

AGATA: le détecteur du futur en spectroscopie gamma

Marie-Delphine SALSAC

CEA Saclay - DSM/IRFU/SPhN

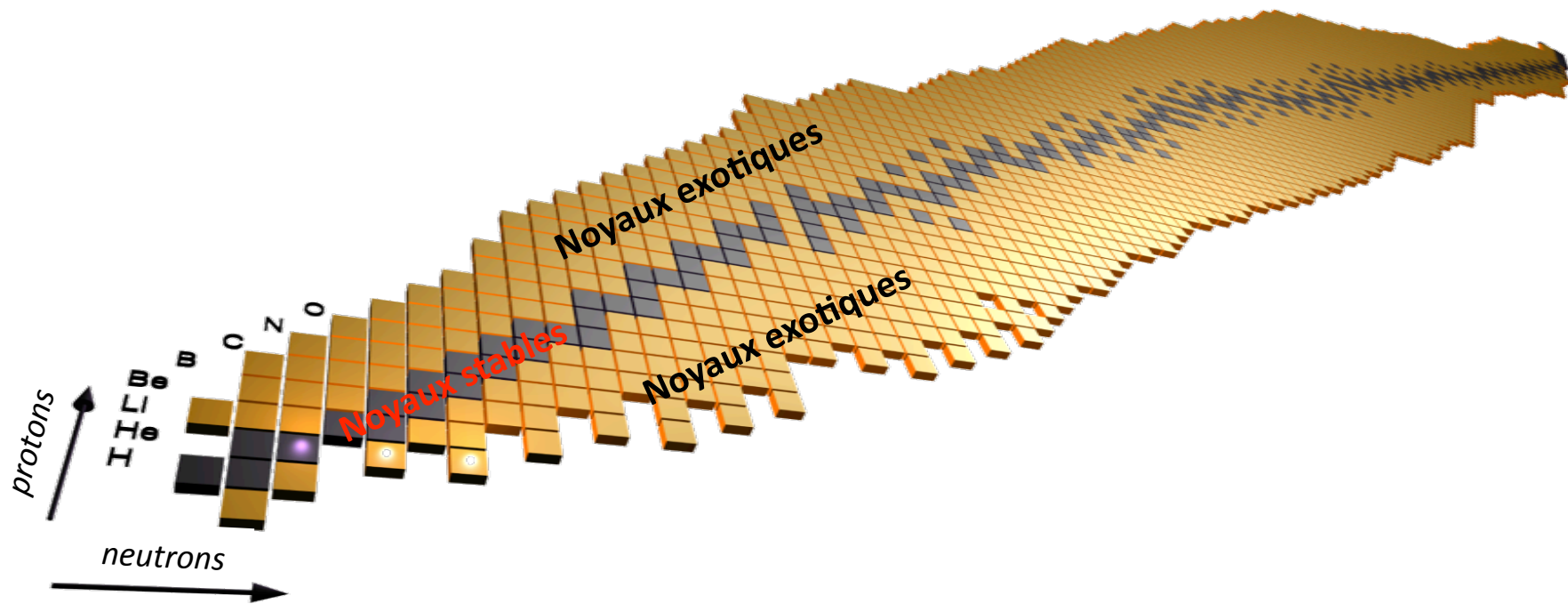


22^{ème} Congrès Général de la Société Française de Physique

1^{er} au 5 juillet 2013, Marseille

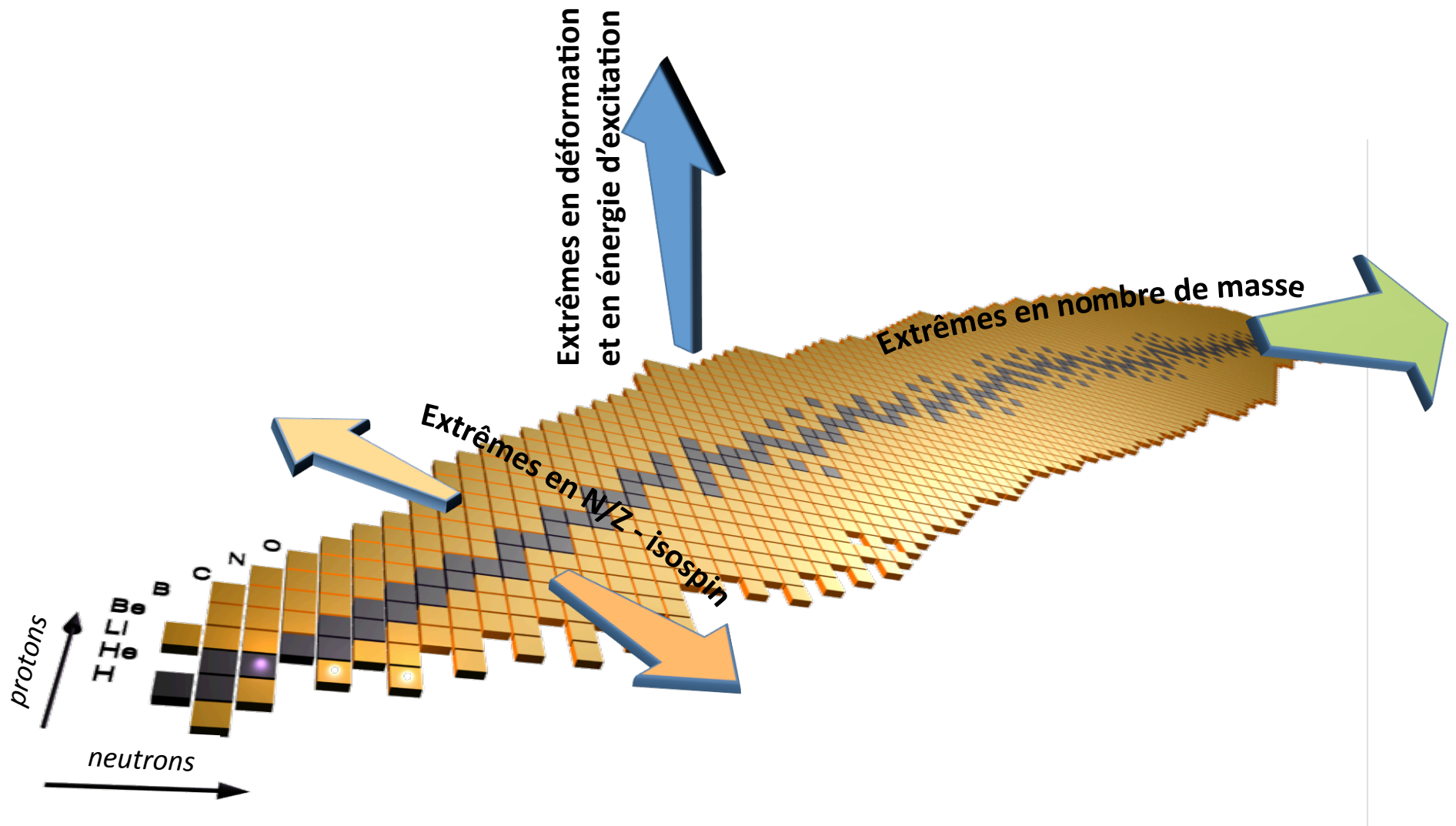


Les nouveaux défis en physique nucléaire



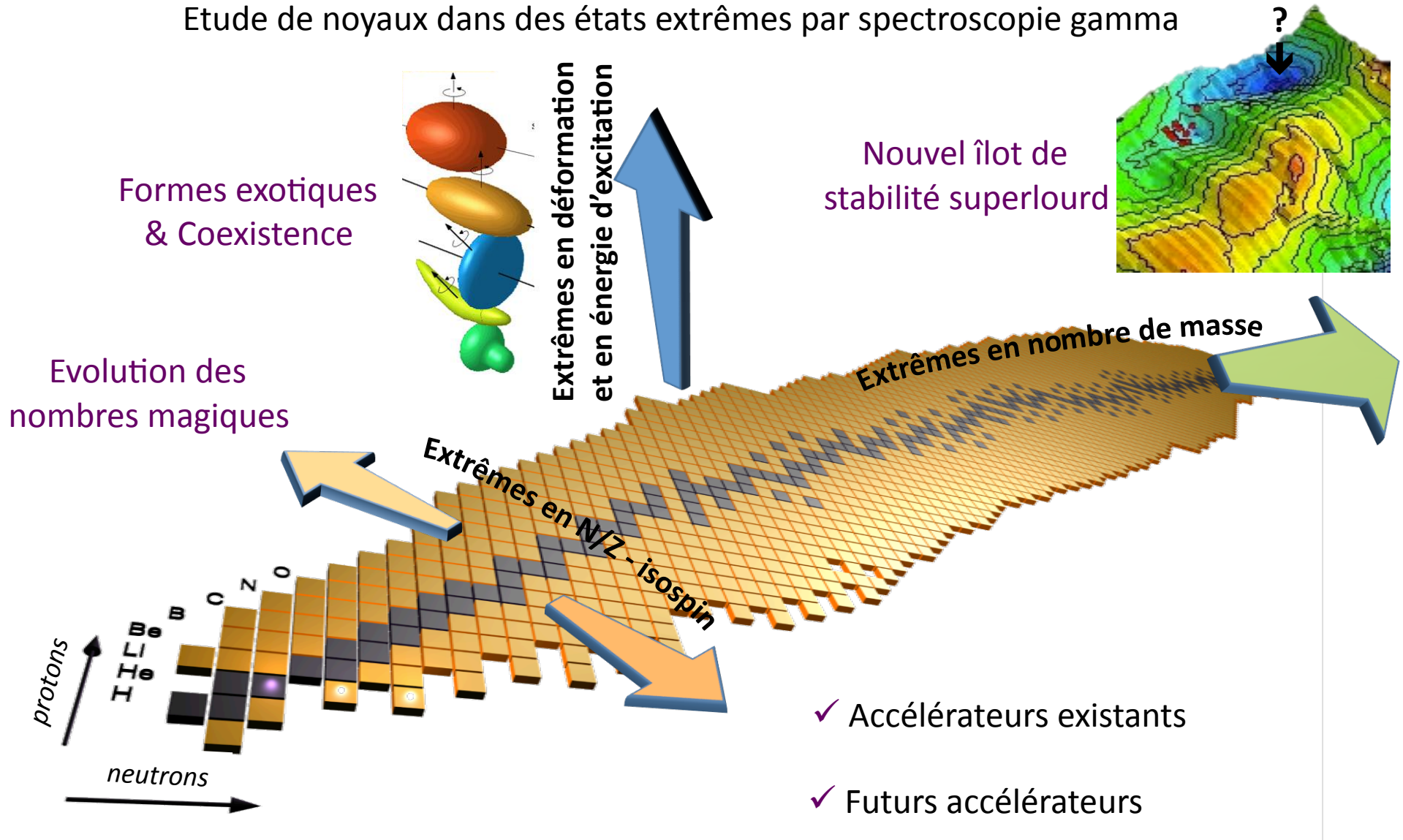
Les nouveaux défis en physique nucléaire

Etude de noyaux dans des états extrêmes par spectroscopie gamma



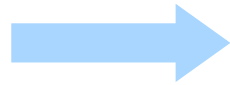
Les nouveaux défis en physique nucléaire

Etude de noyaux dans des états extrêmes par spectroscopie gamma



La nécessité de développer un nouveau spectromètre

FAIR
SPIRAL2
SPES
HIE-ISOLDE
EURISOL
...



- Faible intensité
- Bruit de fond important
- Elargissement Doppler important
- Haut taux de comptage
- Grande multiplicité gamma

Avec ces **conditions difficiles**, on a besoin:

Grande efficacité
Grande sensibilité
Grande modularité
DéTECTEURS ancillaires



Détecteurs conventionnels ne suffisent pas

Nécessité d'un nouveau spectromètre gamma 4π

Une longue tradition européenne de spectromètres

GeHP + enceintes anti-compton en BGO

Détecteurs composites Clover - Cluster

Détecteurs sensibles à la position –
Segmentation des cristaux

« Tracking » des rayons γ

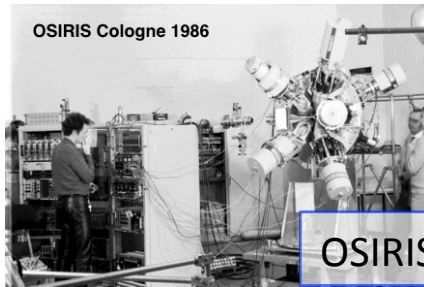
1980

1990

2000

2010

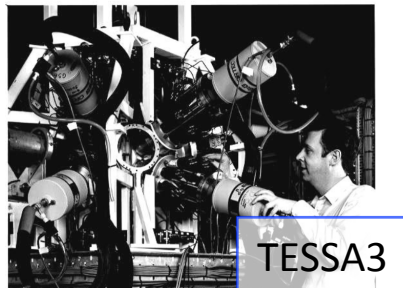
Ge(Li)



OSIRIS

6 GeHP

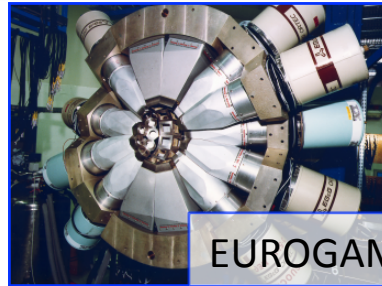
TESSA3



TESSA3

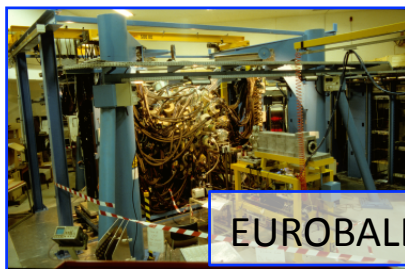
16 GeHP

$\epsilon_{ph} \sim 1\%$



EUROGAM

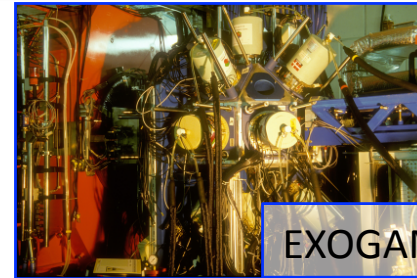
126 GeHP



EUROBALL

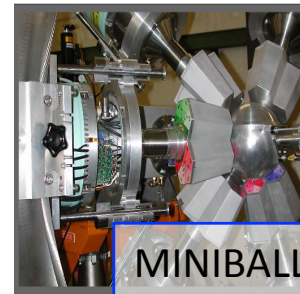
239 GeHP

$\epsilon_{ph} \sim 10\%$



EXOAM

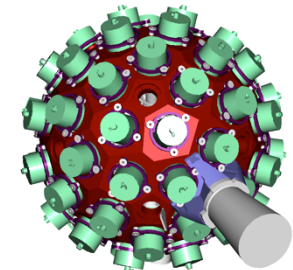
64 GeHP



MINIBALL

24 GeHP

$\epsilon_{ph} \sim 16\%$

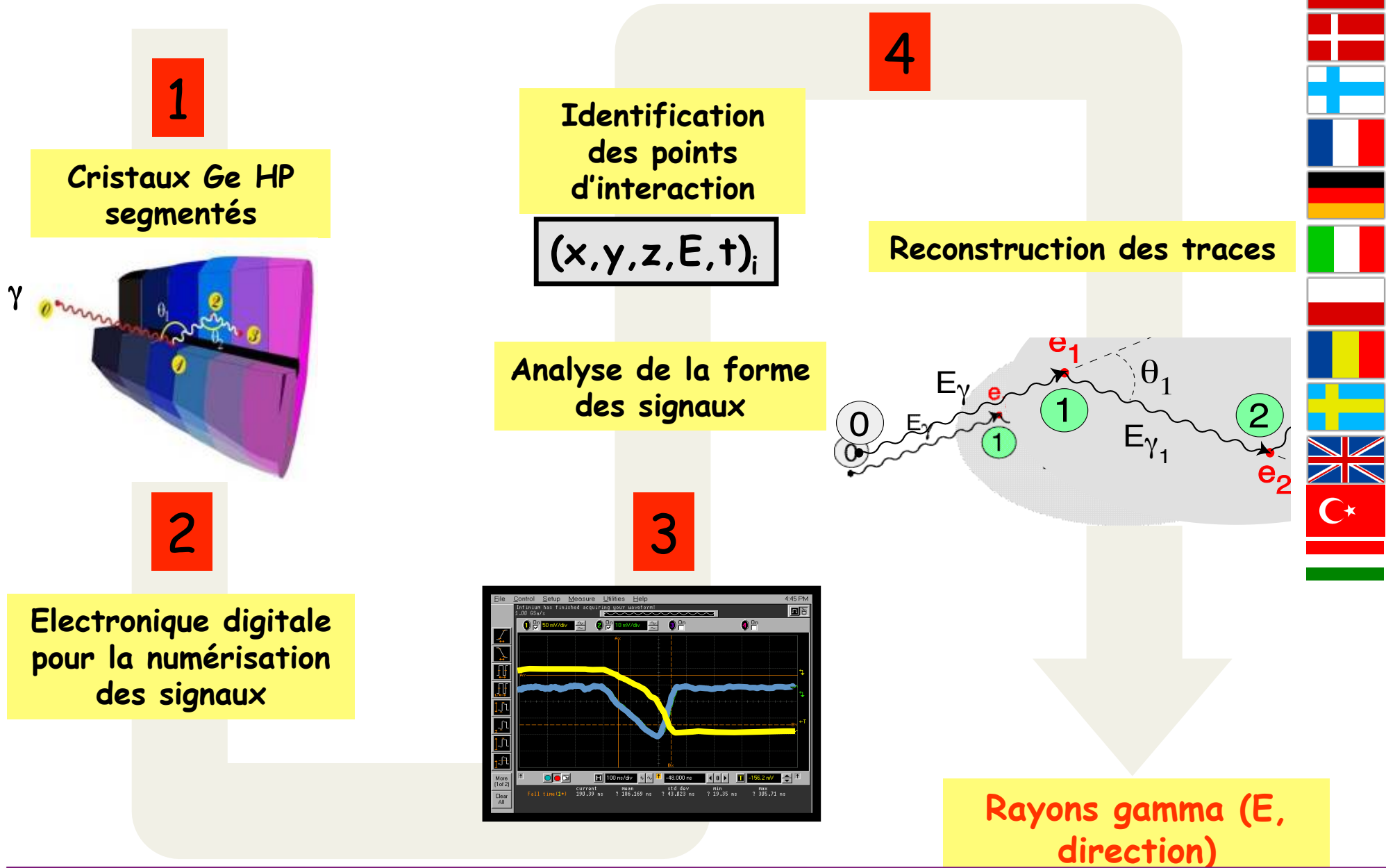


AGATA

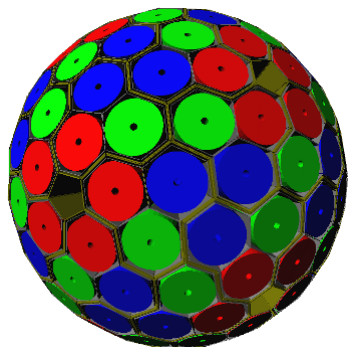
180 GeHP

$\epsilon_{ph} \sim 43\%$

Le « tracking » des gamma: un défi..



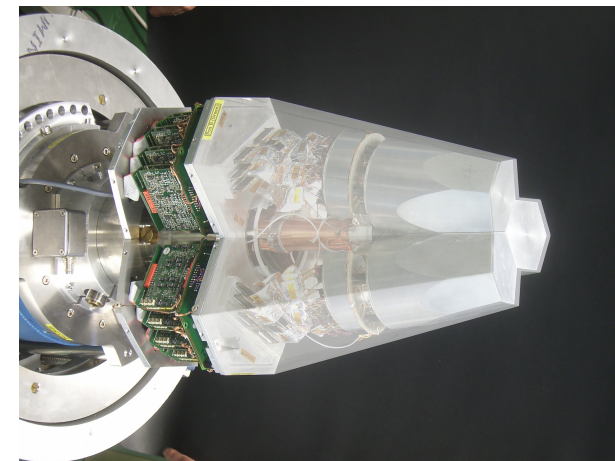
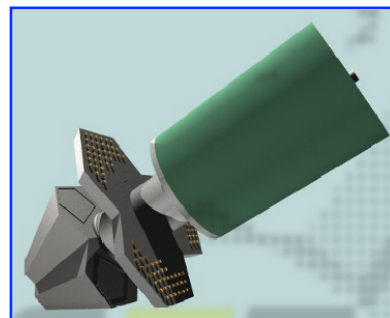
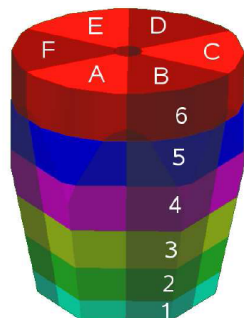
Les détecteurs d'AGATA



AGATA (**A**dvanced **G**amma **T**racking **A**rray)



180 Cristaux



60 Triple Cluster

Cristaux GeHP hexagonaux

3 formes de cristaux

Encapsulés Al (0.8 mm)

36 segments + contact central

Longueur: 90 mm - Diamètre: 80 mm

Poids: 2 kg

Canberra France

Formés de 3 cristaux

111 pré-amplificateurs

Cryostat: LN₂ - 4 litres – 8 h d'opération

CTT Allemagne

Résolutions @ 1332 keV: ≤ 2,35 keV core

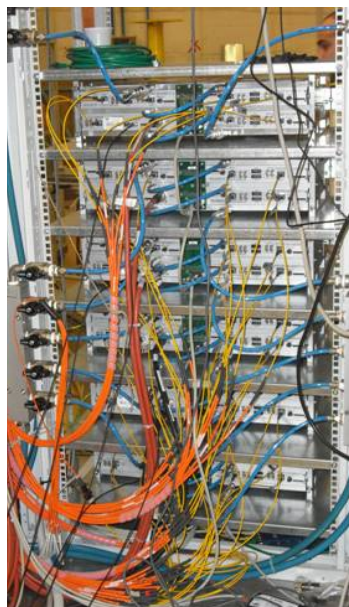
≤ 2,30 keV segments

La chaîne de traitement des signaux

6660 voies!

Digitizers

10 m de câbles

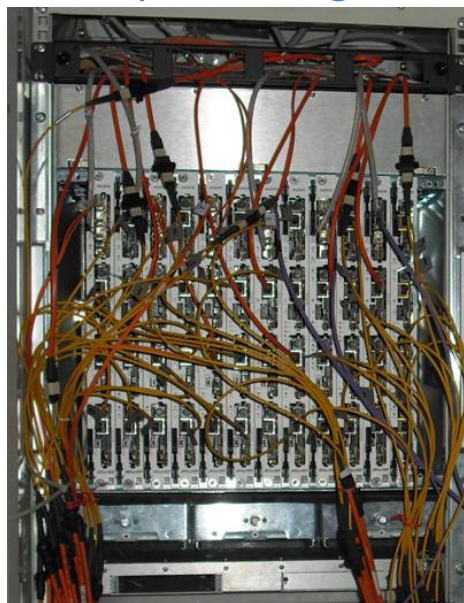


(7.6GB/s/cristal)



80 m de fibres optiques

Electronique pré-
processing



(10 kB/evt/cristal)



20 m de fibres optiques

Ferme d'ordinateurs



Traces

37 signaux d'un cristal / digitizer

ADC de 14 bits – taux 100 MHz

Refroidis par une circulation d'eau

Global Trigger System

Energie

Temps

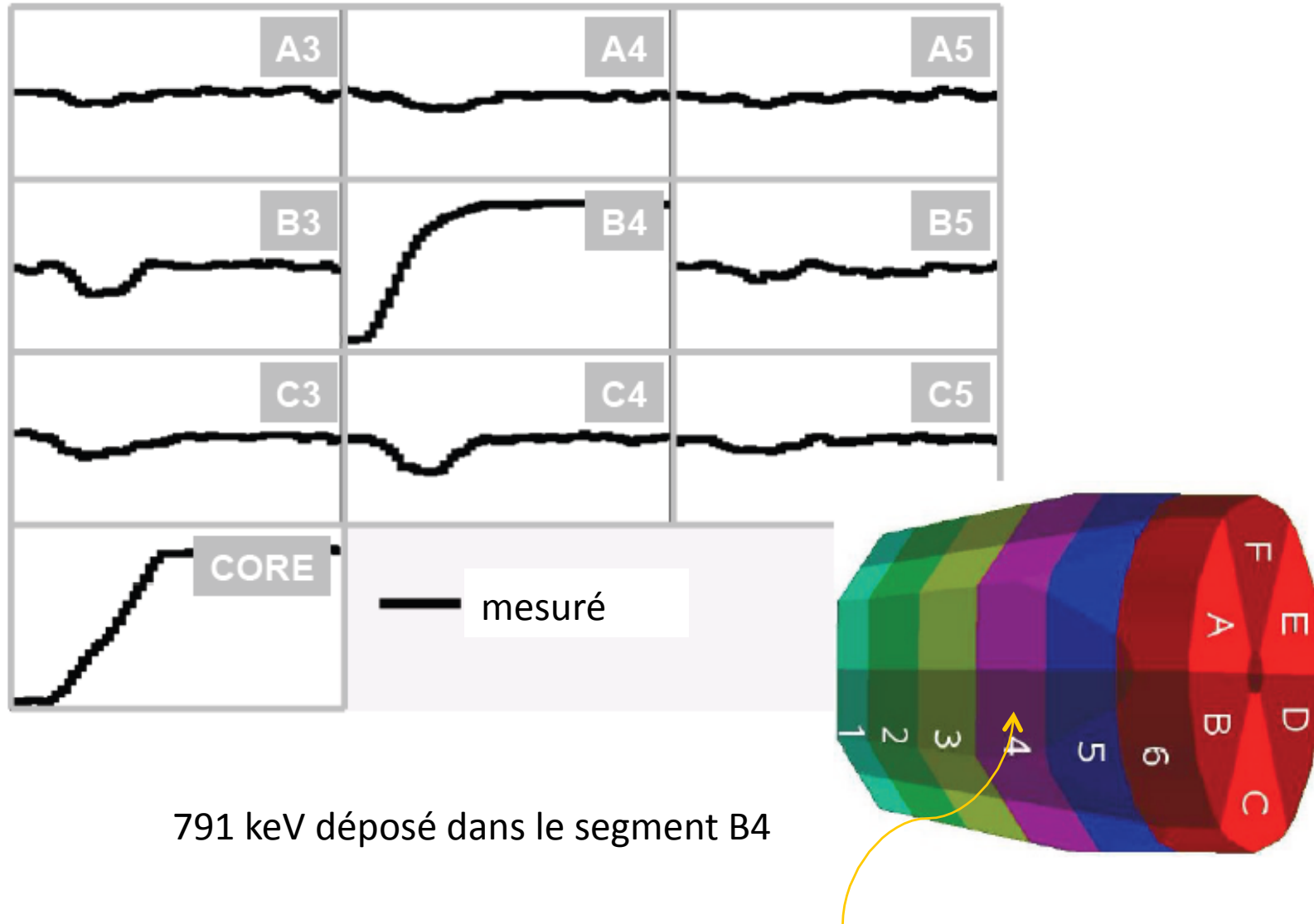
2 cartes ATCA / cristal

Analyse de forme des signaux

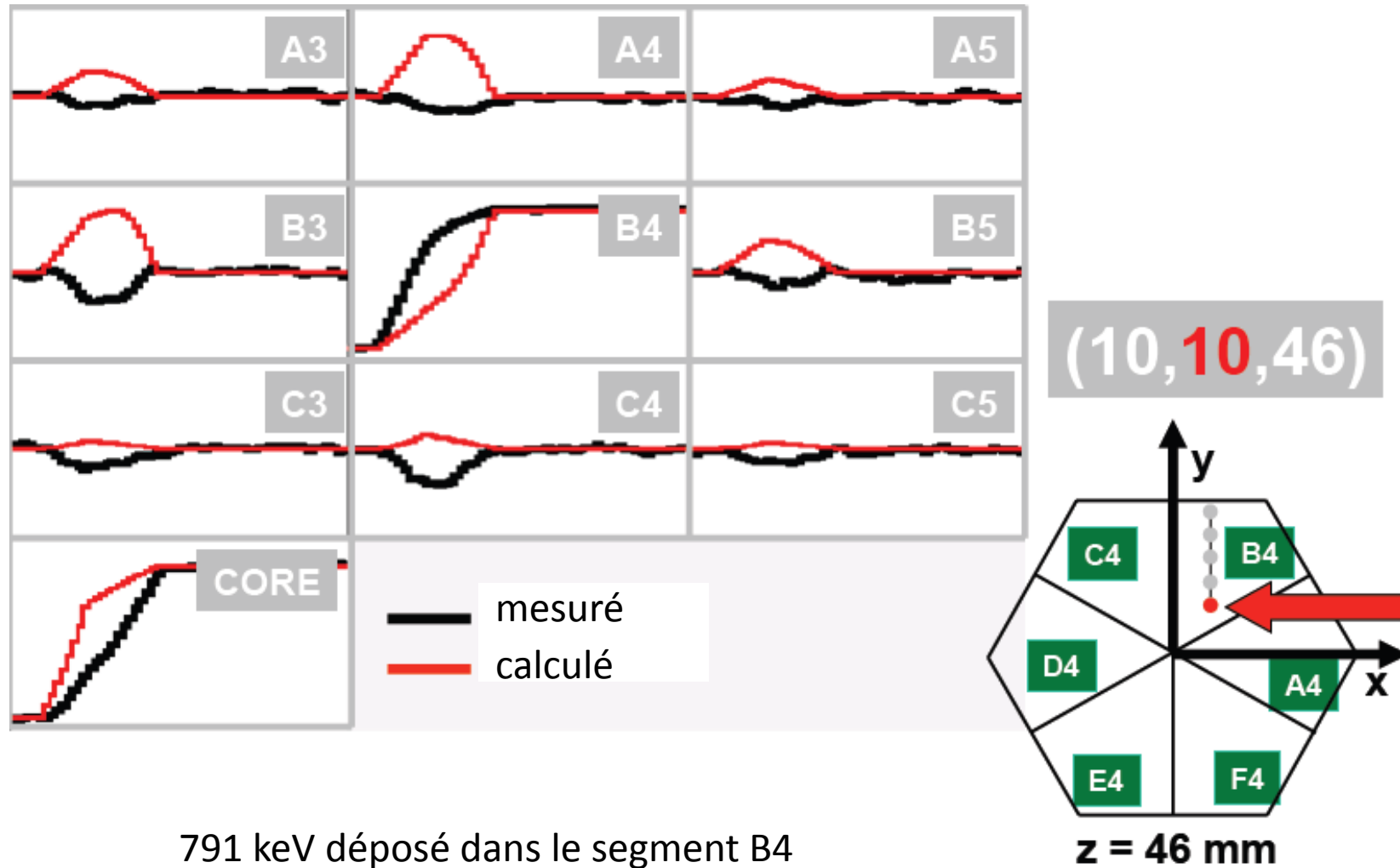
Tracking

Stockage

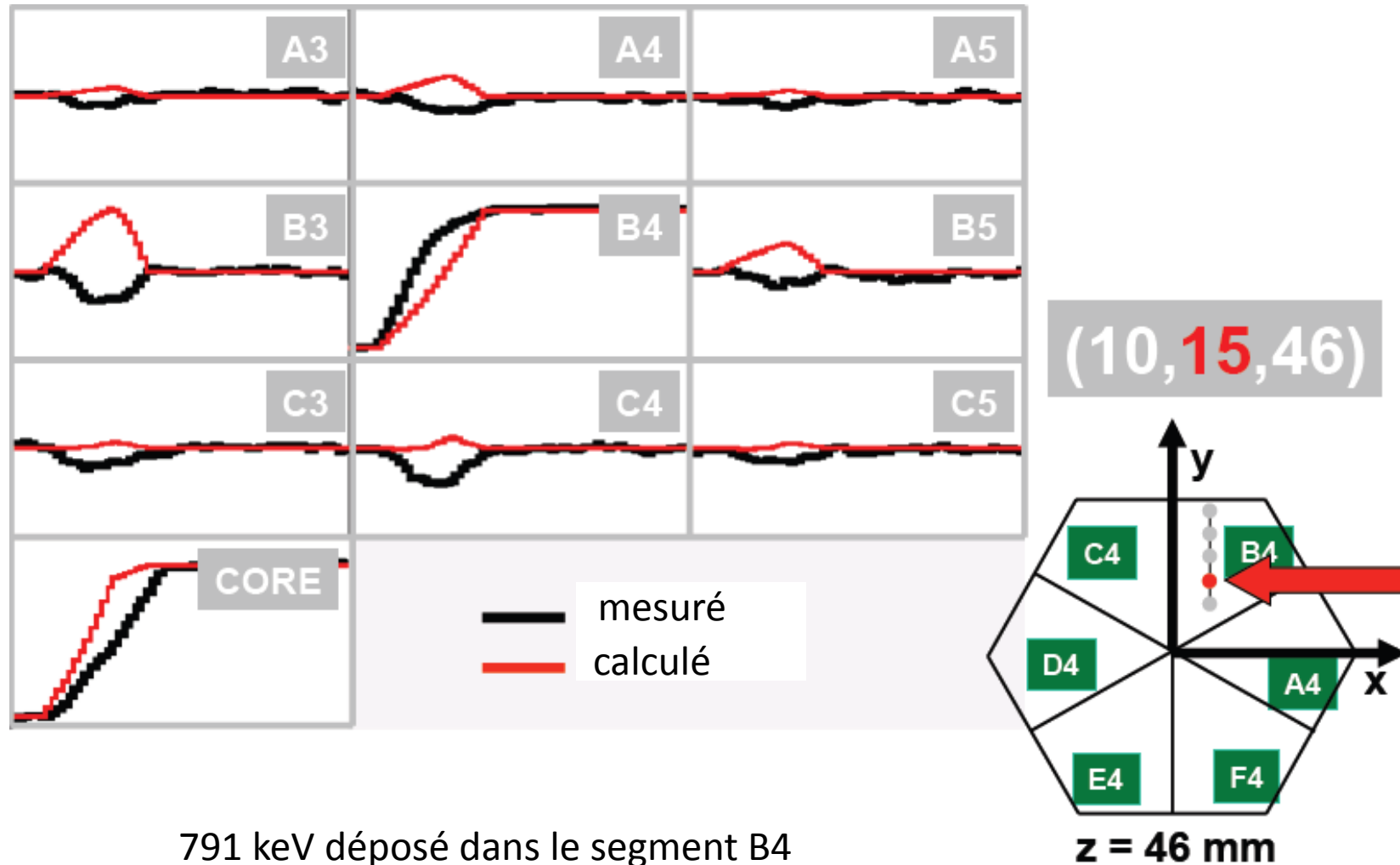
L'analyse des formes d'impulsion



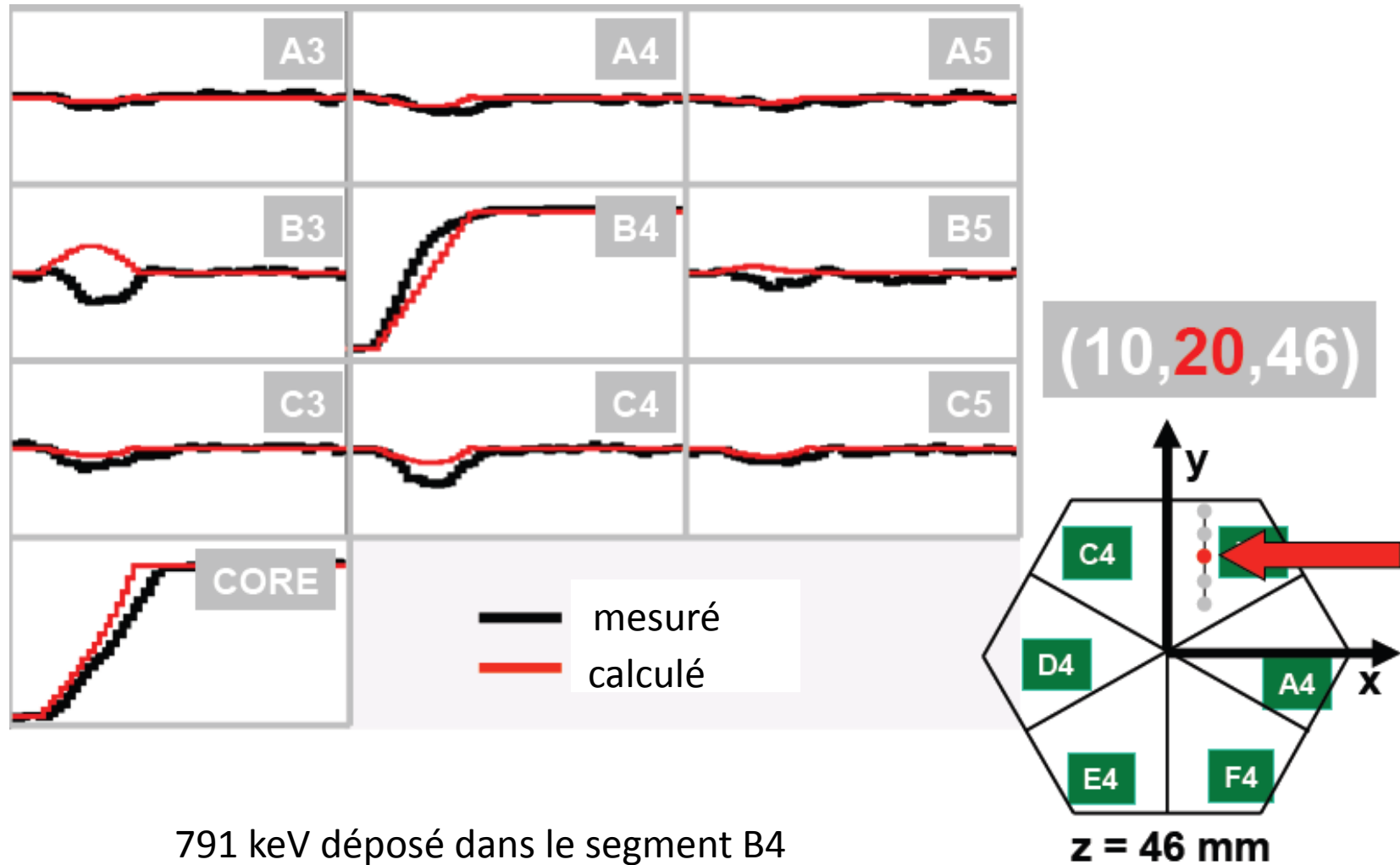
L'analyse des formes d'impulsion



L'analyse des formes d'impulsion

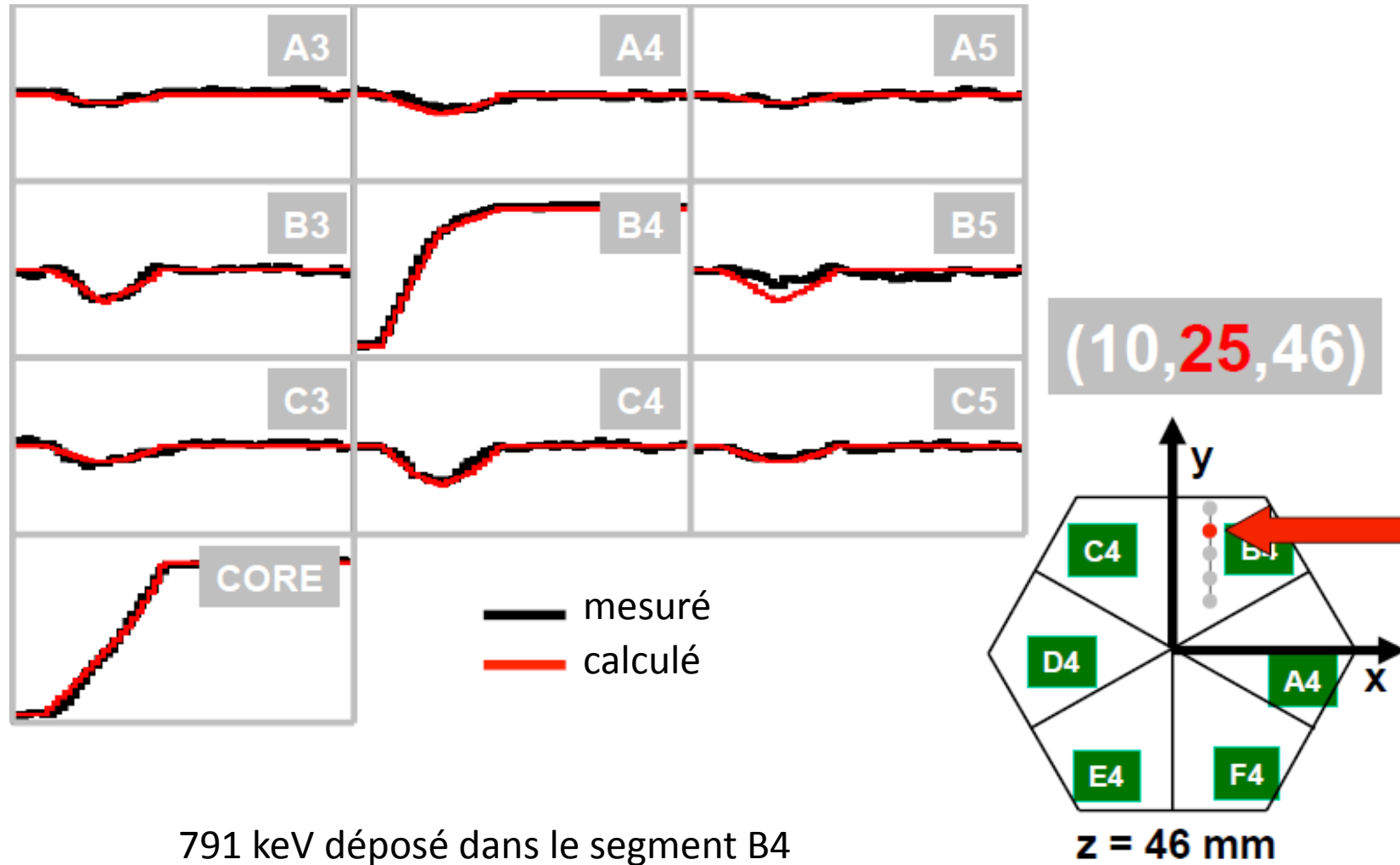


L'analyse des formes d'impulsion



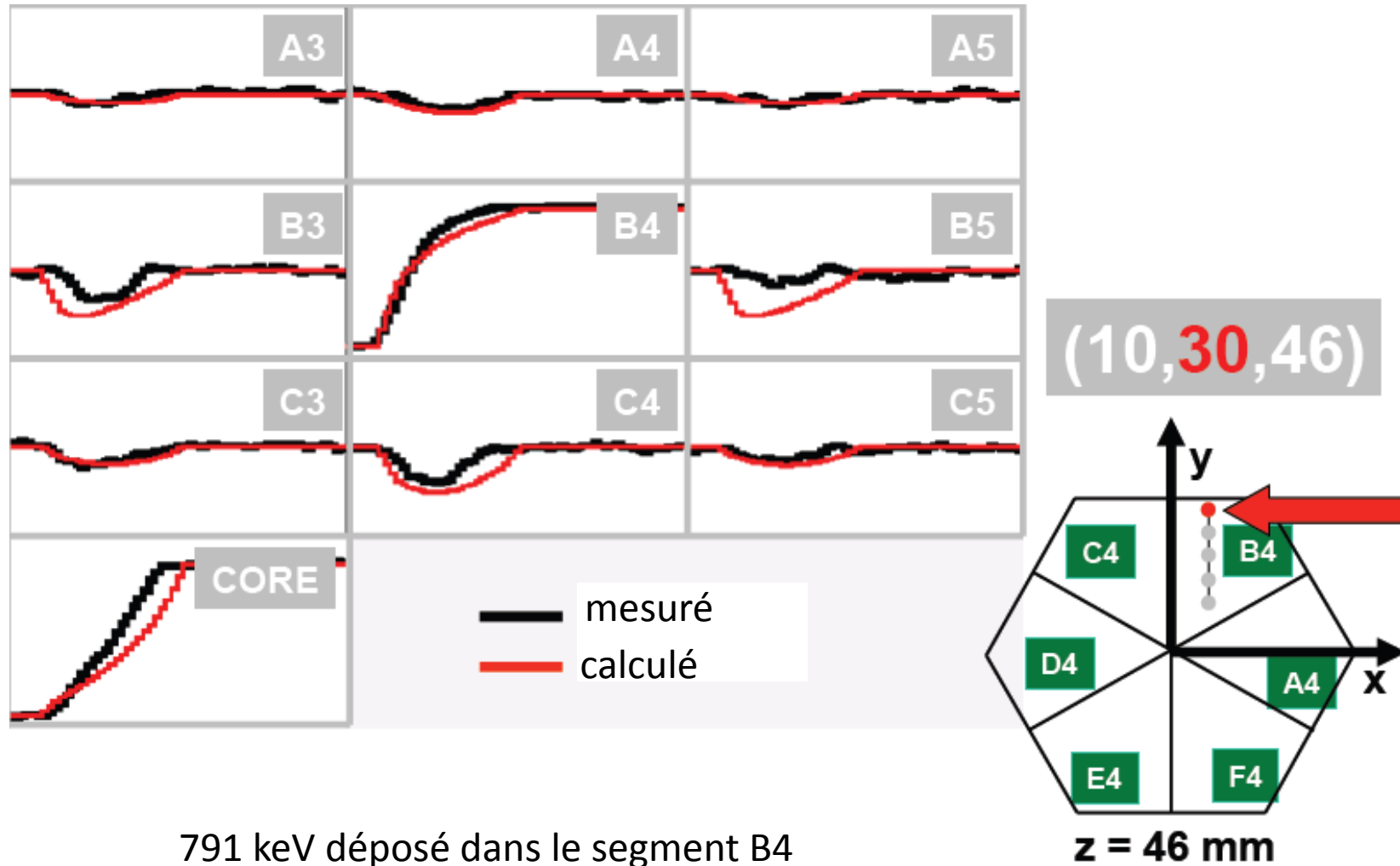
791 keV déposé dans le segment B4

L'analyse des formes d'impulsion

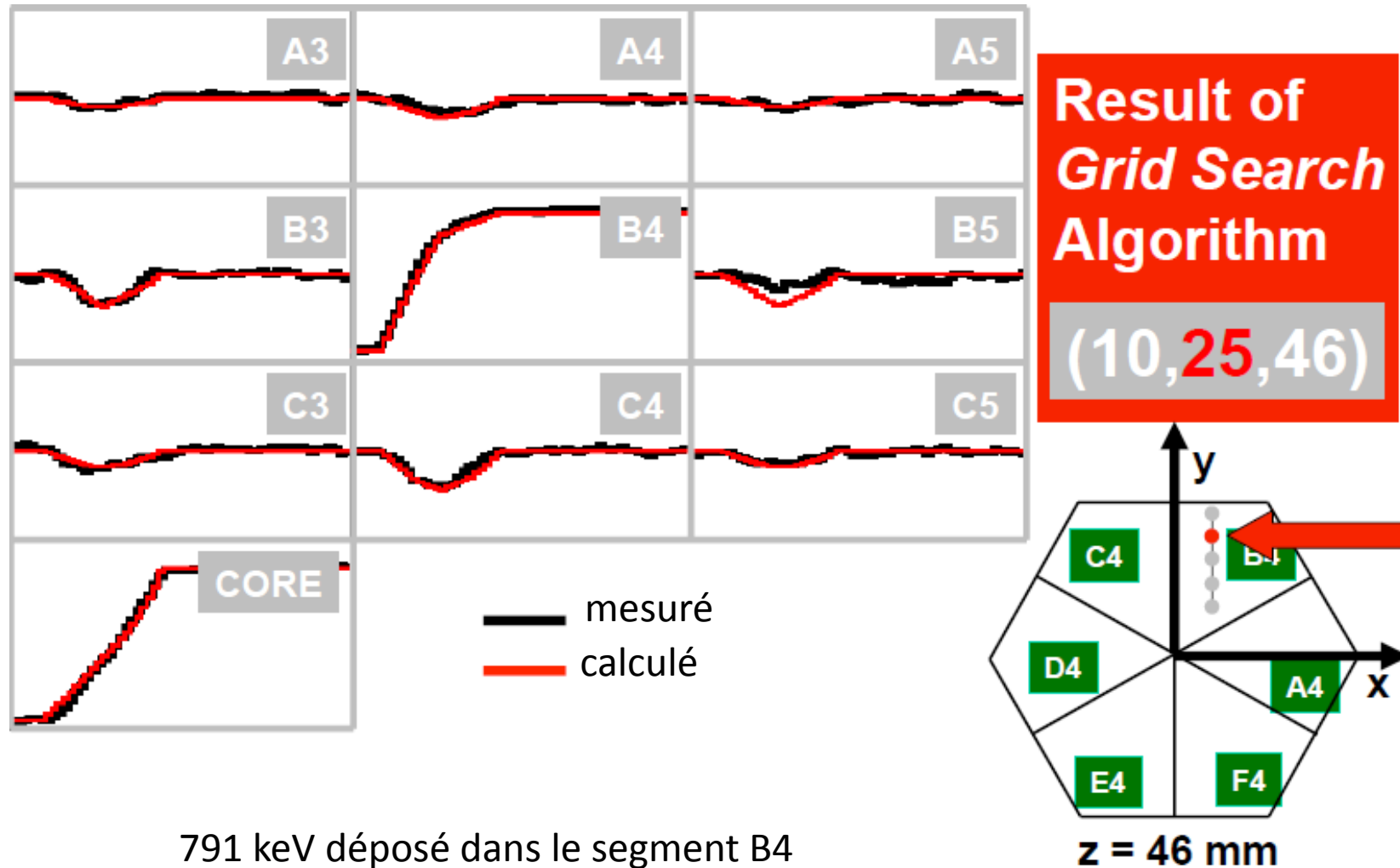


791 keV déposé dans le segment B4

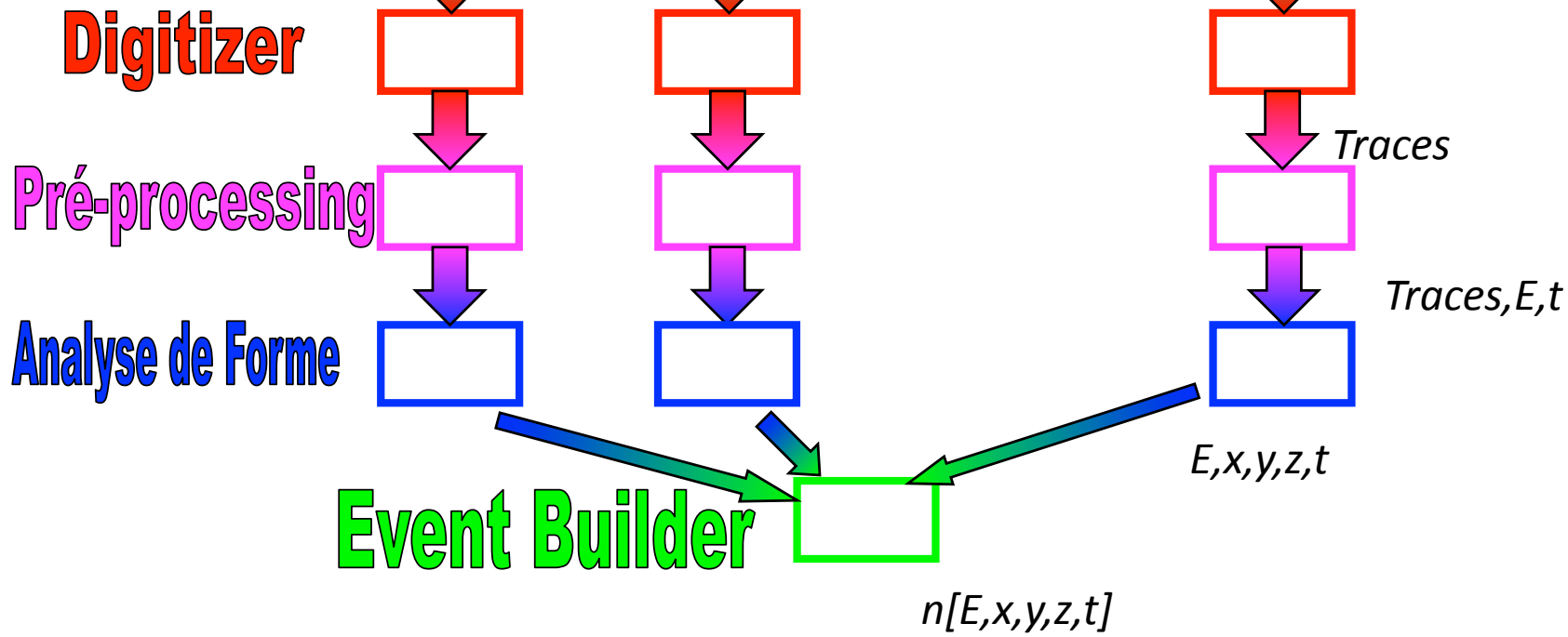
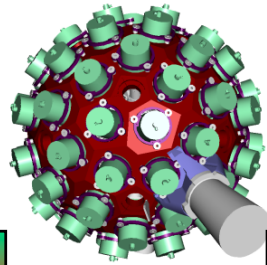
L'analyse des formes d'impulsion

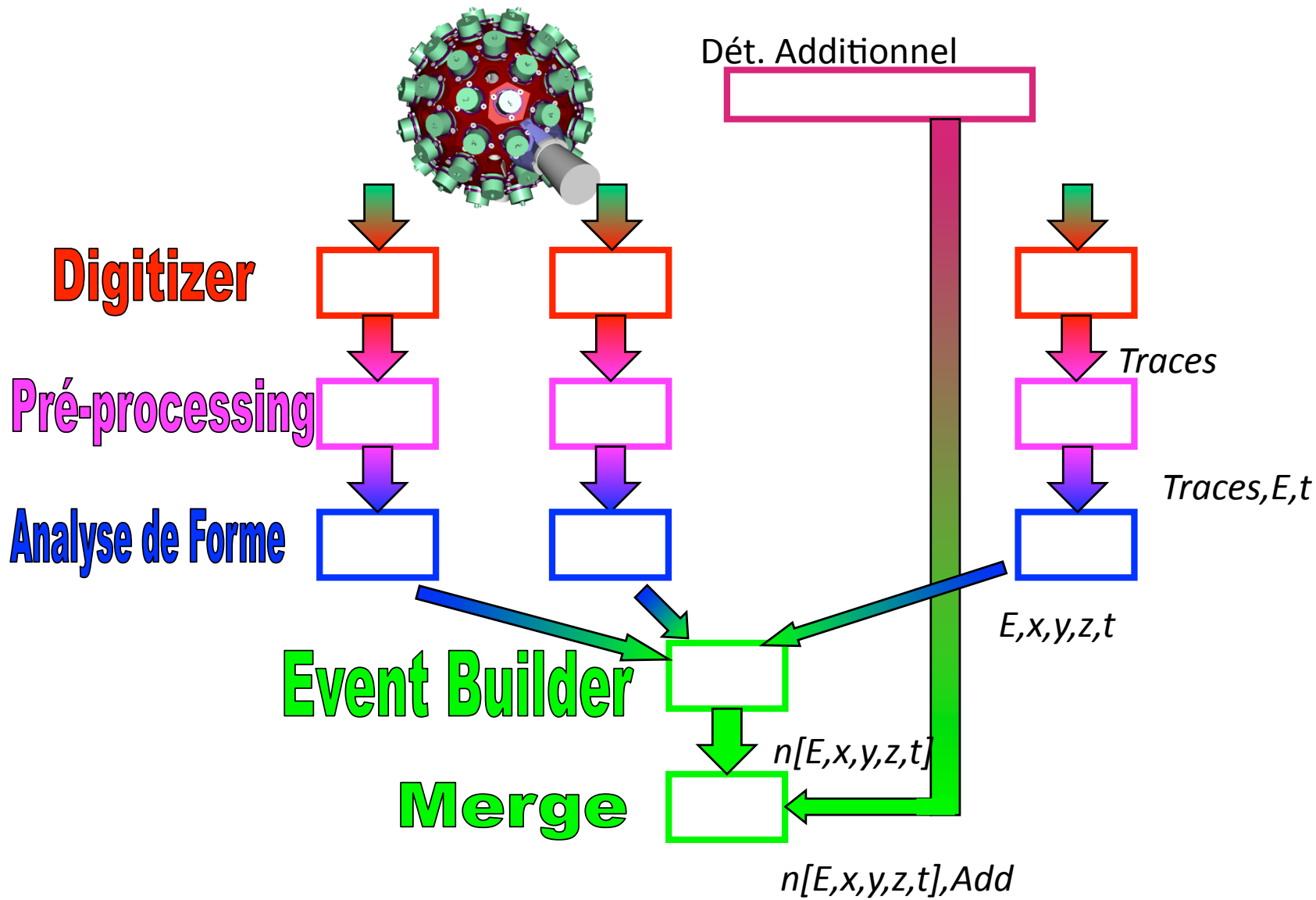


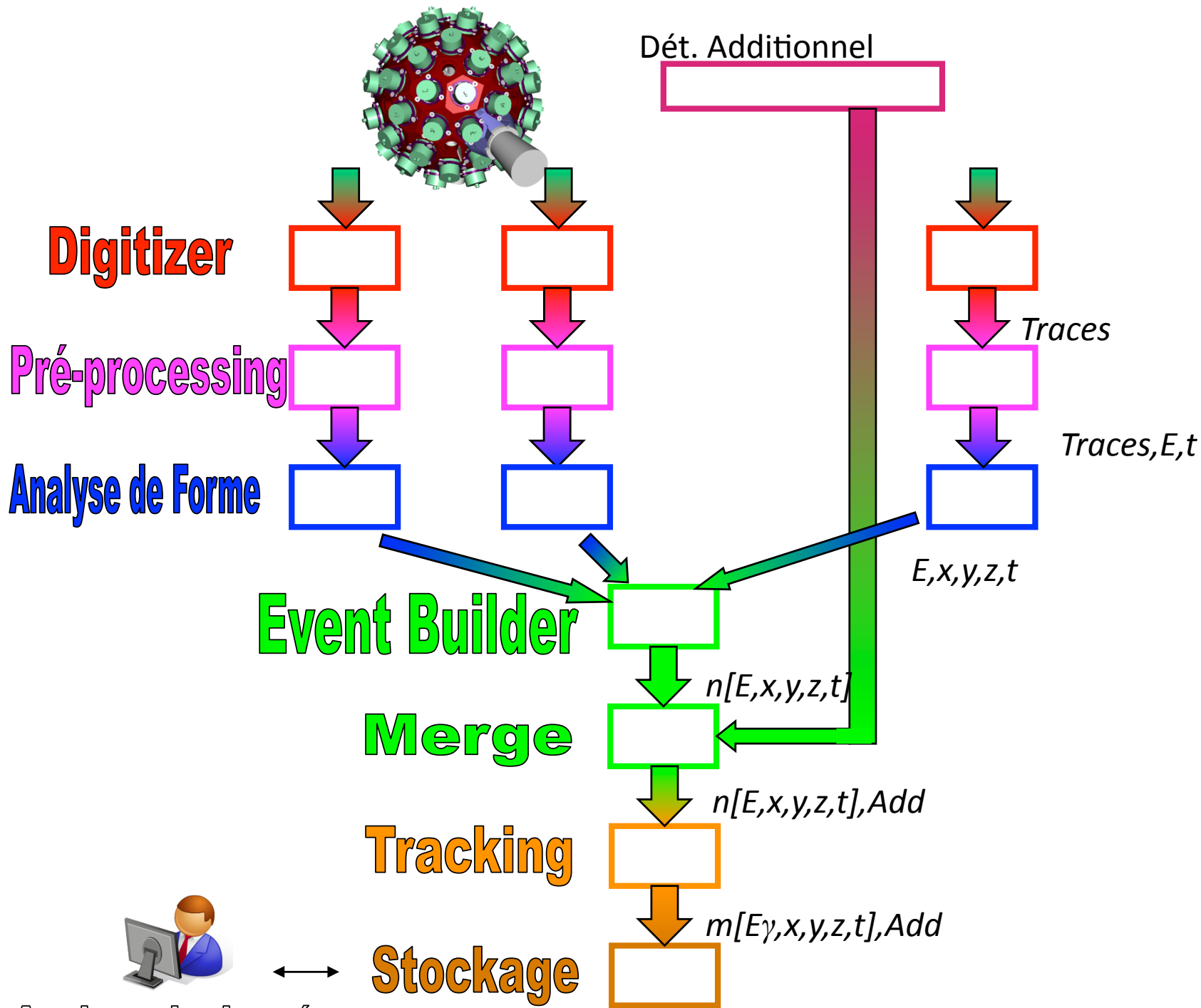
L'analyse des formes d'impulsion

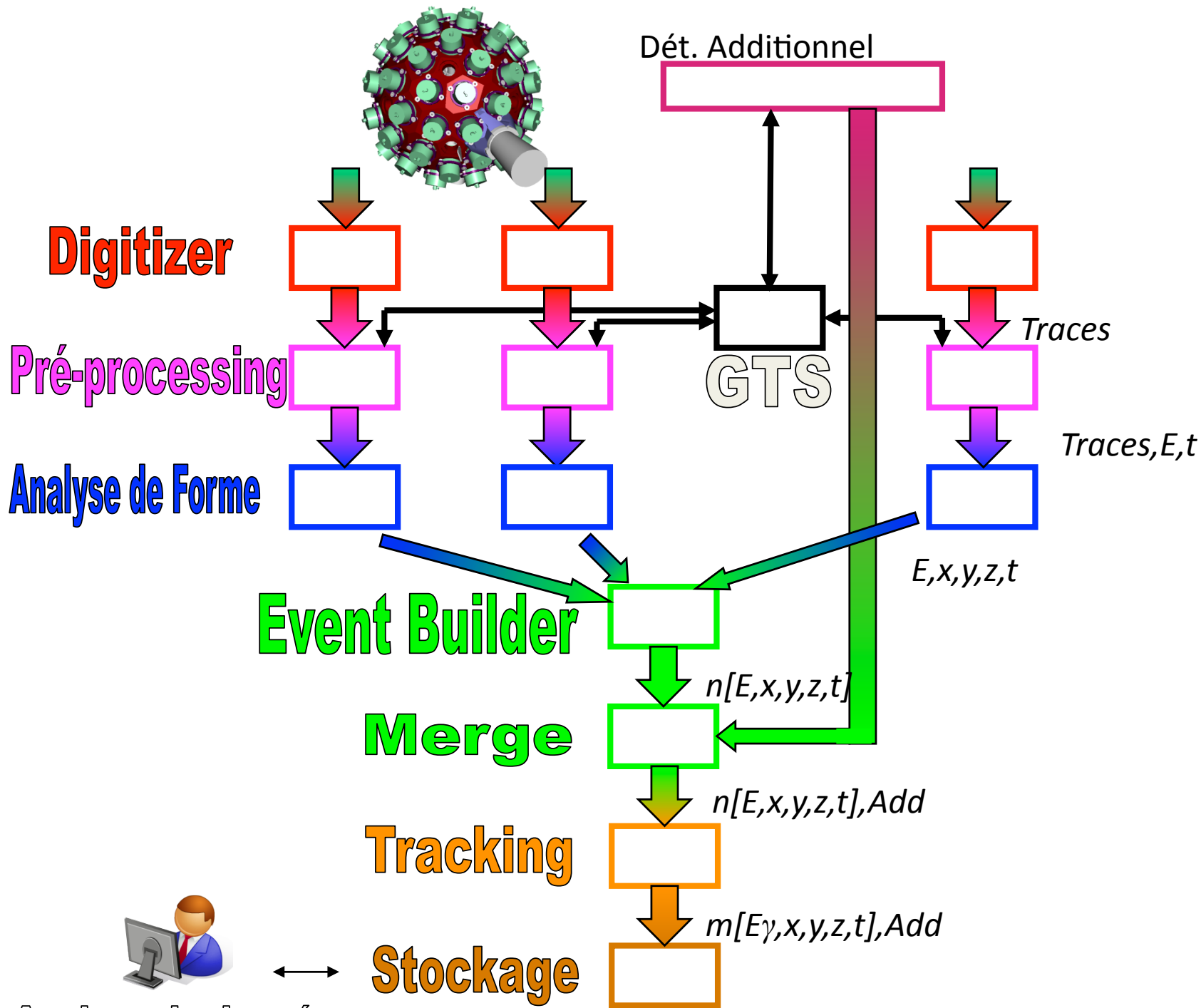


791 keV déposé dans le segment B4

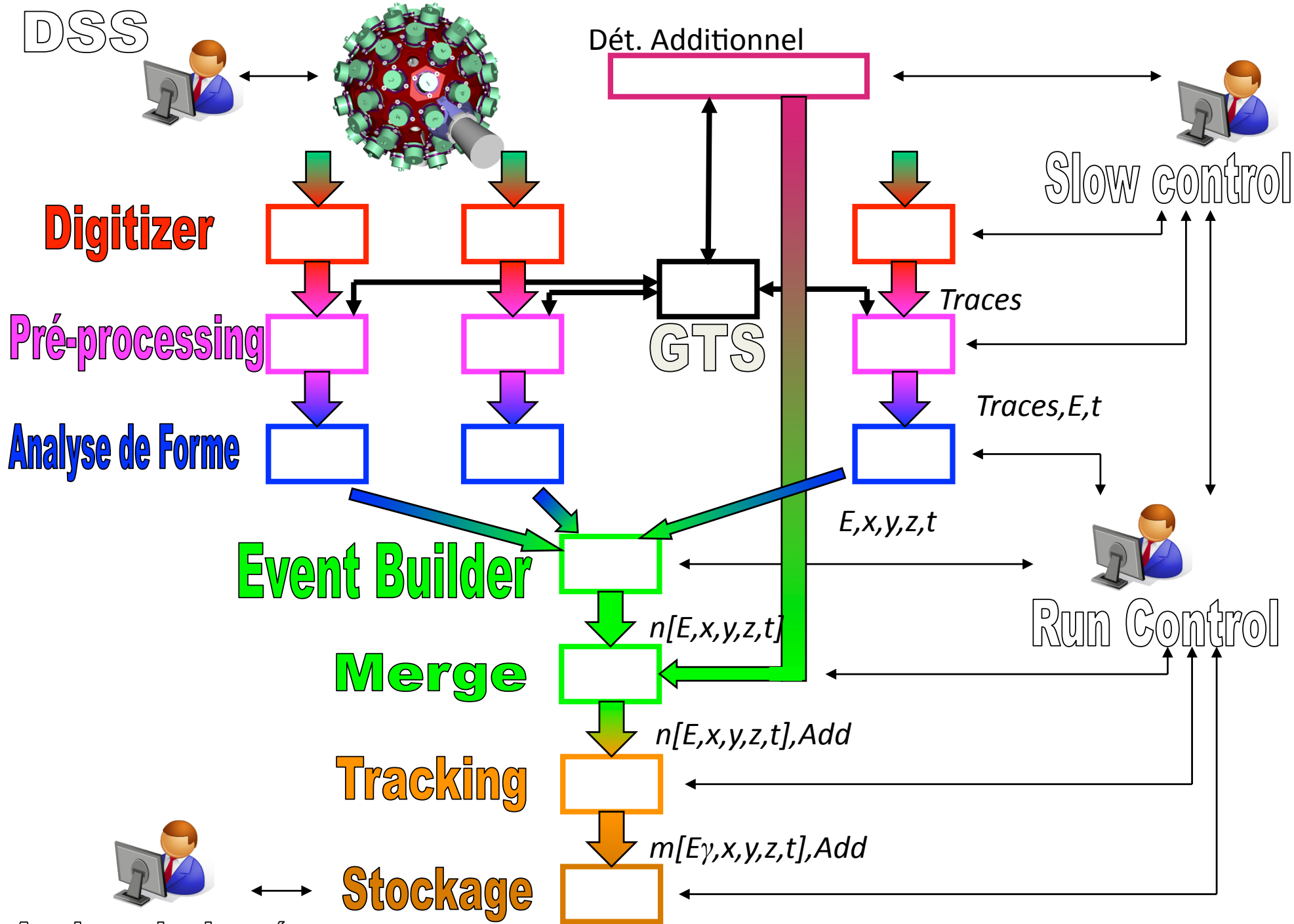




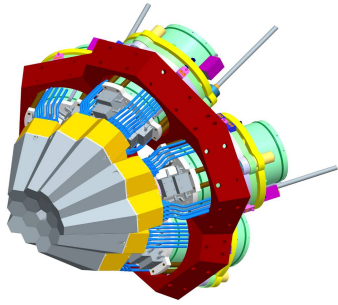




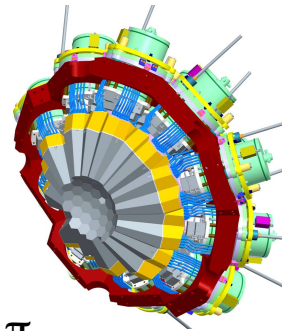
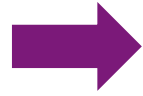

 ↔ Analyse de données



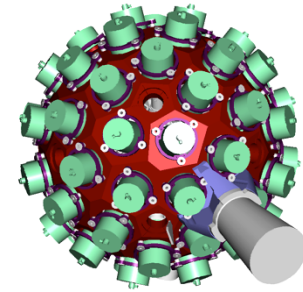
Le programme expérimental



Démonstrateur

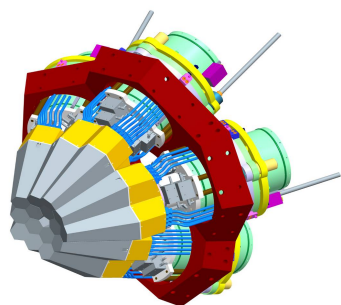


AGATA 1π

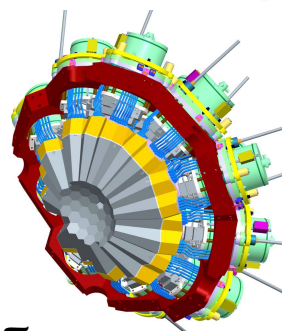


AGATA

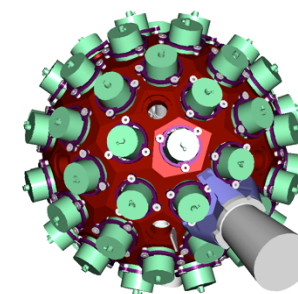
Le programme expérimental



Démonstrateur



AGATA 1 π



AGATA

2010 / 2011
LNL (Italie)
15 cristaux



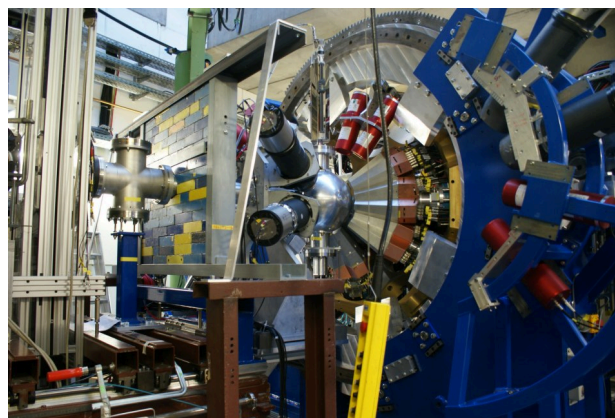
2012 / 2013
GSI (Allemagne)
25 cristaux



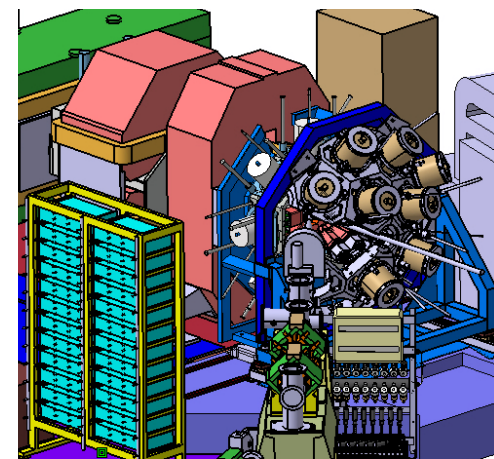
2014 / 2015 / 2016
GANIL (France)
45 cristaux



AGATA + PRISMA + ..
Eff. Totale ~ 6%



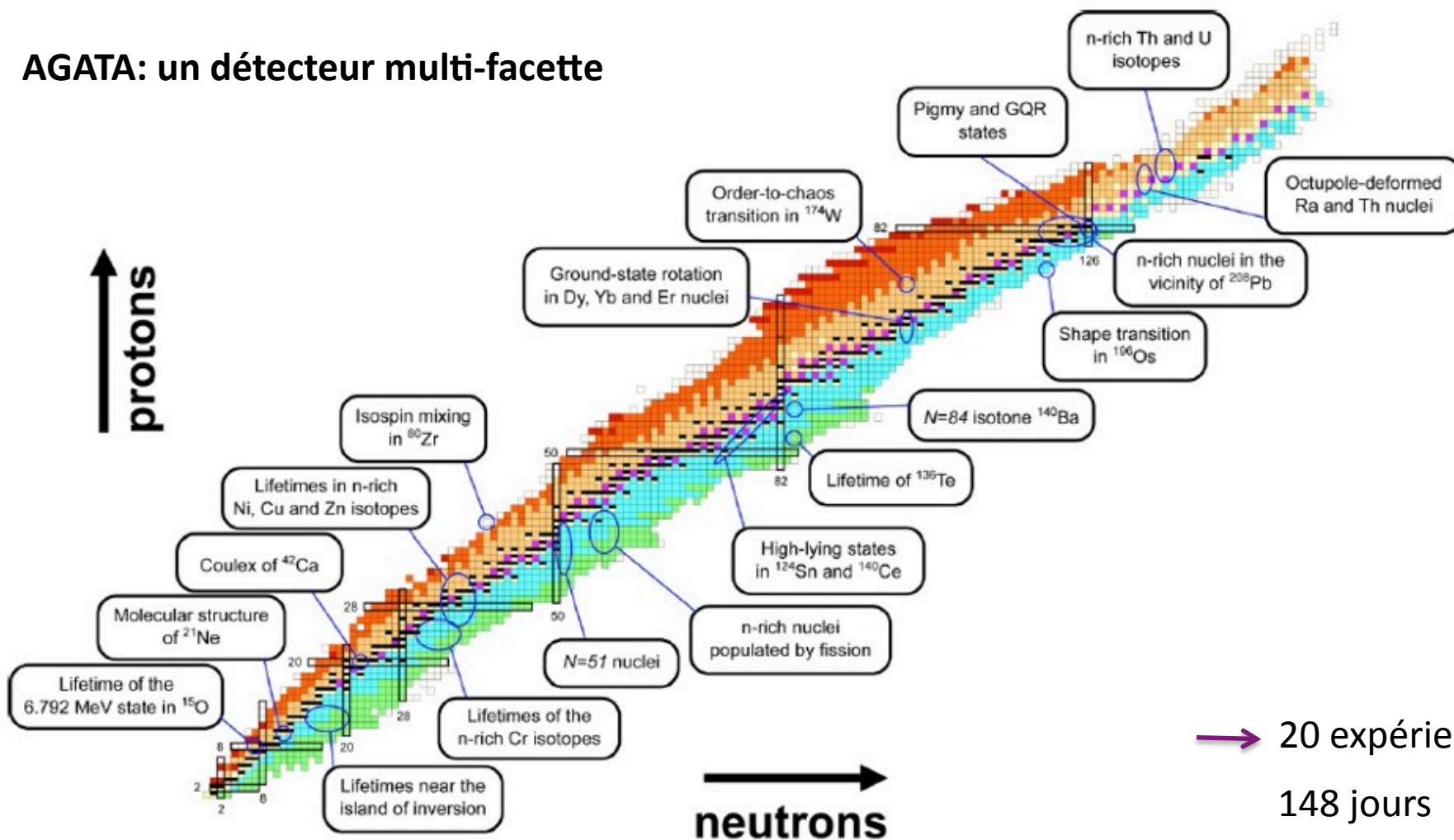
AGATA + FRS + ..
Eff. Totale > 10%



AGATA + VAMOS + ..
Eff. Totale ~ 15%

La campagne expérimentale au LNL

AGATA: un détecteur multi-facette

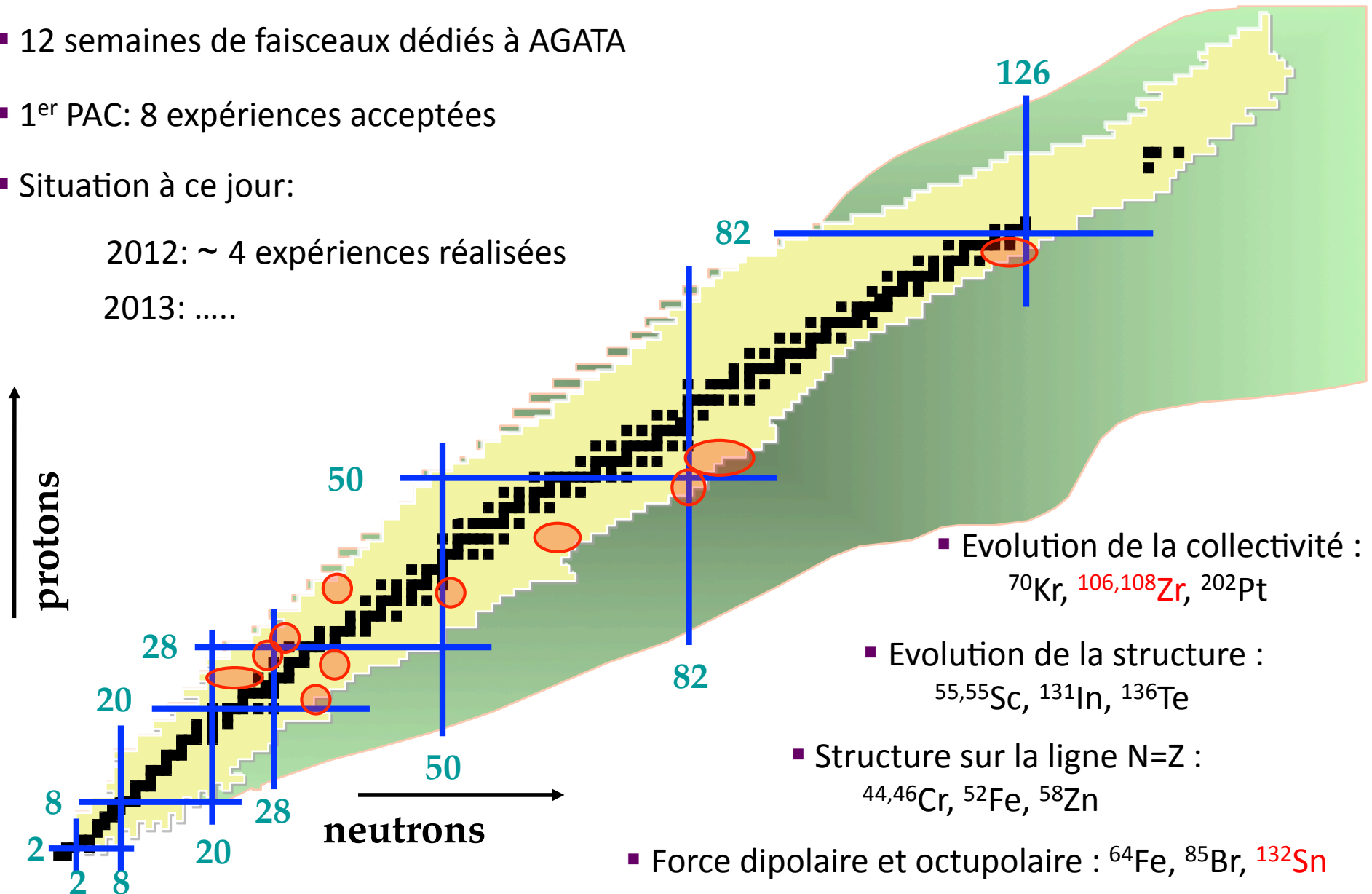


La campagne expérimentale au GSI

- 12 semaines de faisceaux dédiés à AGATA
- 1^{er} PAC: 8 expériences acceptées
- Situation à ce jour:

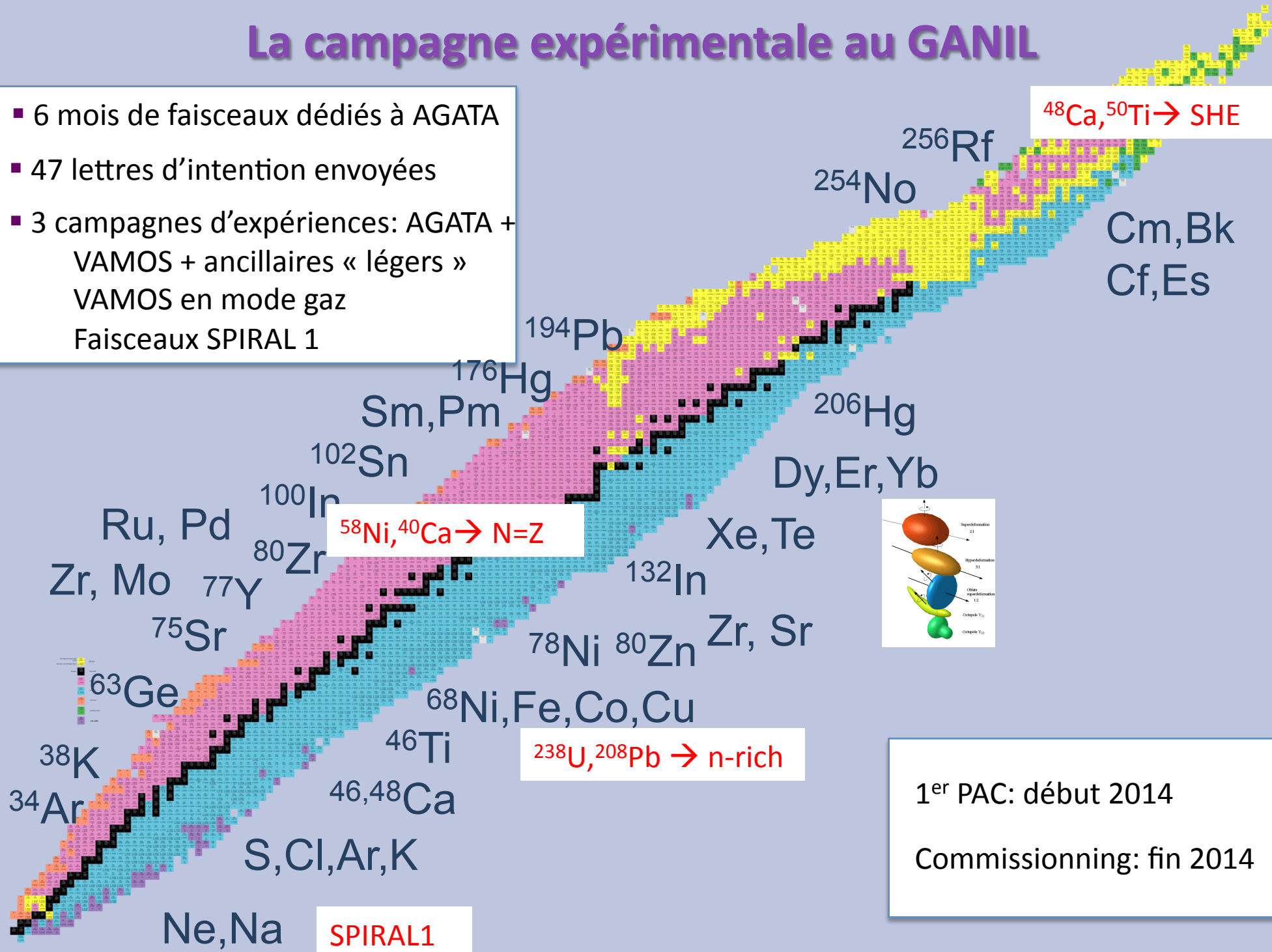
2012: ~ 4 expériences réalisées

2013:



La campagne expérimentale au GANIL

- 6 mois de faisceaux dédiés à AGATA
- 47 lettres d'intention envoyées
- 3 campagnes d'expériences: AGATA + VAMOS + ancillaires « légers »
VAMOS en mode gaz
Faisceaux SPIRAL 1

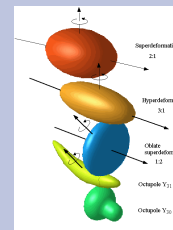


$^{48}\text{Ca}, ^{50}\text{Ti} \rightarrow \text{SHE}$

Cm, Bk
Cf, Es

$^{58}\text{Ni}, ^{40}\text{Ca} \rightarrow N=Z$

$^{238}\text{U}, ^{208}\text{Pb} \rightarrow n\text{-rich}$



1^{er} PAC: début 2014

Commissioning: fin 2014

Conclusion

- AGATA est un détecteur **incontournable** en physique nucléaire
- Détecteur **unique** en Europe
- Seul concurrent dans le monde: GRETA (US)
- Résultat de plusieurs années de R&D
- Détecteur en **construction** et en **utilisation** nomade!
- Détecteur en constante évolution

- **Publicité:**



+ La Recherche (2012)

AGATA—Advanced GAMMA Tracking Array



- Plus d'informations: http://npg.dl.ac.uk/agata_acc/