



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE

CaeSAR

GANIL

Un MR-ToF-MS pour DESIR

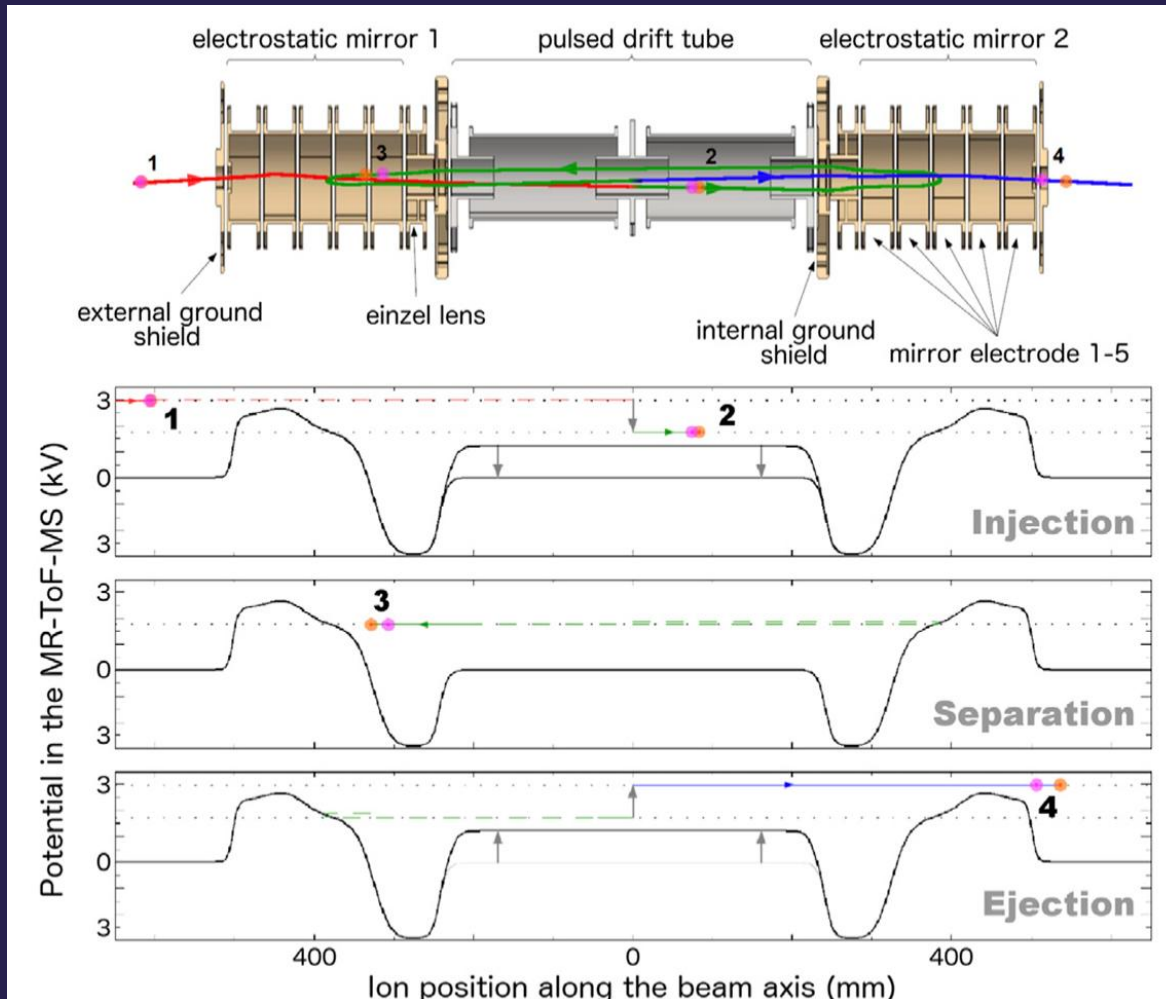
Laetitia Canete

EAP projets thématiquement reliés à DESIR- 20 Octobre 2026



- I. Principe de fonctionnement
- II. Intérêt d'un MR-ToF pour DESIR
- III. Lettre d'Intention (LOI)
- IV. Etats d'avancement du projet

Principe d'un MR-ToF-MS



P.Chauveau et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 376(2016)211–215

- Le **temps de vol** des ions dans un champ électrique est proportionnel à leur masse:

$$t = d \sqrt{\frac{m}{2qU}}$$

$t \propto \sqrt{m}$: à énergie fixée, les ions légers arrivent les premiers

- Le **pouvoir de résolution** dépend du temps de vol:

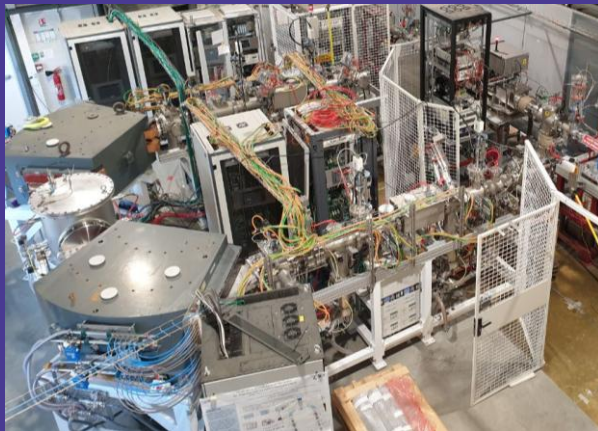
$$R = \frac{m}{\Delta m} = \frac{t}{2\Delta t}$$

→ L'utilisation de miroirs électrostatiques permet d'allonger le trajet en gardant un dispositif compact.

Purification et mesure de masse à DESIR

HRS

Séparateur magnétique
à haute résolution



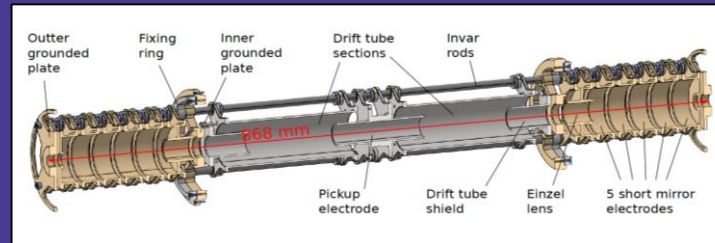
Pre-séparation

$$R=M/\Delta M \sim 10^4$$

$$\text{Cycle} \sim 10 \mu\text{s}$$

MR-ToF

Spectromètre à temps
de vol



*Purification isobarique,
mesure de masse*

$$R=M/\Delta M \sim 10^5$$

$$\text{Cycle} \sim 10 \text{ ms}$$

PIPERADE

Double pièges de Penning



*Accumulation/stockage,
purification, mesure de masse*

$$R=M/\Delta M \sim 10^5 \quad 1^{\text{er}} \text{ piège}$$

$$R=M/\Delta M \sim 10^6 - 10^7 \quad 2^{\text{eme}} \text{ piège}$$

$$\text{Cycle} \sim 100 \text{ ms}$$

Résolution

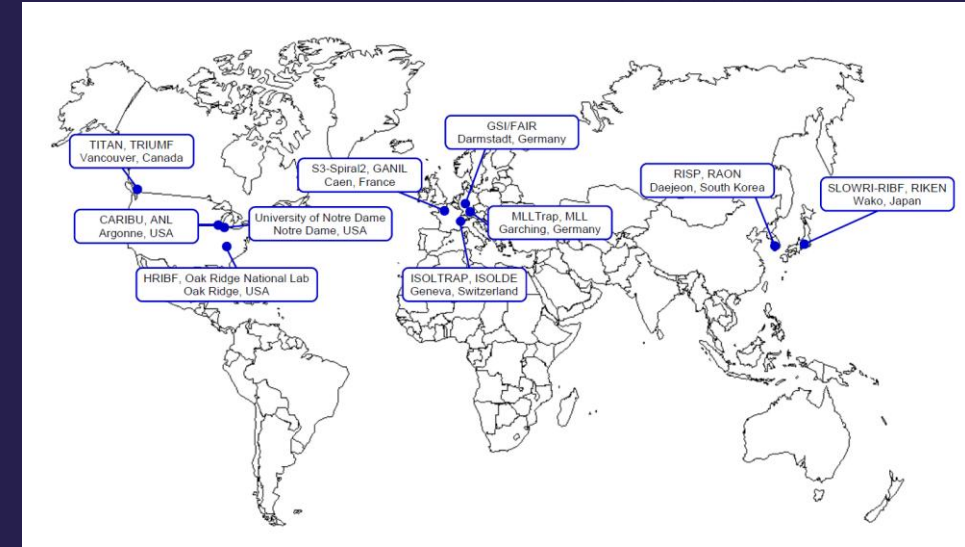
Rapidité

Intérêt d'un MR-ToF à DESIR

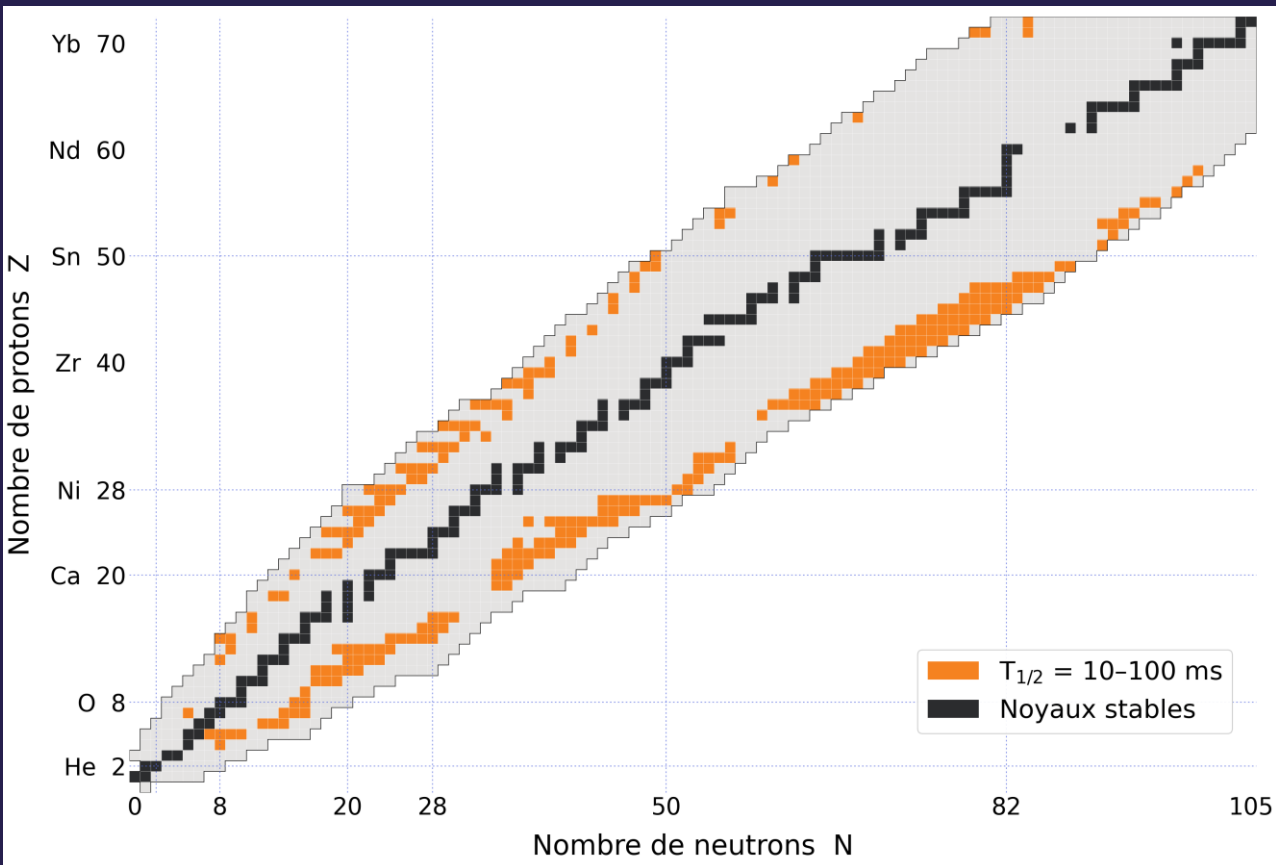
Double intérêts:

- Séparation rapide des contaminants isobarique
- Mesure de masses de noyaux à faible temps de vie

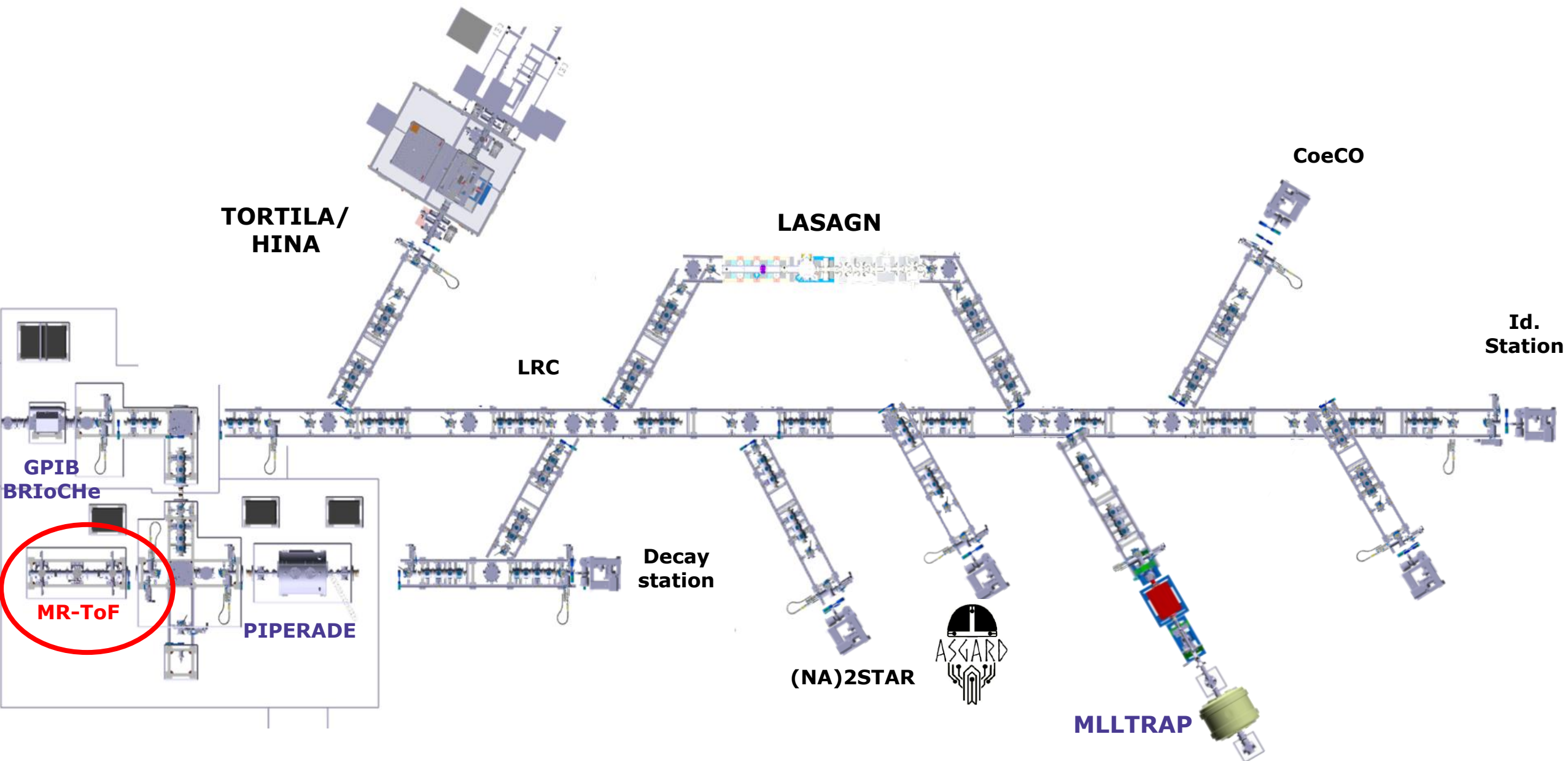
Les MR-ToF-MS dans le monde



P. Chauveau et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 376(2016)211–215



Le MR-ToF-MS est actuellement le type de spectromètre de masse le plus rapide capable d'atteindre un pouvoir de résolution supérieur à 10^5



Lettre d'Intention (LOI)

Parmi les **LOI** soumis en Mars dernier, **11** concernaient des mesures de masse.

- Exemple de LOI qui bénéficieraient de la mise en place du MR-ToF :

LOI 002

P. Ascher et al.

Penning-trap mass measurements of $^{45-47}\text{Cl}$, $^{22-24}\text{O}$ and $^{23-26}\text{F}$

En astrophysique nucléaire:

Propriétés des X-ray bursts, processus rp...

LOI 020

B. Rebeiro et al.

Precision measurement of superallowed $0^+ \rightarrow 0^+$ beta decay observables in ^{70}Br and ^{74}Rb

En structure nucléaire:

IMME, évolution des fermetures de couche, états isomères, interaction pn...

LOI 023

M. Gerbaux et al.

Penning-trap measurement of the mass of ^{32}Ar

LOI 045

L. Canete et al.

High-Precision Mass Measurements near the $N = 50$ shell closure

Développement d'un MR-ToF pour DESIR

Basé sur **PILGRIM** ("Piège à Ions Linéaire du GANIL pour la Résolution des Isobares et la Mesure de masse") développé au LPC Caen et récemment installé sur la ligne S3-LEB.



Objectifs atteints avec PILGRIM :

- ✓ Mesures de masse avec une précision supérieure à **100 keV**
- ✓ Séparation d'isobares avec un pouvoir de résolution en masse de **$1,4 \times 10^5$**

Améliorations prévus/à l'étude pour le MR-ToF de DESIR:

- Plateforme haute tension
- Isolation des alimentations électriques
- Augmentation du diamètre des électrodes
- Installation d'un déflecteur
- Mini-RFQ
- Intégration/Couplage avec PIPERADE

Conclusion

- DESIR a besoin d'un MR-ToF-MS pour séparer les contaminants isobariques et mesurer les masses de noyaux de très courte durée de vie.
- Ce MR-ToF sera une version améliorée du MR-ToF PILGRIM, actuellement en cours de mise en service à S3-LEB.
- La conception, l'assemblage et la mise en service de ce nouveau MR-ToF font partie du projet de thèse de **Killian Ronxin**, accompagné de **Maroua Benhatchi** (post-doc) et en collaboration avec l'équipe technique du LPC Caen.

Le MR-ToF est un équipement indispensable au succès du programme scientifique de DESIR.

Caesar



GANIL

- GANIL: **Laetitia Canete**, **Killian Ronxin** (à partir d'Octobre 2026), **Maroua Benhatchi** (à partir de Décembre 2026), Y. Balasmeh, C. Berteloite, P. Chauveau, P. Delahaye, N. Lecesne, A. Lopez, V. Manea, S. Pineda, B. M. Retailleau, J.-C. Thomas, V. Virtanen, l'équipe S3-LEB et la collaboration DESIR
- LP2iB: P. Ascher, B. Blank, et la collaboration DESIR
- LPC Caen: J. F. Cam, X. Fléchar, Y. Merrer, A. de Roubin, C. Vandamme, et les services techniques
- Université de Greifswald: P. Fischer, M. Rosenbusch, L. Schweikhard, R. Wolf
- TU Darmstadt: M. Schlaich et F. Wienholtz

