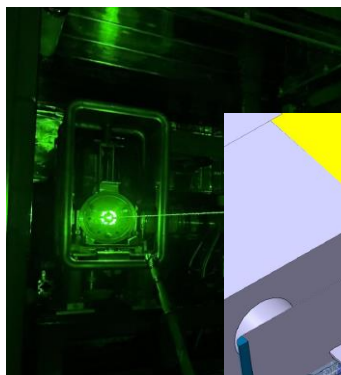
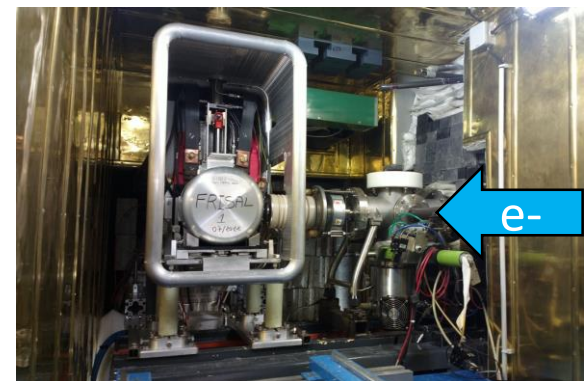
Faisceaux de basse énergie de grand qualité :
faible émittance, faible dispersion en énergie, échantillons purifiés

arrêter	refroidissement	Purification	regroupement	manipulation
---------	-----------------	--------------	--------------	--------------

➔ Pièges à ions







7 laboratoires sont concernés par l'axe 1

- Les équipes particulièrement intéressées par cette axe ont des applications en physique nucléaire



Sources d'ions lourds stables

❑ Veilles technologiques et développements des performances actuelles

- Développements des faisceaux pour S3, nouveaux faisceaux GANIL
- Stabilité des faisceaux

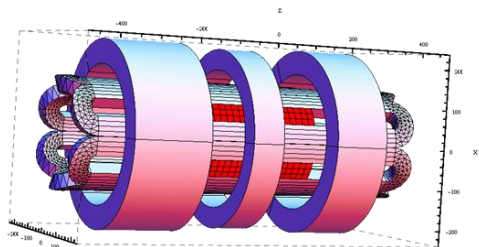
❑ Nouveau projet d'envergure :

- NEWGAIN et source d'ions Supraconductrice Astérics (28GHz) unique en Europe

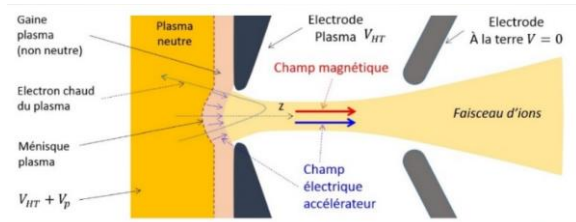
❑ Repousser les limites

- Augmentation en fréquences des source ECR (45-60GHz → LPSC)
- Meilleure compréhension des plasmas par simulations PIC

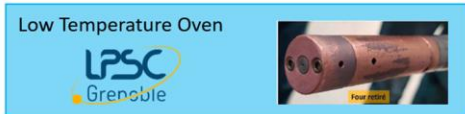
R&D autour des sources d'ions lourds type ECR



Structure magnétique aimants chauds et supraconducteur



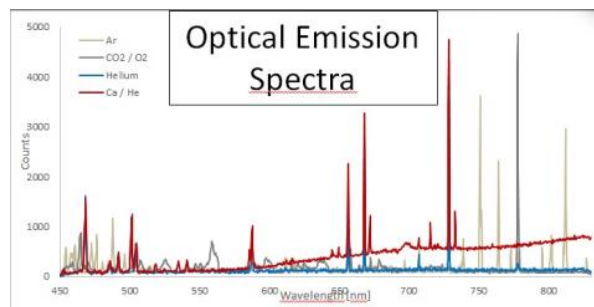
Simulations extraction faisceau



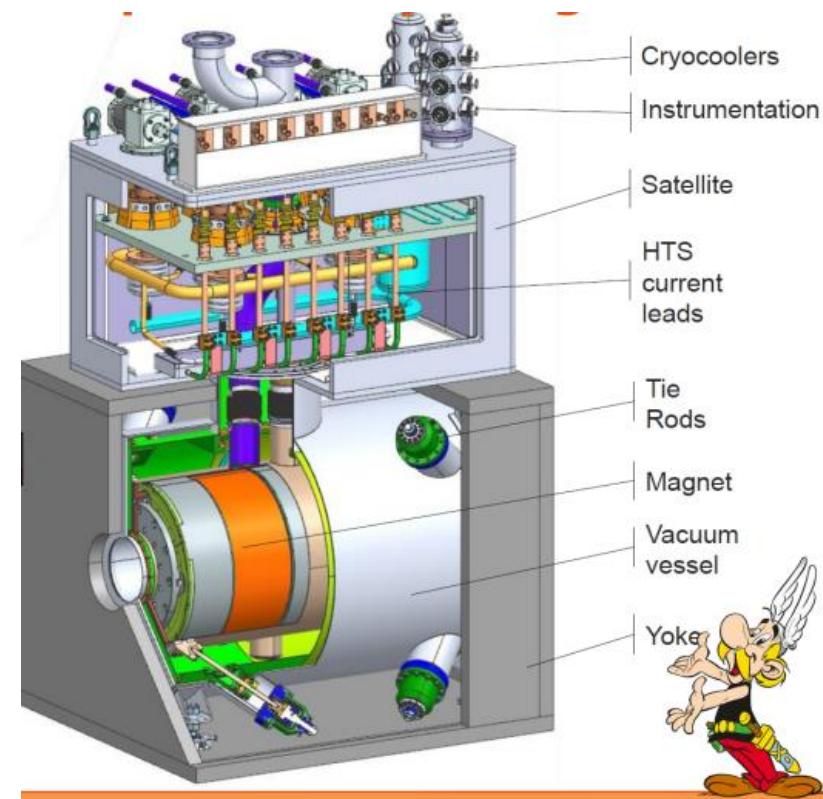
Techniques d'évaporation éléments métalliques



- Etude plasma
- Stabilité,
 - Propriétés
 - Diagnostics
 - Simulations



NEWGAIN 28GHz ECR ion source



ASTERICS : A new superconducting ECRIS for SPIRAL2
T. Thuillier (LPSC) et al, ICIS23, Vancouver

Accélérateurs ions lourds → dédié à la production

□ Beam sharing

Optimiser la disponibilité des faisceaux pour les expérimentateurs et le partage des temps de faisceaux.

=> **1 faisceau pour plusieurs utilisateurs**

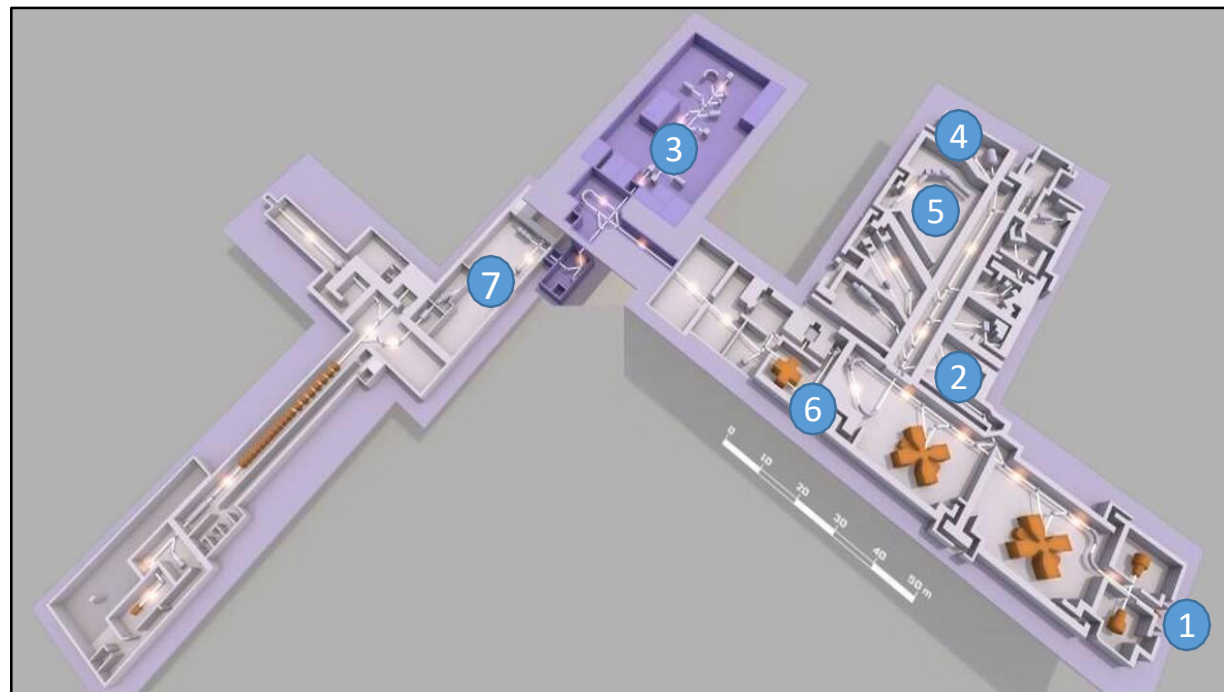
Temps partagé

=> **Conception de nouveaux éléments optiques (Septum, fast Kicker)**

Faisceaux en parallèle (épluchage, dégradation)

=> **Nouvelles lignes faisceaux adaptées (septum large acceptance)**

Contact : B. Jacquot - J.M Lagniel - GANIL



□ Upgrade d'installations ? AI ? Disponibilité, Fiabilité ?

Faisceaux radioactifs

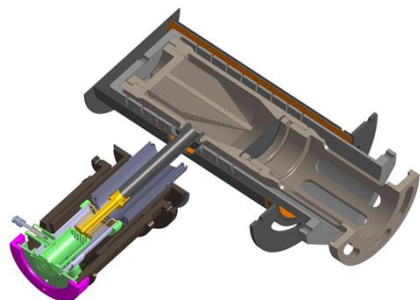
□ Développement des faisceaux

- Ensemble cibles sources pour la production de nouveaux faisceaux
- Charge breeder : Augmentation des états de charge et efficacité
- Data base sur processus diffusion, effusion,...
- Sélectivité par technique d'ionisation laser, molécules
- R&D sur les cibles
- Différents types de production (photofission, fusion-évaporation, fission)

Production faisceaux radioactifs

Ensemble cible source FEBIAD

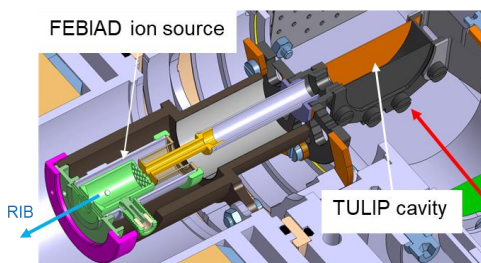
Contact : P. Chauveau - GANIL



Production isotopes radioactifs métalliques
 Augmentation intensité : nouvelle cible
 Production par voie moléculaire
 Optimisation thermique (simulations)

Projet TULIP

Contact : P. Jardin - GANIL



Objectif : Production d'isotopes déficients en neutron de court temps de vie produit par fusion évaporation

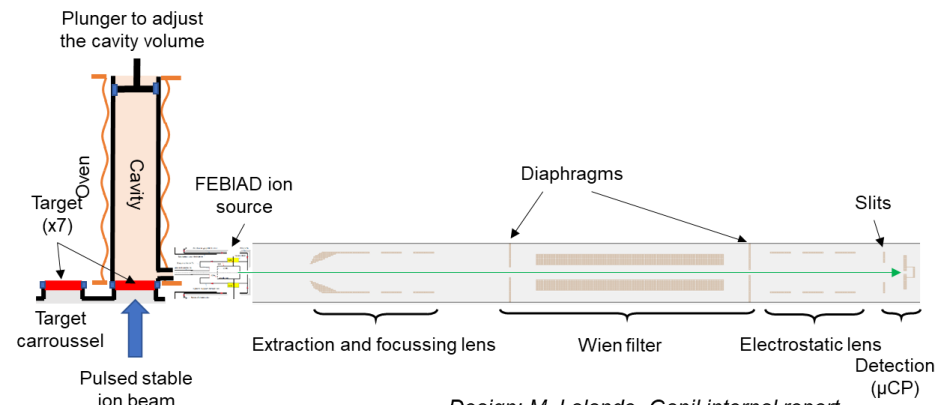
AAPG ANR 2018

CES 31: Physique Subatomique (PRC)

(P. Jardin, M. MacCormick and the TULIP collaborators)

DATA Base

Contact : P. Jardin - GANIL

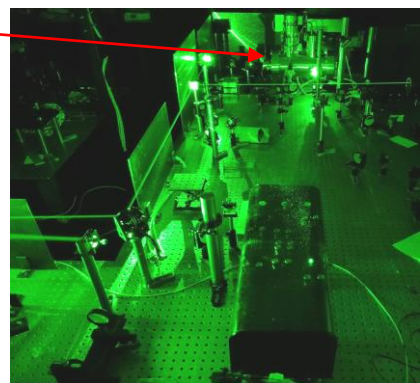
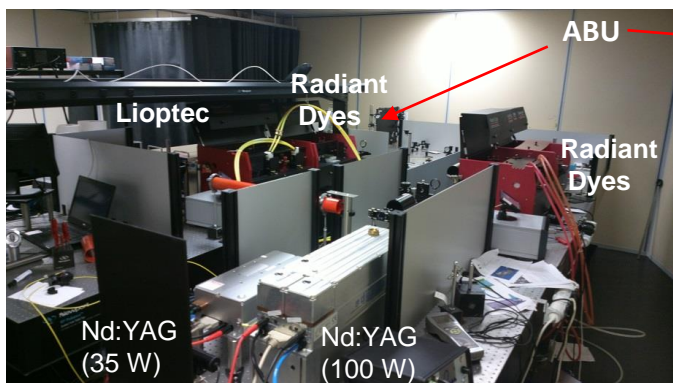
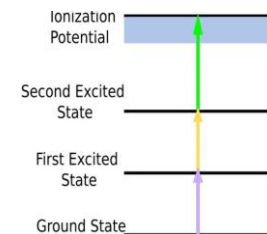


Design: M. Lalande. Ganil internal report

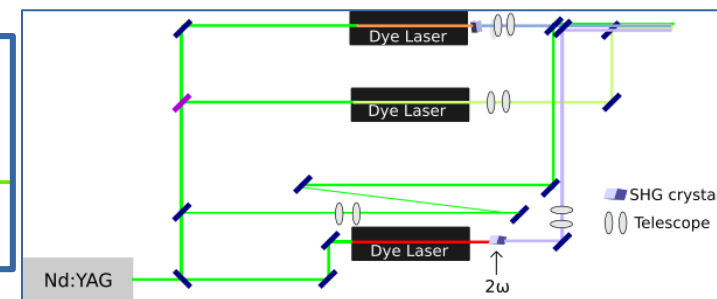
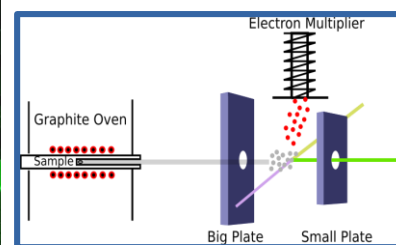
Objectif : mesurer les coefficients de diffusion des atomes hors de différentes cibles de matériaux de manière «standardisée» (mêmes conditions expérimentales) pour les rendre facilement comparable.
 Ces données sont essentielles pour la R&D de nouveaux ensembles cible source

RIALTO : Laser Resonance Ionization Technique

- Edgewave Nd:YAG pumping laser (532 nm, 100W, 10 kHz rep rate, 10 ns pulse width)
- 2 Radiant Dyes + 1 Lioptec dye laser (540-850 nm), up to 5 W@20 W pumping, 10 ns pulse and 3 GHz linewidth
- 2 BBO doubling and tripling units (200- 475 nm), < 1 W

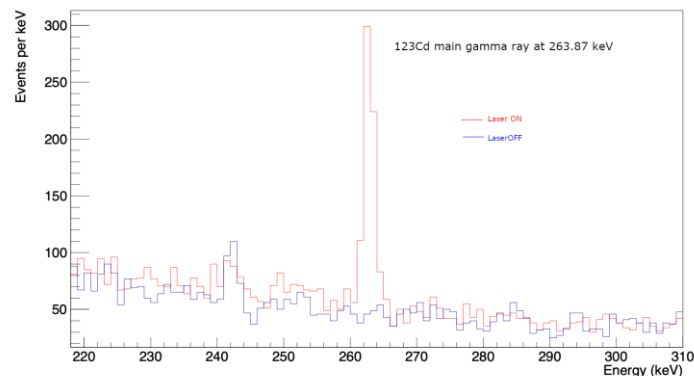


Atomic Beam Unit (ABU)



123Ag - Beta-conditionned - Laser ON/OFF

Nov. 2023

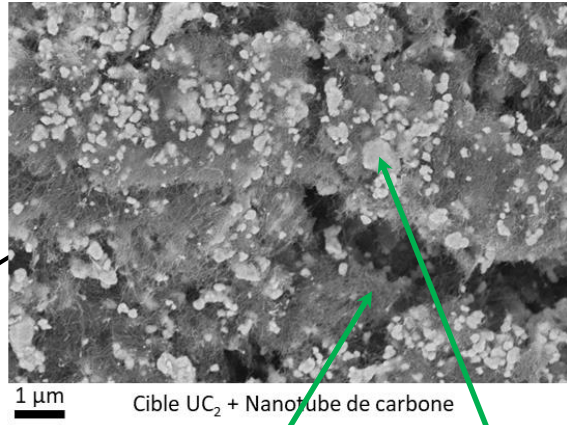
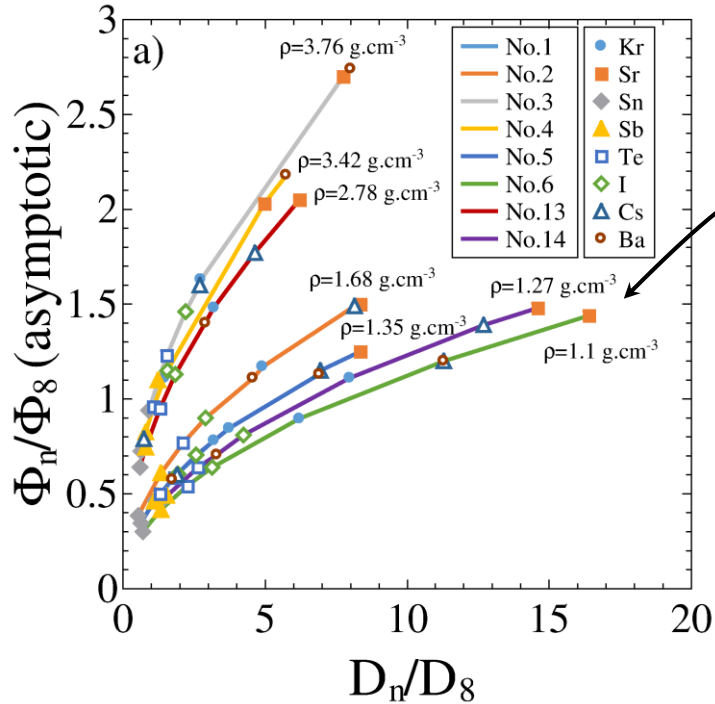


<https://alto.ijclab.in2p3.fr/premier-faisceau-dargent-radioactif-produit-a-alto-leb/>

- Produced RIB with RIALTO Ga and In
- Improving the quality of the non resonant step → 2nd YAG laser and external trigger unit → Development of Silver Ionization Scheme
- Upgrade : Beam Distribution System
- Upgrade : Beam Stabilization System
- Upgrade : Tripling frequency for Sb (Sb produced in ABU)

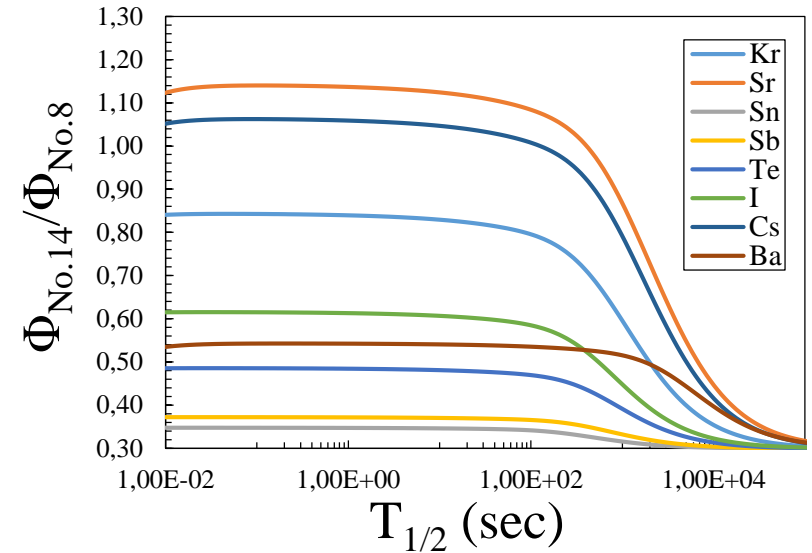
F. Le Blanc, et al. - IJCLab

Density and release properties of UC_x targets on the fission product yields at ALTO



CNT (Carbon Nanotube)

UC₂



The new R&D target based on CNT is 3 times less dense than a conventional PARRNe target. For Sr, Cs and Kr the R&D target compensates its low density by its release efficiency.

J. Guillot, B. Roussière, et al. - IJCLab

Manipulation et préparation des faisceaux

Séparateur à haute résolution

- Dipôles magnétiques pour trier les faisceaux en vol

Cellule de gaz

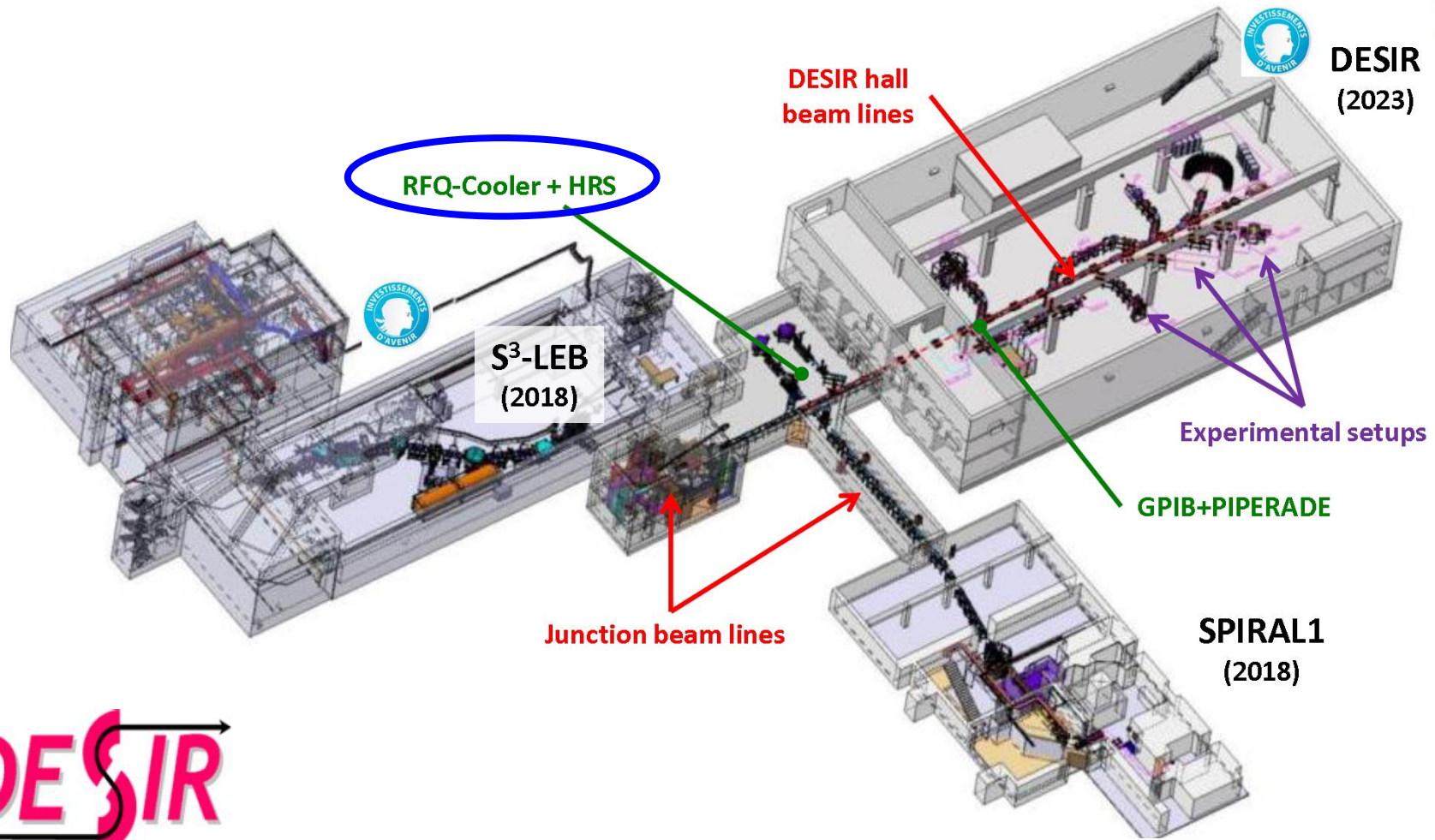
- Décélération des faisceaux secondaires

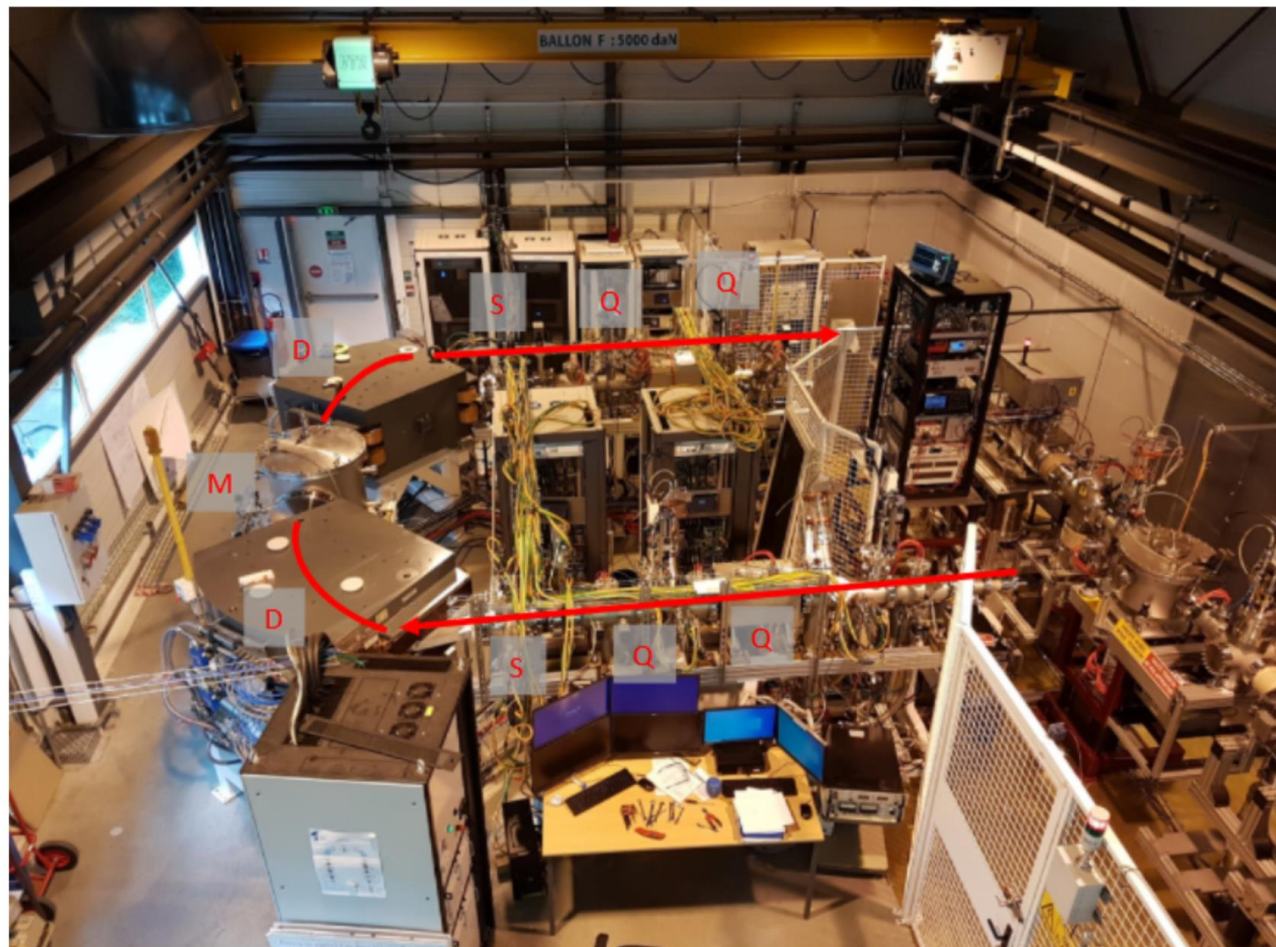
RFQCB

- Pièges à ions (de Paul) pour le confinement, le refroidissement et le regroupement des ions

PT-MS

- Pièges à ions (de Penning) pour la spectrométrie de masse et la manipulation des ions

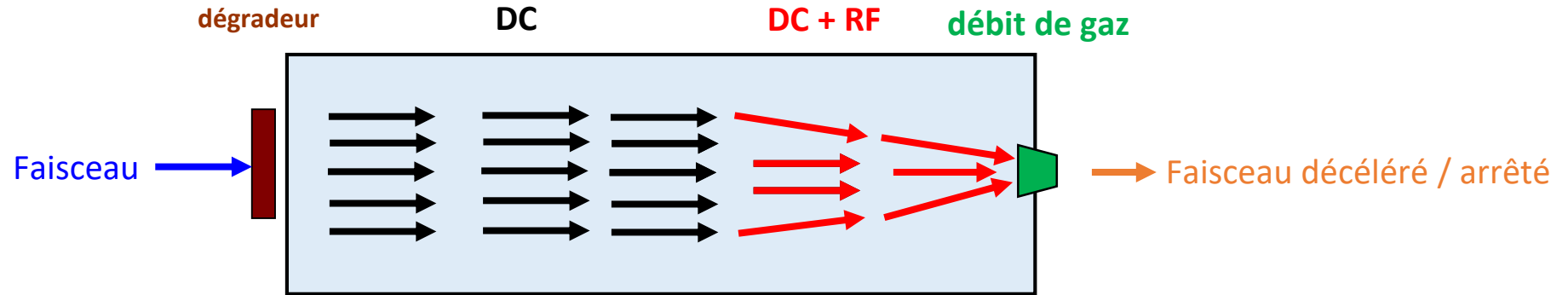




Conception HRS : deux dipôles magnétiques à 90 degrés, complétés par des quadripôles électrostatiques, des sextupôles et un multipôle, disposés dans une configuration symétrique afin de minimiser les aberrations.

Résolution FWHM de $R = 25\ 000$
 Transmission d'environ 70% a été obtenue pour un faisceau de ^{133}Cs à une énergie de 25 keV et avec une très faible dispersion en énergie.

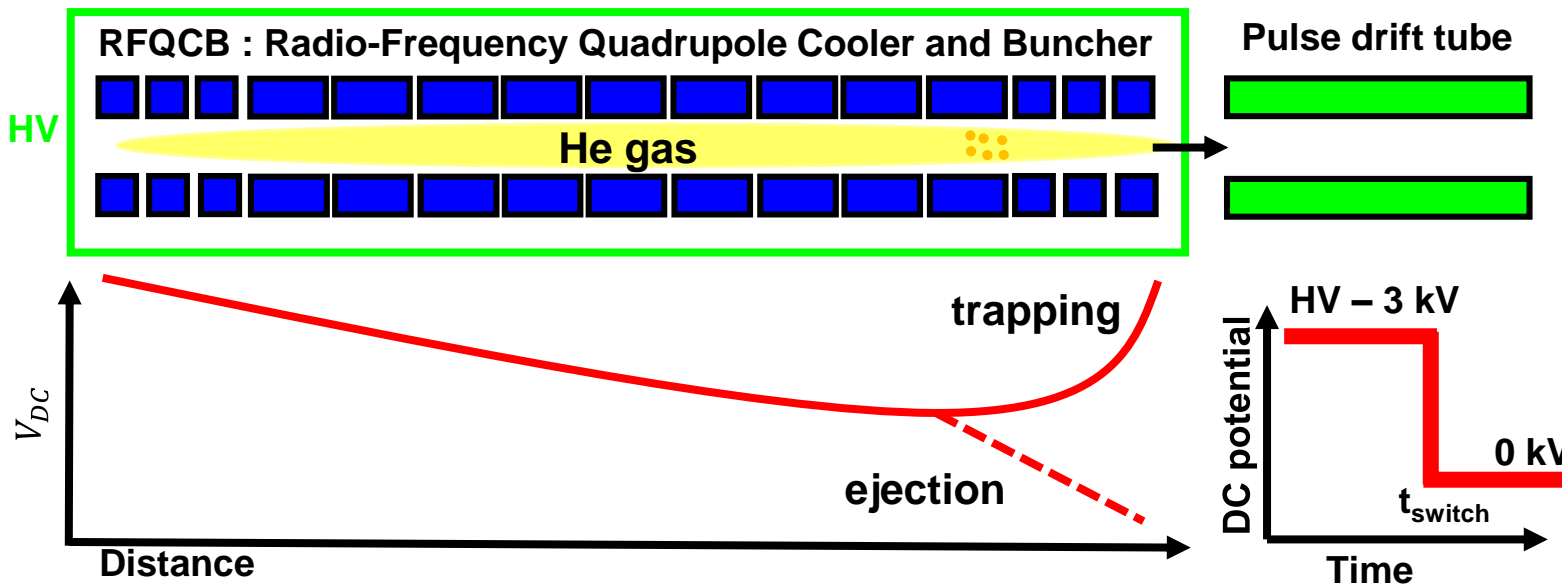
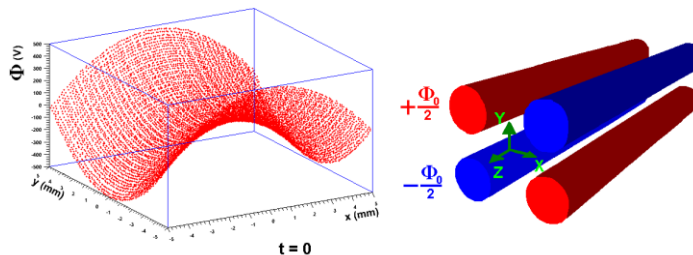
L. Serani et al. - LP2iB



Arrêt dans un gaz tampon de haute pureté
Champ de traînée DC pour une extraction rapide
Entonnoir RF pour un transport efficace
Extraction à travers une buse

Pièges de Paul → RFQCB : Radiofrequency cooler and buncher

$$\phi_0(t) = V_{DC} - V_{RF} \cos \Omega t$$



SPIRAL2 GANIL S3-LEB (2022)

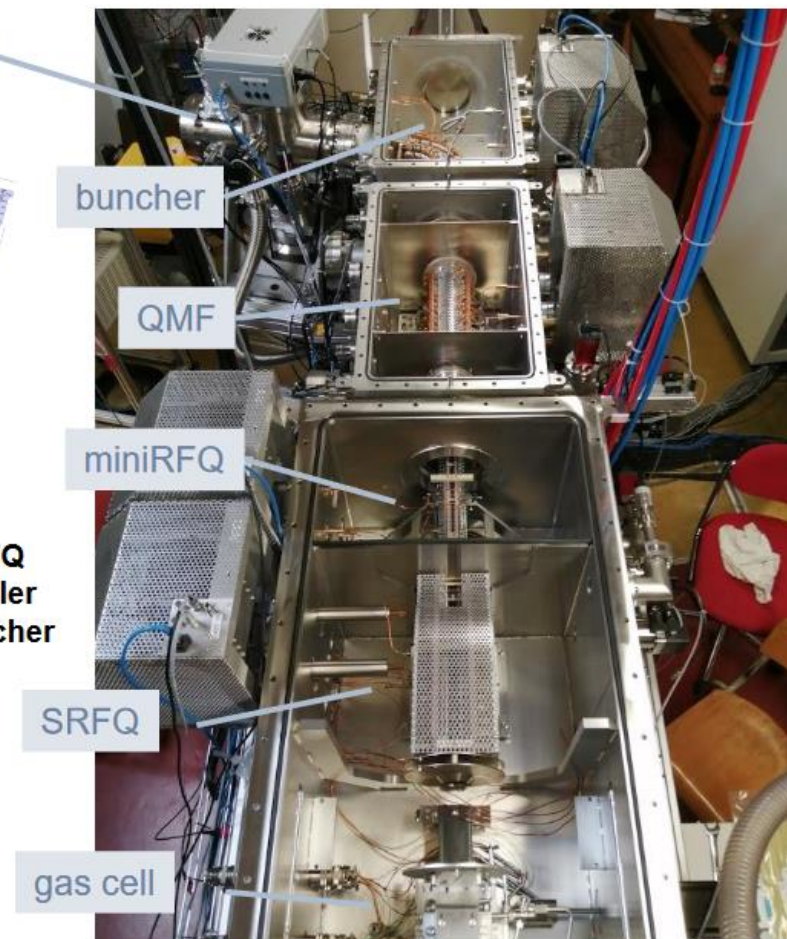
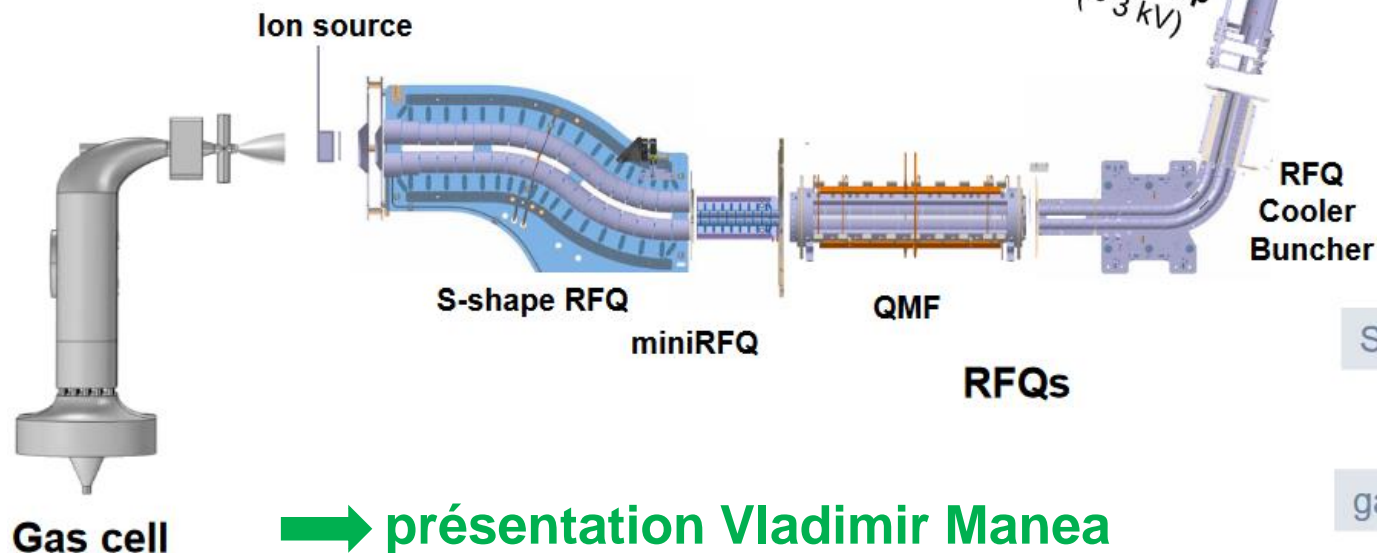
S-RFQ + miniRFQ : $\epsilon \approx 95(5)\%$

QMF : $\epsilon \approx 95(5)\%$ (moderate filtering)

Buncher : $\epsilon_{\text{cont}} = 60(5)\%$ / $\epsilon_{\text{bunch}} = 20(5)\%$

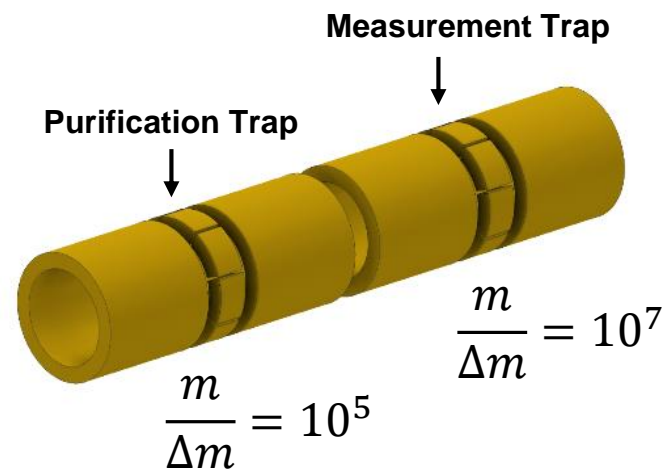
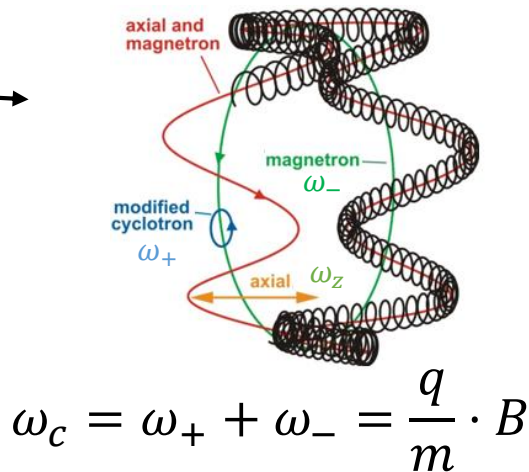
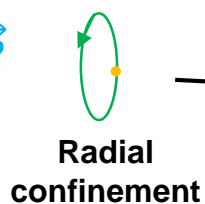
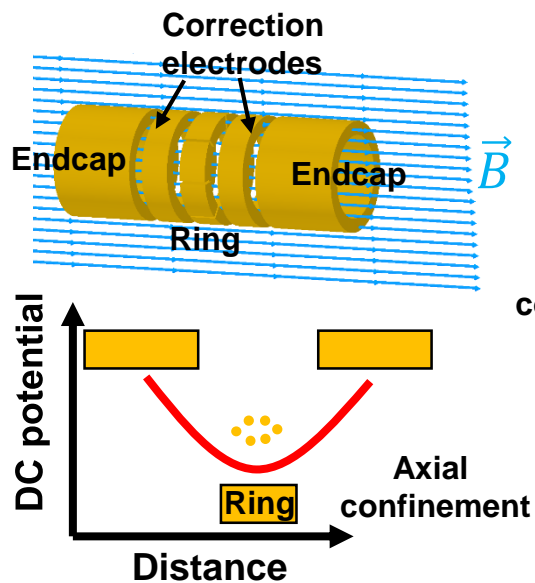
Global efficiency with alkali source:

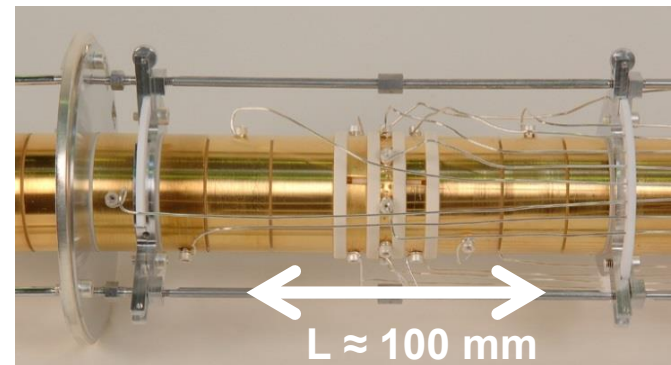
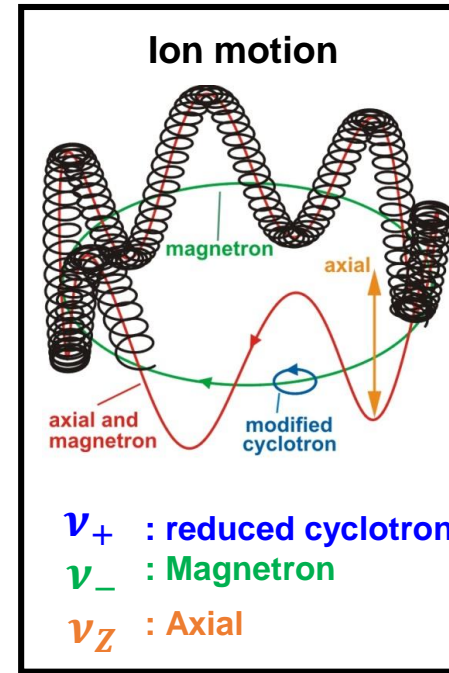
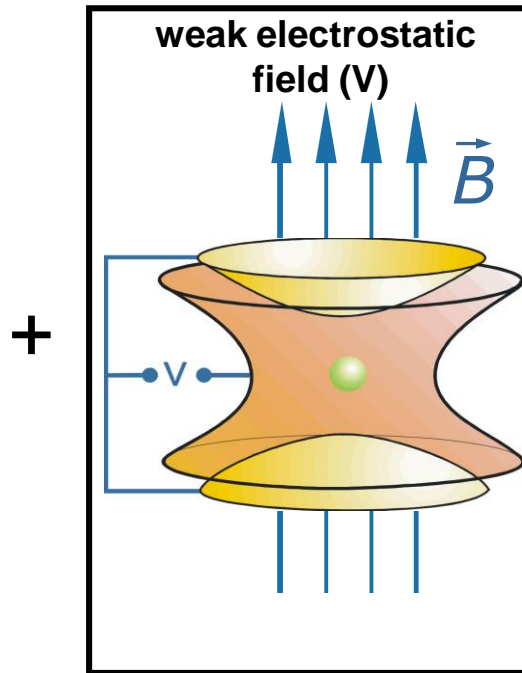
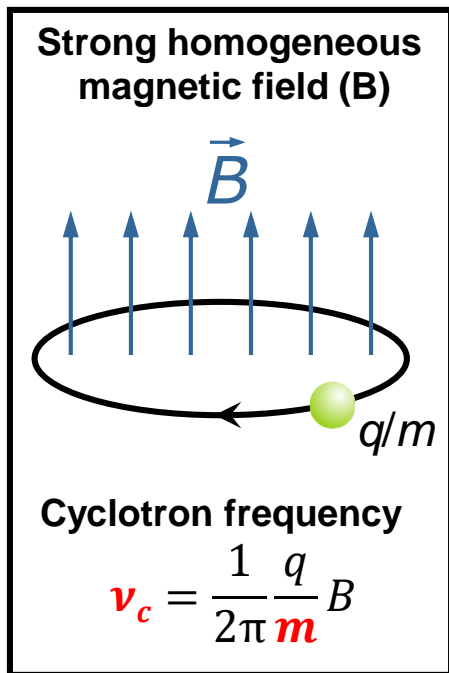
55(5)% continuous / 18(5)% in bunching

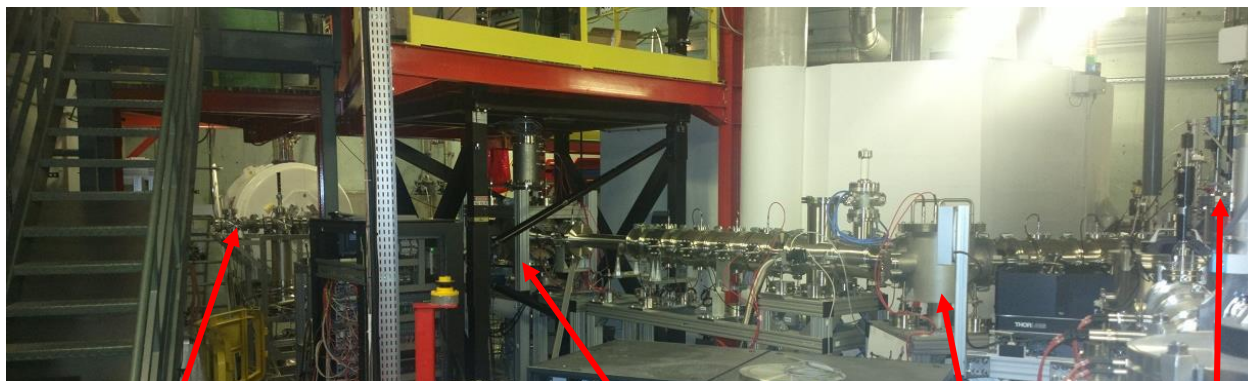


Piège de Penning

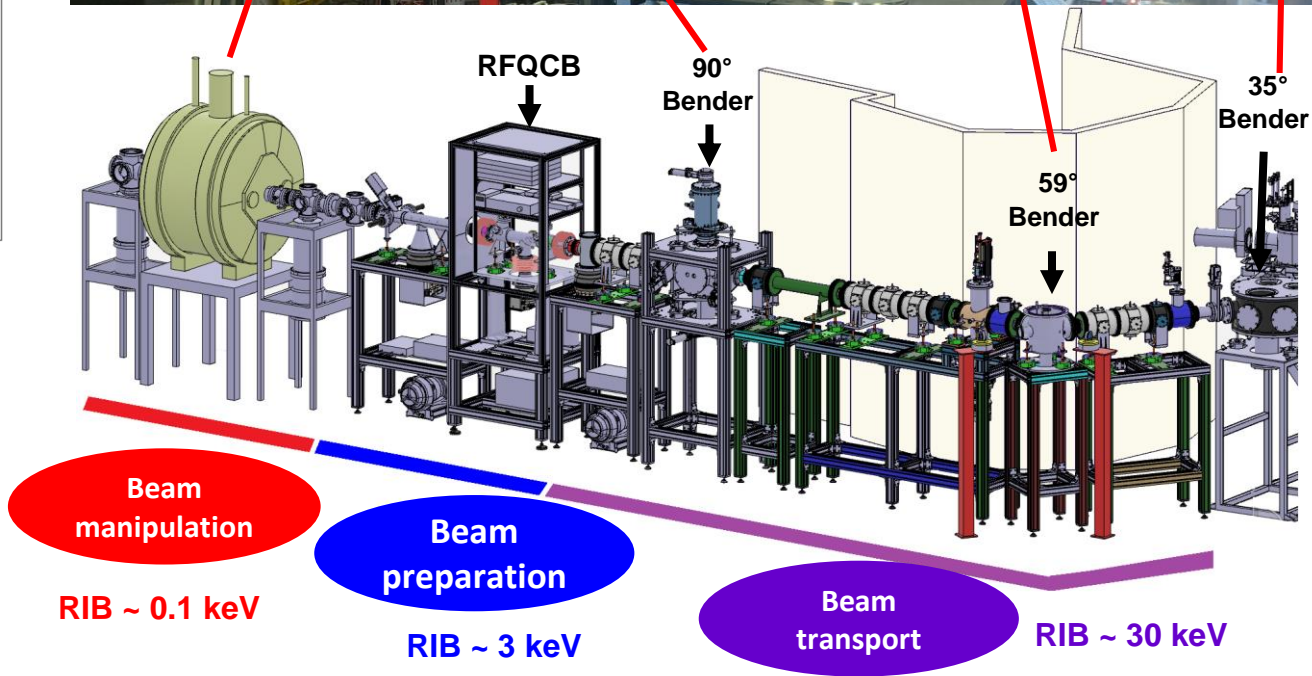
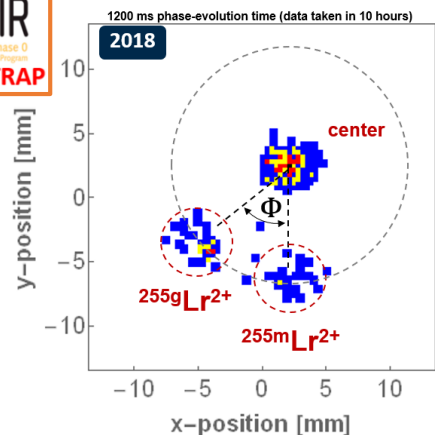
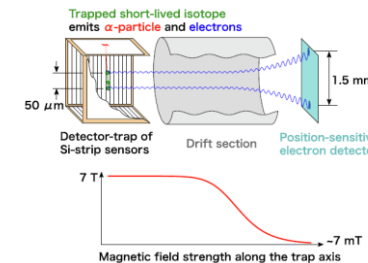
Ion motion in a Penning trap







R&D in-trap



ALTO
Accélérateur Linéaire et Tandem à Orsay

MLLTRAP

E. Minaya et al. - IJCLab

- ❑ **Proposer une 1/2 journée thématique sur les R&D associés à la production de faisceaux stable et radioactifs**
 - Associer le GDR aux workshops du domaine comme ISOL-France
 - Accès à une liste de participants, avec les spécialités
 - Exemple : « Workshop Targets - Ion Sources », 6 - 8 sept. 2023, GANIL (<https://indico.in2p3.fr/event/28990/>)

- ❑ **Identifier les séminaires en lien avec l'axe 1**
 - Annonce via la liste de diffusion du GDR SCIPAC

- ❑ **Proposition de visites des sites liés à l'axe 1**
 - Sur deux sites

Merci pour votre attention !