



# **SCIENCE DES ACCELERATEURS ET APPLICATIONS**

***Sébastien BOUSSON***

***IPN Orsay***

***Journée de lancement Labex P2IO, 11 Janvier 2012***

**Le potentiel des laboratoires du labex P2IO en matière d'études et de développements d'accélérateurs se situe dans les tout premiers mondiaux:**

- **un potentiel humain très important**
- **une couverture du champ d'application très large**
- **des infrastructures (plateformes) de haut niveau**
- **une implication visible des équipes de P2IO dans de nombreux projets ou programmes accélérateurs (France, Europe, International)**

**5 laboratoires de P2IO ont des activités accélérateurs:**

- **Laboratoire Leprince-Ringuet (LLR), CNRS & Ecole Polytechnique**
- **Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL), CNRS & UPS**
- **Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse (CSNSM), CNRS & UPS**
- **Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers (IRFU), CEA**
- **L'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay (IPNO), CNRS & UPS**

# **Le potentiel humain « Accélérateurs » de P2IO**

**Le potentiel humain « Accélérateur » des laboratoires du labex P2IO: un des plus important également au niveau mondial**

*(chiffres estimatifs)*

LLR	2
CSNSM	4
IRFU	64
LAL	30
IPN	57
IRSD	3
<b>TOTAL</b>	<b>160</b>

**Pourquoi semble t-il aussi important d'être « grand » ou « nombreux » dans le domaine des accélérateurs ?**

**Un accélérateur (quelque soit son type ou sa technologie) est un objet complexe, diversifié, multi-physique qui nécessite un éventail de métiers et compétences très large:**

*Physique des accélérateurs, électromagnétisme, mécanique, physique des surfaces, vide, électronique, commande-contrôle, matériaux, cryogénie, laser, plasma, supraconductivité, RF, électrotechnique, magnétisme, radioprotection...*

**=> P2IO va favoriser la mise en commun de compétences de plusieurs laboratoires autour de projets de R&D spécifiques.**

# **Les activités « Accélérateurs » des laboratoires de P2IO**

Toutes les activités et la R&D menée au sein des laboratoires de P2IO ayant une activité « Accélérateurs » sont guidées par:

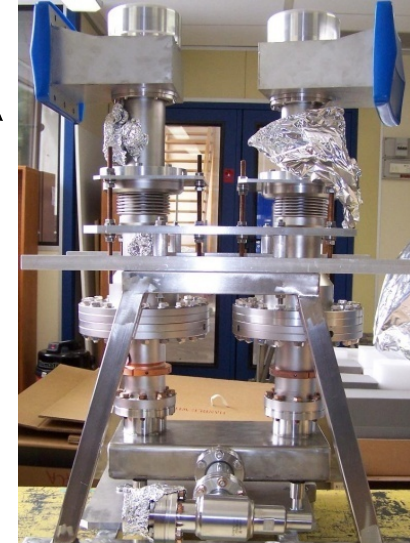
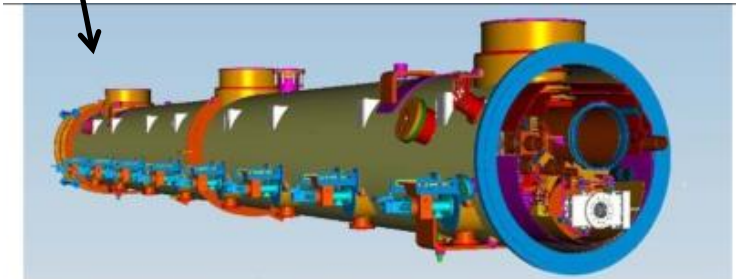
- ✓ Augmentation d'énergie
- ✓ Augmentation d'intensité/luminosité
- ✓ Meilleure efficacité
- ✓ Meilleure fiabilité
- ✓ Diffusion des technologies/connaissances accélérateurs (application des accélérateurs, valorisation, enseignement)

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

- les hauts gradients accélérateurs (supra RF, CLIC-CTF3, accélération laser-plasma)
- les hauts champs magnétiques (aimants supra)
- les hautes intensité de faisceau (se couple aux besoins de très haute fiabilité)
- R&D très en amont des constructions de machines

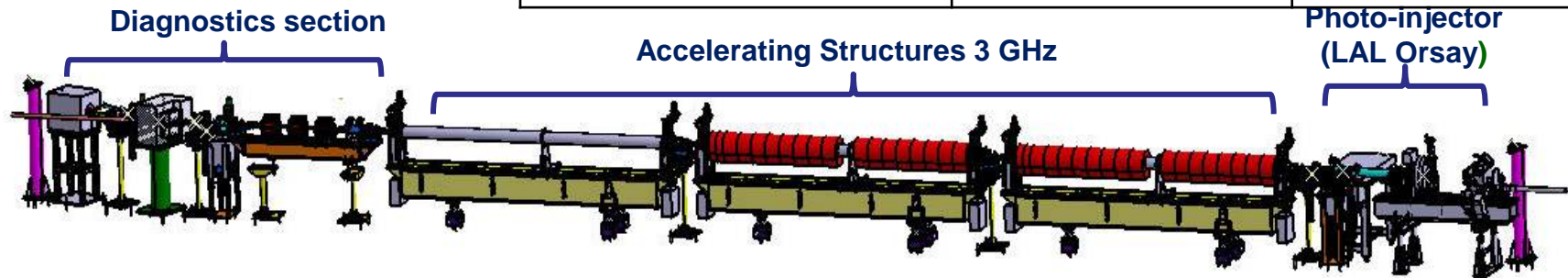
**CEA/IRFU : Intégration des 83 cryomodules**

**CNRS/IN2P3/LAL : fourniture de plus de 600 coupleurs**



## Collaboration IRFU, IN2P3/LAL & CERN

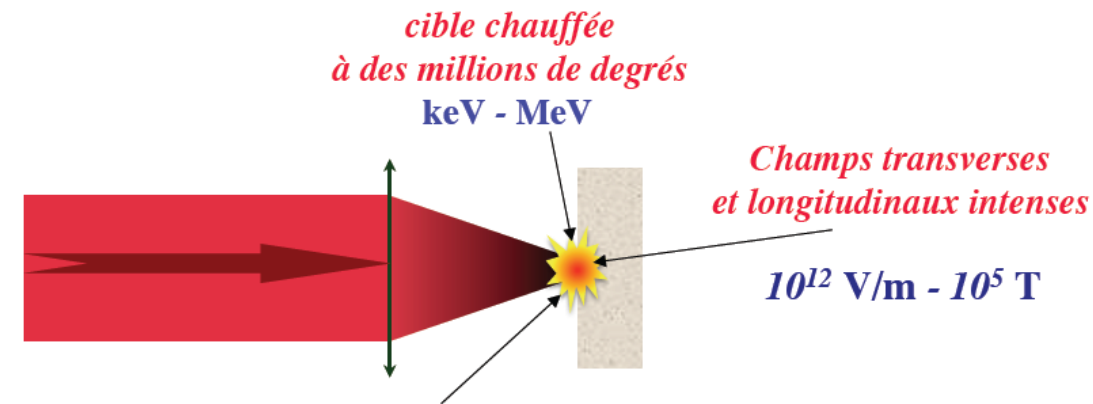
Parameters	Specified	Tested
Energy	200 MeV	185 MeV
Norm. rms emittance	$< 20 \pi$ mm.mrad	$8 \pi$ mm.mrad
Energy spread	$< \pm 2 \%$	$\pm 0.5 \%$
Bunch charge	0.6 nC	0.65 nC
Number of bunches	1-32-226	from 1 to 300



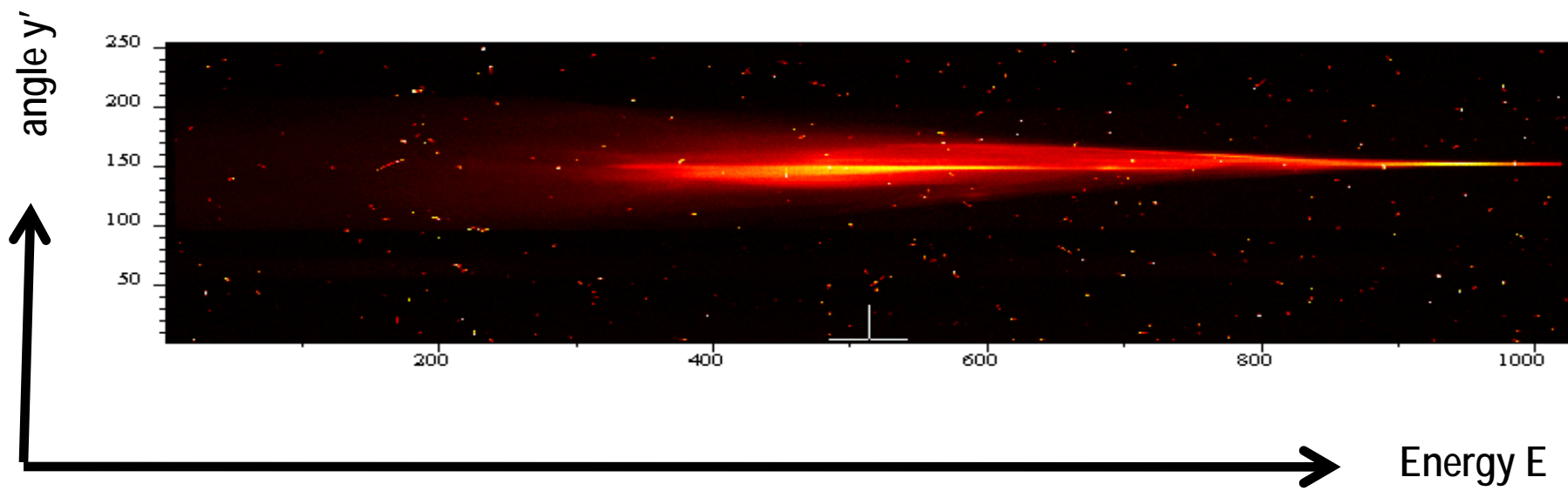
*Premiers tests faisceaux au CERN (fin 2010): 112 MV/m !*



Collaboration LLR, LAL: production de champs intenses



*Intensités  $10^{13}$  -  $10^{21}$  W/cm<sup>2</sup>*



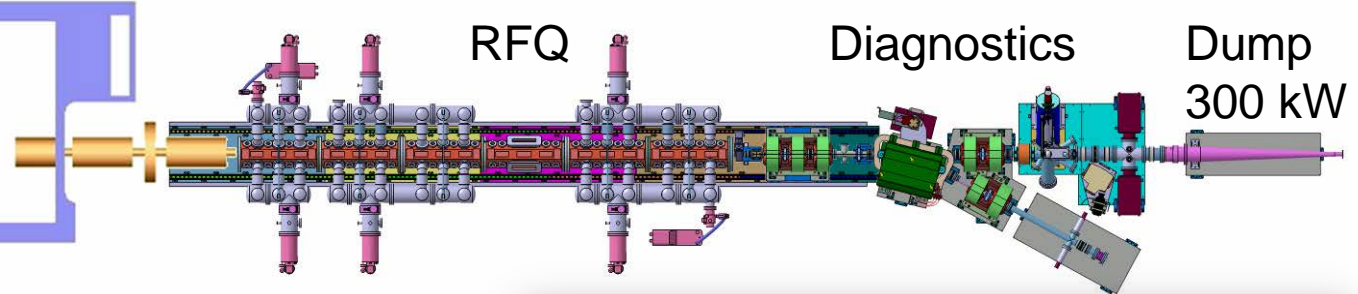
**A travers les participations à de nombreux projets Européens et internationaux:**

**Activités IPNO, LAL, IRFU, CSNSM**

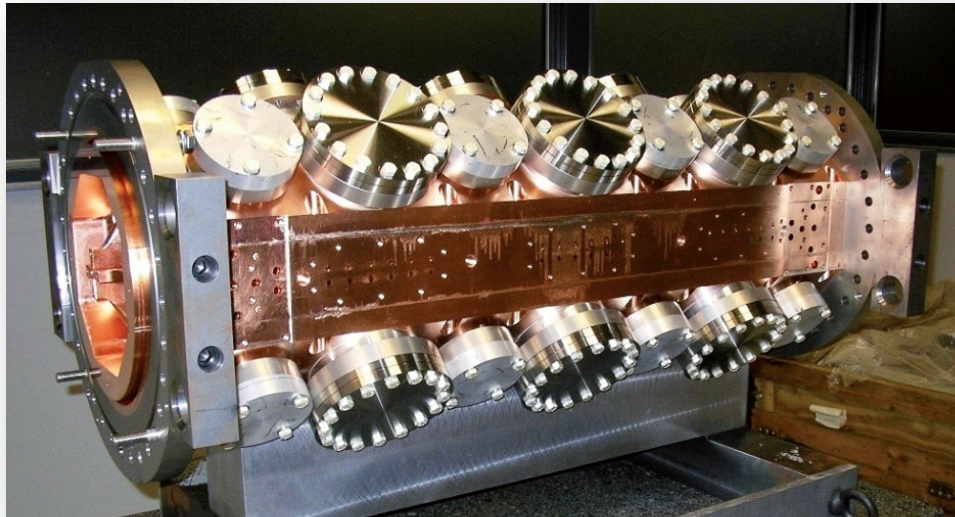
- **Sources/front end : IPHI/SILHI**
- **SPIRAL2 : LINAC+ RIB**
- **IFMIF/EVEDA**
- **FAIR**
- **ESS**

## Activité IPNO, IRFU

Source SILHI ECR  
100 kV platform



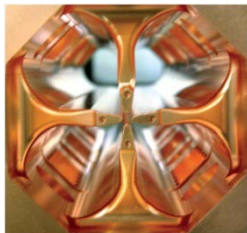
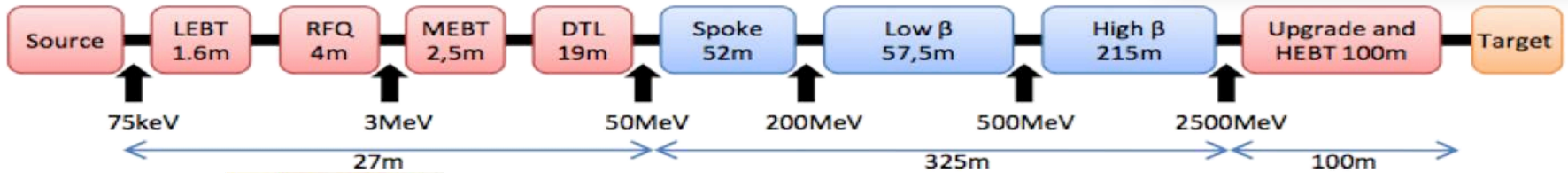
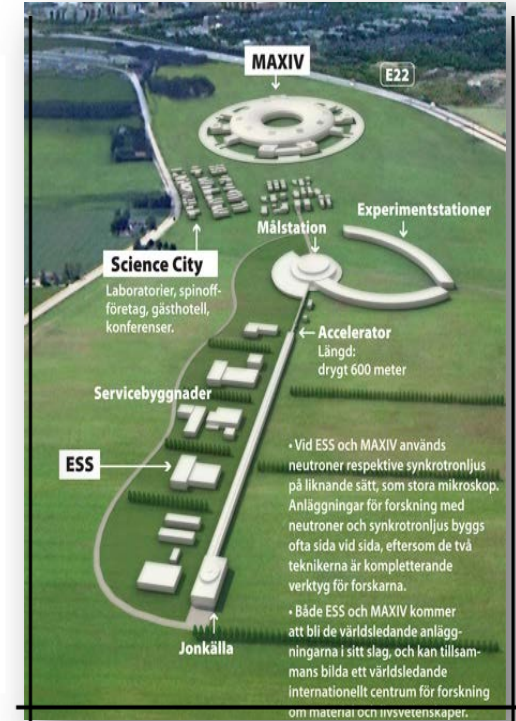
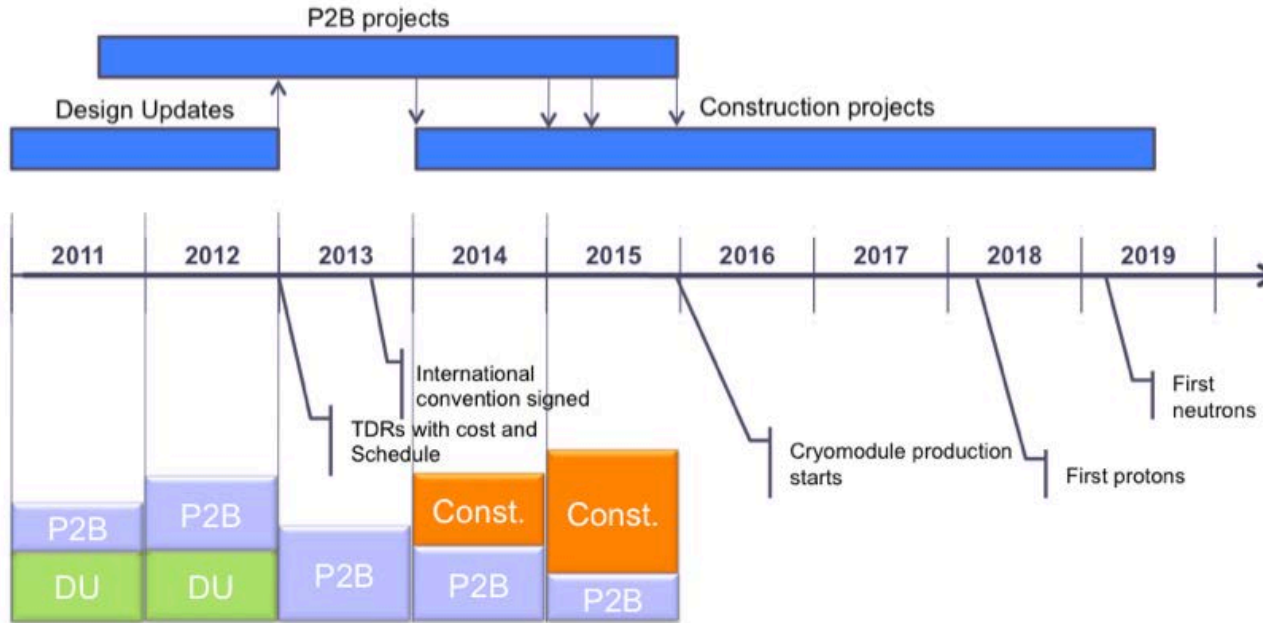
One RFQ sector (1m)



IPHI is a front-end demonstrator for future applications:

- Waste Transmutation (ADS)
- Spallation Neutrons Sources (ESS)
- Neutrino Factories (NuFact)
- Material Irradation (IFMIF)

## Activité IPNO, IRFU



# SPIRAL 2

Existing GANIL

SP2 beam time : 44 weeks/y  
ISOL RIB beams : 28-33 weeks/y  
SP2 users : 400-500/y  
GANIL+SP2 Users : 700-800/y

CIME cyclotron  
 $E < 25$  A.MeV - RI Beam

DESIR Facility  
Low energy RIB

HRS and RFQ cooler

RIB production cave : up to  $10^{14}$  fiss./s

S3 : Super  
Separator  
Spectrometer

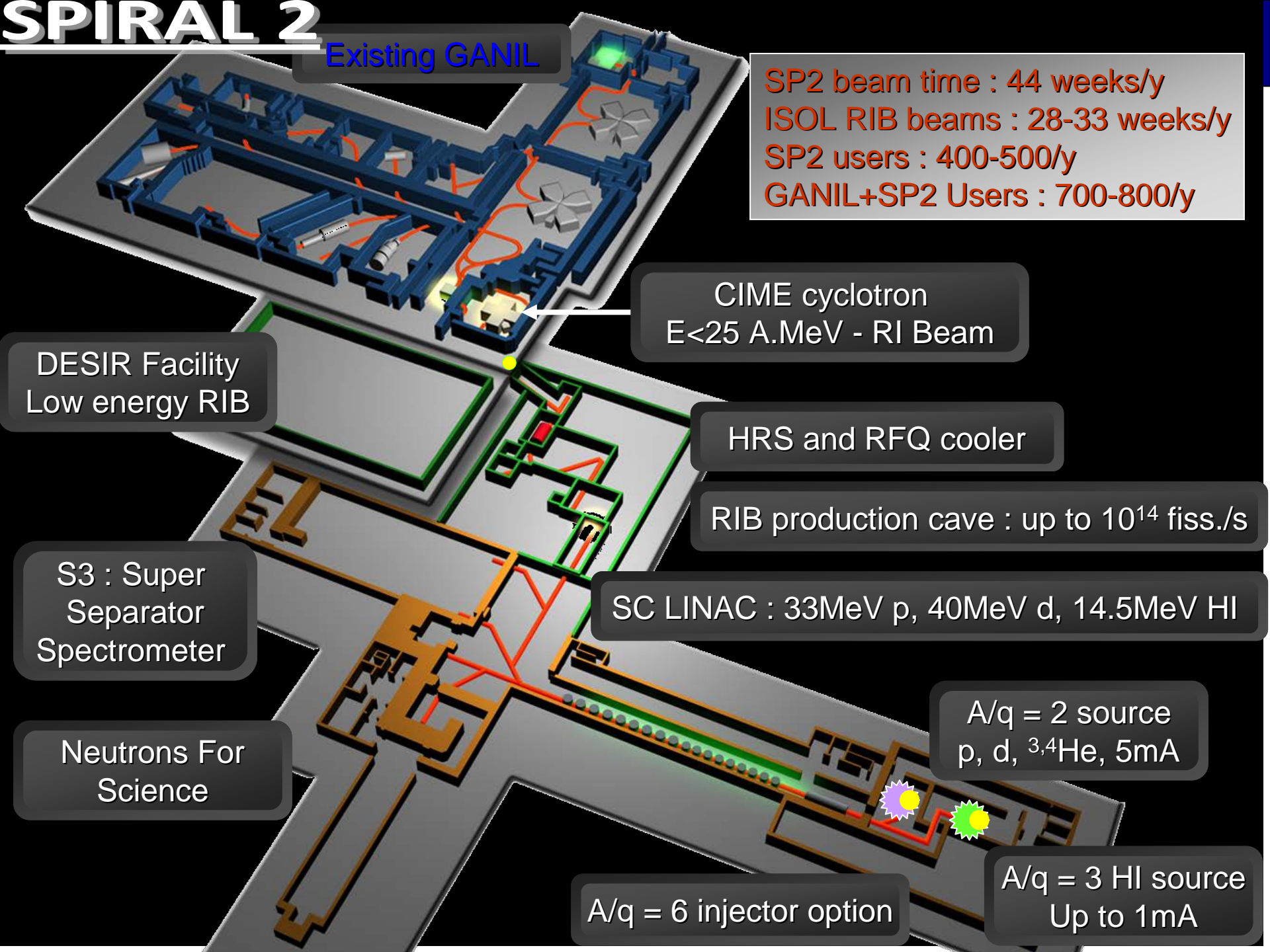
SC LINAC : 33MeV p, 40MeV d, 14.5MeV HI

Neutrons For  
Science

$A/q = 2$  source  
p, d,  $^3\text{He}$ , 5mA

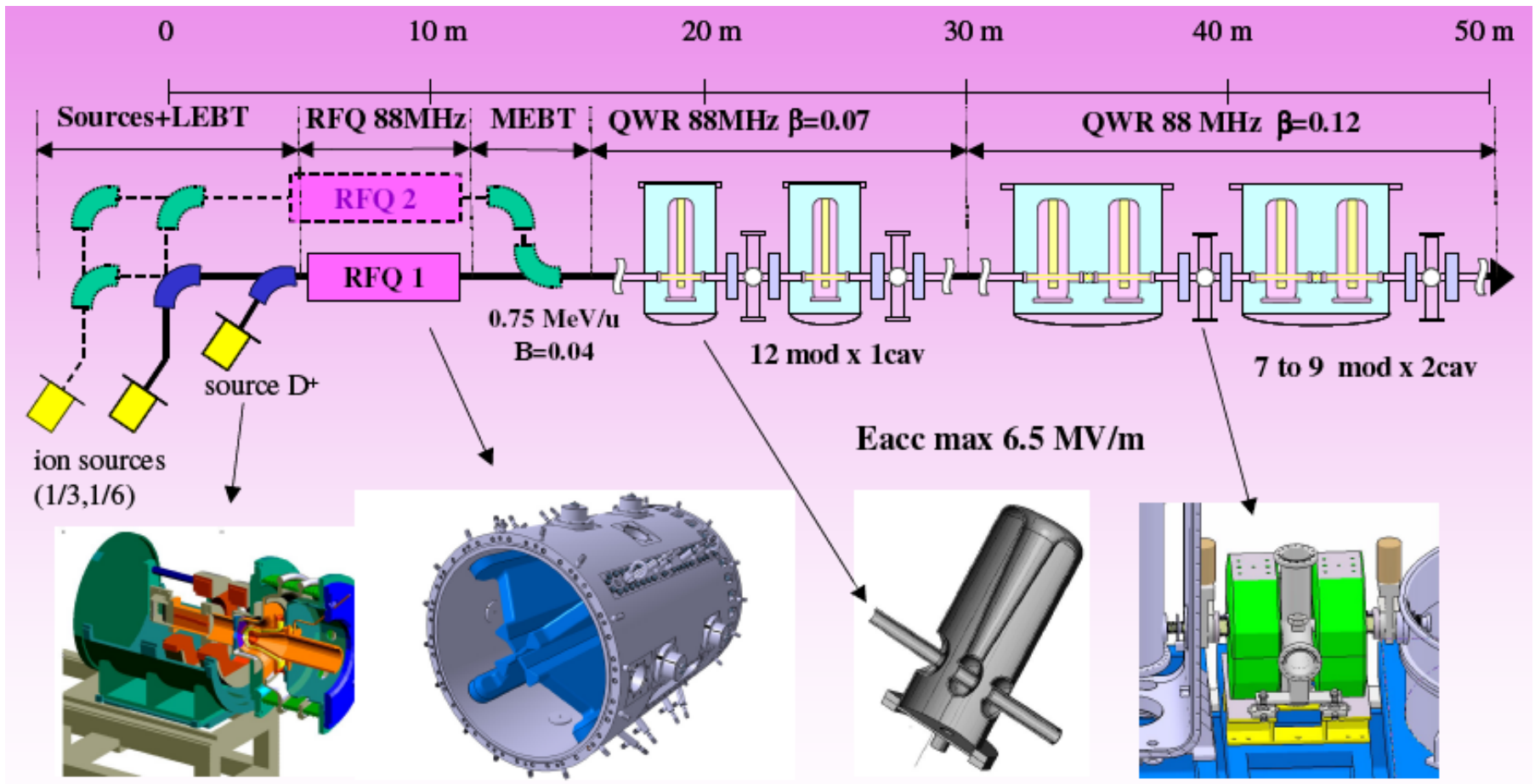
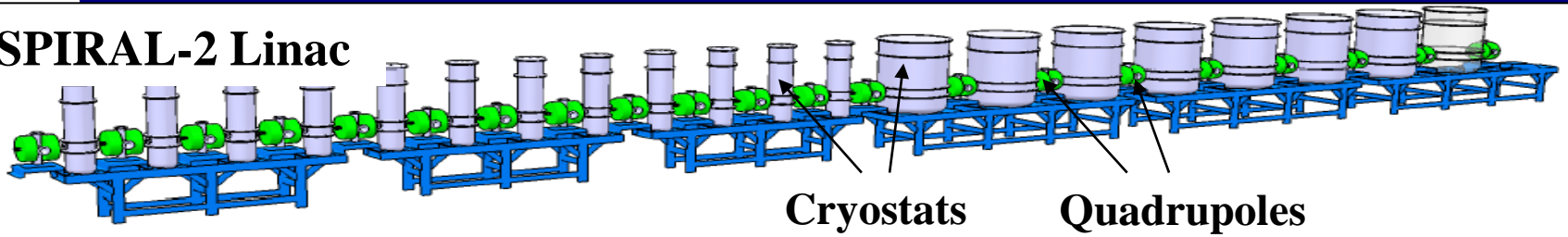
$A/q = 6$  injector option

$A/q = 3$  HI source  
Up to 1mA



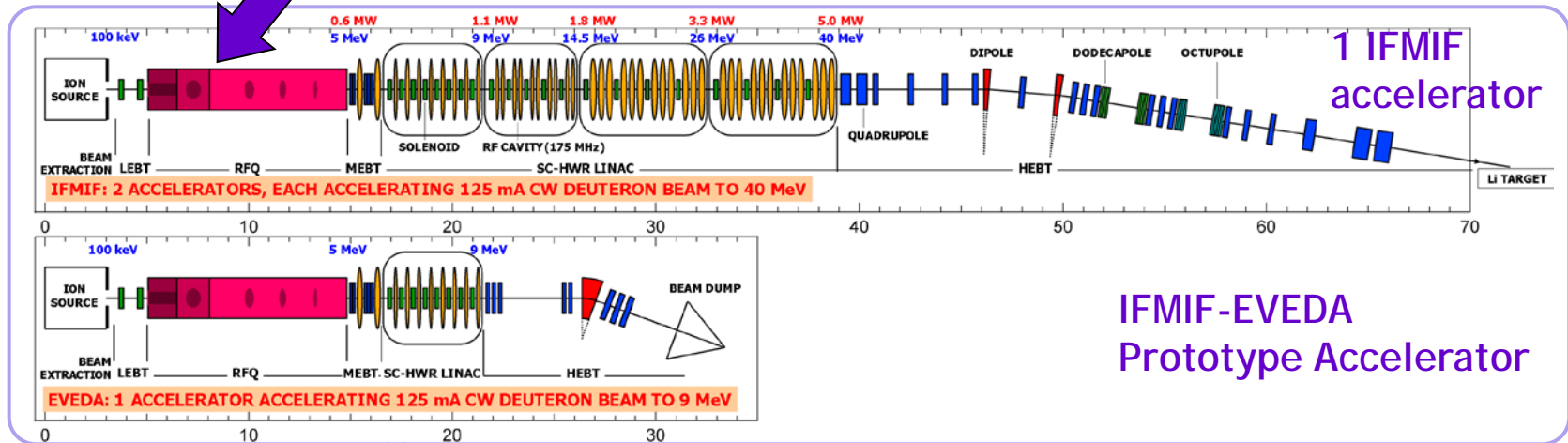
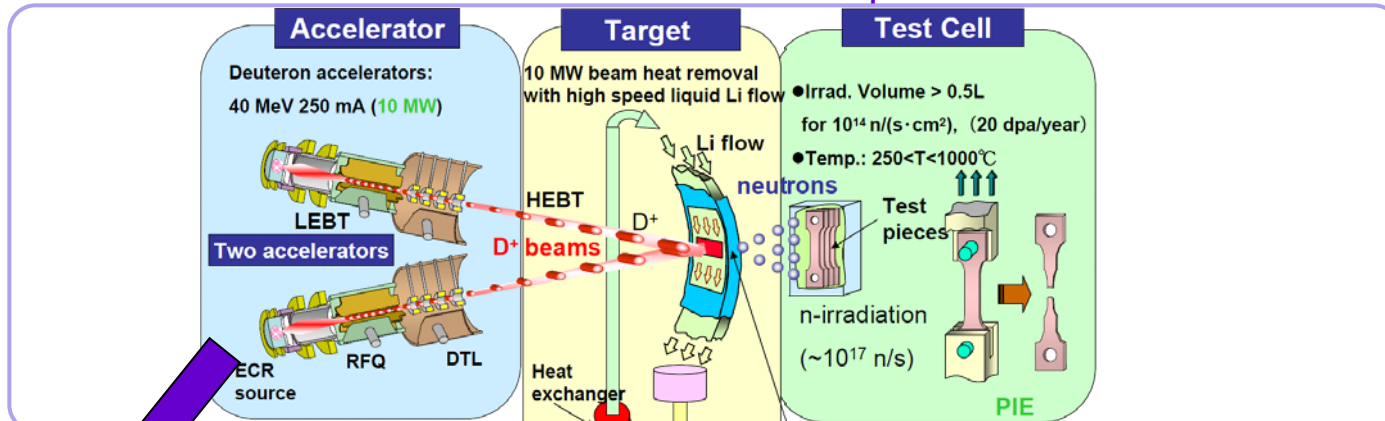
# Le linac Spiral-2

## SPIRAL-2 Linac



## Activités IRFU (+ IPNO)

Objectif: caractériser des matériaux sous flux intense de neutron ( $10^{17}$  n/s) pour le futur réacteur de recherche pour la fusion



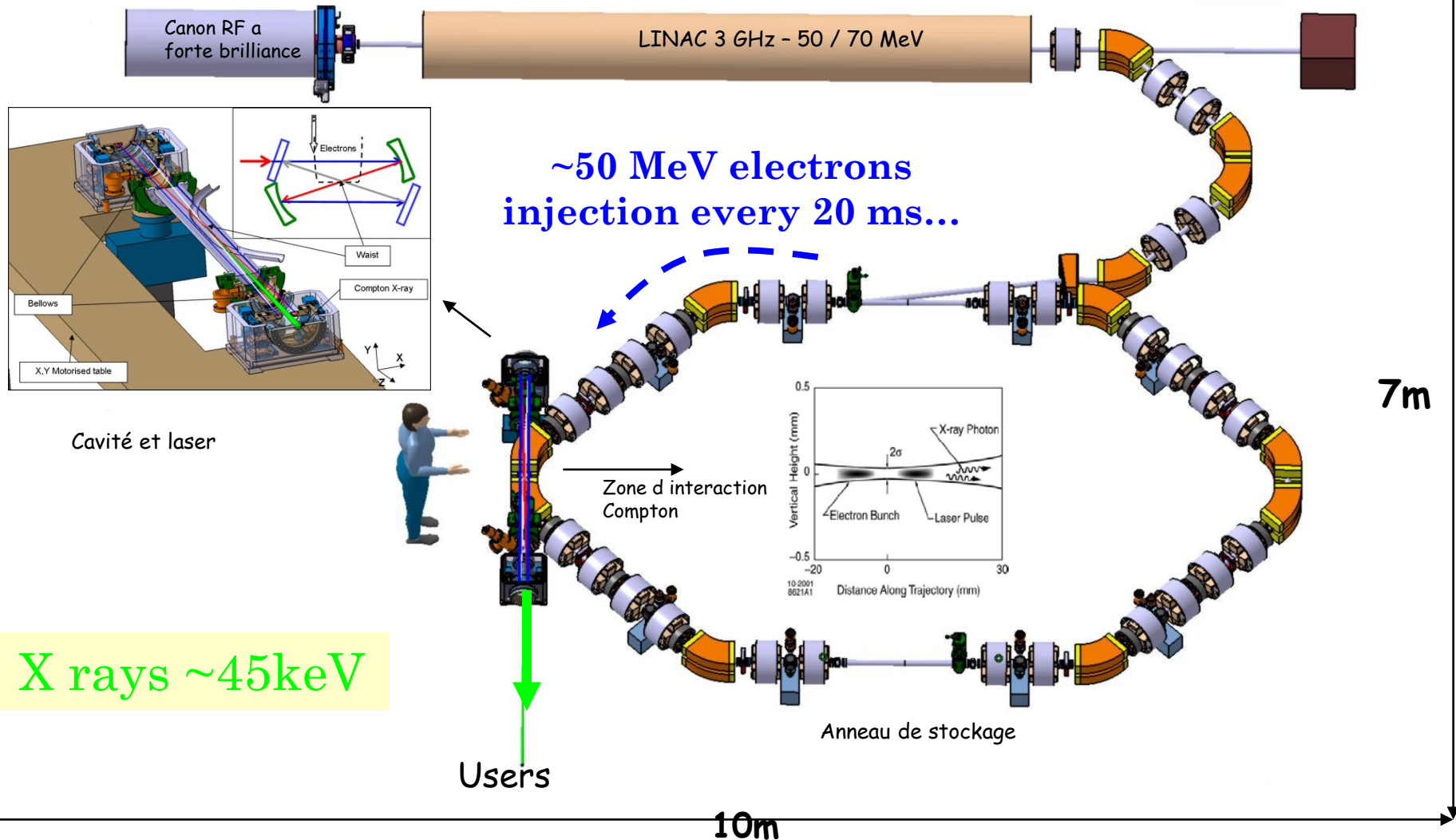
Collaboration pour l'accélérateur: CEA (FR), INFN (IT), CIEMAT (SP), SCK-CEN (BE), JAEA (JA)

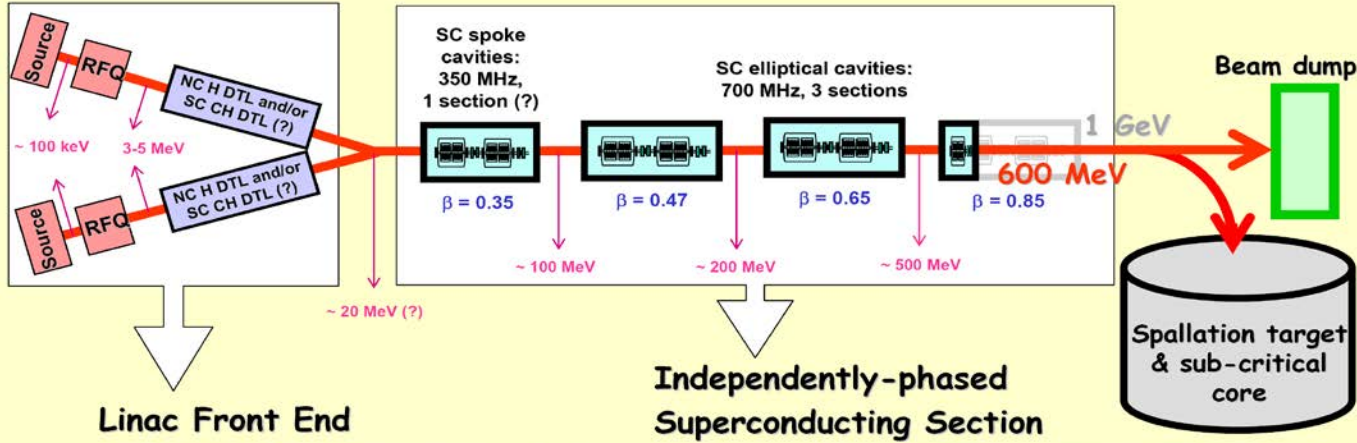
## Activités LAL, IRFU, IPNO, CSNSM

- ThomX
- SOFI
- ADS
- Fusion : JT60, ITER

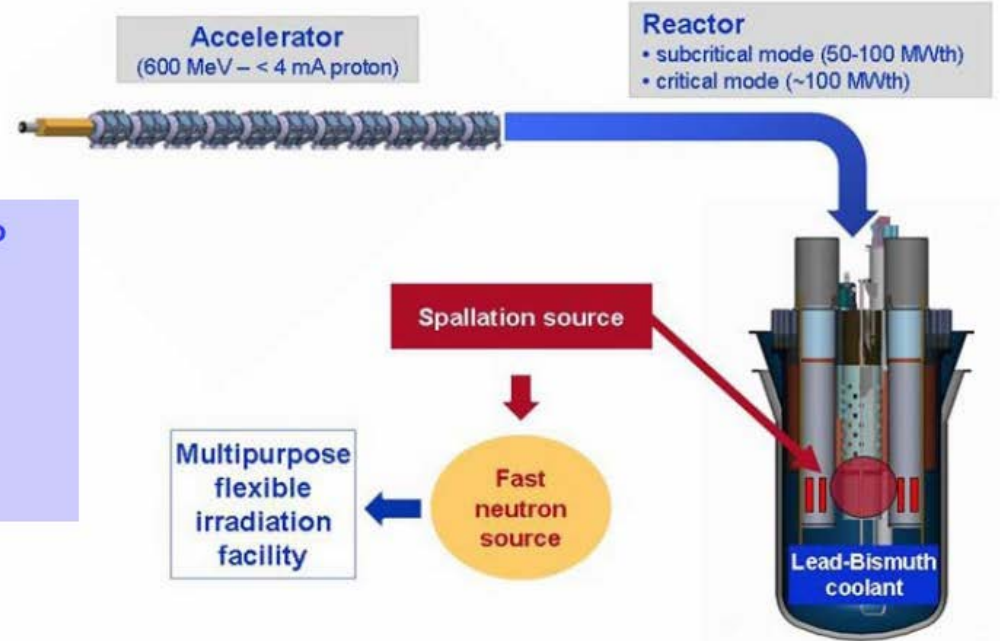
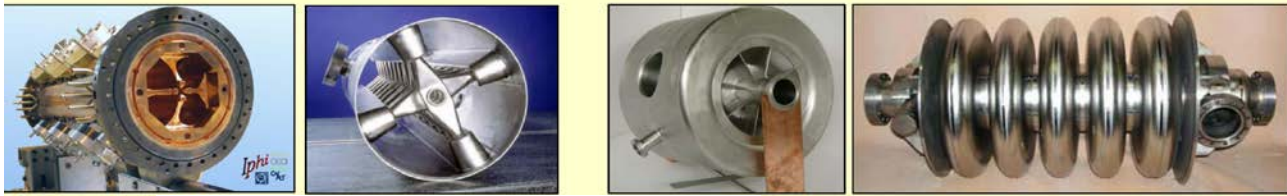


## Activité LAL





**ADS Demo :**  
**MYRRHA project**  
**(Belgium)**

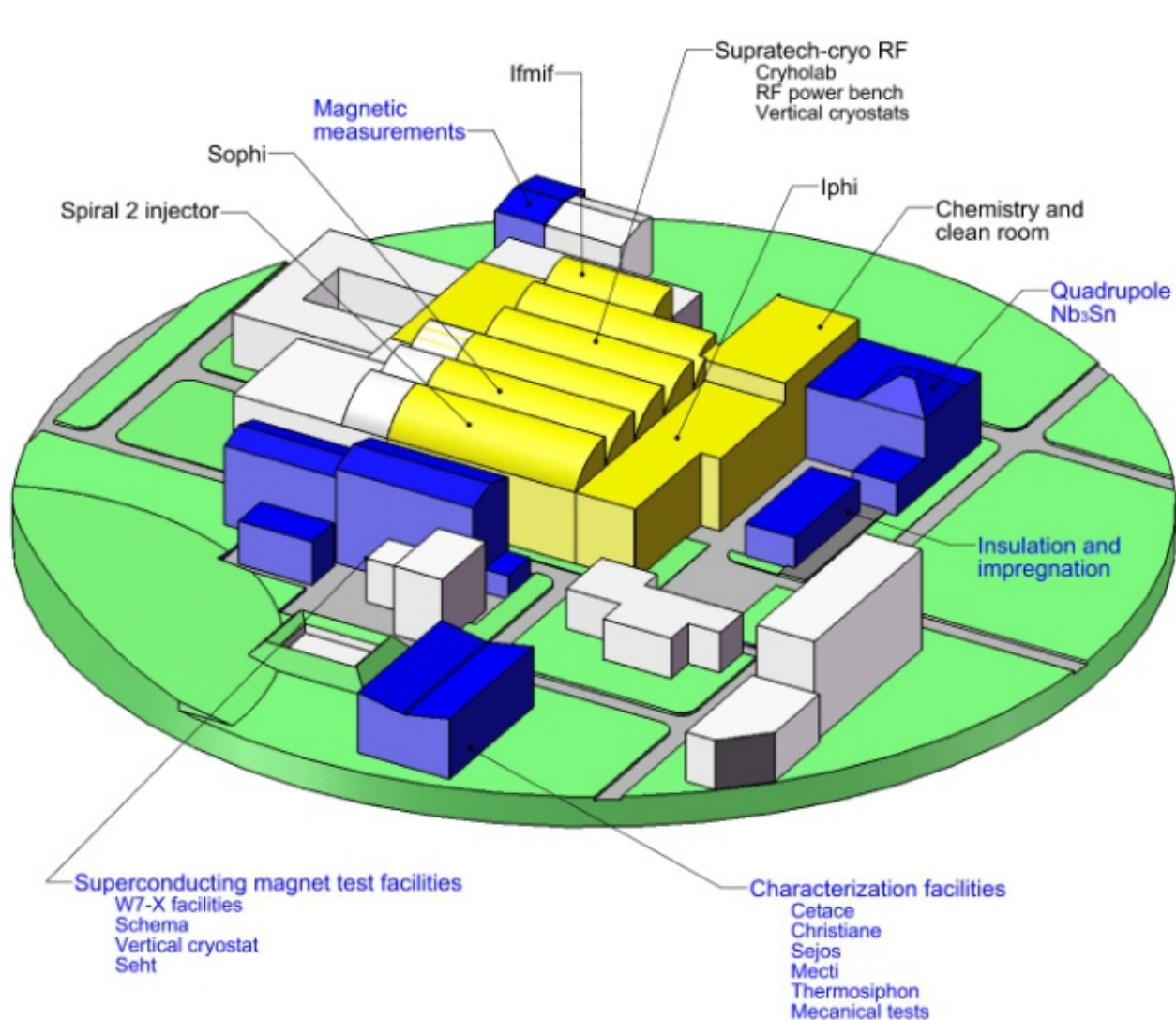


**Main features of the ADS demo**

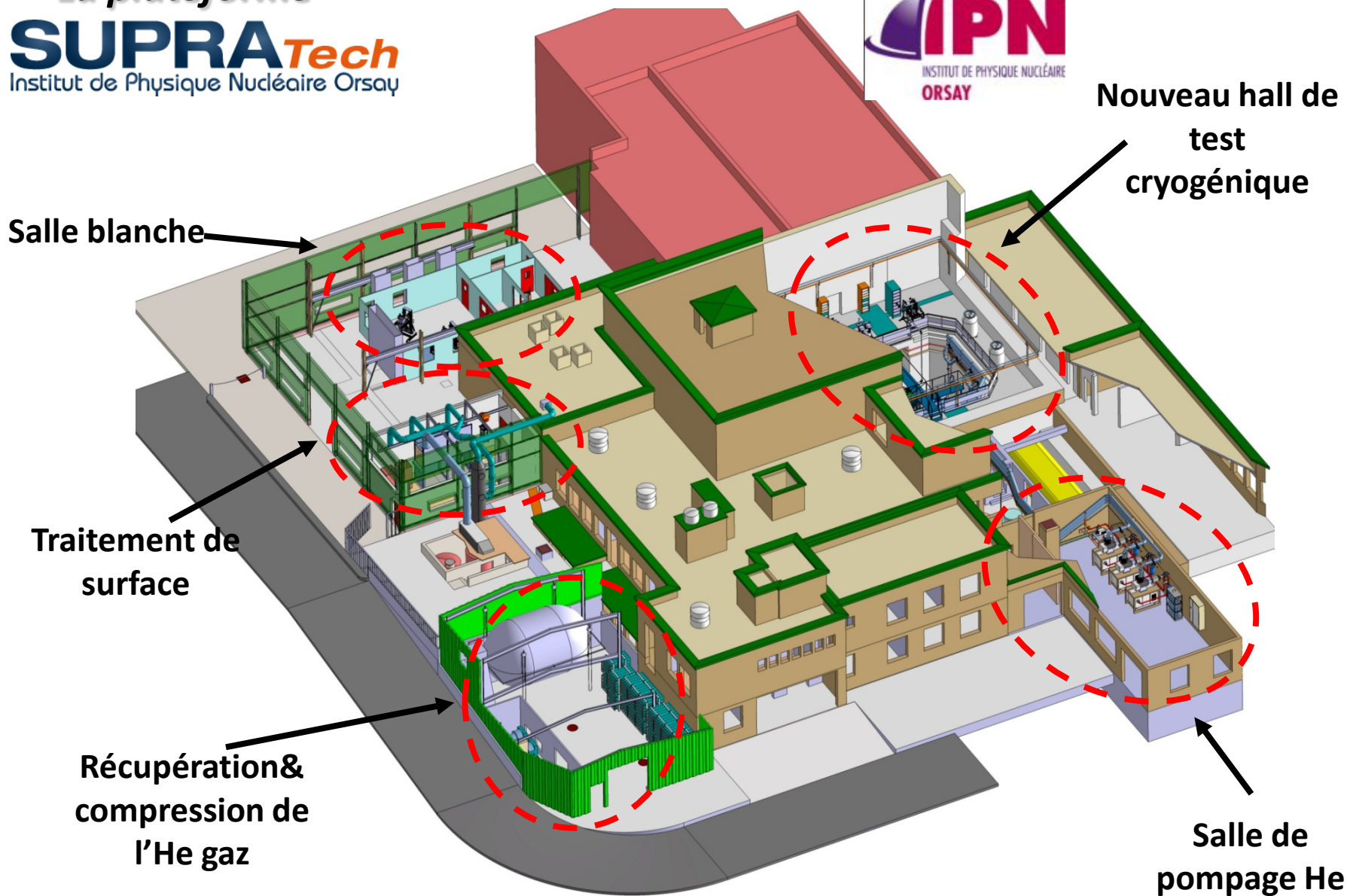
- 50-100 MWth power
- $k_{eff}$  around 0.95
- 600 MeV, 2.5 - 4 mA proton beam
- Highly-enriched MOX fuel
- Pb-Bi Eutectic coolant & target

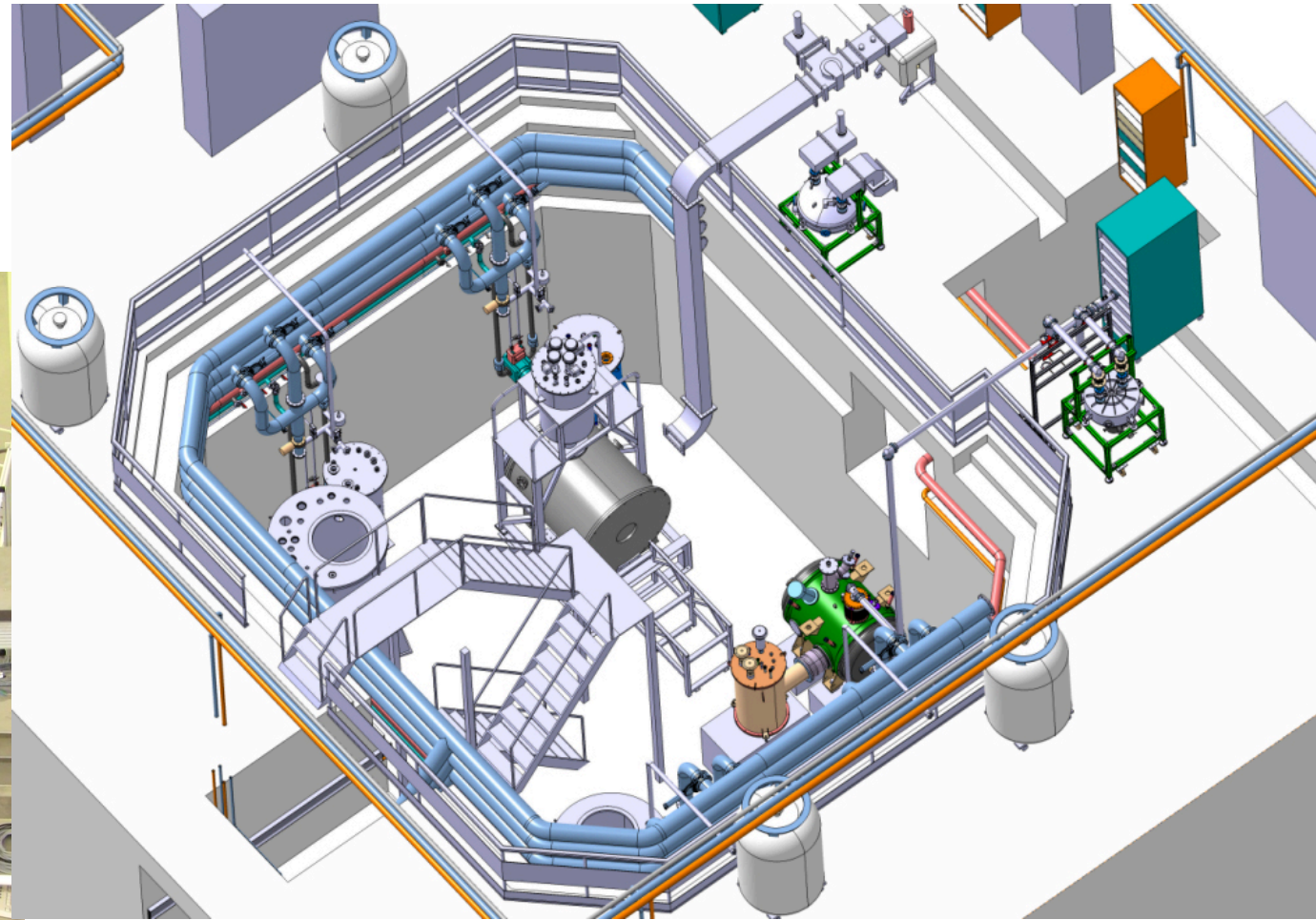
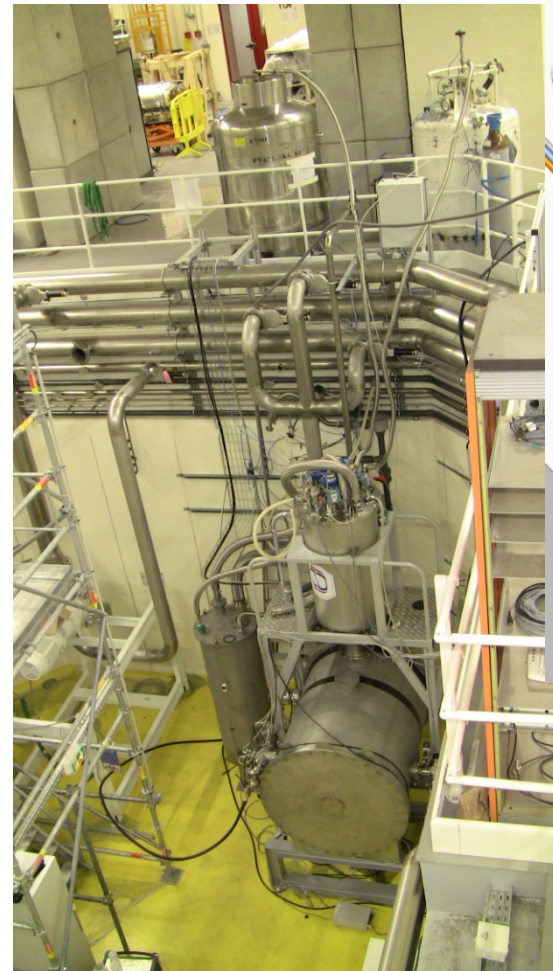
**Activité IPO, IRFU**

# **Les plateformes technologiques « Accélérateurs » des laboratoires de P2IO**



La plateforme  
**SUPRA**Tech  
Institut de Physique Nucléaire Orsay

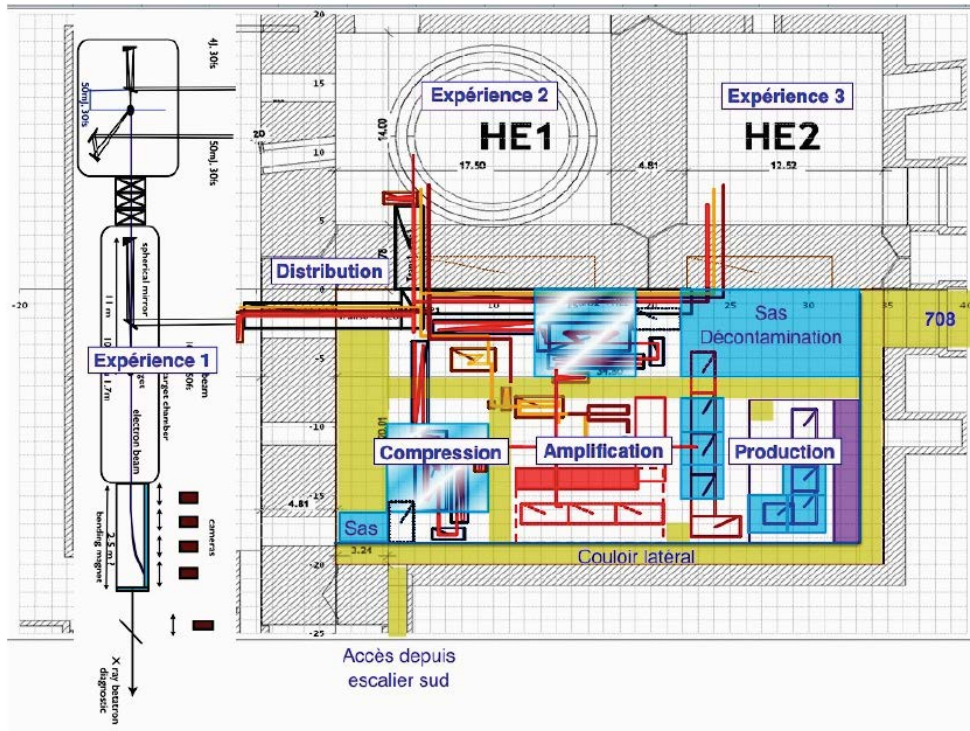




**Available RF power amplifier:**  
10 kW, CW @ 352 MHz (solid-state)  
80 kW, CW @ 704 MHz (IOT)

Des plateformes qui se complètent avec de nouvelles installations développées dans le cadre des équipements d'excellence.

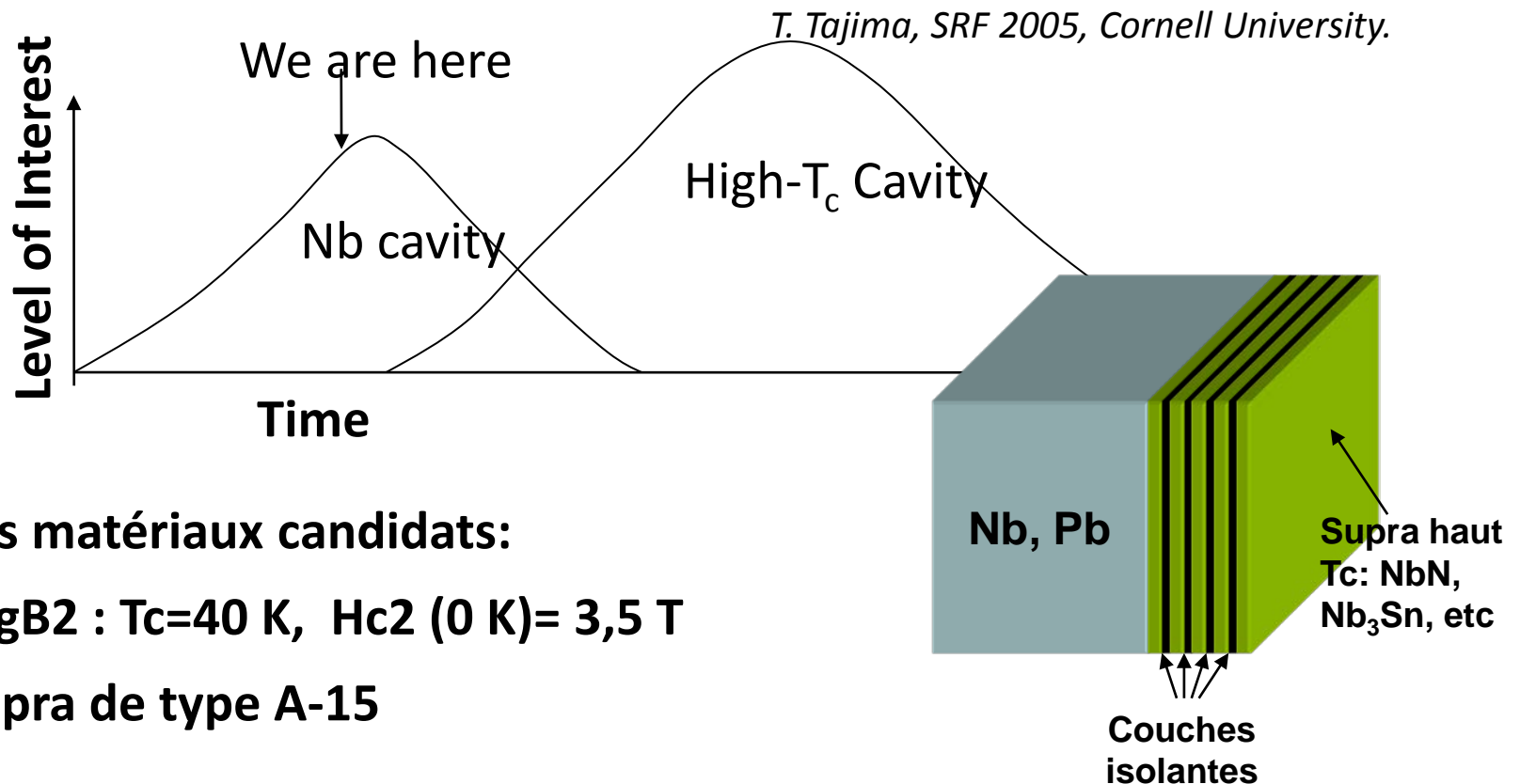
## CILEX (centre interdisciplinaire lumière extrême)



Andromède (installation pour analyse par spectrométrie de masse de nano objets sous vide ou proche Patm)

De nombreuses activités de R&D accélérateurs « amont » sont en cours dans les labs P2IO. Juste 2 exemples:

- PHIL@LAL : banc test pour photogun haute brillance
- Technologies des couches minces supraconductrices (IRFU, IPNO, CSNSM) pour les hauts gradients accélérateurs.





**P2IO permet d'inciter les synergies des labos de P2IO autour d'activités ou de plateformes accélérateurs et aussi d'initier des programmes de R&D**

- ✓ **Groupe AccelTech de coordination**
- ✓ **Financement Post-Doc**
- ✓ **Financement jouvence plateformes**
- ✓ **Financement programmes R&D**

## Remerciements:

- Toutes les personnes des labo de P2IO à qui j'ai emprunté quelques illustrations
- Bernard Launé qui, dans le cadre du pôle accélérateurs IN2P3/CEA, a fait un travail de synthèse des activités accélérateurs en France

**Merci de votre attention !**