



Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules



Développements Accélérateurs à l'IN2P3

Sébastien BOUSSON

CNRS/IN2P3/IJCLab



Rencontres Accélérateurs 2022 de la Société Française de Physique
13 Septembre 2022, CERN



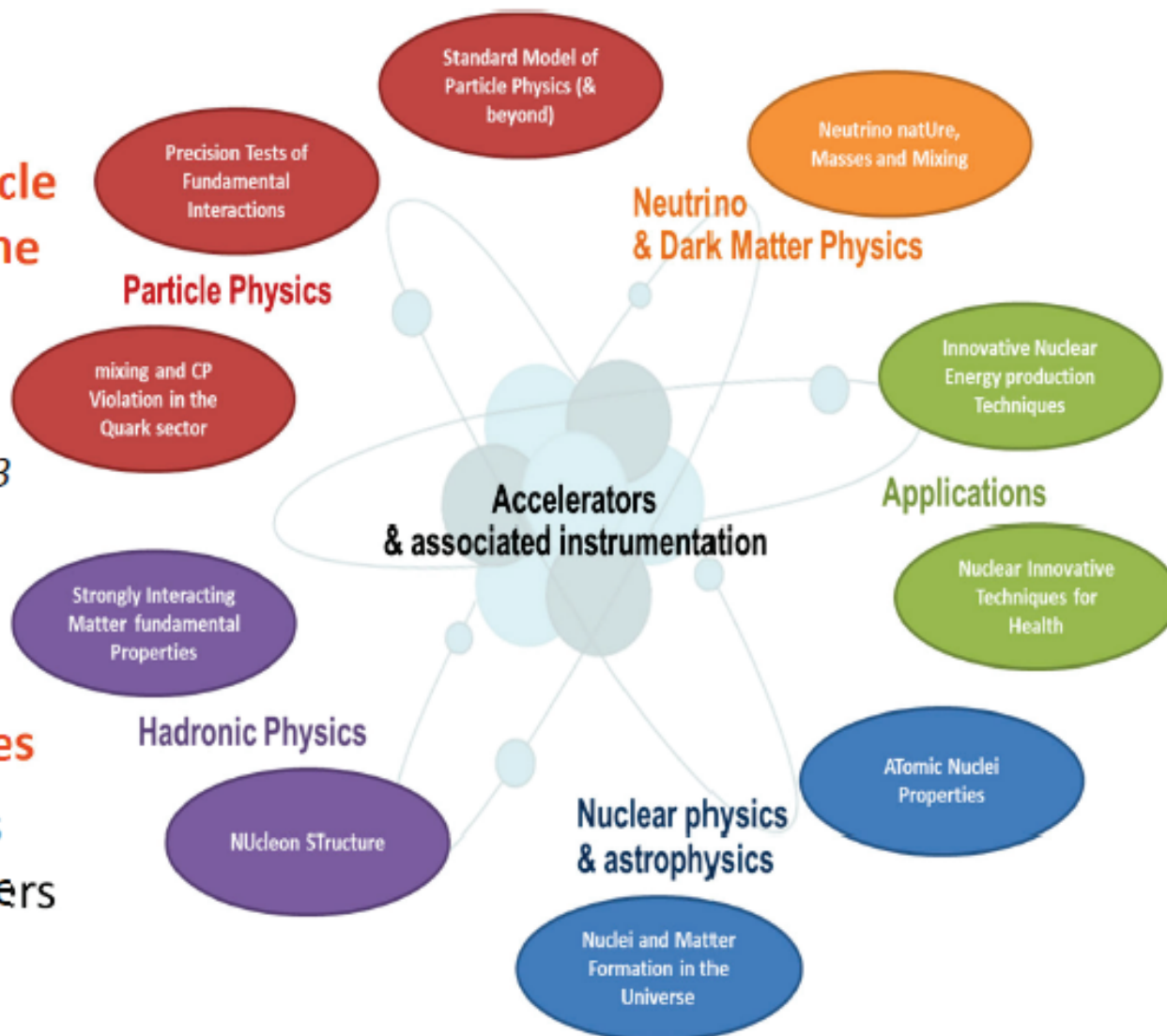
ACCELERATORS & TECHNOLOGIES

Panorama général



OUR MAIN MISSIONS ON A&T

- Actively participate to the **design & construction of particle accelerators able to address the IN2P3 research programs** (*top priorities being the development of GANIL, CERN and other world-class accelerators facilities addressing IN2P3 science*)
- Strongly develop **associated accelerator R&D** and support emerging **detector technologies**
- Make accelerator technologies **available to other** scientific users and to specific industrial & societal needs (*when appropriate*)



13

Laboratoires impliqués

1

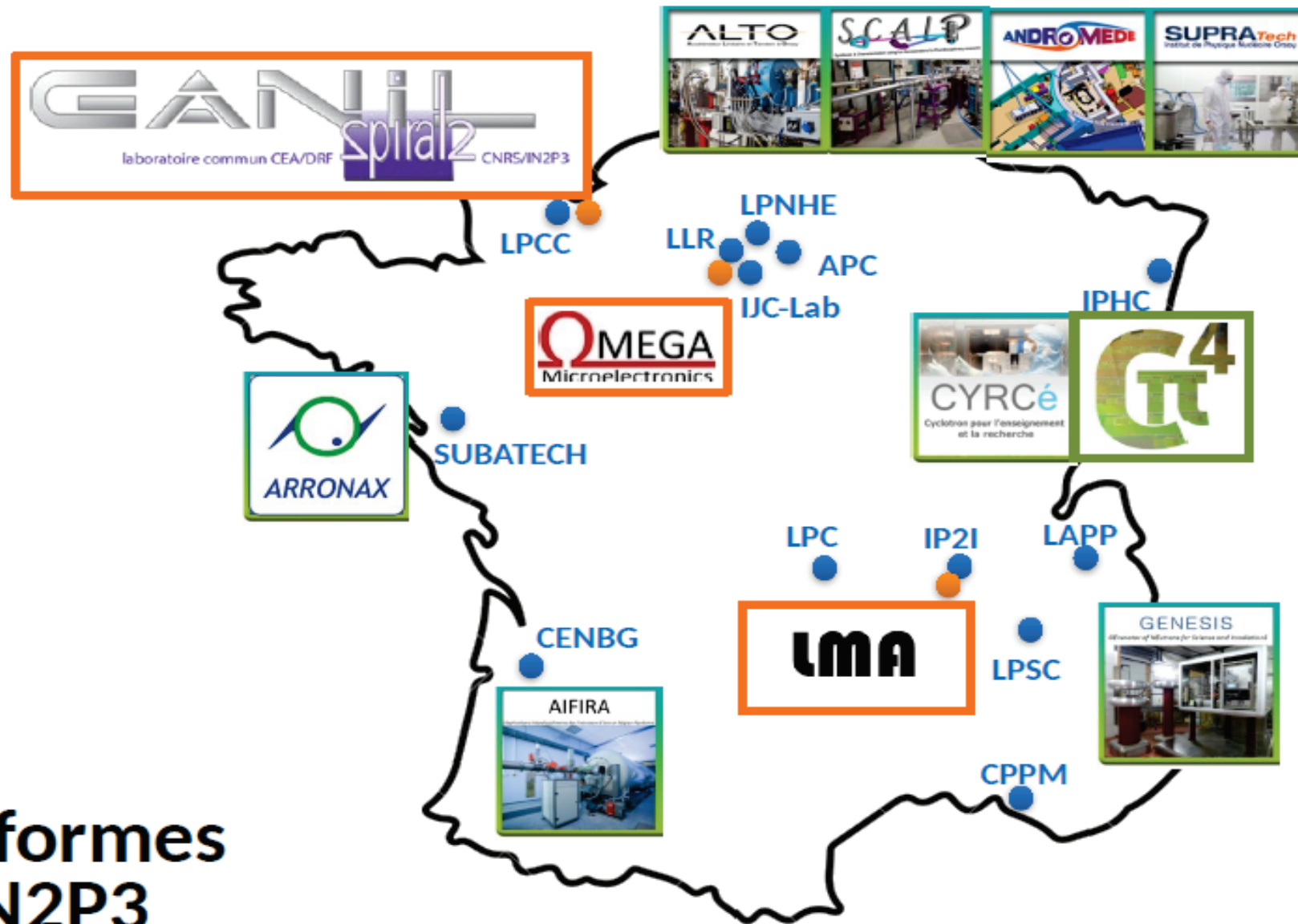
GDR

3

Plateformes Nationales

9

Autres plateformes labellisées IN2P3



- **Conseil scientifique de l'institut (CSI) en février 2021** dédié aux activités reliées à la stratégie européenne de Physique des Particules
- **Exercice de prospectives nationale IN2P3**, avec colloque de restitution à Giens fin 2021 – Rapport de prospectives finalisé et diffusion prochaine
- **Contexte Européen de la stratégie de physique des particules – Roadmap accélérateurs** janv. 2022
- **Création d'IJCLab à Orsay**



Formed on 2020 by the merging of 5 Laboratories in Orsay-France

CSNSM	<i>Centre de Sciences Nucléaires et de Sciences de la Matière</i>
IPN	<i>Institut de Physique Nucléaire</i>
IMNC	<i>Imagerie et Modélisation en Neurobiologie et Cancérologie</i>
LAL	<i>Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire</i>
LPT	<i>Laboratoire de Physique Théorique</i>





RER B
Bures

IRFU/CEA in the same Campus



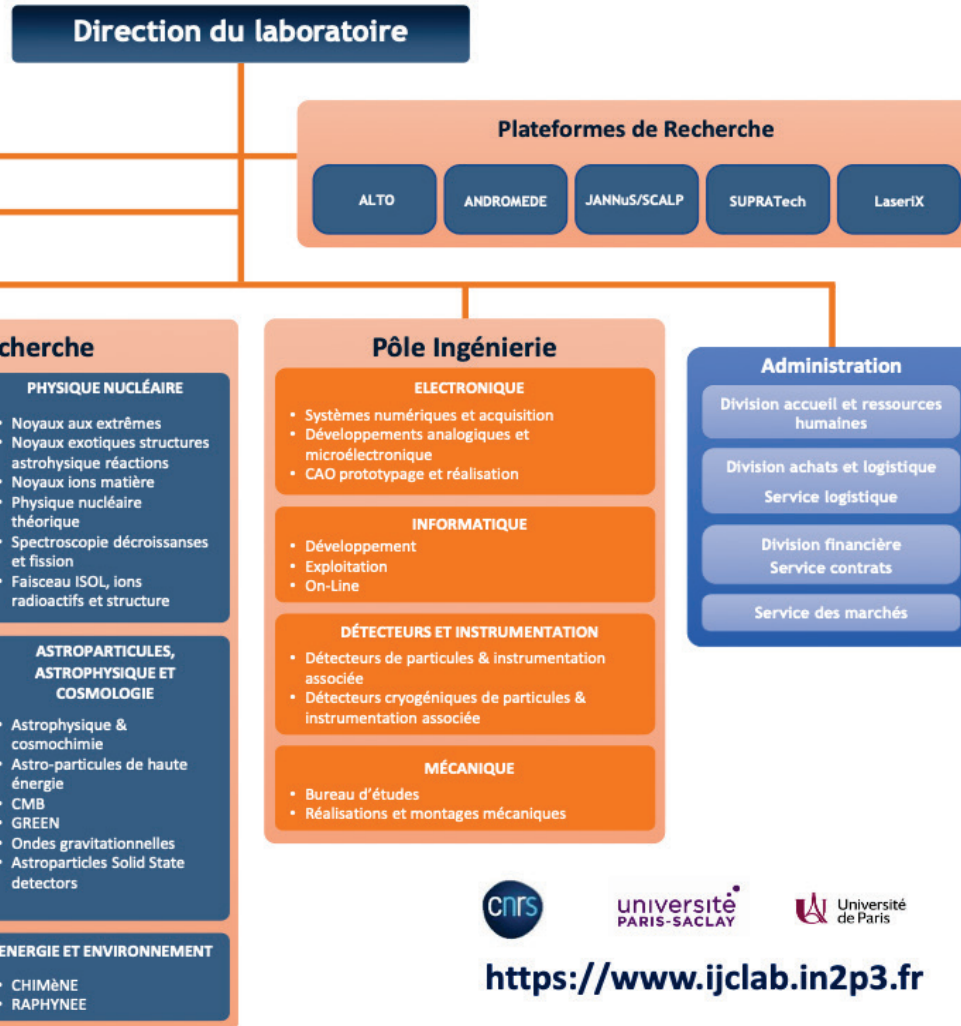
IJCLab is occupying a large part of the Orsay Campus (~50000m²)



RER B
Orsay

Financial plan (CPER) for renewing buildings and research infrastructures

20,6M€	2016-2021
9,1M€	2022-2027



~710 membres (530 permanents)
 One of the biggest laboratory in CNRS / Paris-Saclay / Université de Paris
 In the network of major European laboratories (LDG)

7 Research Poles
 31 research teams et 2 services

1 Engineering Pole
 4 Departments with 11 Services

1 Administration Pole
 3 Divisions + 1 Service

8 Support Services

5 Platforms (with external users)
 + several technical platforms

The main objectives of the Accelerator Physics Pole:

- **Be a major actor on accelerator physics research** in several key areas, selected for their strategic importance (potentiality for scientific and technological breakthrough) and our capacity to have an important and visible impact.
- **Increase our capacity to build accelerators** : a clear strategy to have important contributions to international projects, allowing us to take part in the definition of large equipment roadmaps and thus to facilitate the positioning of our research teams
- **Contribute to an efficient use and development of our local accelerators and technological platforms:** a key to keep accelerators expertise, training capabilities, and insure visibility and attractiveness

All Accelerator Research Activities are fully integrated in the IN2P3 accelerator R&D landscape

LPAC
Laser Plasma Acceleration &
high-energy Colliders

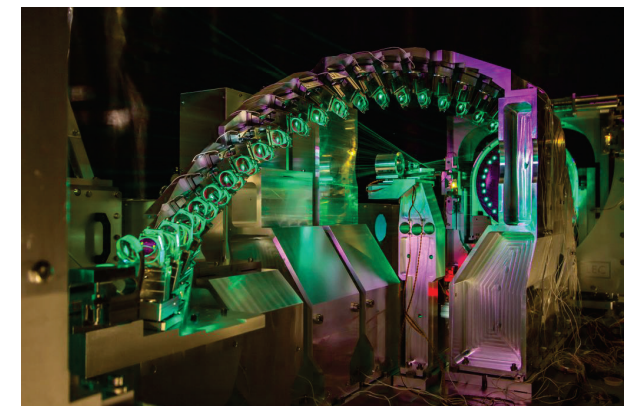
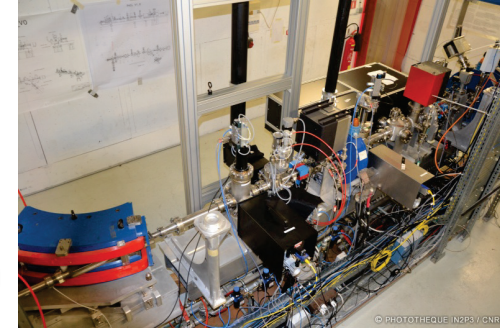
SCPL
Superconducting RF Cavities &
high-power Proton Linac

SRHI
Stable & Radioactive Heavy-Ions
production & acceleration

IELS
Innovative Electron &
Light Sources

Structured around 3 scientific teams, 2 specialized groups and one technological platform

- **BIMP Team: Beam Instrumentation, Manipulation and Physics**
Team leader: Luc Perrot; Assist: Angeles Faus-Golfe
- **MAVERICS Team: Materials for Accelerators, dynamic Vacuum and Innovative Research on Superconducting Cavities**
Team Leader: Gaël Sattonnay
- **ALEA Team : Laser Acceleration and Applied science**
Team Leader: Fabian Zomer ; Assist: Kevin Cassou
- **RF Service: Specialized service for RF science and technology**
Team Leader: Guillaume Oly
- **Cryogenic Service: Specialized service for cryogenic science and technology**
Team leader: Patxi Duthil
- **Vacuum and Surfaces Technological Platform**
Team leader: Bruno Mercier



Accelerator Pole lead:

DSA : S. Bousson

DSA Deputy : W. Kaabi

- ~20 FTE **ESS** Strong contributions (cavities and cryomodules). *Finishing in 2022*
- ~10 FTE **Myrrha** in the projects since the beginning - *now in Minerva*
- ~25 FTE **ThomX** in site project – now commissioning - *Construction finished*
- ~ 5 FTE for R&D activities in **SRF**.
- ~ 5 FTE **PIP II** starting contribution
- ~10 FTE Activities in **Future Colliders** (LHC, SuperKeKB, FCC, ILC ...)

Two strong axes for present → future with manpower rapidly increasing

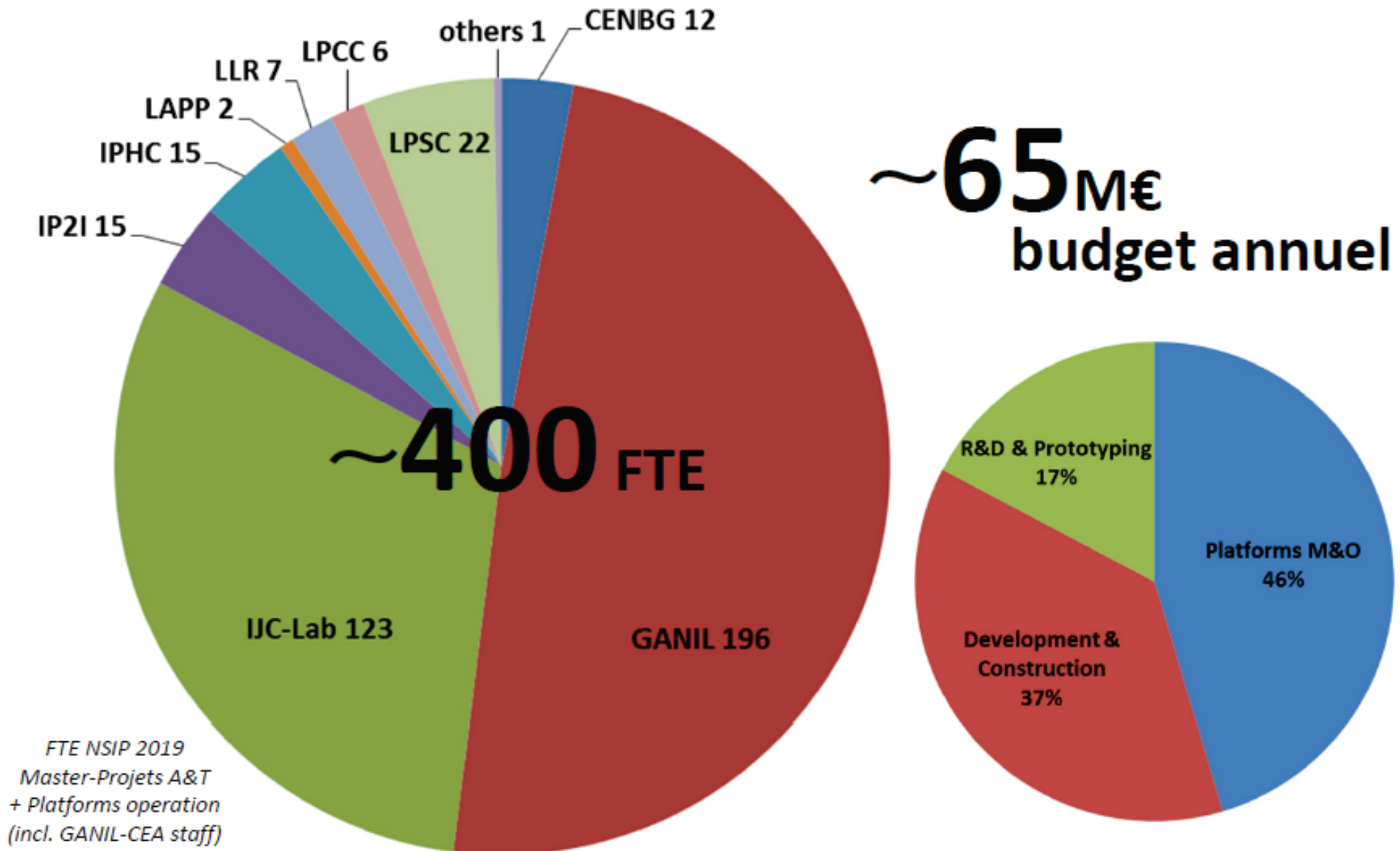
- PALLAS** – Laser Plasma in situ experiment with LaserIX laser
- PERLE** - ERL @Orsay with international collaborators

Strong expertise and activities/services (with dedicated platforms)

- **RF Technology.**
- **Cryogenics.**
- **Vacuum technology** + characterization of **material for accelerators**

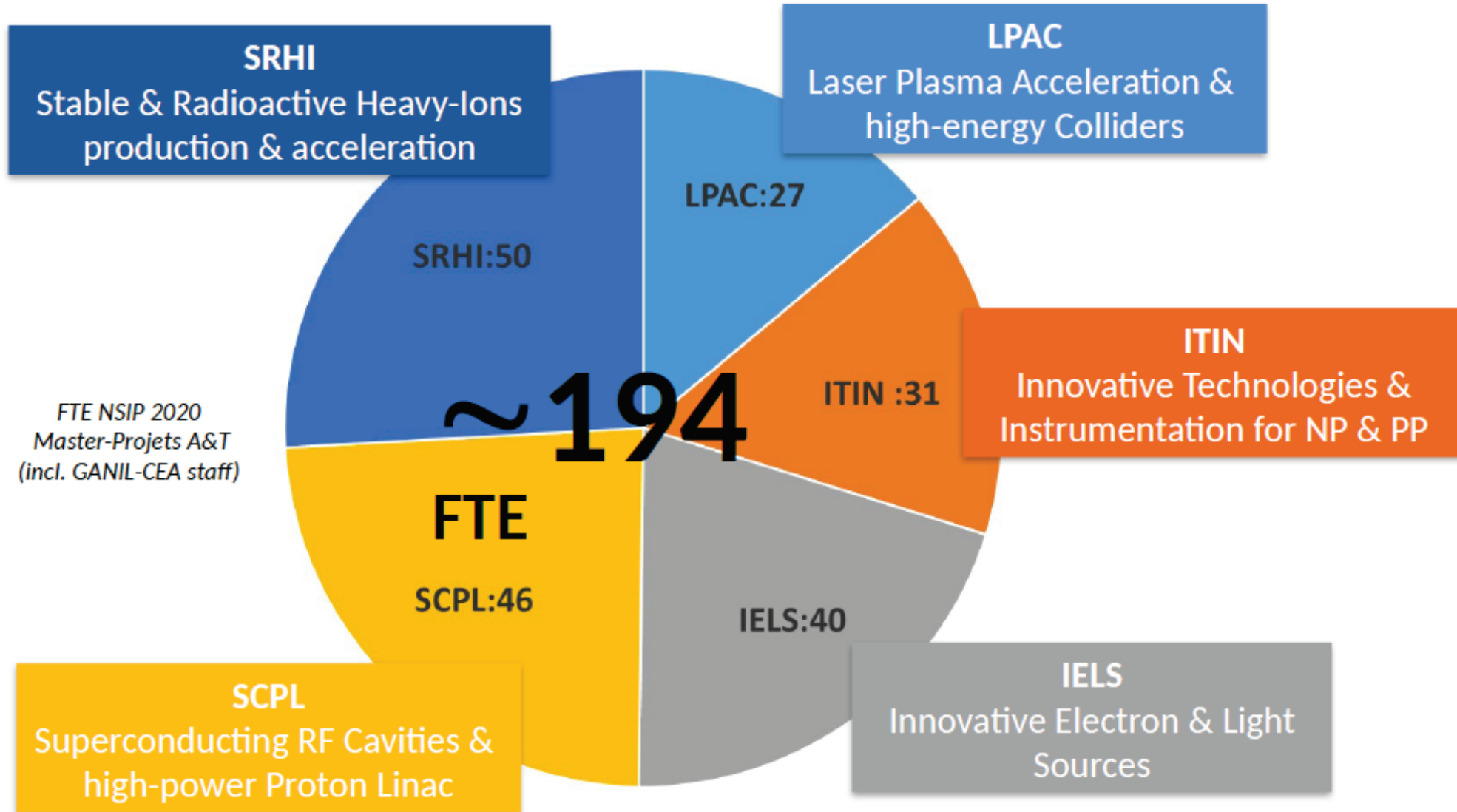
~100 FTE in
Accelerator Physics

Within France, most of these projects are done in collaboration with **other IN2P3 laboratories** and with strong contributions from **IRFU/CEA-Saclay**



Structuration forte autour de 5 programmes de recherche

Pilotage à travers les master-projets



Toutes les activités et la R&D menée au sein des laboratoires de l'IN2P3 ayant une activité « Accélérateurs » sont guidées par les objectifs suivants:

- ✓ Augmentation d'énergie
- ✓ Augmentation d'intensité/luminosité
- ✓ Meilleure efficacité
- ✓ Plus grande fiabilité
- ✓ Diffusion des technologies/connaissances accélérateurs (application des accélérateurs, valorisation, enseignement)

=> De ces objectifs sont issus tous les défis en matière de sciences et technologies des accélérateurs

- les **hauts gradients** accélérateurs (supraconductivité RF, accélération laser-plasma)
- les **hautes intensités** de faisceau (couplé aux besoins de très haute fiabilité)
- la **haute luminosité** qui impose un contrôle et un pilotage du faisceau avec une précision diabolique !
- la simulation numérique avancée en **dynamique faisceau** pour prendre en considération des phénomènes de plus en plus sophistiqués
- une R&D très en amont des constructions de machines portant sur des **nouveaux concepts** d'accélérateurs ou sur des **nouveaux matériaux/principes** pour accélérer des particules



SRHI ACCELERATORS Stable & Radioactive Heavy-Ions production and acceleration

~50 ETP en 2021



SRHI – main objectives

- to better understand and master the physics processes able to produce **stable and radioactive ions** with the highest possible intensities and purities, and to identify and develop the best corresponding technologies
- to strongly support the **development of the GANIL accelerators complex**, our French national research infrastructure for fundamental nuclear physics

SRHI – Master-Projets 2022

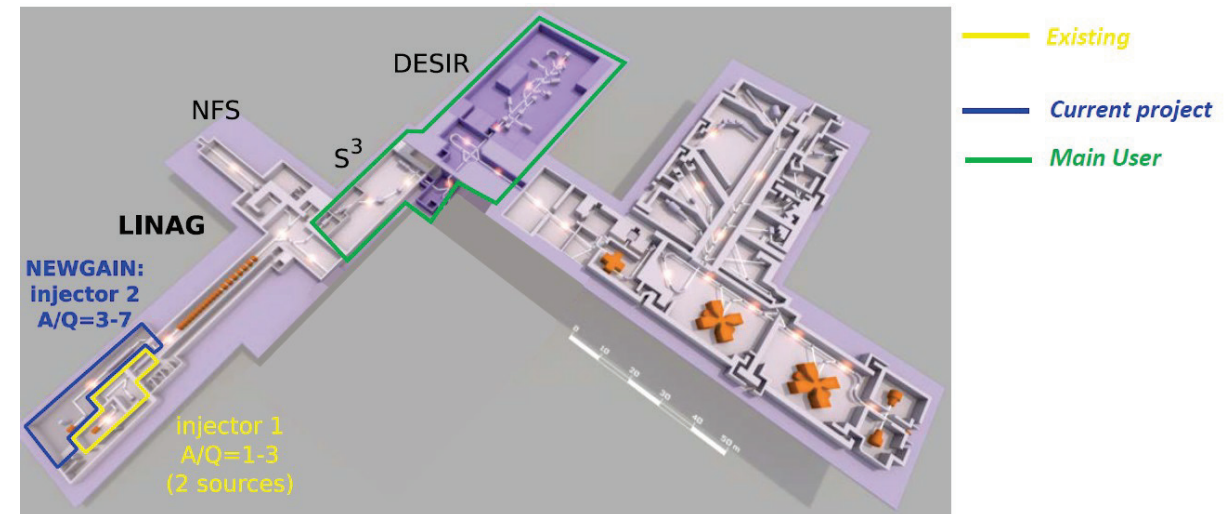
- **IONS-RADIOACTIFS** (P. Delahaye, GANIL, IJCLab, LPSC, IPHC)
- **IONS-STABLES** (T. Thuillier, LPSC, GANIL, IPHC)
- **SP2-DESIR** (B. Blank & F. Varenne, GANIL, IJCLab, CENBG, LPCC)
- **SP2-NEWGAIN** (I. Stefan & M-H. Moscatello, IJCLab, GANIL, IP2I, LPSC, CENBG, IPHC)
- **SPACE-ALTO** (A. Said, IJCLab)
- **SPES-booster** (J. Angot, LPSC)
- **SPES-cooler** (G. Ban, LPCC)

NEWGAIN – DÉCEMBRE 2020

Obtention de l'Equipex+ NEWGAIN (GANIL/IN2P3/IRFU) pour la construction de l'injecteur 1/7 de SPIRAL2

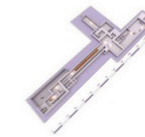
SPIRAL2-LINAC

- Phase dédiée au commissioning machine terminée
- Clôture du Master-Projet SPIRAL2-linac au 31/12 2021
- La suite du commissioning se déroulera hors Master-Projet, en parallèle avec l'opération NFS



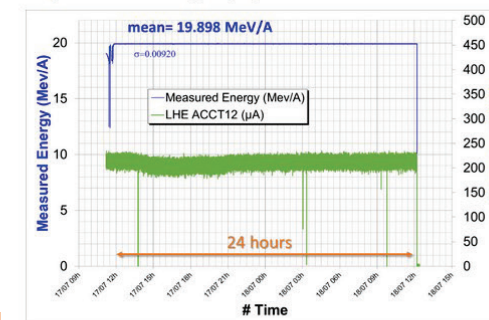
JUILLET 19, 2021

20MeV/A faisceau alpha accéléré pour la première fois avec SPIRAL2 LINAC



Samedi 17/07/2021

Le LINAC SPIRAL2 a franchi une nouvelle étape majeure en accélérant à l'énergie nominale de 20MeV/A un faisceau de 200µA de 4He avec un rapport cyclique de 1ms/s. Cela valide l'accélération de particules A/Q=2 à travers le LINAC.





SCPL ACCELERATORS & TECHNOLOGIES

Superconducting RF Cavities
& high-power Proton Linacs

~50 ETP en 2021



SCPL – main objectives

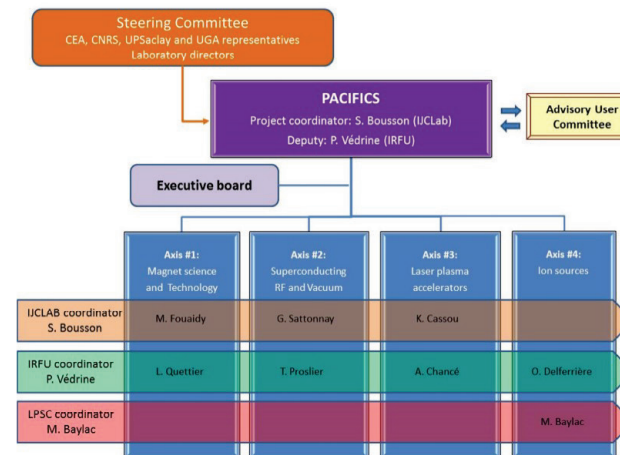
- to better understand the physics of **superconductivity in RF regime** in order to optimize the performance of Niobium cavities in terms of accelerating gradient and quality factor, or even to identify new superconductive materials likely to be used
- to better understand the physics of **high intensity hadron beams** in order to better predict their behavior in the models used to simulate them and improve their stability and control during operation
- to improve the **reliability and efficiency** of the critical technologies to be used for future accelerators, in particular high power proton linacs

SCPL – Master-Projets 2022

- **SRF** (D. Longuevergne, IJCLab, LPSC)
- **MYRRHA/MINERVA** (L. Perrot & G. Olivier, IJCLab, LPSC, IPHC)
- **FAIR** (J. Lesrel, APC, CENBG, IJCLab)
- **ESS** (G. Olry, IJCLab)
- **ESSnuSB** (M. Dracos, IPHC, IJCLab)
- **PIP-II** (D. Longuevergne & P. Duchesne, IJCLab)
- **PACIFICS** (S. Bousson, IJCLab, LPSC)

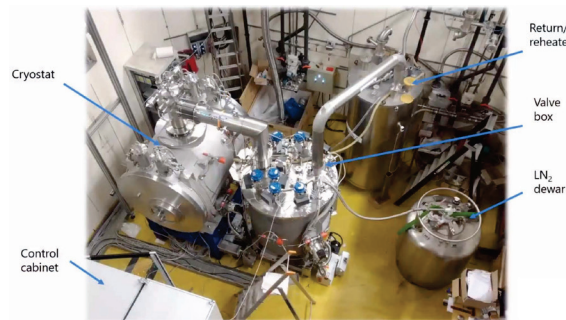
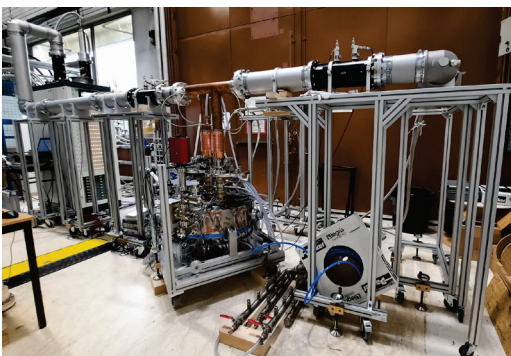
Equipex PACIFICS – 2021 à 2027

- Obtention de l'Equipex+ PACIFICS (IN2P3/IRFU)
- Subvention 9.7M€, dont 4.2M€ pour le CNRS (IJCLab + LPSC)
- Amélioration des plateformes IJCLab (Supratech) et LPSC (sources d'ions)
- Contribution a PALLAS (phase 2)



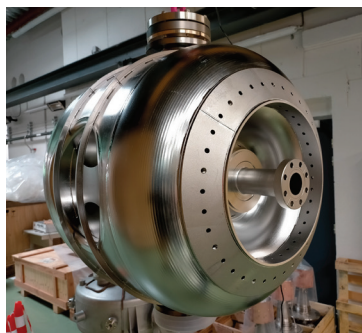
MYRRHA:

- 1^{ers} coupleurs RF prototypes conditionnés à la puissance RF nominale
- Test cryo de l'ensemble prototype cryomodule + boîte à vannes

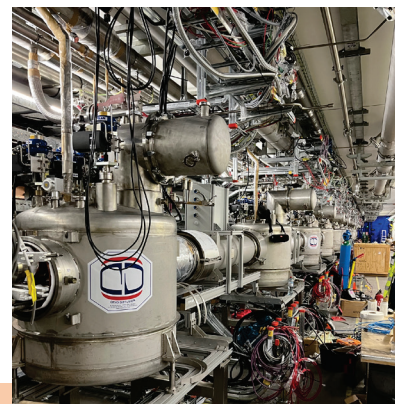


Contribution à ESS:

- Cryomodules Spoke (série de 13): 11 assemblés, 9 validés et livrés à Lund
- Cryodistribution spoke installée dans le tunnel et testée en pression



PIP-2: Jalon KDP2 OK et 1^{er} proto livré à IJCLab (design commun avec FermiLab).





LPAC ACCELERATORS Laser-Plasma Acceleration & high-energy Colliders

~ 25 ETP en 2021



LPAC – main objectives

- to better understand and master the **accelerator and beam physics of high-energy colliders** and to identify and develop the most appropriate technologies;
- to strongly support the **development of the CERN colliders** complex;
- to **explore advanced accelerator concepts** able to push the high-energy and high precision frontiers present limits

LPAC – Master-Projets 2022

- **ALP-e** (A. Specka, LLR, IJCLab)
- **ALP-ions** (F. Hannachi, CENBG)
- **I-FAST** (W. Kaabi, IJCLab, LLR)
- **FCC-NPC** (A. Faus-Golfe, IJCLab, LAPP)
- **PALLAS** (K. Cassou, IJCLab, LLR)

ALP-ELECTRONS

- Premières campagnes APOLLON : Novembre 2020 (LLR/LOA/IRAMIS) et Avril 2021 (LPGP/LLR/IRAMIS/IJCLAB)
- Observations d'électrons accélérés a ~ 1 GeV (sur environ 10mm, soit ~ 100 GeV/m)



I.FAST

- Démarrage du projet Européen “Innovation Fostering in Accelerator Science and Technology”
- CNRS = IJCLab, LLR, LOA, LULI



Jean-Luc Biarrotte DAS Accélérateurs et technologies - Image IN2P3

Accueil > Actualités

Jean-Luc Biarrotte : « le projet I.FAST qui démarre a pour objectif d'imaginer et développer les accélérateurs du futur »

22 avril 2021

ENTRETIEN R&D ACCÉLÉRATEURS

A- / A+

Contact(s)

Jean-Luc Biarrotte
Walid Kaabi

Le 1er mai démarre le projet européen de R&D collaborative I.FAST^[1] dédié aux technologies accélérateurs et conduit par la communauté des spécialistes du domaine. Doté de 18,7 millions d'euros de budget, il réunira 48 organismes de 14 pays sous la houlette du CERN. En attendant le *kick-off meeting*^[2] qui se tiendra le 4 mai en distanciel, Jean-Luc Biarrotte, DAS accélérateurs et technologies, nous parle de ce projet dans lequel l'IN2P3 joue un rôle clé.

PALLAS

1^{er} premier plasma structuré produit en Dec. 21 dans les nouvelles cibles testées sur le banc de test dédié sur LASERIX. Une fois excitée par un faisceau 30-40 TW, ce sera une structure accélératrice de ~ 1.5 mm durant quelques $1e-13$ s produisant des faisceaux d'électrons de 180 MeV, 30pC 1mm.mrad < 5% d'énergie...



FCC-NPC

- ANR JCJC obtenue (INSPIRER sur les sources de positrons), I. Chaikovska (IJCLab)
- Autres contributions IN2P3 a FCC en cours de consolidation



IELS ACCELERATORS Innovative Electron & Light Sources

ACCELERATORS
& TECHNOLOGIES

~ 35 ETP en 2021



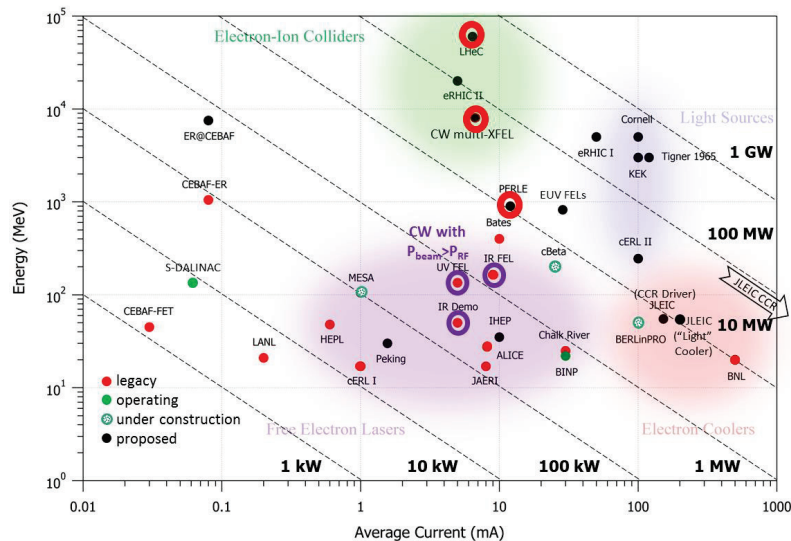
IELS – main objectives

- to **develop innovative accelerator concepts** for the efficient production of intense electron or photon beams

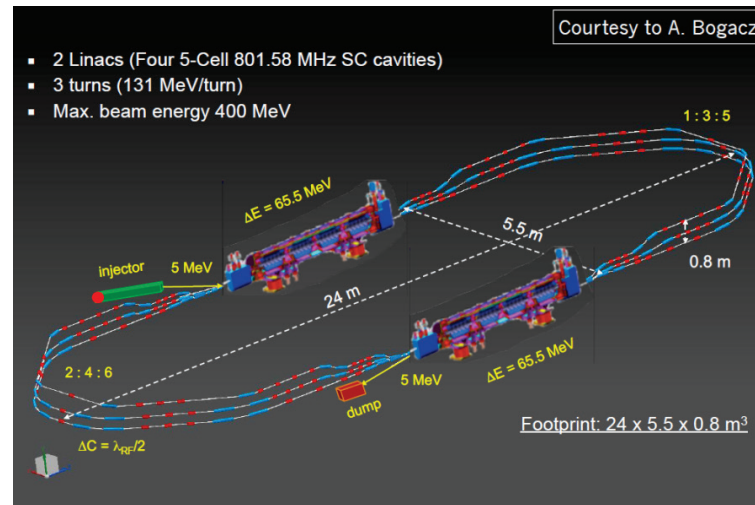
IELS – Master-Projets 2022

- **ILE** (A. Martens, IJCLab)
- **TWAC** (C. Bruni, IJCLab)
- **PERLE** (W. Kaabi, IJCLab)
- **THOM-X** (H. Monard, IJCLab)

Nouveau concept d'accélérateur: Energy Recovery Linac (ERL)



The ERL Landscape: The State of the Art

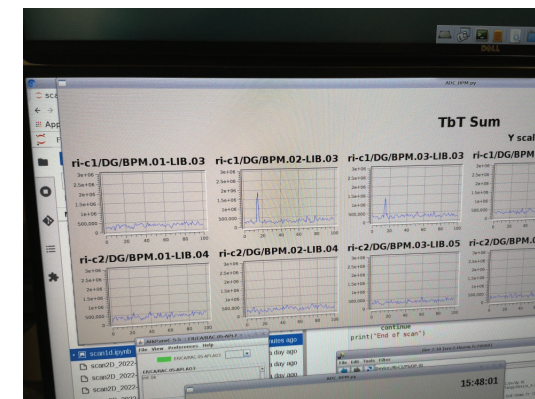
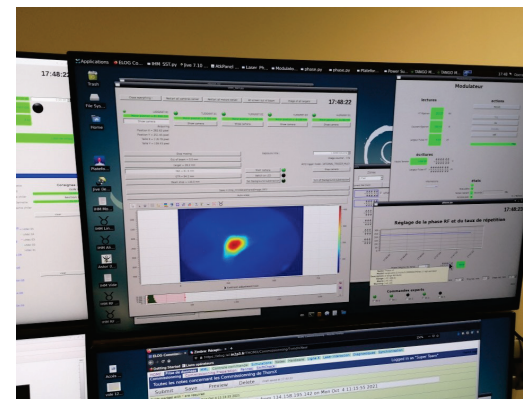


Projet PERLE:

- Démonstrateur d'un ERL électron
- 500 MeV, 20 mA (Pvirtuelle ~10 MW)
- Intègre 3 tours de recirculation
- 2 linacs supraconducteurs
- Unique projet d'ERL fort courant avec recirculation

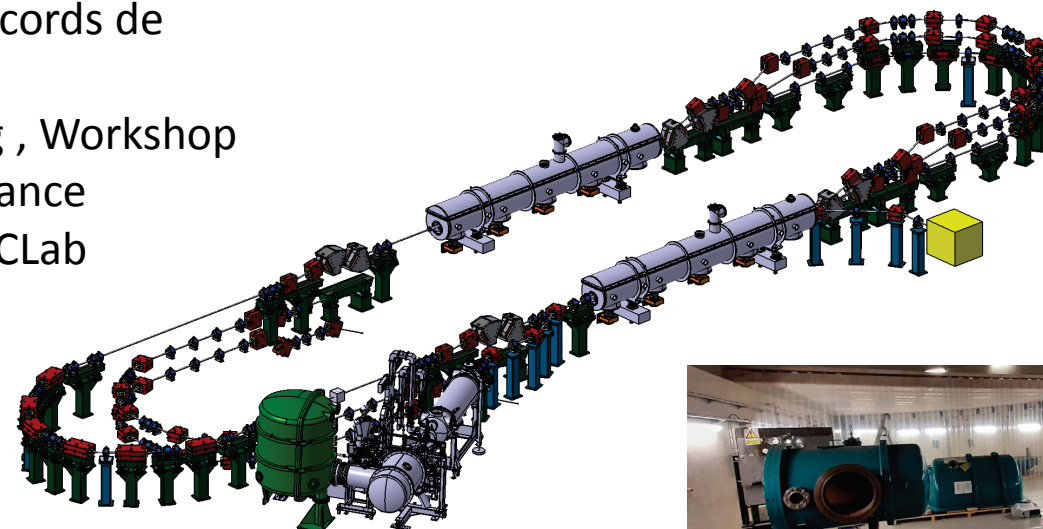
THOMX: source compacte de rayons X

- Commissioning Linac très avancé
- ANR Phase 2 obtenue 30/07/22
- Premières injection dans l'anneau depuis quelques jours !



PERLE: démonstrateur d'ERL multi-tour (IJCLab, LPSC, LPC)

- Démarrage de la phase TDR, structuration du projet, accords de collaboration signés avec les partenaires internationaux
- Nombreux évènements en 2022: collaboration meeting, Workshop Physics program with Perle@Orsay, 1^{er} meeting Perle France
- Installation DC Gun (in_kind Daresbury) dans l'Iglex@IJCLab



TWAC – NOVEMBRE 2021

- TWAC (THz Wave Accelerating Cavity for ultrafast science) EIC lauréat de Horizon Europe
- Coordonnatrice: Christelle Bruni (IJCLab)