

# Stratégie GANIL/SPIRAL2

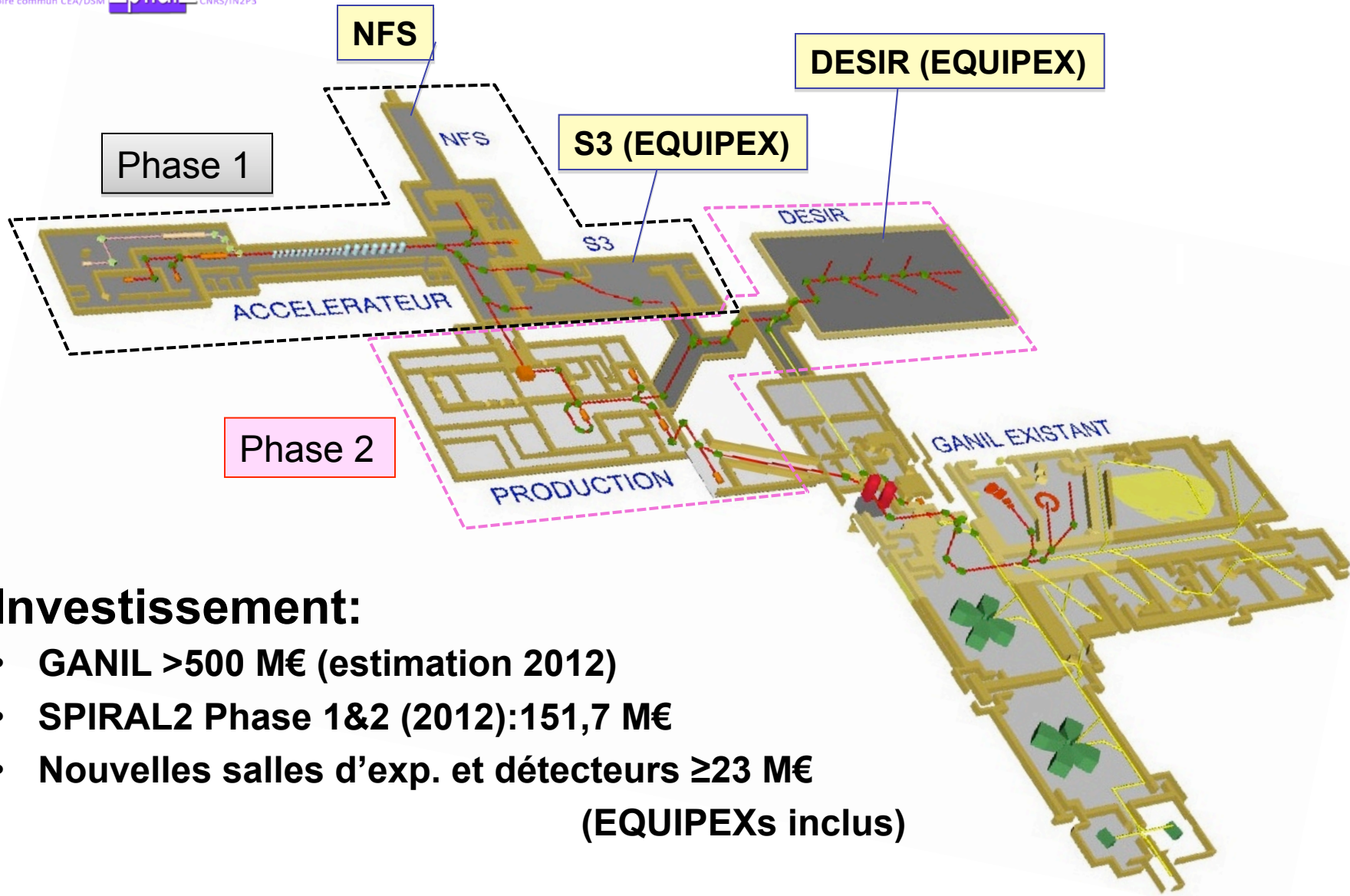
*F. Staley*  
*Directeur du GANIL*

*M. Lewitowicz*  
*Directeur Adjoint du GANIL*

- Introduction
- Atouts scientifiques
- Positionnement international
- Importance pour la stratégie national
- L'encrages régional et impact socio-économique
- Conclusions et perspectives

[www.ganil-spiral2.eu](http://www.ganil-spiral2.eu)

# GANIL/SPIRAL 2 un ensemble unique



## Investissement:

- GANIL >500 M€ (estimation 2012)
- SPIRAL2 Phase 1&2 (2012):151,7 M€
- Nouvelles salles d'exp. et détecteurs  $\geq 23$  M€  
(EQUIPEXs inclus)

# GIE commun CEA/CNRS



Création GIE CEA-CNRS 1976; **prolongé en 2005 pour 10 ans**  
Première expérience: Janvier 1983

## Personnel permanent :

**249,4 agents (31/12/2012): CEA(110,5), CNRS(137,9), Univ. (1)  
physiciens (CEA 6, CNRS 19), ingénieurs, techniciens, administratifs**

## Budget : 27,7 M€ (2012 hors SPIRAL2) dont:

**2,4 M€ de ressources propres (Europe, Région, Valorisation)  
10,4 M€ fonctionnement et investissement**

**Utilisateurs : 700 chercheurs (50% étrangers, EU, Japon, Inde, US..)  
de plus 130 Laboratoires et Instituts, 30 pays**

**Faisceau : plus de 10 000 heures/an (3-4 expériences en parallèle)**

## Production Scientifique:

**2500 publications, 200 thèses, 30 Prix scientifiques  
Organisation de 20 Conférences Internationales  
2000 visiteurs par an**

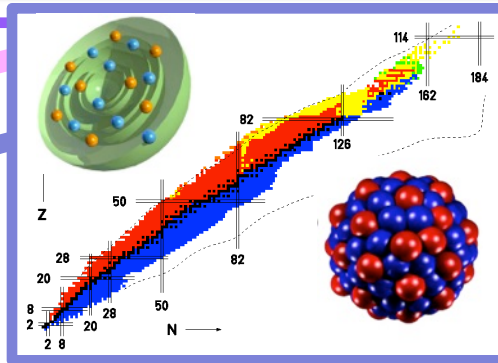
# Stratégie GANIL/SPIRAL2

- Introduction
- **Atouts scientifiques**
  - **Outil essentiel de la communauté de Physique Nucléaire**
  - **Faisceaux d'ions stables et radioactifs**
  - **Richesse de dispositifs expérimentaux**
  - **Pole scientifique pluridisciplinaire**
- Positionnement international
- Importance pour la stratégie national
- Encrages régional et impact socio-économique
- Conclusions et perspectives

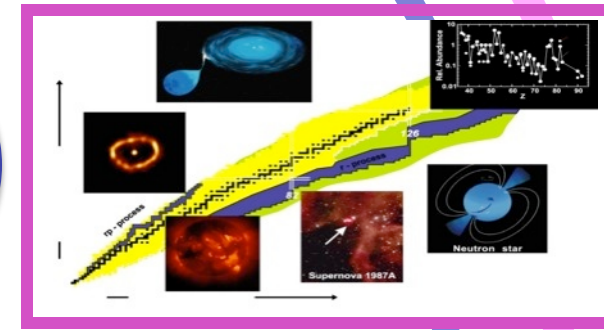
[www.ganil-spiral2.eu](http://www.ganil-spiral2.eu)



# Evolution de la structure nucléaire

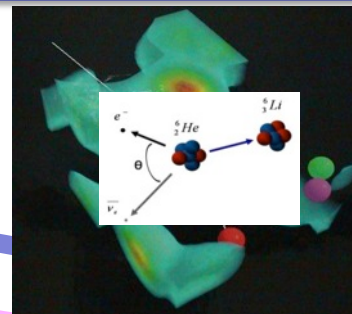


# Origine des éléments

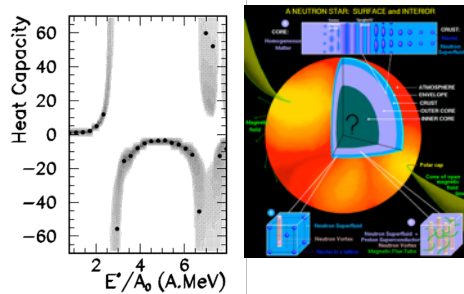


# GANIL/SPIRAL2 Science

# Tests du model standard



# Equation d'état de la matière nucléaire



- **Cyclotrons:**  $\leq 10^{13}$  pps, du C à U, 1 MeV/n - 95 MeV/n
- **LINAC SPIRAL2** (au démarrage)  $\leq 10^{15}$  pps, du n, p au Ni, 0.75 MeV/n – 15 MeV/n

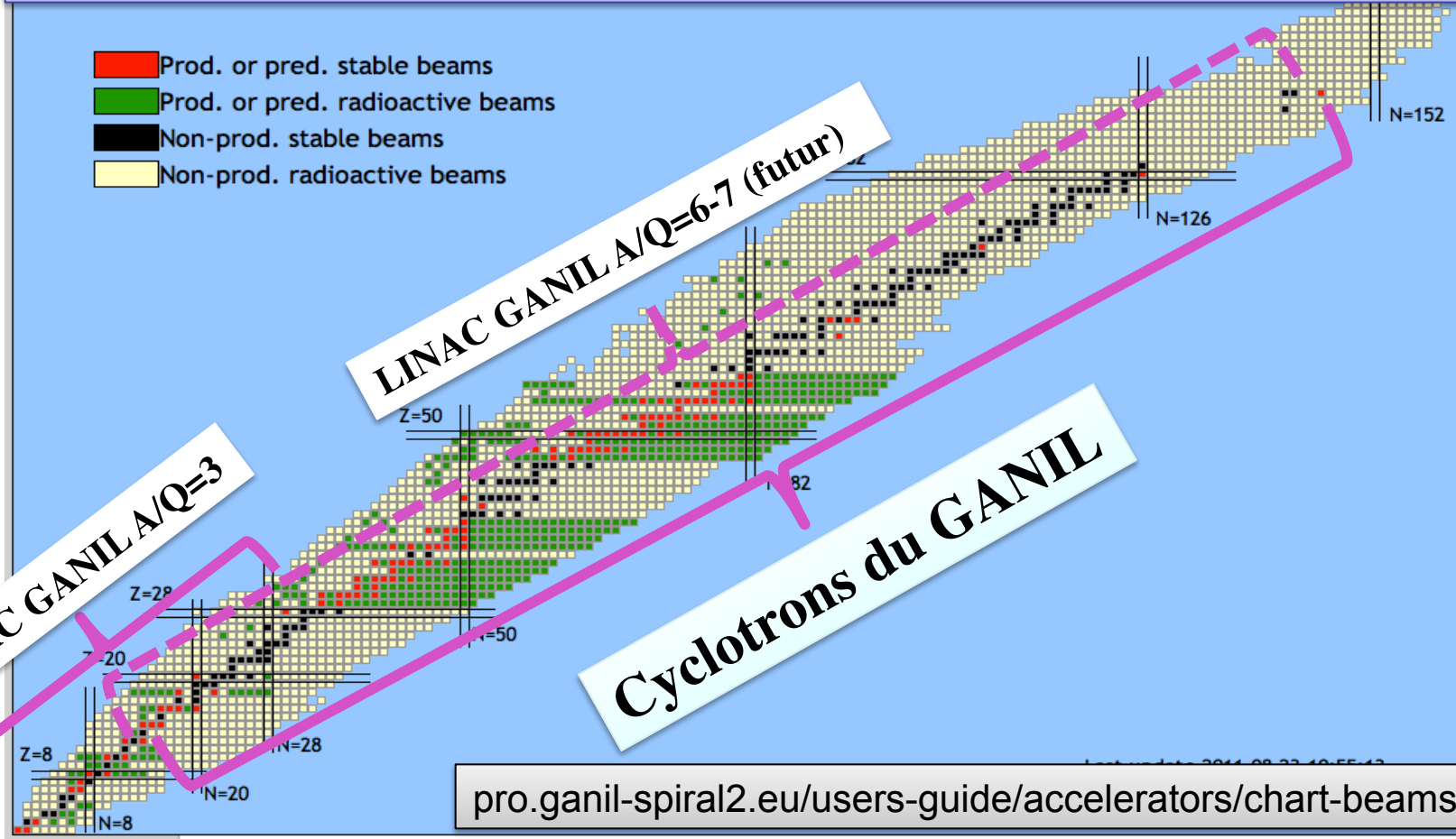
Faisceaux isotopes rares  $^{36}\text{S}$ ,  $^{40,48}\text{Ca}$ ,  $^{50}\text{Ti}$ ,  $^{58}\text{Ni}$ , et uniques en Europe  $^{208}\text{Pb}$ ,  $^{238}\text{U}$

- Prod. or pred. stable beams
- Prod. or pred. radioactive beams
- Non-prod. stable beams
- Non-prod. radioactive beams

LINAC GANIL A/Q=6-7 (futur)

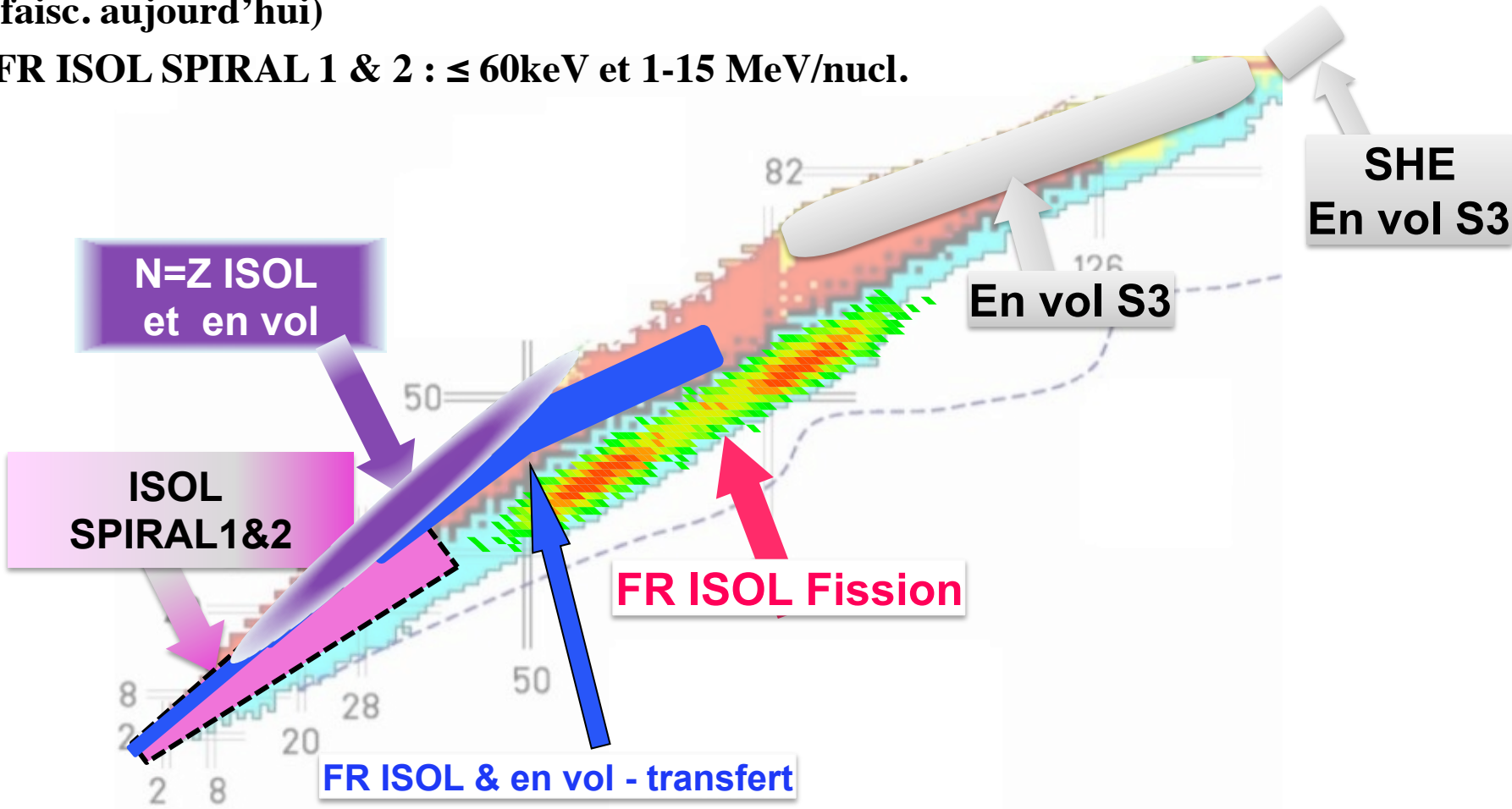
LINAC GANIL A/Q=3

Cyclotrons du GANIL



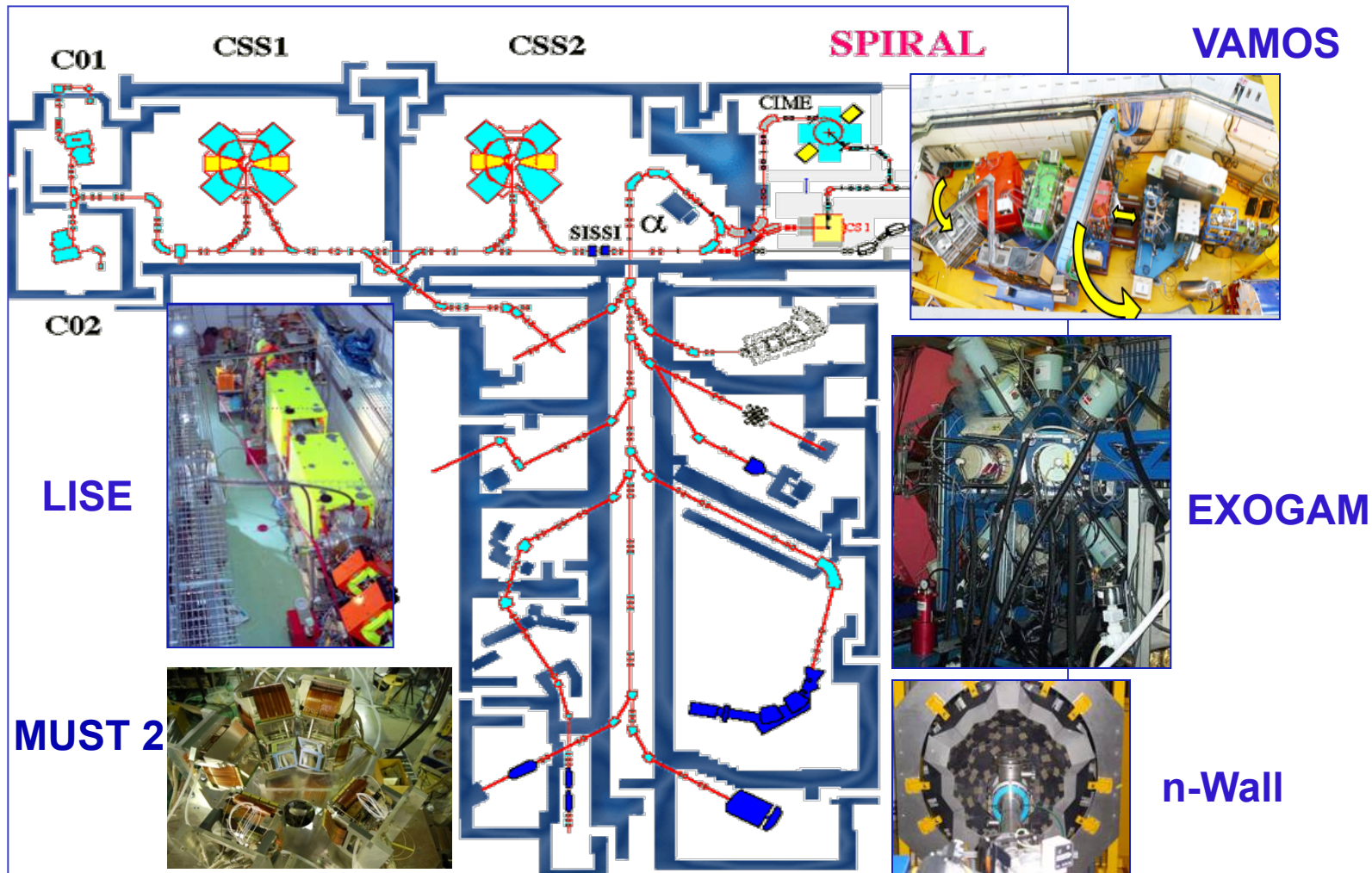
[pro.ganil-spiral2.eu/users-guide/accelerators/chart-beams](http://pro.ganil-spiral2.eu/users-guide/accelerators/chart-beams)

- FR produits “en vol” sur séparateur LISE: qqs MeV/n à 50 MeV/nucl. ( $\approx 30\%$  temps du fais. aujourd’hui)
- FR ISOL SPIRAL 1 & 2 :  $\leq 60\text{keV}$  et 1-15 MeV/nucl.



[pro.ganil-spiral2.eu/users-guide/accelerators/chart-beams](http://pro.ganil-spiral2.eu/users-guide/accelerators/chart-beams)

# Accélérateur et Aires Expérimentales



**INDRA**



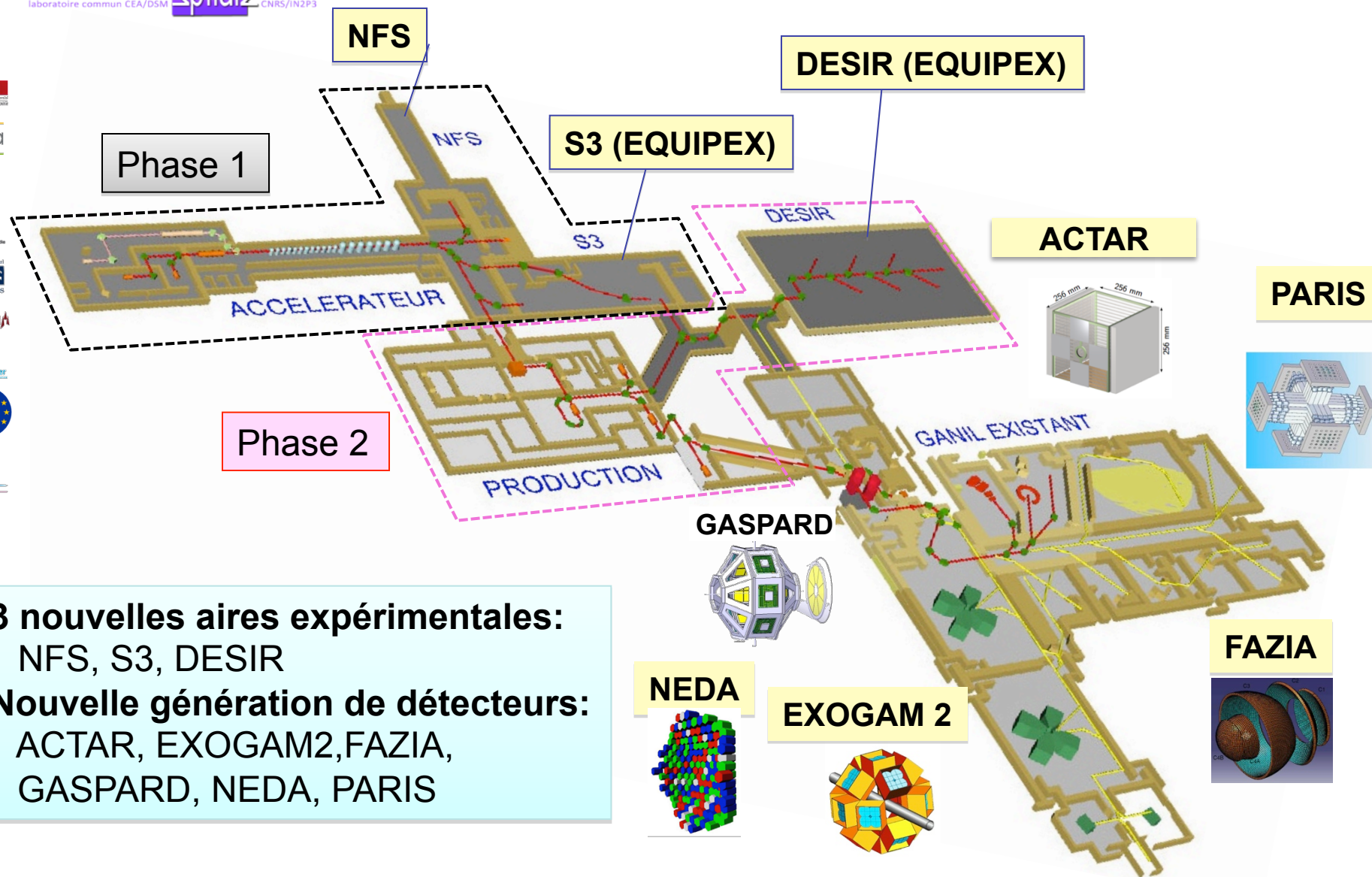
**MAYA**  
**TPC**  
**ACTAR**



- Stata + Paris + Poitiers + Clermont Université
- cea
- cnrs
- Région Bretagne
- Université de Caen Calvados
- CAEN
- Caenamer
- European Union
- GANIL



# GANIL/SPIRAL 2 vu d'ensemble



**3 nouvelles aires expérimentales:**  
NFS, S3, DESIR  
**Nouvelle génération de détecteurs:**  
ACTAR, EXOGAM2, FAZIA,  
GASPARD, NEDA, PARIS

# Physique avec AGATA@GANIL

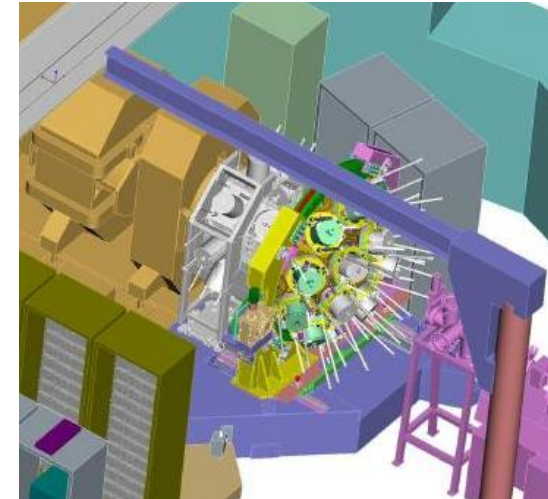
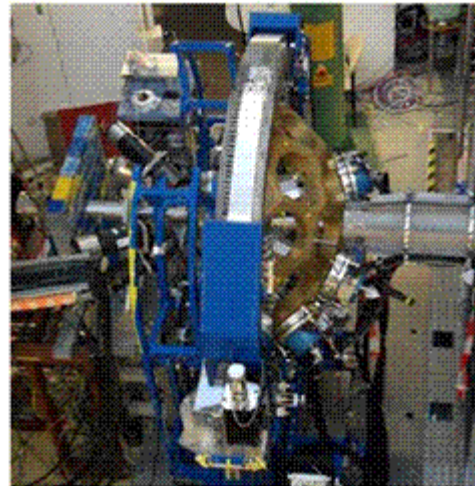
2010 → LNL  
5TC



2012 → GSI/FRS  
5TC+5DC



2014 → GANIL/SPIRAL2  
15TC



**AGATA D.+PRISMA**

**Total Eff.<sub>CloseConfig</sub> ~6%**

**AGATA @ FRS**

**Total Eff.<sub>InFlight</sub> ~ 10%**

**AGATA + VAMOS  
+ EXOGAM2**

**Total Eff.<sub>Nominal</sub> ~ 14%**



At  $0^\circ$  as separator (vacuum/gas-filled)

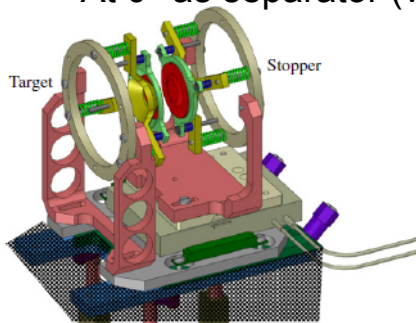
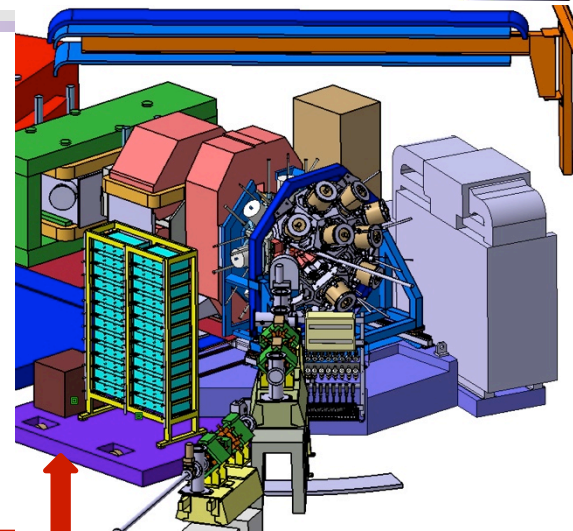
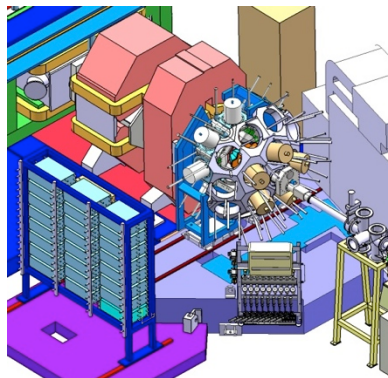


Fig. 4. Three dimensional view of the Orsay Plunger. The target and stopper foils are in place. The shaded part is a support structure specific for the commissioning experiment.



In G1 coupled to VAMOS (+ EXOGAM2): SIBs, RIBs

- Charged particle array for transfer reaction  
*MUST2/TIARA : (d,p) etc ... program with SIB and RIB*

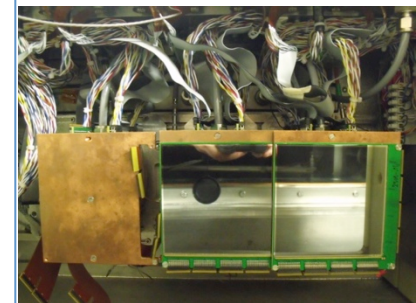
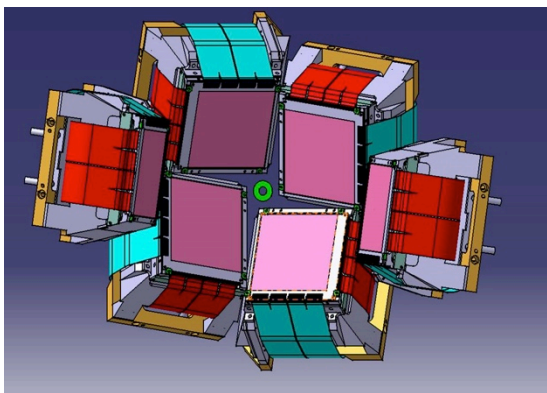
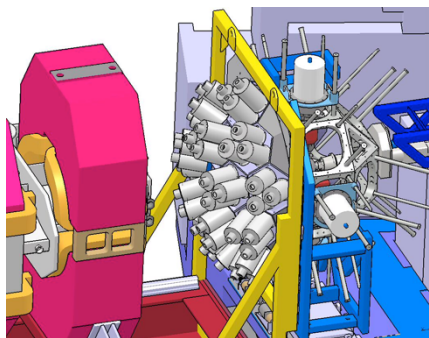
- Charged particle array for prompt tagging :  
*DIAMANT*

- Neutron detector (Nwall)

- Charged particle array for Recoil Decay Tagging : *MUSETT*

- Scintillator : *BaF2 array, LaBr3*

- Future detector : *NEDA (n) , GASPARD ( ?), PARIS (LaBr3)*





# GANIL

laboratoire commun CEA/DSM **spiral2** CNRS/IN2P3



**Campus Jules Horowitz**  
Epron – Caen – Hérouville Saint-Clair



**Physique Nucléaire  
et Astrophysique**

**Radiobiologie**



**CIRIL**

**Physique atomique  
Sciences des matériaux**

**BIP**



**CYCERON**

**Un grand instrument  
pluridisciplinaire  
pour la recherche française  
et internationale**



**Sciences de la vie**

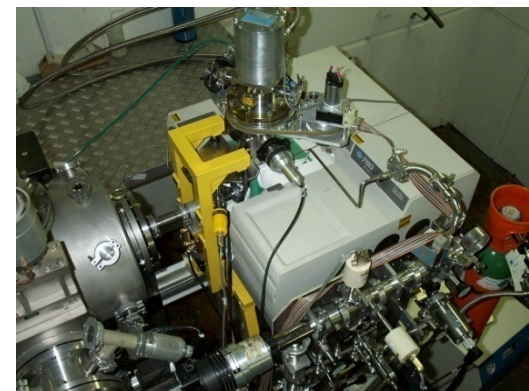
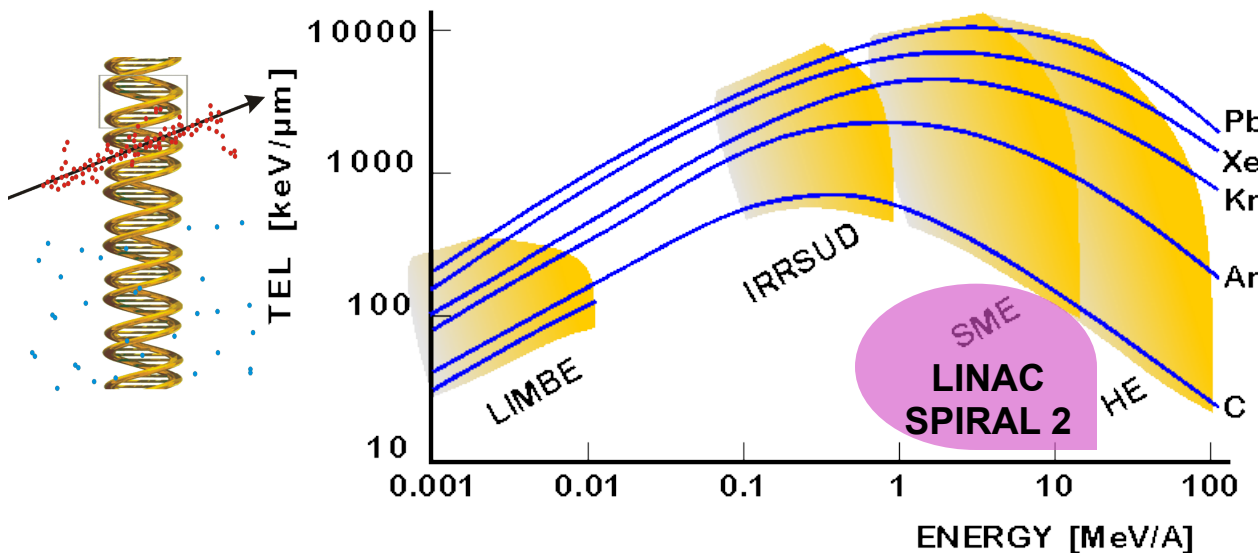
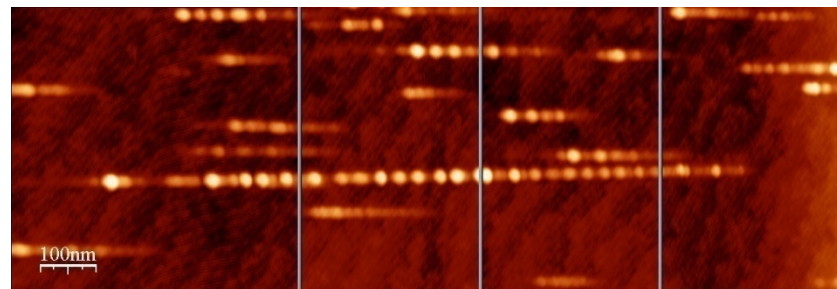
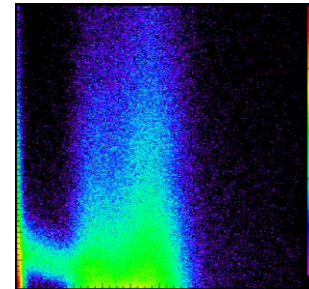




# CIMAP : Science des matériaux sous irradiation des ions du GANIL

Processus élémentaires collisions ion – atom

- Modifications de structures
- Vieillessement de matériaux sous irradiation
- Migration sous irradiation
- Radiobiologie
- 75 *cher-ens-cher,ing,tech*
- 26 *phD*



## Publications

**Production Scientifique du GANIL : 139 dont 7 PRL**

- **Physique nucléaire expériences : 65 (47%)**
- **Théorie : 18 (13%)**
- **Instrumentation/accélérateurs : 17 (12%)**
- **Interdisciplinaire : 32 (23%)**



# Stratégie GANIL/SPIRAL2

- Introduction
- Atouts scientifiques
- **Positionnement international**
  - **Feuilles de route ESFRI et NuPECC**
  - **Compétitivité des faisceaux**
  - **Contexte internationale**
  - **Feuille de route globale**
- Importance pour la stratégie national
- Encrages régional et impact socio-économique
- Conclusions et perspectives

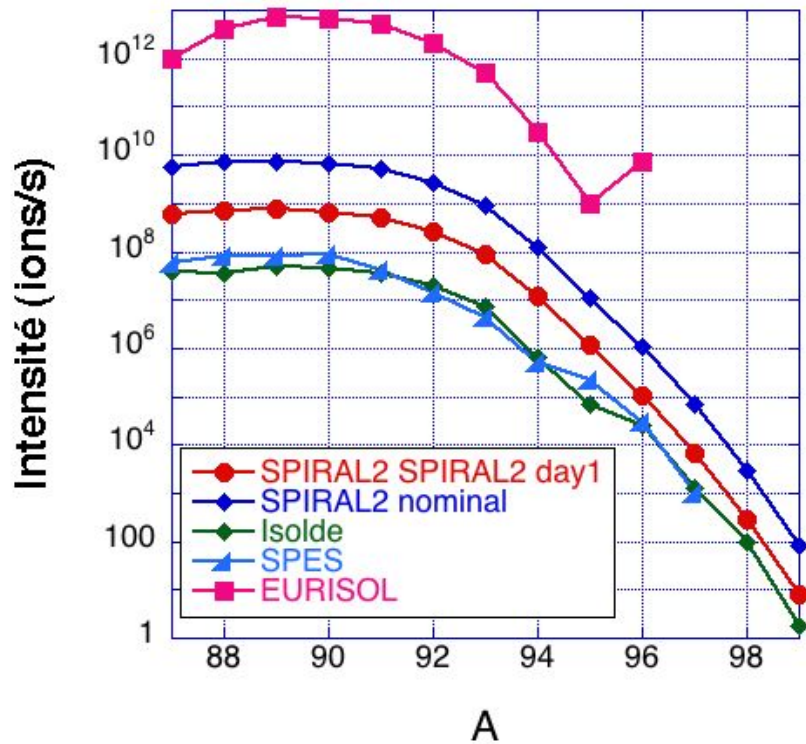


# Une dimension internationale



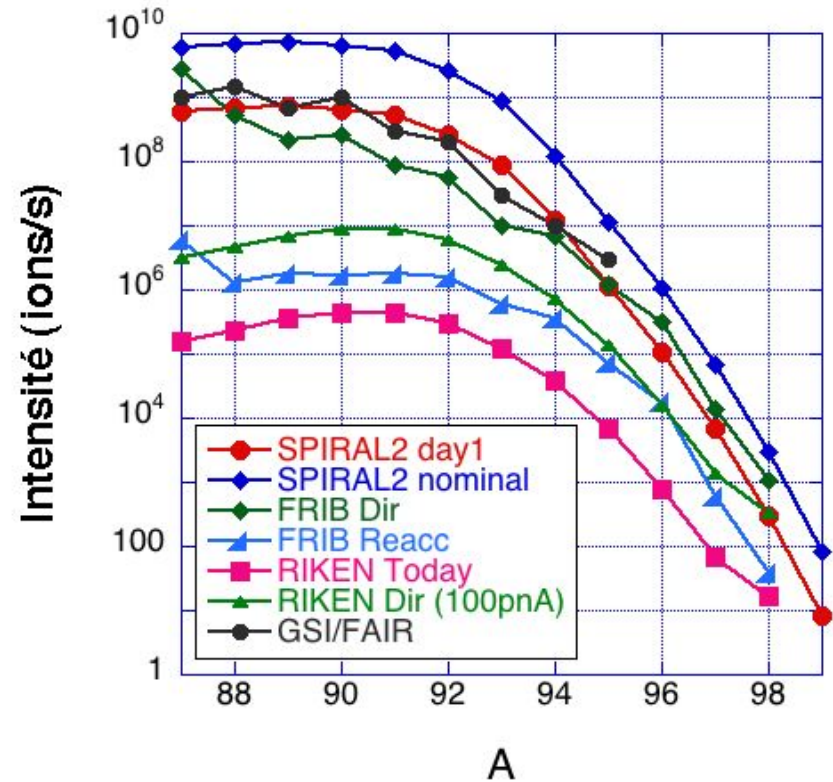
**Un des trois grands européens avec GSI Darmstadt et ISOLDE CERN**  
**Un des sept grands dans le monde (GANIL,GSI,ISOLDE,DUBNA,MSU,RIKEN, TRIUMF)**  
**Une forte communauté d'utilisateurs européens 700 (103 laboratoires, 26 pays )**  
**SPIRAL2 est sur la liste ESFRI de 40 plus importante installations pour la recherche en UE**  
**SPIRAL2 (avec S3 et DESIR) parmi les top priorités de la feuille de route de NuPECC 2011**  
**GANIL reconnu « Large Scale Facility » dans le PCRD 3, 4, 5, 6, 7**

Isotopes de Kr



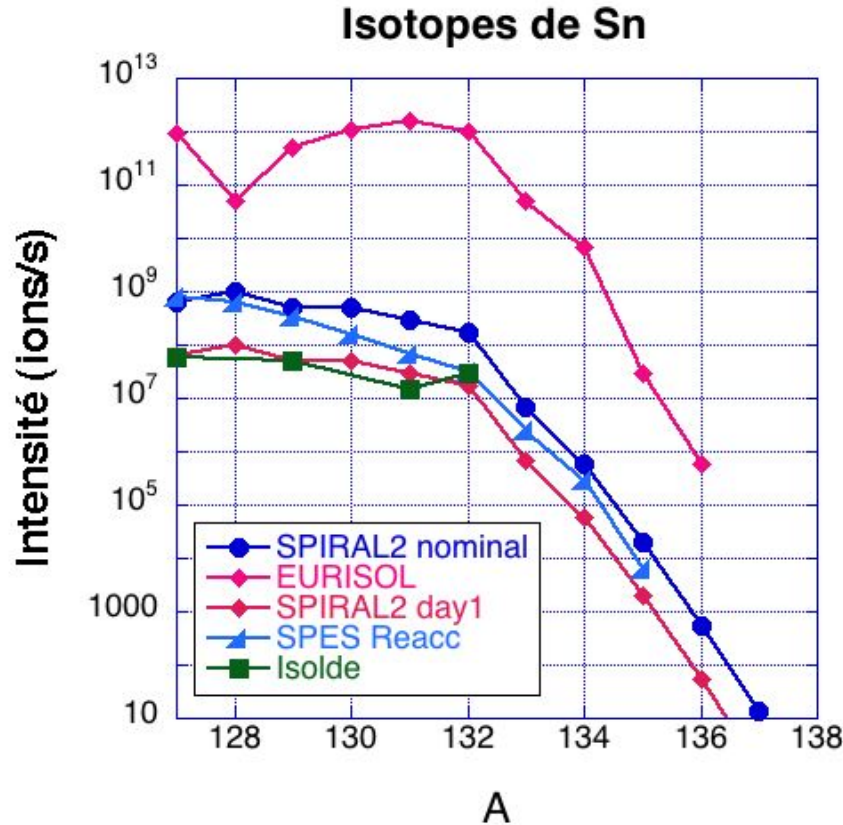
SPIRAL2 vs. ISOL

Isotopes de Kr

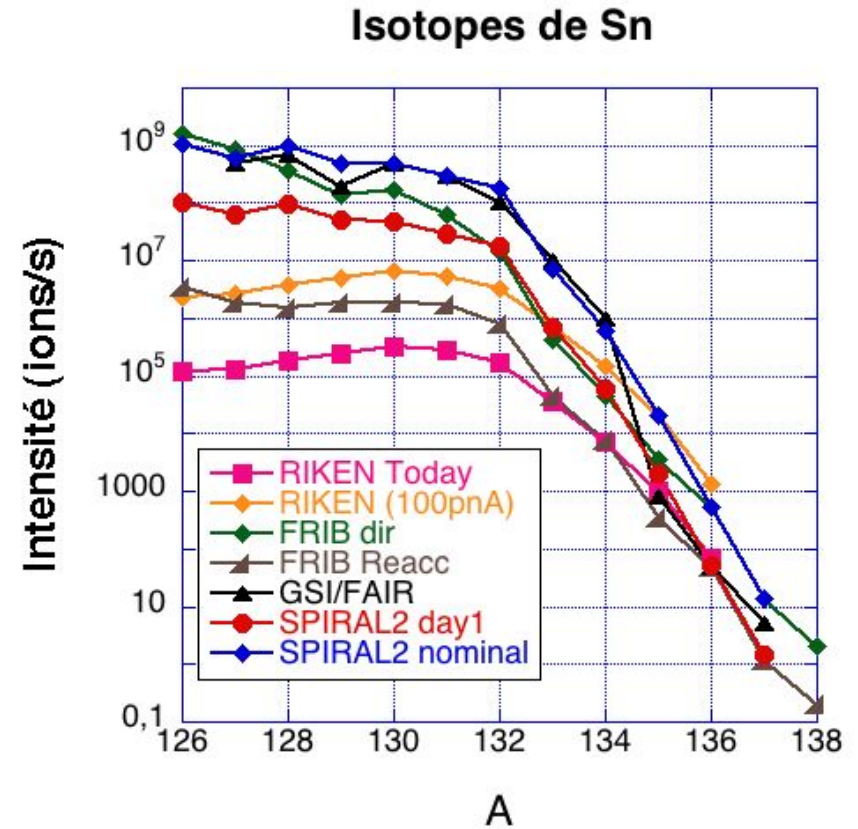


SPIRAL2 vs. "en vol"





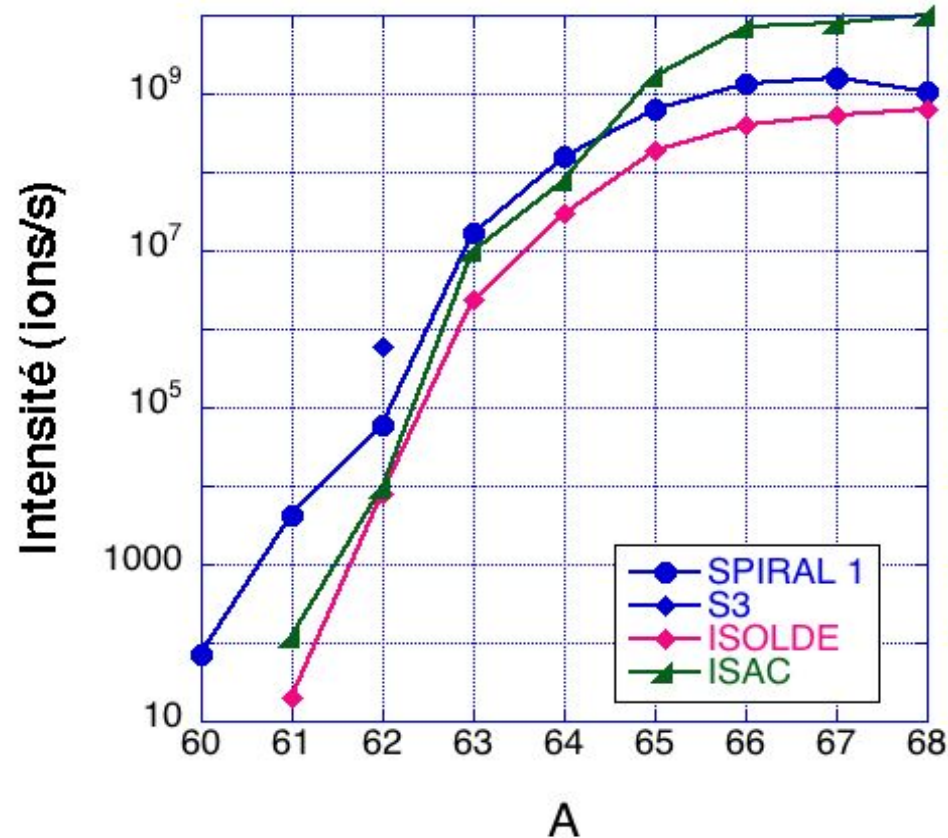
SPIRAL2 vs. ISOL



SPIRAL2 vs. "en vol"



## Isotopes de Ga (neutron déficient)

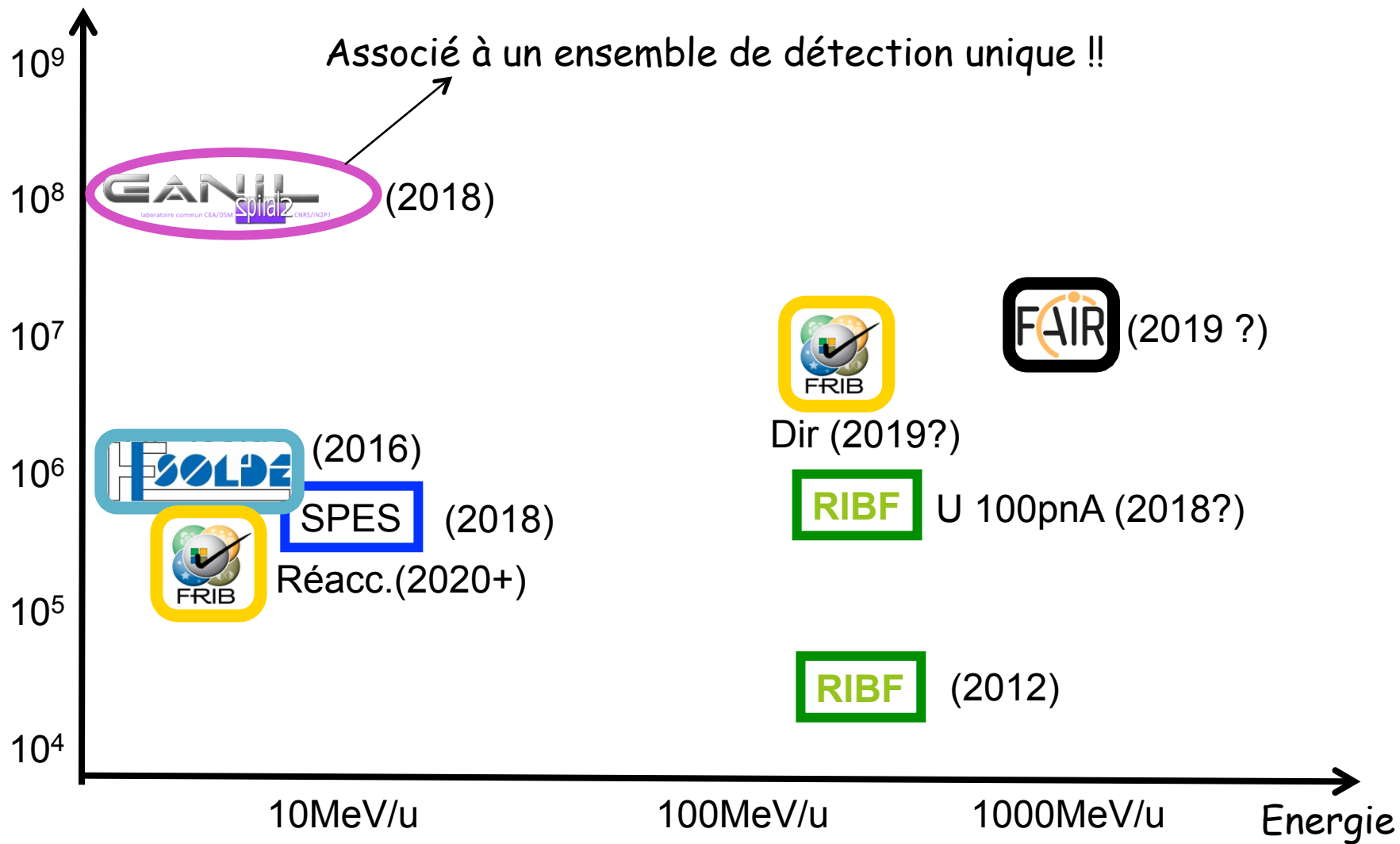


**FR SPIRAL2 produits  
dans les réactions fusion  
– évaporation d’ions  
lourds**

**SPIRAL2 vs. ISOL**

# LES COMPÉTITEURS

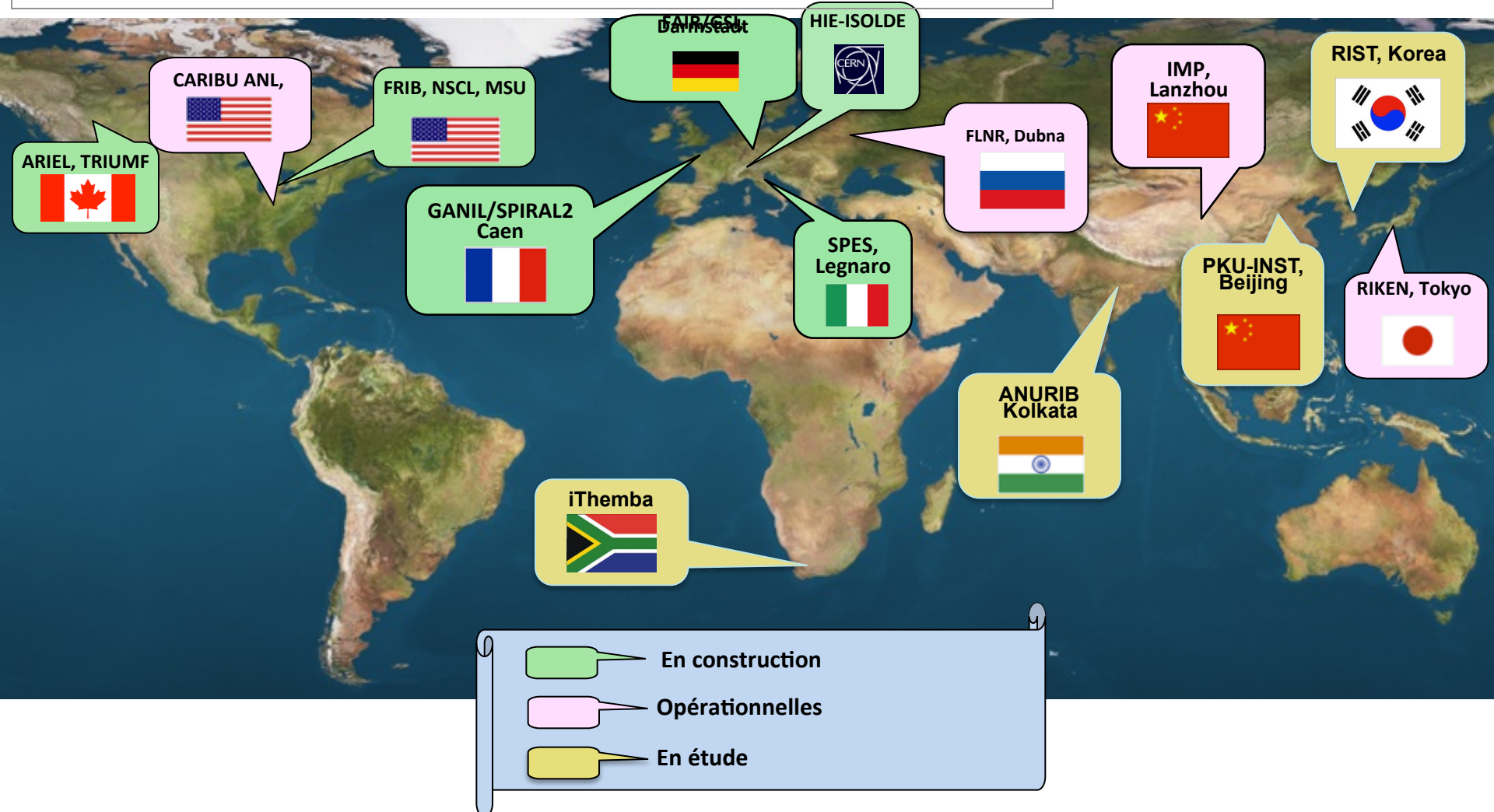
Intensités, pps **94Kr**



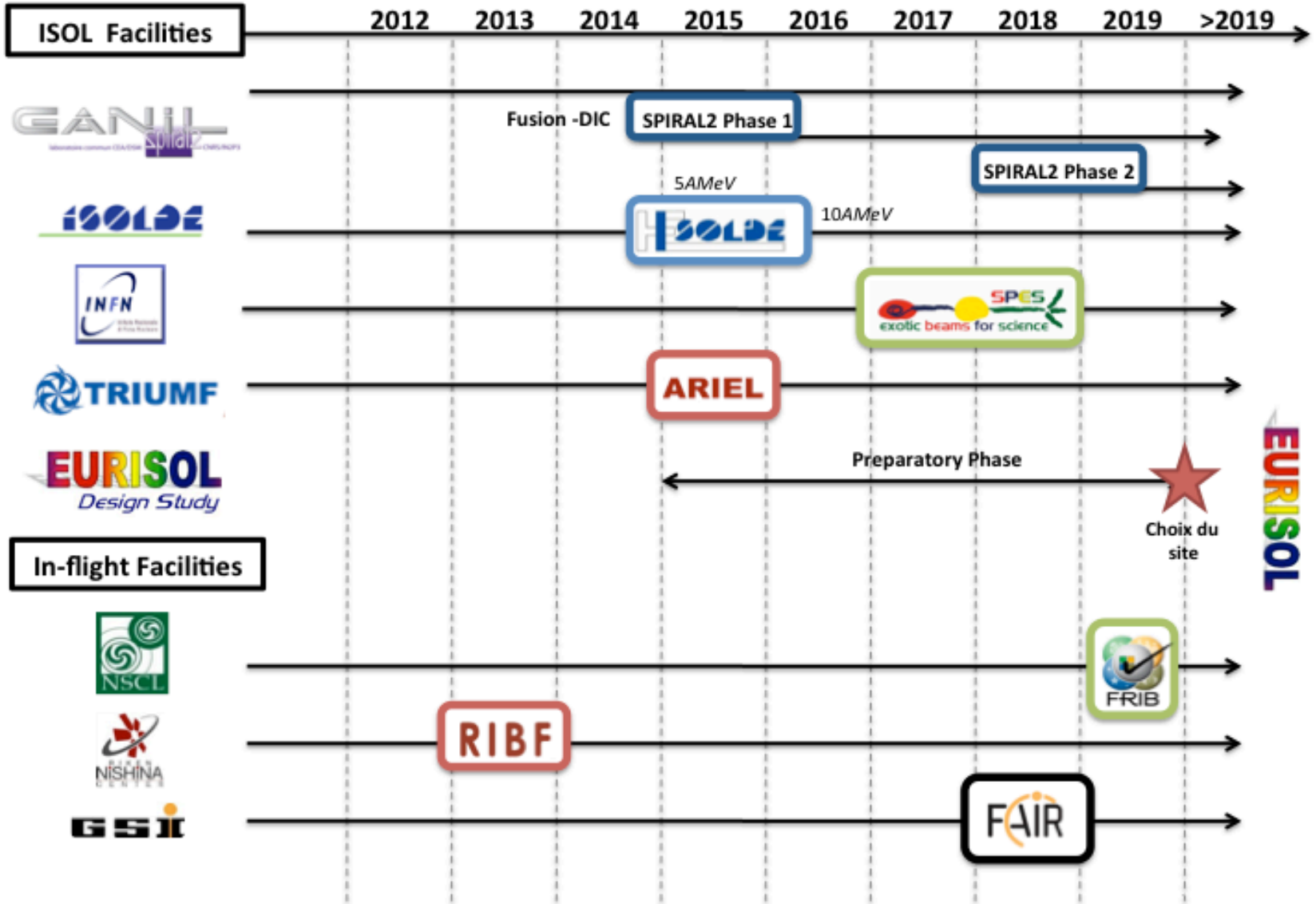
# LES COMPÉTITEURS

**Nouvelles installations de FR:**

**4 opérationnelles, 6 en construction, 4 en étude**



# Feuille de route globale - Installations FR



# Stratégie GANIL/SPIRAL2

- Introduction
- Atouts scientifiques
- Positionnement international
- **Importance pour la stratégie national**
  - **Stratégie Nationale - Infrastructures de recherche 2012-2020**
- Encrages régional et impact socio-économique
- Conclusions et perspectives

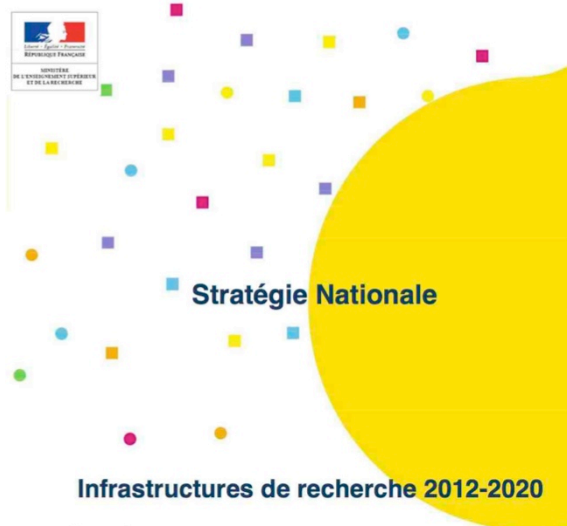
[www.ganil-spiral2.eu](http://www.ganil-spiral2.eu)

# Stratégie Nationale MESR

## Infrastructures de recherche 2012-2020

« Actuellement, les grandes infrastructures en Physique Nucléaire dans lesquelles les scientifiques français sont majoritairement investis, en France et en Europe, sont des complexes d'accélérateurs d'ions lourds localisés sur les sites du GANIL, à CAEN, et de GSI, à Darmstadt en Allemagne délivrant des faisceaux stables et radioactifs. La stratégie dans le domaine vise à maintenir la position de leader dans le domaine. Ces sites ont ainsi vocation à abriter, à l'orée 2014-2020, les fers de lance de la recherche en physique nucléaire européenne, SPIRAL2 et FAIR. »

« SPIRAL2 formera, avec le GANIL d'aujourd'hui, un outil unique pour les faisceaux d'ions radioactifs. SPIRAL2 sera aussi une source de neutrons rapides (14 MeV) parmi les plus performantes au monde pour les dix prochaines années. »



www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

Octobre 2012

[www.enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr)

Octobre 2012

# Stratégie GANIL/SPIRAL2

- Introduction
- Atouts scientifiques
- Positionnement international
- Importance pour la stratégie national
- **Encrages régional et impact socio-économique**
  - **Campus du GANIL**
  - **Valorisation**
  - **Emplois et retour sur l'investissement**
- Conclusions et perspectives





# GANIL

laboratoire commun CEA/DSM **spiral2** CNRS/IN2P3



**Campus Jules Horowitz**  
Epron – Caen – Hérouville Saint-Clair



**Physique Nucléaire  
et Astrophysique**

**Radiobiologie**



**CIRIL**

**Physique atomique  
Sciences des matériaux**

**BIP**



**CYCERON**

**Un grand instrument  
pluridisciplinaire  
pour la recherche française  
et internationale**

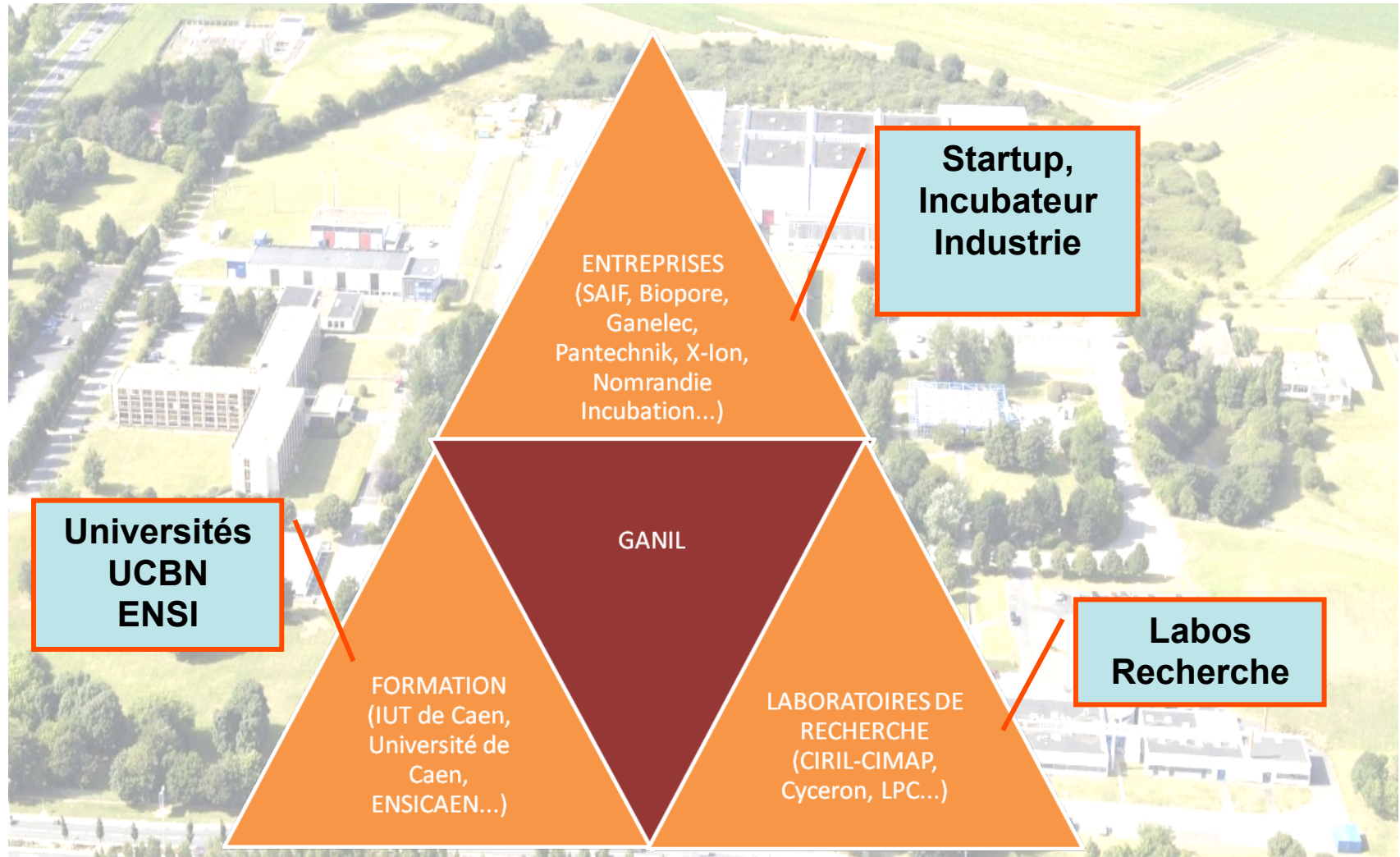


**Sciences de la vie**



# GANIL : Un outil de développement économique

## GANIL connecte Recherche , Education et Industrie



# Impact socio-économique du Ganil en région

**Chaque année Ganil dépense 4M€ dans les PME locales et injecte 14,5 M€ en salaires dans l'économie locale.**

**Donc quand les Collectivités territoriales investissent 50 M€ dans SPIRAL2 GANIL le redistribue dans l'économie locale en moins de 3 ans**

50 M€ apportés par les collectivités pour le financement de SPIRAL2

Dépenses du GANIL en Région Basse-Normandie :  
masse salariale 14,5M€ + autres dépenses 4M€

Année 1 :  
18,5 M€

Année 2 :  
18,5 M€

Année 3 :  
18,5 M€

55,5 M€ réinjectés dans l'économie locale par le GANIL en 3 ans

## EMPLOIS



Emplois permanents (2007)	
GANIL	253
Cyceron	90
LPC	64
Ciril	77
Normandie Incubation	114
<b>TOTAL</b>	<b>598</b>

emplois directs

"emplois indirects" \*



## Nouvelles compétences

### Entreprises du GRAND OUEST :

**Génie Civil: SOGEA (Rouen)**

**Electricité: CEGELEC (Rennes)**

**Fluide-Chauffage-Ventilation-Clim: CSO (Brest)**

**Assistance MO: EURIDIS (Cherbourg), SEGULA (Caen)**

**Contrôle technique: APAVE (Caen)**

**Coordinateur sécurité protection santé: VERITAS (Caen)**

**Entreposage gaz: AUXITEC (Cherbourg)**

**Mécanique: SOMINEX, ACE, JTMEQUAL, EFINOR, ACIEROC**

**Automatisme: ETM (Caen)**

**Câblages intégration: SICAP (Caen)**

**PCN spécifique: CIBEL (Caen)**

**Electronique: OUESTRONIC (Rennes)**

**Aimants: SIGMAPHI (Vannes)**

**UGB,TCA: CLEMECY (Le Mans)**

**...+ sous traitants**

**→ Une vingtaine d'entreprises « locales »**



## ❖ Accélérateurs de puissance (ESS, ADS, IFMIF)

- LINAC SPIRAL2: deutérons, protons 5mA -> intensité moyenne  
3xSNS = ESS

## ❖ Matériaux

- NFS (d, p, neutrons) et CIMAP (ions lourds)

## ❖ Santé

- Hadronthérapie - *France Hadron*: programme de recherche (radiobiologie, dosimétrie) au GANIL avec  $^{12}\text{C}$  à 95 AMeV
- ARCHADE (Cyclotron supra p 230 MeV,  $^{12}\text{C}$  400 AMeV)

## ❖ Valorisation et emploi

- Sources d'ions (PANTECHNIK – leader mondial)
- Test et durcissement de composants électroniques pour l'espace (ASTRIUM, ATMEL, CNES, EADS, ...)
- Normandie Incubation: Incubateur d'entreprises (62 projets, 44 entreprises, 220 emplois)

➤ **Mesure de données nucléaires de base:**

- réacteurs de nouvelle génération
- recherches sur la fusion
- transmutation des déchets nucléaires

➤ **Biologie:** irradiation de cellules

➤ **Médecine:**

- production de radioéléments par de nouvelles voies de réaction

➤ **Développement et caractérisation de détecteurs:**

- dosimètres et débimètres neutrons
- détecteurs pour sûreté et sécurité

➤ **Irradiation de composants électroniques:** durcissement, SEU

➤ **Analyse d'échantillons par irradiations de neutrons:**

- détermination C dans le sol (fertilité, climatologie,...)
- détermination de la concentration d'oxygène



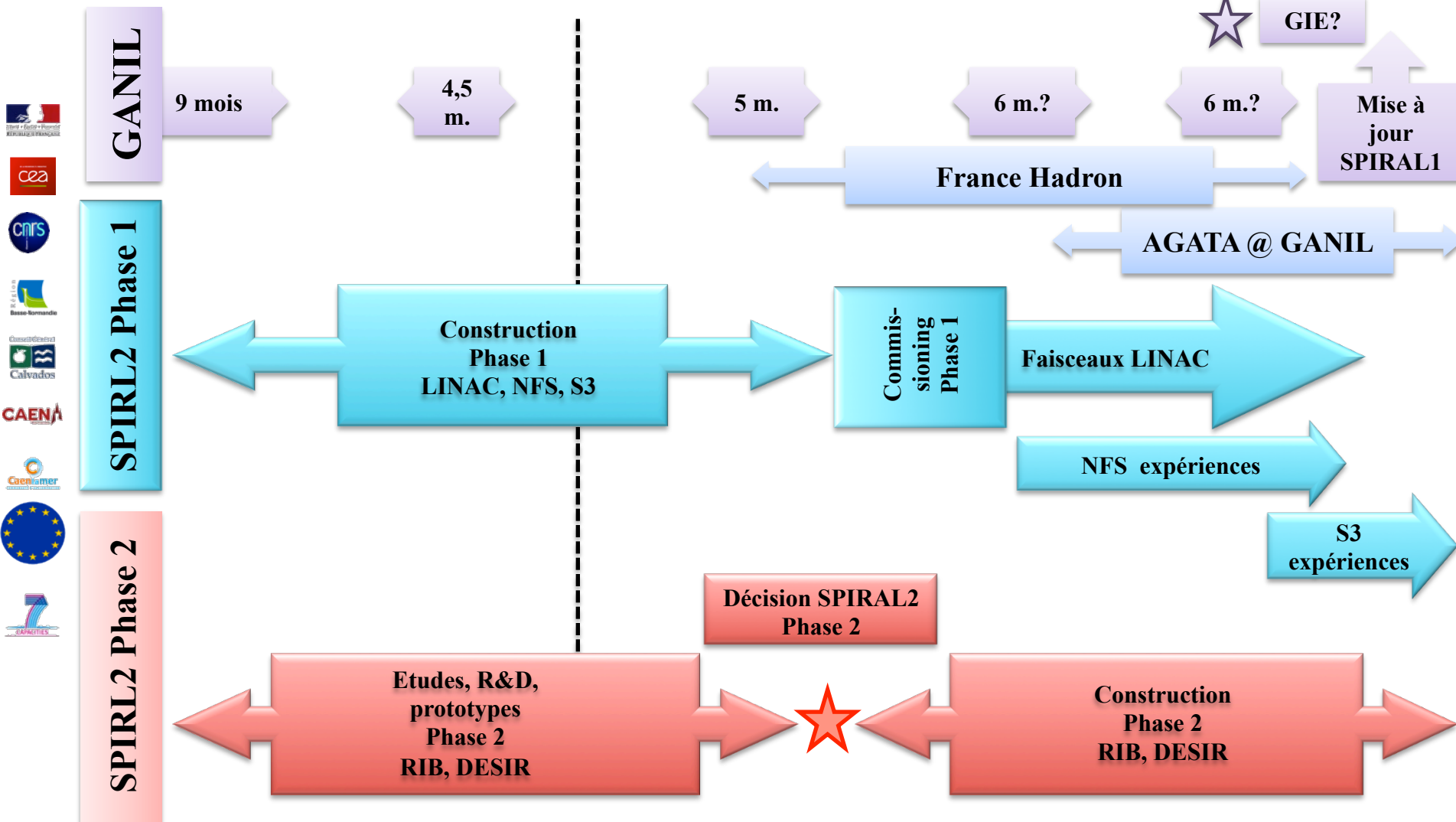


# Stratégie GANIL/SPIRAL2

- Introduction
- Atouts scientifiques
- Positionnement international
- Importance pour la stratégie national
- Encrages régional et impact socio-économique
- **Conclusions et perspectives**
  - **3 ans à venir (planning, budget, postes)**
  - **Perspectives à moyen et long terme**

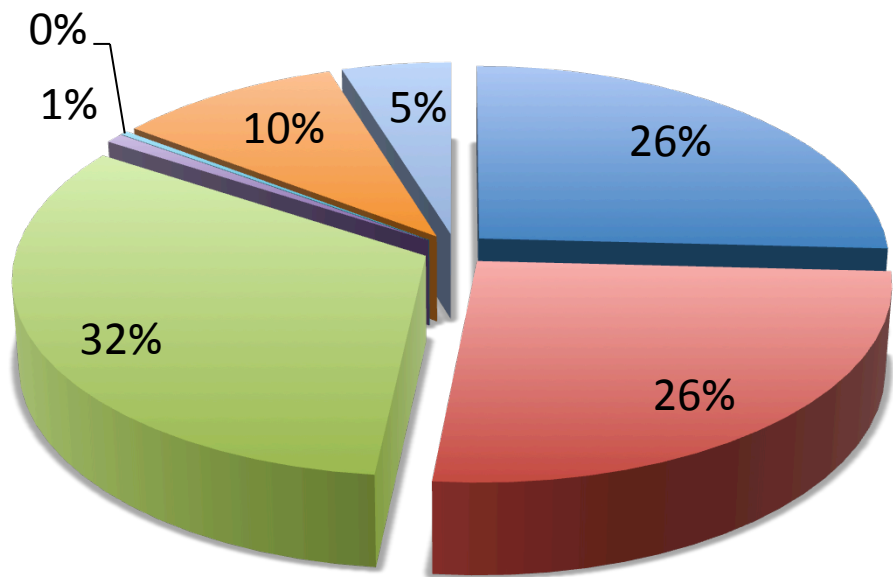
# Jalons GANIL & SPIRAL2

2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015



# Budget SPIRAL2 - Recettes 151,7M€

>50% engagé



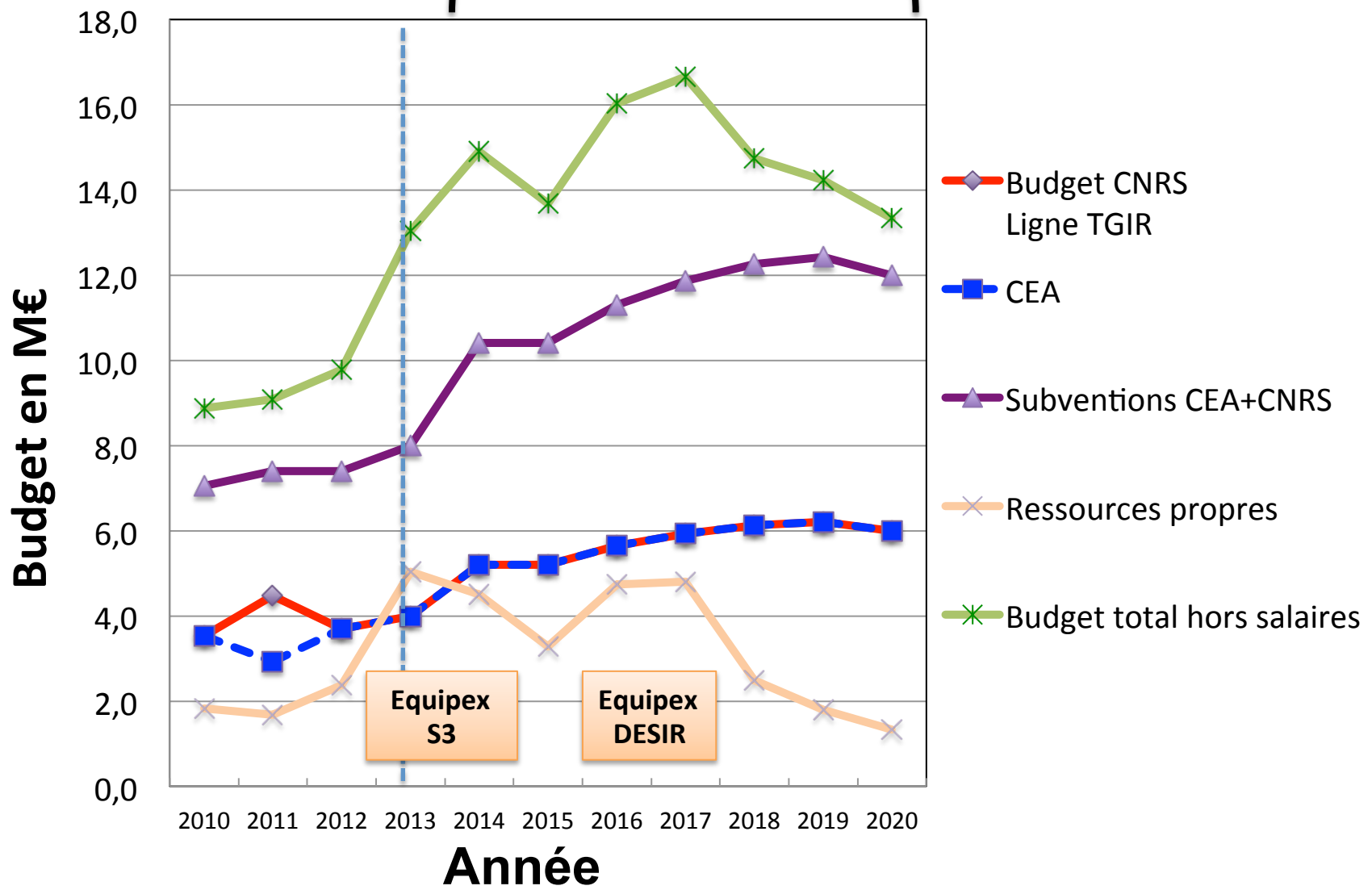
- CEA
- CNRS
- Collectivités
- CPER
- 7° PCRD
- GSI/FAIR
- Autres labos int.

84% reçu pour Ph 1 & 2

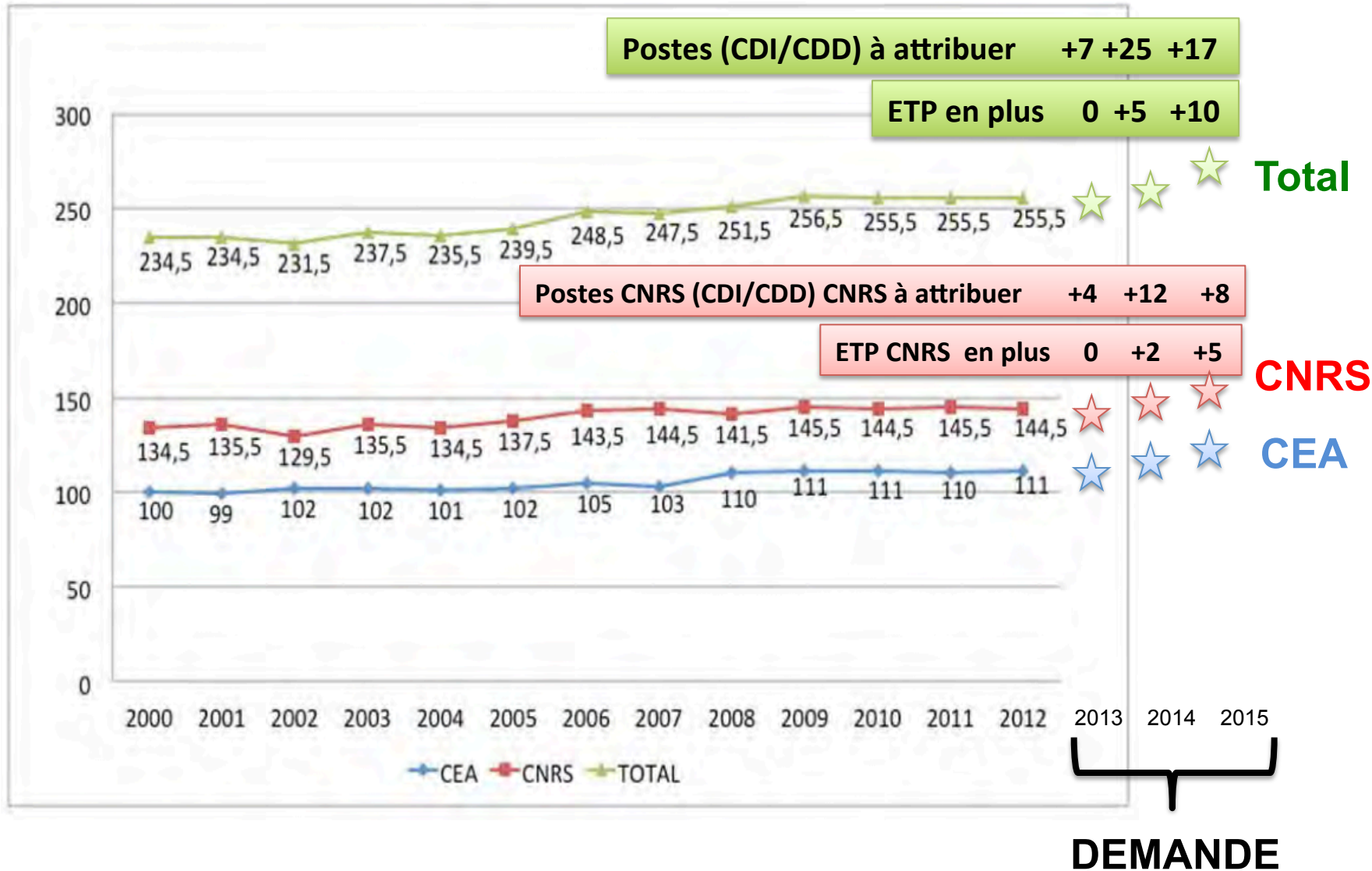


# Budget du GANIL 2010 - 2020

## DEMANDE



# Effectifs – permanents GANIL



# GANIL/SPIRAL 2 facility: status & outlook



**SPIRAL2 Phase 1**  
Commissioning/  
experiments  
in 2014

**NFS**  
Funded  
MoU

**DESIR Coll. Agreement – DECA**  
Funds granted

**S3**  
Funds granted

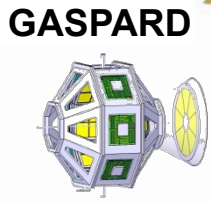
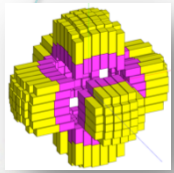
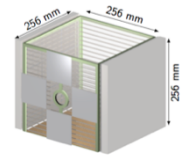
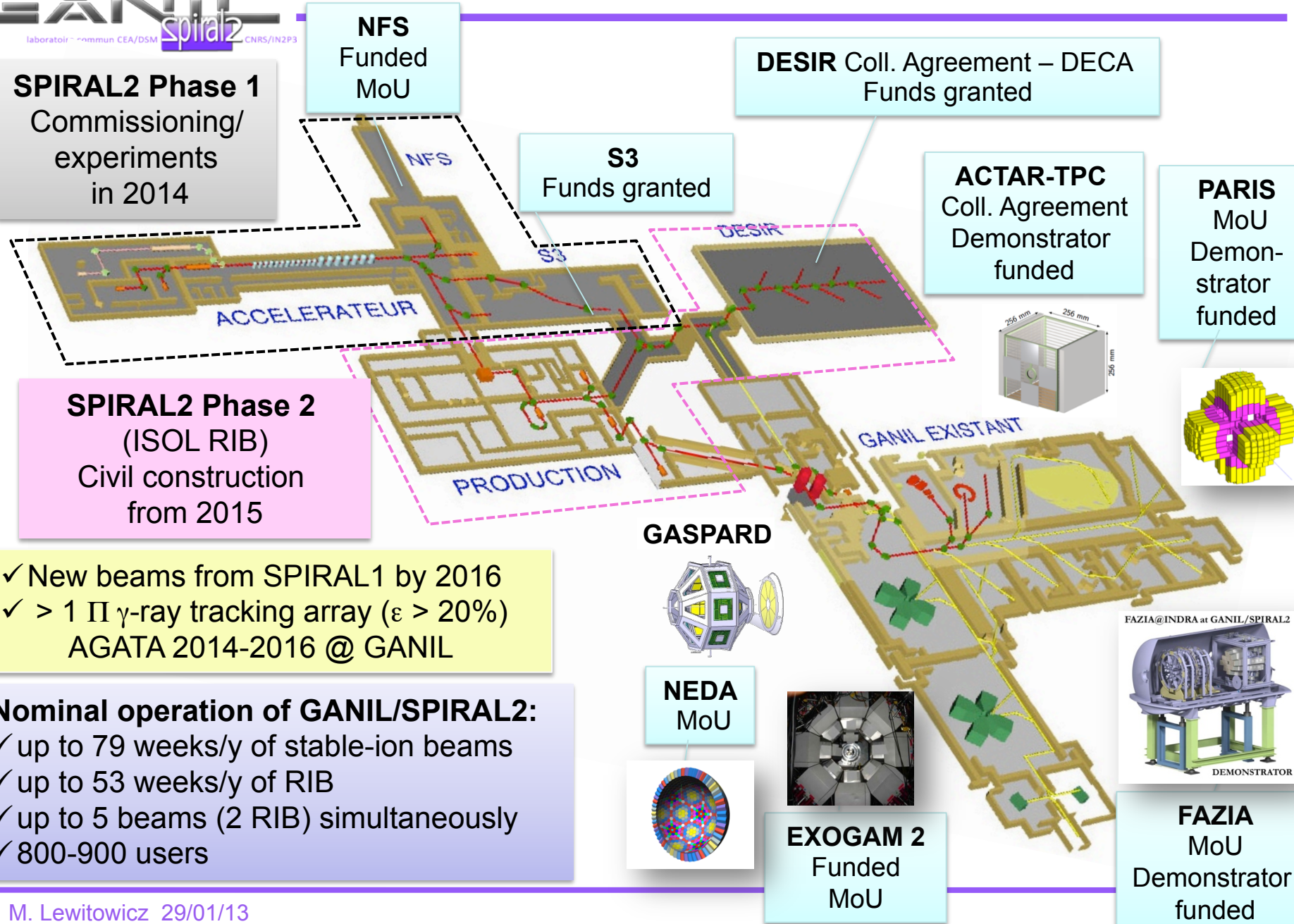
**ACTAR-TPC**  
Coll. Agreement  
Demonstrator  
funded

**PARIS**  
MoU  
Demonstrator  
funded

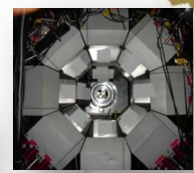
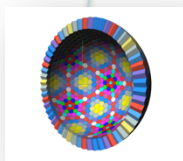
**SPIRAL2 Phase 2**  
(ISOL RIB)  
Civil construction  
from 2015

- ✓ New beams from SPIRAL1 by 2016
- ✓ > 1  $\Pi$   $\gamma$ -ray tracking array ( $\epsilon > 20\%$ )
- AGATA 2014-2016 @ GANIL

- Nominal operation of GANIL/SPIRAL2:**
- ✓ up to 79 weeks/y of stable-ion beams
  - ✓ up to 53 weeks/y of RIB
  - ✓ up to 5 beams (2 RIB) simultaneously
  - ✓ 800-900 users



**NEDA**  
MoU



**EXOGAM 2**  
Funded  
MoU



**FAZIA**  
MoU  
Demonstrator  
funded

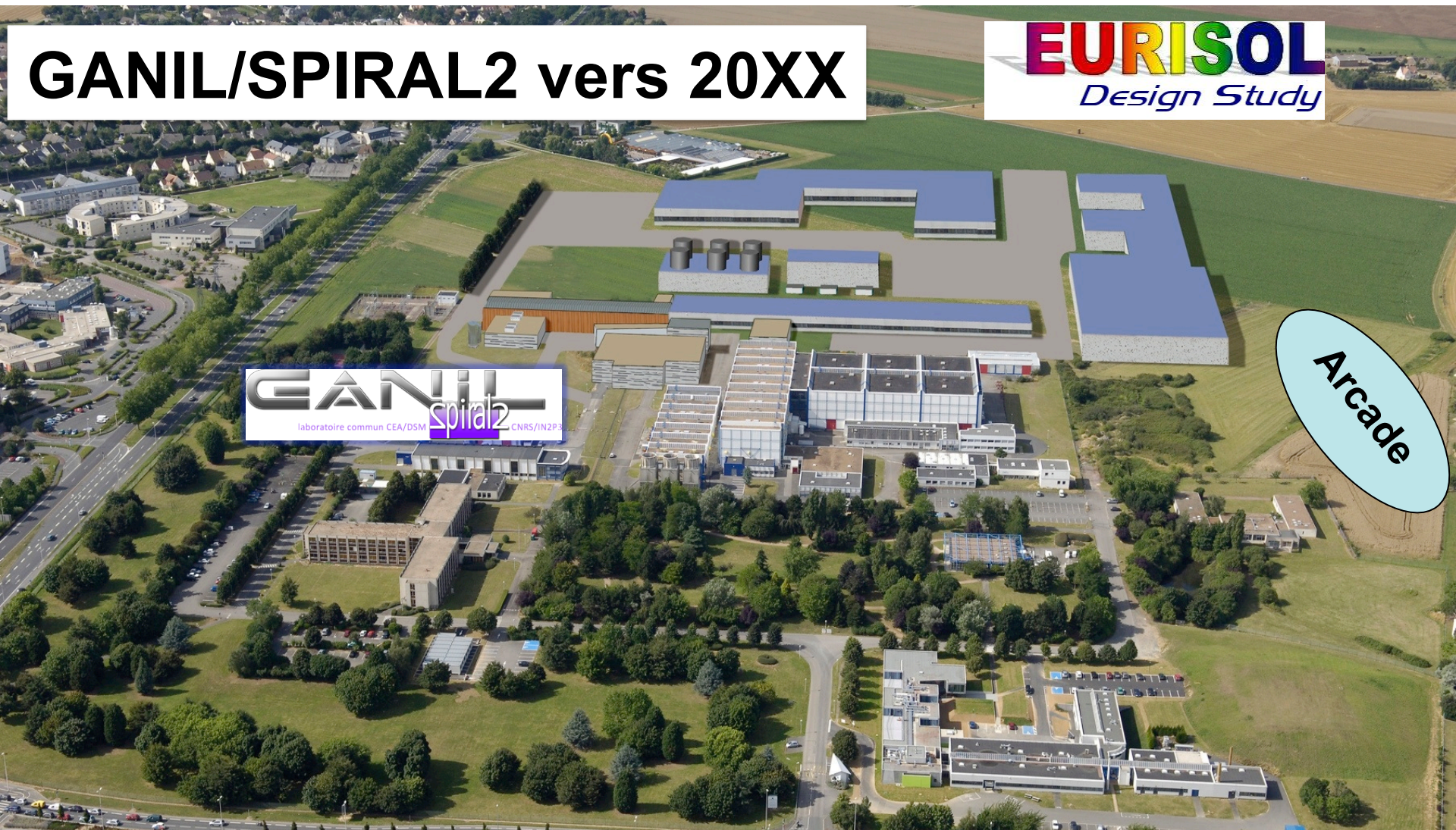


# EURISOL @ GANIL?



**GANIL/SPIRAL2 vers 20XX**

**EURISOL**  
*Design Study*



Arcade

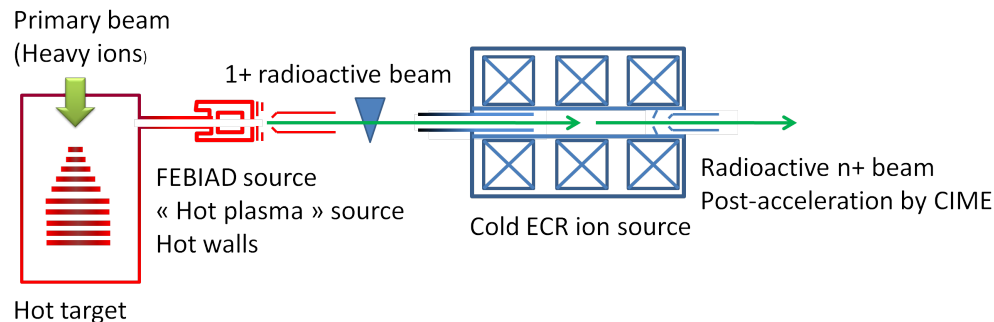




# SPIRAL 1 upgrade – Nouveaux FR

Metallic beams from a FEBIAD ion source

## 1+/n+ ionisation scheme



## PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.kjf-split.hr/periodni/en/>

GROUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PERIOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

**Ionised as radioactive beams**

**Ionized as stable beams**

**Existing beams at SPIRAL**

Most beams have projected intensities  $> 10^6$  pps for 1.5kW primary beam power

**New beams from FEBIAD (LIRAT, IBE): 2015**  
**New beams from Booster (CIME energies): 2016**

*P. Delahaye et al.*