

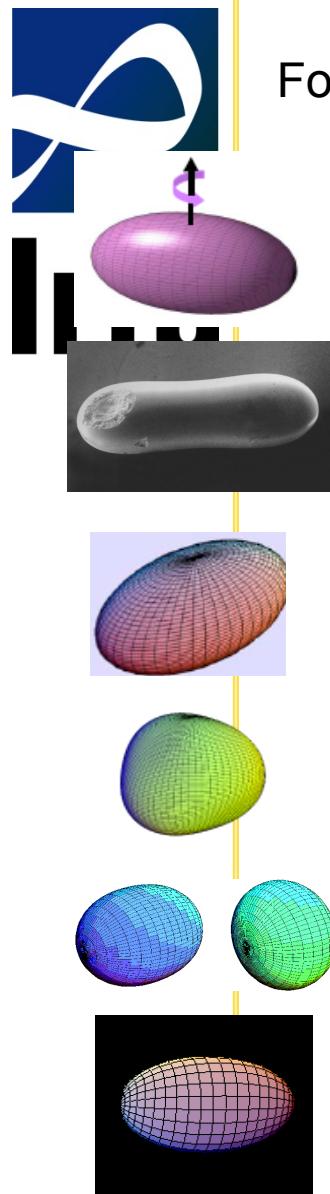


# DAQ AGATA : retour d'expérience

*Ch. Theisen  
IRFU/SPhN*

- La spectroscopie gamma
- AGATA
- La DAQ AGATA
- Les débuts du projets : doutes, difficultés, ...
- Implémentation et exploitation
- Bilan

# Spectroscopie gamma



Formes du noyau

Superdeformation  
Hyperdeformation

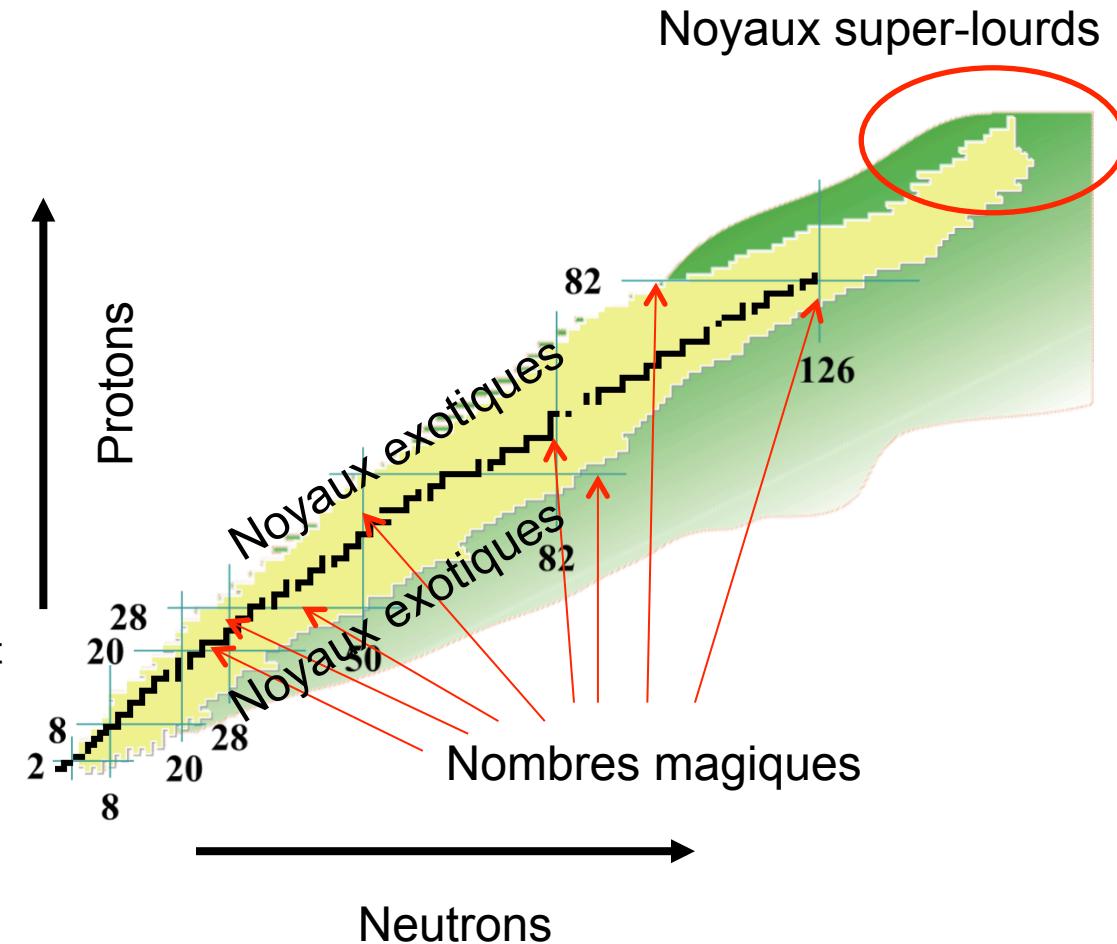
Jacobi shapes

Triaxial shapes  
3-dimensional rotation

Higher-order shapes  
(with high-rank symmet  
tetrahedral, octahedral)

Shape coexistence

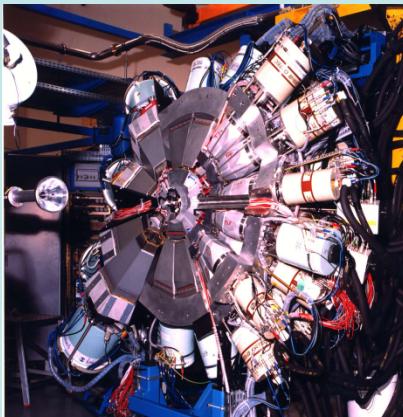
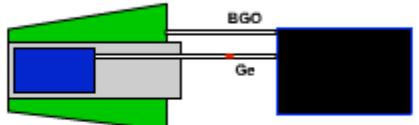
dynamic deformation  
vibrations etc.



# Spectroscopie gamma



Gamma Arrays based on Compton Suppressed Spectrometers



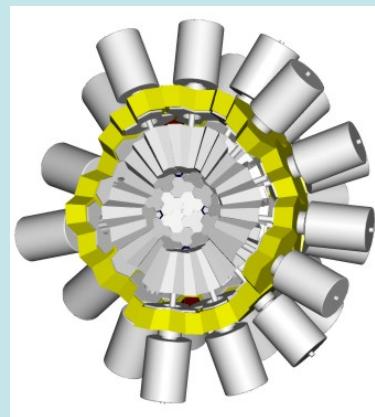
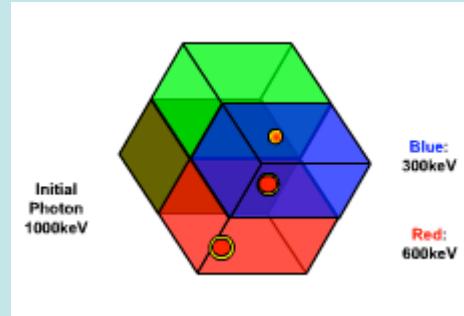
EUROBALL



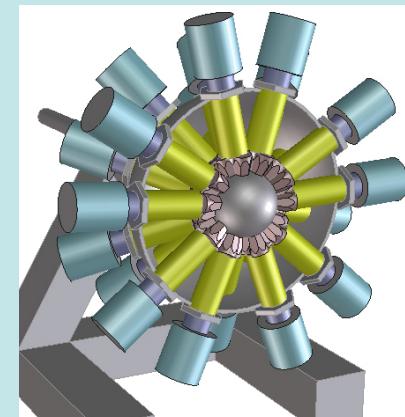
GAMMASPHERE

$$\varepsilon \sim 10 - 7 \% \\ (M_\gamma = 1 - M_\gamma = 30)$$

Tracking Arrays based on Position Sensitive Ge Detectors



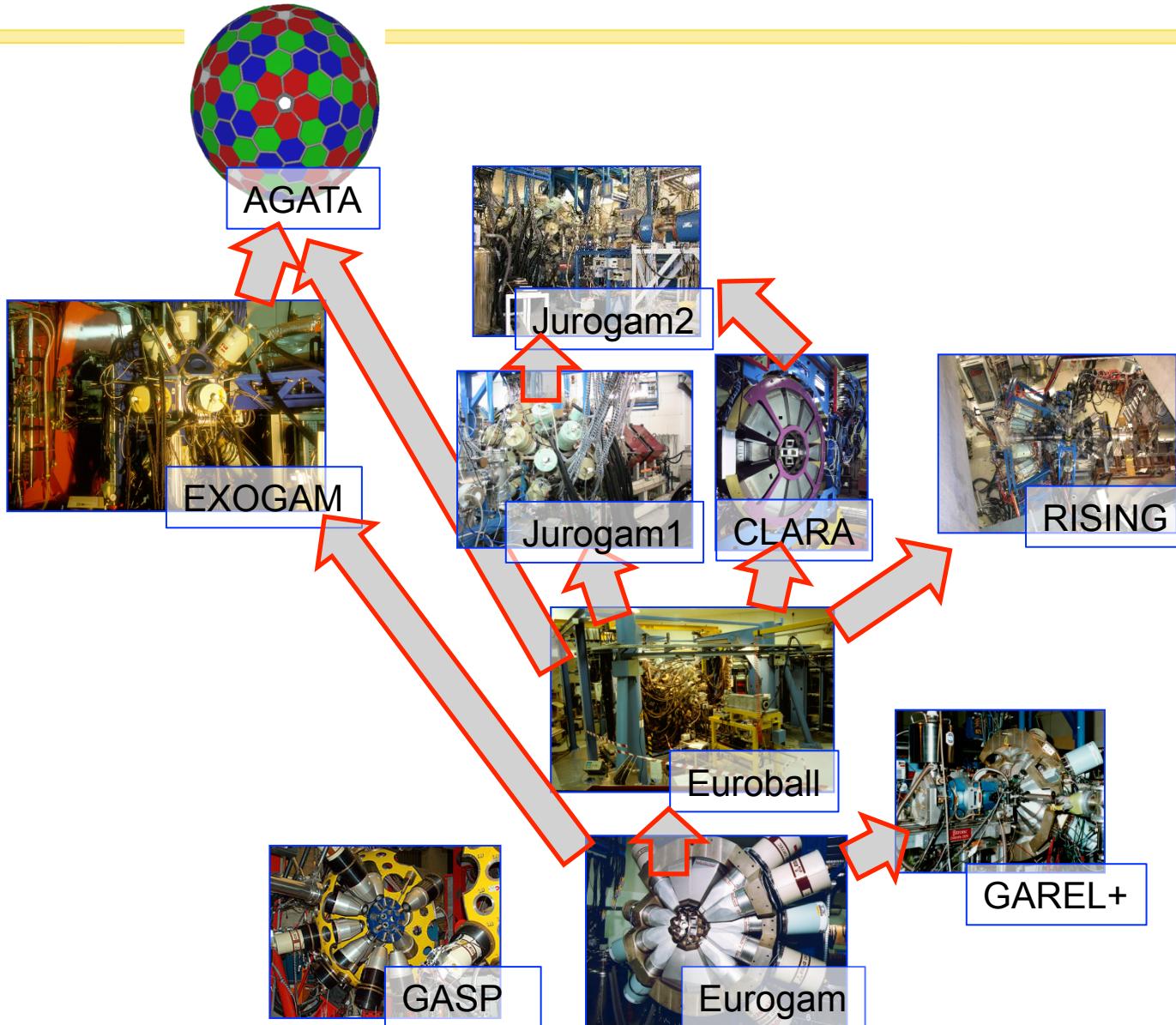
AGATA



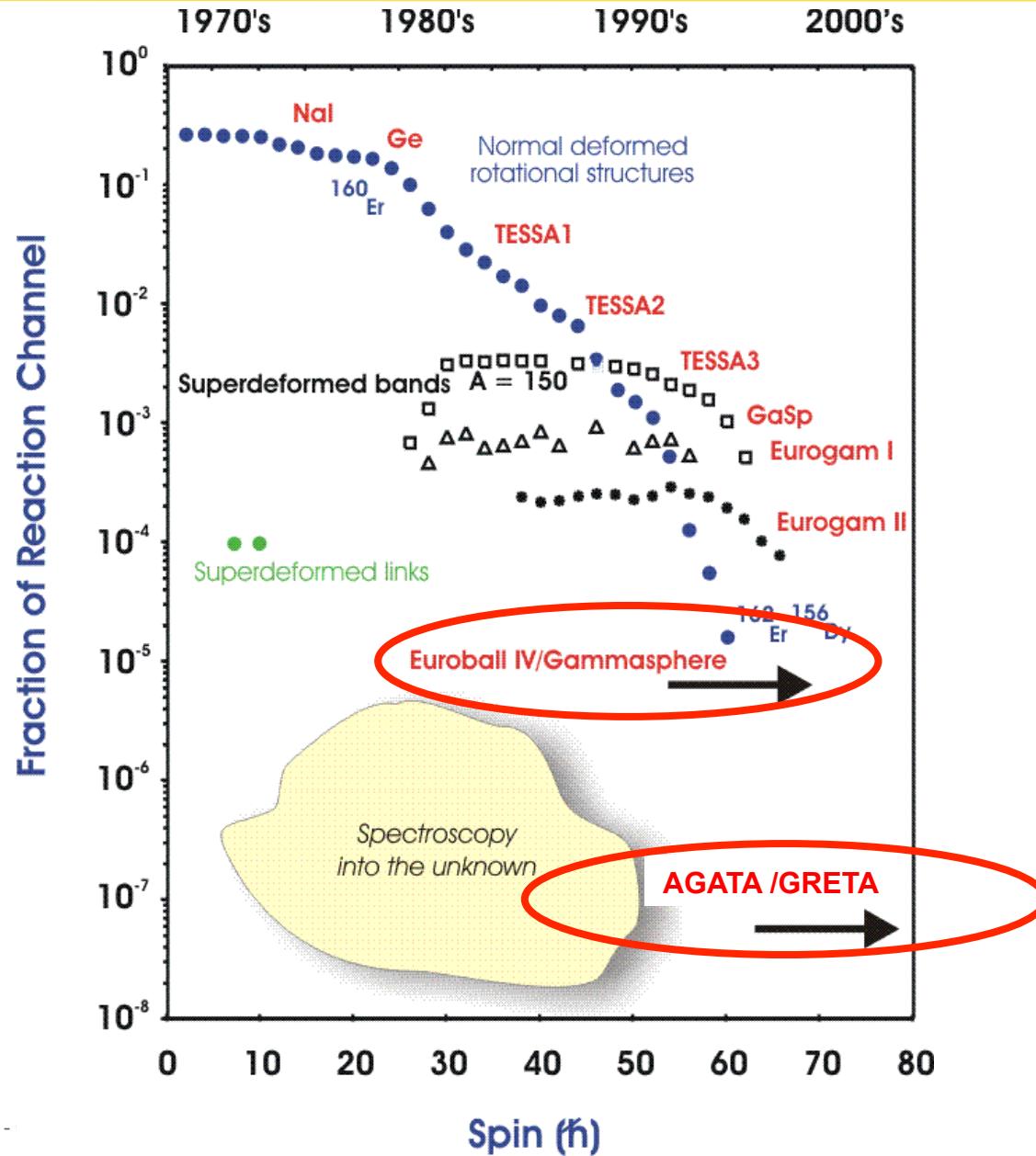
GRETA

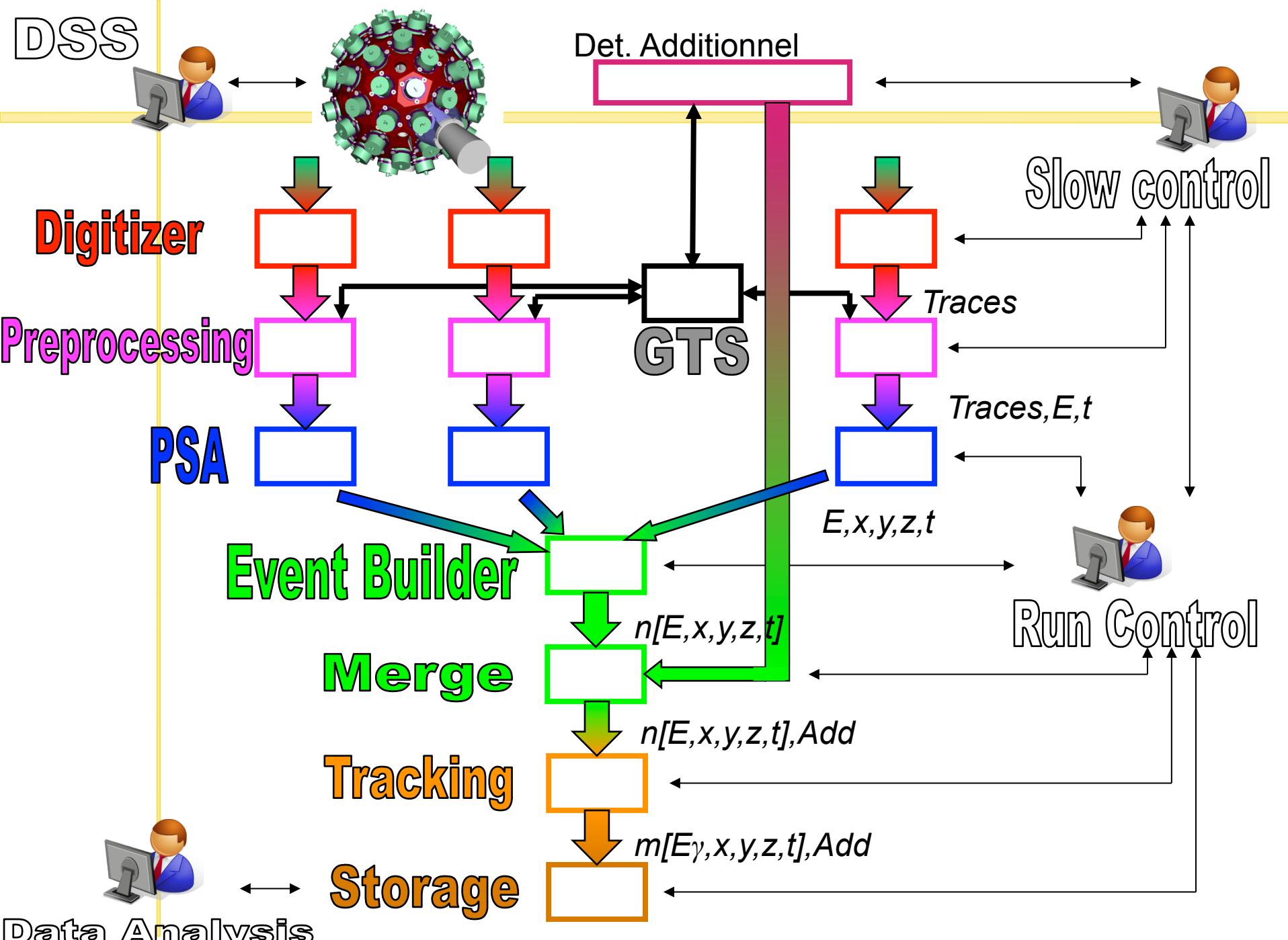
$$\varepsilon \sim 50 - 25 \% \\ (M_\gamma = 1 - M_\gamma = 30)$$

# Une longue tradition



# Performances

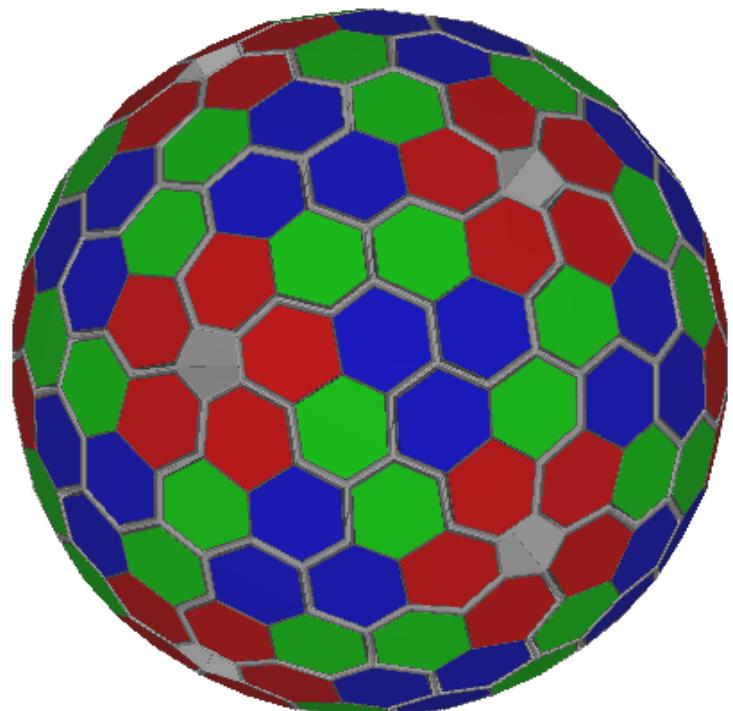
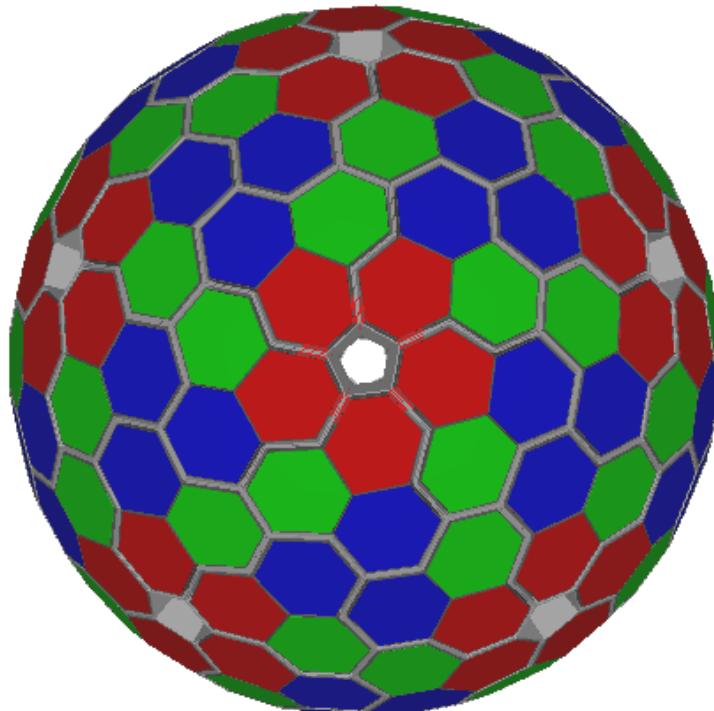




# Les phases d'Agata

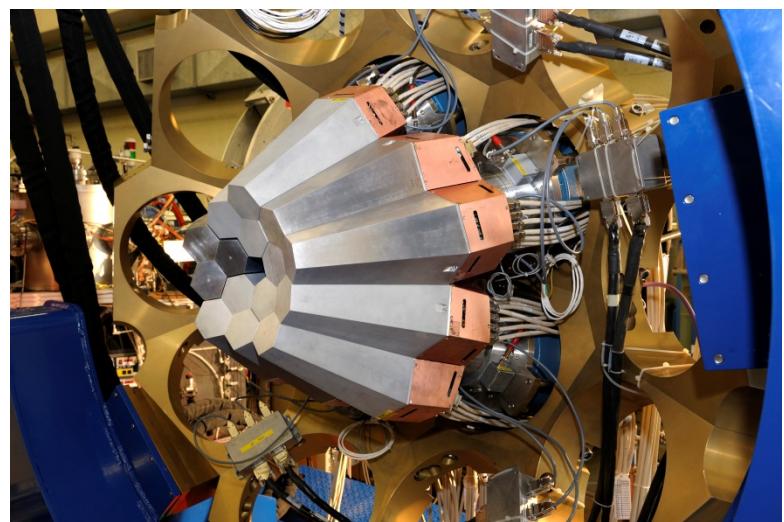
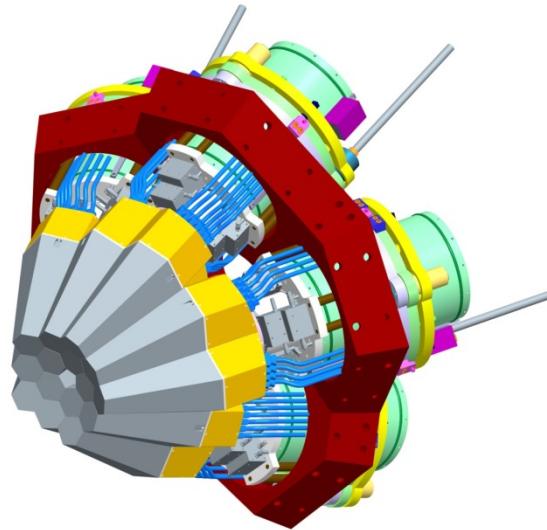
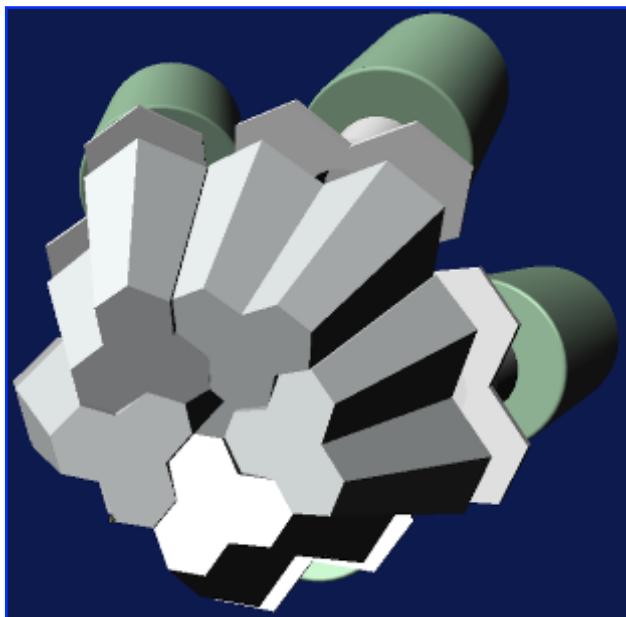
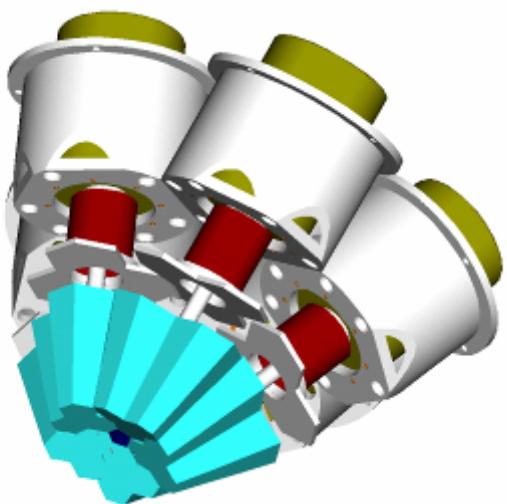


Irfu



$4\pi$  Array

# Le démonstrateur



# Laboratoires d'accueil

Legnaro 2009-2011



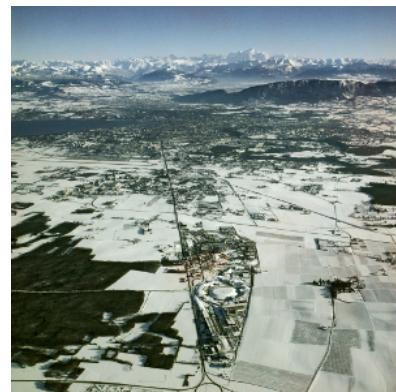
GSI 2012-2013



GANIL 2014-2015



ISOLDE ?



Jyväskylä ?



# Nouveautés pour la collaboration



- Plus de tournevis
- Traitement entièrement digital
- Traitement des données lourd
  - Place importante de l'informatique
  - Volume de données (~70 Po bruts / semaine; ~10 To stockés)
- Taille de la communauté



- 12 pays, 40 labos
- Des couts inédits
- Une analyse de donnée complexe
- Des révolutions difficiles à accepter
  - Inertie et conservatisme
  - Des mentalités à changer

# Working groups & teams

## AGATA Steering Committee

Chairperson: J.Gerl, Vice Chairperson: W.Korten (and EURONS)

G.deAngelis, A.Atac, F. Azaiez, D.Balabanski, D.Bucurescu, B.Cederwall,  
J.Jolie, R.Julin, W.Meczynski, P.J.Nolan, M.Pignanelli, G.Sletten, P.M.Walker

## AGATA Management Board

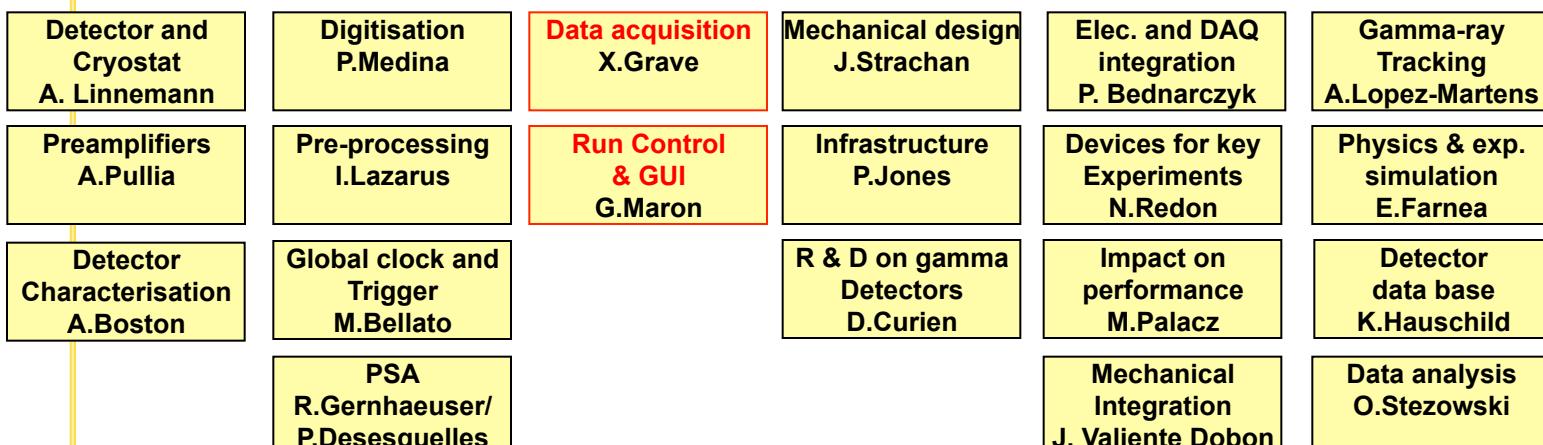
J.Simpson (Project Manager)

D.Bazzacco, G.Duchêne, P. Reiter, A.Gadea, J.Nyberg, Ch. Theisen

## AGATA Working Groups



## AGATA Teams



# Les débuts

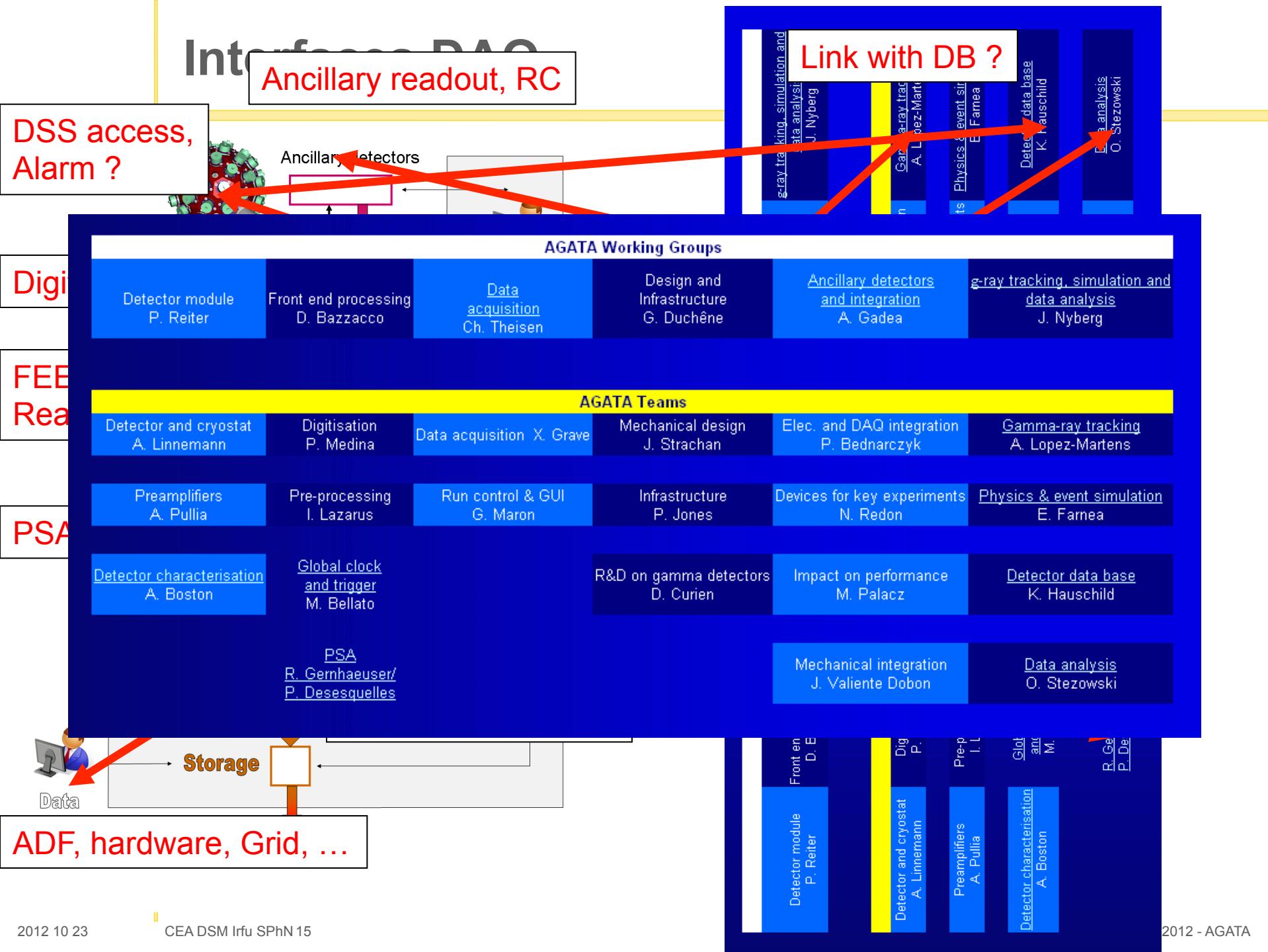


- 2007 : ChT responsable DAQ
  - Rien ou presque n'est fait ou défini.
  - Visite des Italiens : ne savent pas de quoi ils sont responsables (qui fait le GUI ?, qui fait le Slow Control ?)
  - Condition : ne jamais mettre le nez dans les codes (responsable ≠ celui qui fait le boulot; parfois difficile à comprendre pour des physiciens)
  - Mise en place de meetings hebdomadaires (VRVS puis EVO)

# Les difficultés initiales (et découvertes)



- Le responsable n'a aucune notion formelle de management (est-ce un mal ?)
- WG inactif
- Les équipes (Orsay, Legnaro) ne se connaissent pas
- Un conservatisme pesant (physiciens et en partie management)
  - Communauté peu habituée aux grandes collaborations
  - Habituée à bricoler
  - Utilise pas ou peu un soft commun
- Cahier des charges très approximatif
- Des tâches pas ou mal définies (rôle des team leader)
- De nombreuses interfaces (Electronique, Analyse de données)
- Certains groupes aux interfaces peu ou pas réactifs
- Un team Data Analysis inactif
- Certains acteurs visiblement peu soucieux de communiquer
- Une détecteur itinérant et évolutif (démonstrateur →  $4\pi$ )
- Un budget « bouche trou »
- Un planning : c'est quoi ?



# Les difficultés initiales (et découvertes)



- Le responsable n'a aucune notion formelle de management (est-ce un mal ?)
- WG inactif
- Les équipes (Orsay, Legnaro) ne se connaissent pas
- Un conservatisme pesant (physiciens et en partie management)
  - Communauté peu habituée aux grandes collaborations
  - Habituée à bricoler
  - Utilise pas ou peu un soft commun
- Cahier des charges très approximatif
- Des tâches pas ou mal définies (rôle des team leader)
- De nombreuses interfaces (Electronique, Analyse de données)
- Certains teams aux interfaces peu ou pas réactifs
- Un team Data Analysis peu actif
- Certains acteurs visiblement peu soucieux de communiquer
- Une détecteur itinérant et évolutif (démonstrateur →  $4\pi$ )
- Un budget « bouche trou »
- Un planning : c'est quoi ?

# Les acteurs



- Data flow : IPNO + CSNSM
- Run Control : Legnaro
- Slow Control
  - Digitizer : Daresbury
  - GTS : Padova
  - Preprocessing: Padova, IPNO, CSNSM
  - integration, : Legnaro, GANIL
- GUI : Krakow, GANIL (ViGru) + GUI des SC's
- Data analysis (data format, data analysis, monitoring) : IPNL
- Hardware & software installation and handling : IPNO, CSNSM, Legnaro
- Infrastructure locale : Legnaro
- Intégration : IRFU, GANIL
- Management : IRFU

# Des équipes motivées mais :



Irfu



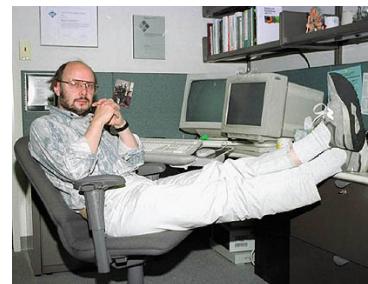
ou



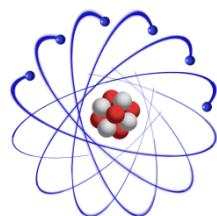
?



ou



?



ou



?

Architecture réseau

Maintenance : qui ?

Présence des extérieurs (Orsay principalement) sur place ?

# Des équipes motivées mais :



- Longue période de flou et blocage (normal dans un projet ?)
- Discussion stériles voir tendues
- Déblocage :
  - reply-all
  - Enrico et son tee-shirt
  - Instauration (lente) de la confiance



# Des spécifications à inventer et ajouter



- Que faire des données
  - Bandes, disques, grille ?
  - Data policy
- Data format
- Interfaces logicielles (C++ algos dans data flow Ada)
- Data and experiment monitoring
- Global Slow Control
- Instrument database
- Logbook
- Ticket
- ...

# Communication



- VRVS – EVO
- F2F meetings + AGATA week
- Web & doc (DAQ portal + wiki)

- Ticket system

- Logbook

CEA DSM lrfu SRUN- Christophe THEIS

# Documentation

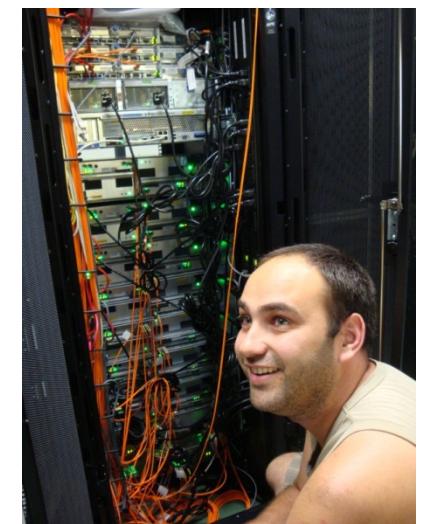


Irfu

- Aie aie aie ....

# Finalement (2009) : Hardware

- Hardware : IBM X3550 pizza boxes + KVM + Visu PCs



# Finalement : stockage



- SUN Fire X4560 backup (15 TB) + SUN Storage Tek 6540 (112 TB, Fibre optique, GPFS)+ Grid (Bologna + CCIN2P3)



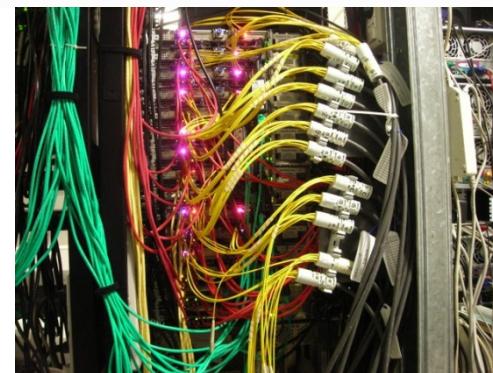
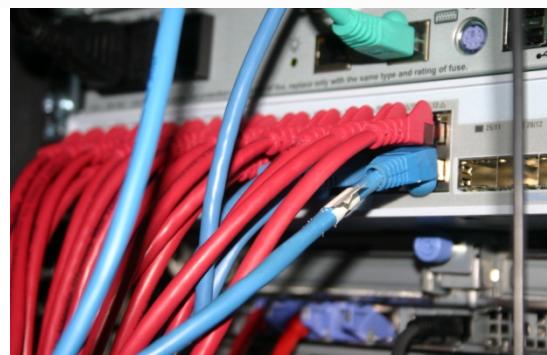
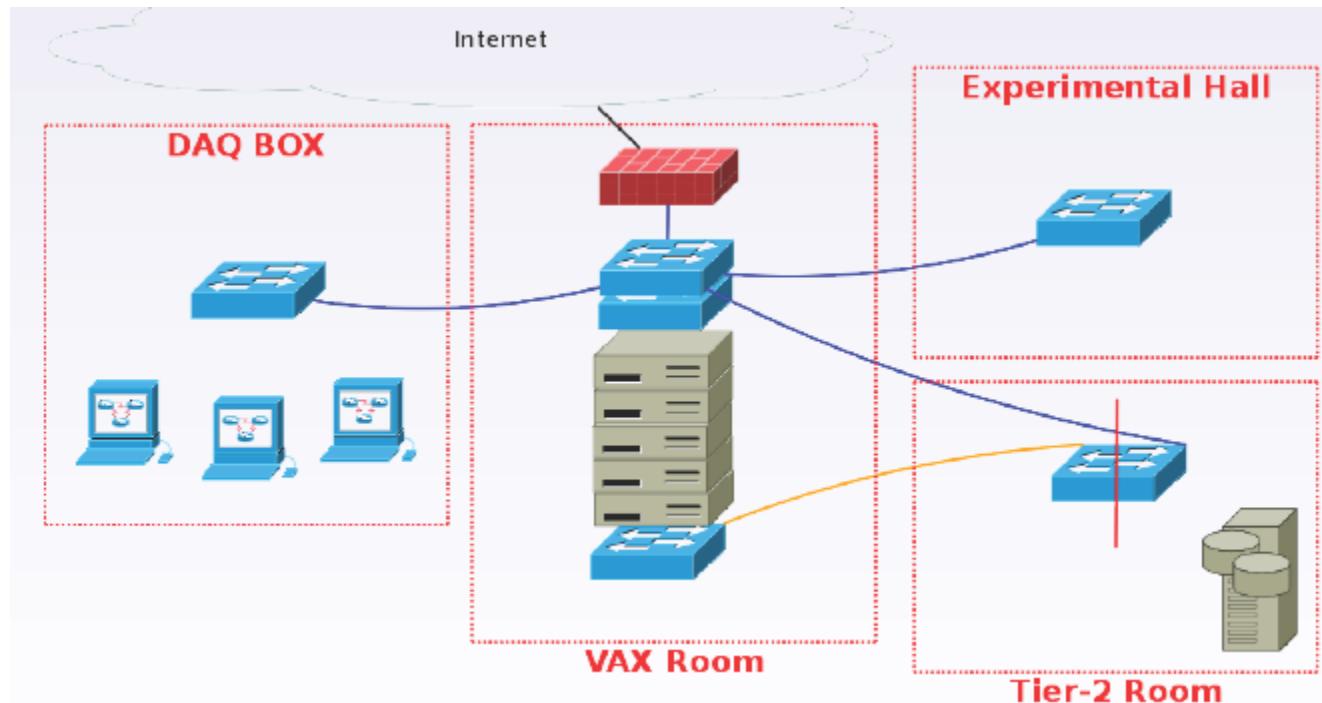
# Finalement ...



**Irfu**

- Data Flow : NARVAL
- Run Control : Gridcc
- Data format : C++
- Data Analysis : root
- GUI C++/QT, web, ...
- Slow Control : VxWorks / ENX / C, ...
- Monitoring maintenance: zabbix, SystemImager
- GSC : ENX
- ...

# Finalement : réseau

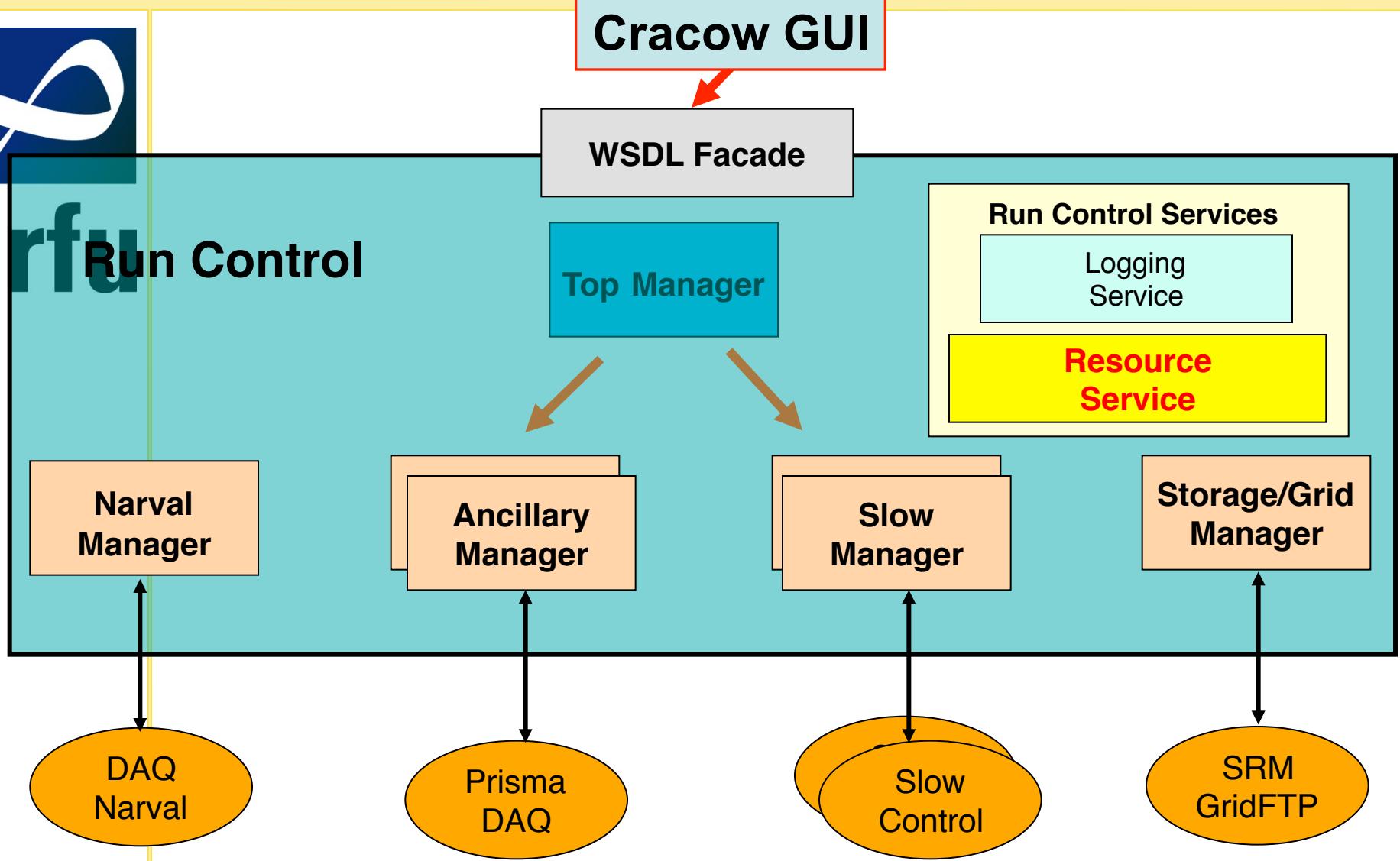


# Finalement : Run Control

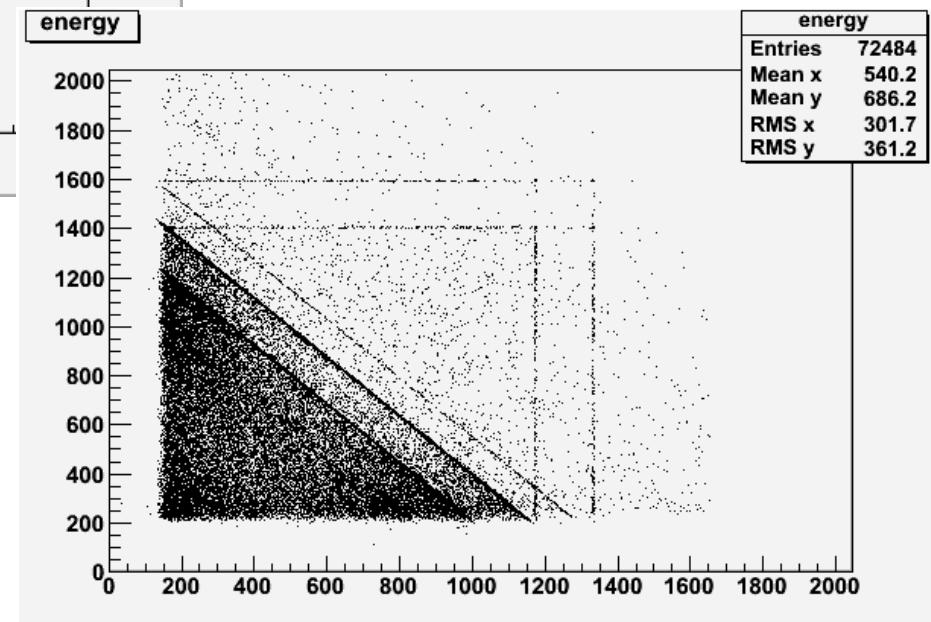
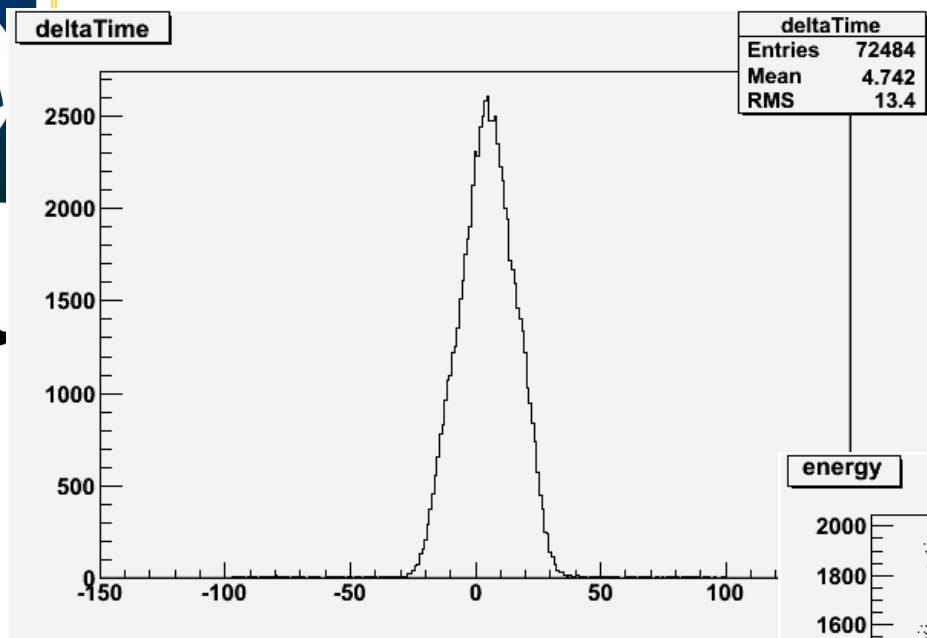


Irfu

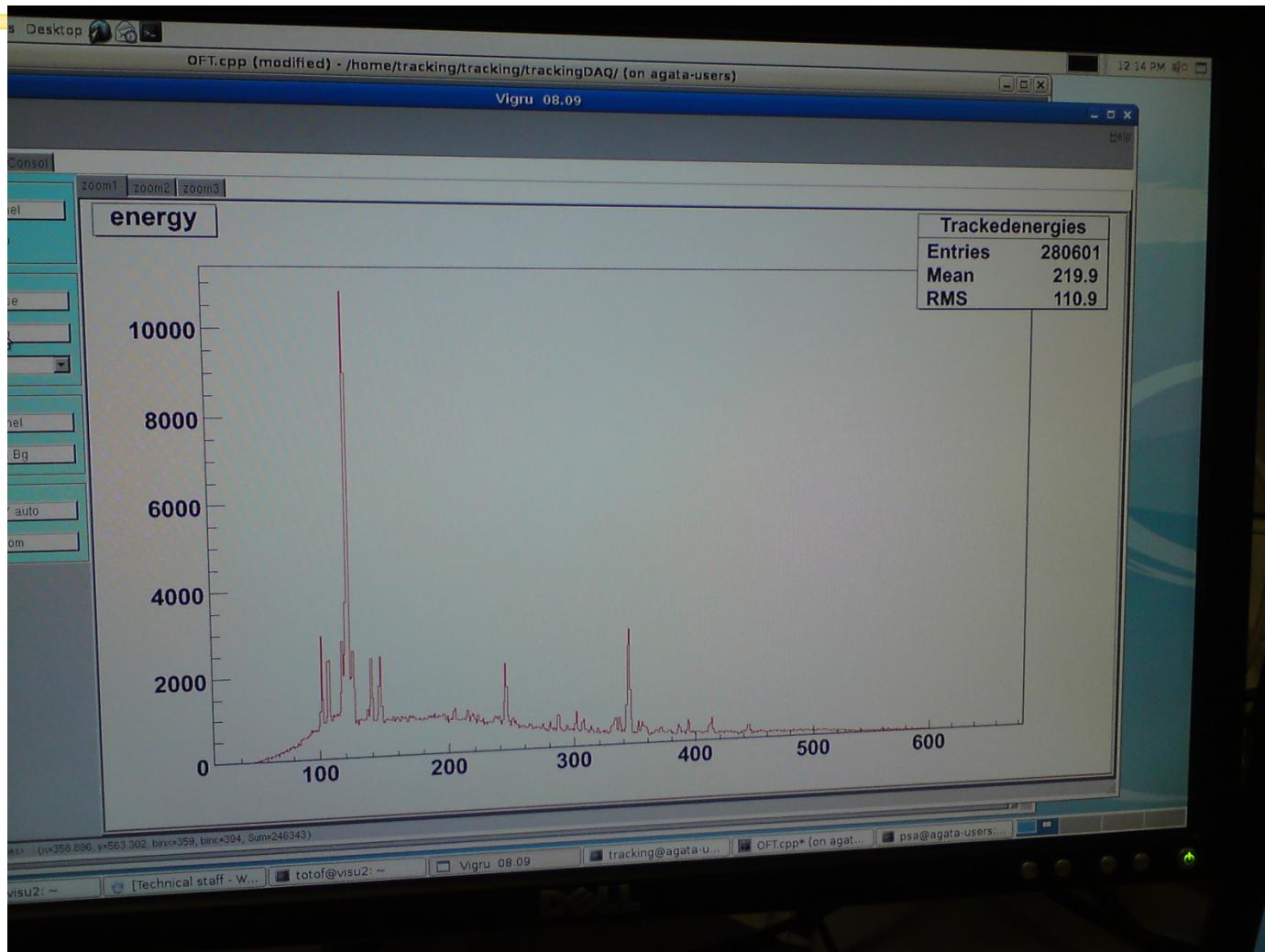
## Run Control



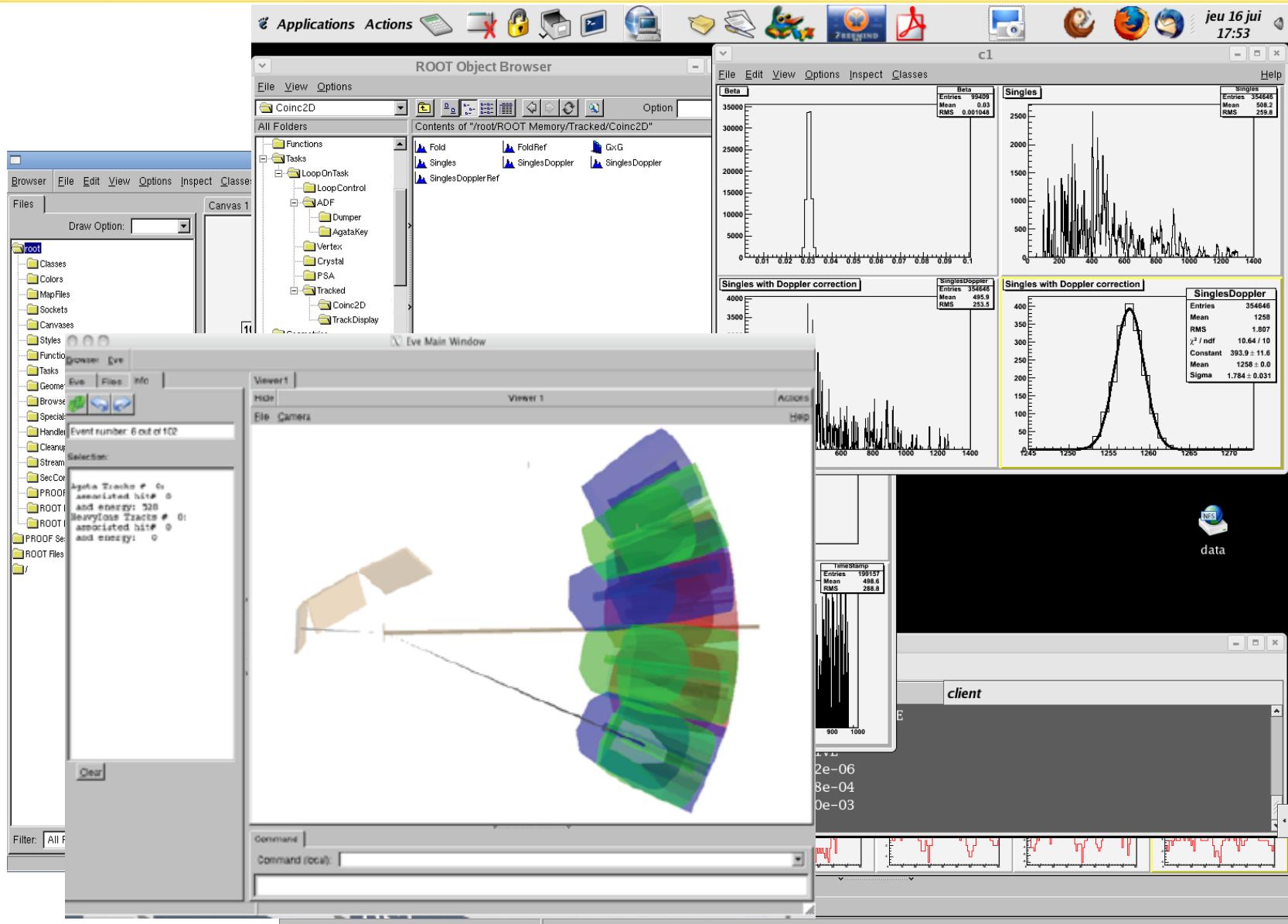
# Les premiers spectres (source)



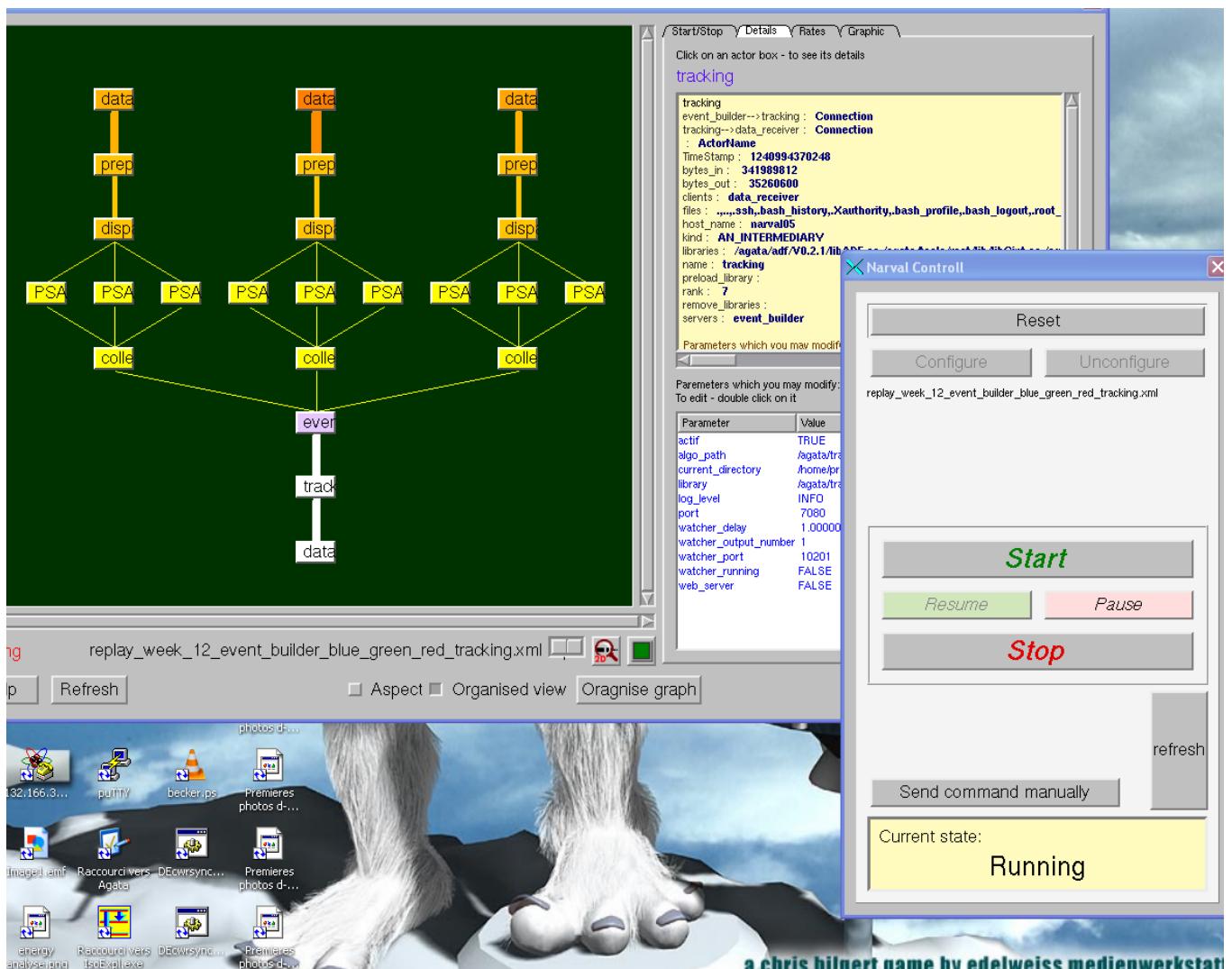
# Février 2009 : premier spectre on-line



# Analyse on- et off-line



# GUI (top)



# GUI Digitizer



AGATA Digitizer: Control @ nndhcp060.dl.ac.uk

client address is 193.62.115.68



## Select Hardware

Digitizer 10

FPGA Segment Virtex for Segment ADC card 2

Select

Probe Digitizer Hardware

Read PROM

## Select Detector/Crystal/Segment

Detector 02

Crystal B

Segment D

Select

## Set Required Offsets

Offset Ch1:	<input type="text" value="0"/>
Offset Ch2:	<input type="text" value="0"/>

Offset Ch3:	<input type="text" value="5461"/>
Offset Ch4:	<input type="text" value="6068"/>

Offset Ch5:	<input type="text" value="0"/>
Offset Ch6:	<input type="text" value="0"/>
Offset Ch7:	<input type="text" value="0"/>

Re-Write Current FPGA Offsets

Restore settings for detector 02\_B from the DataBase

Save settings from detector 02\_B to the DataBase

## Setup

SetUp Current FPGA

SetUp Current Digitizer

SetUp All Digitizers

ReSync Current Digitizer Optical Link

ReSync All Digitizer Optical Links

Check Current Digitizer

Check All Digitizers

Show Session Options

Empty Log Window

Send Log Window to ELog

Reload

Reset

Show Variables

Show Log Window

Enable Logging

Core Preamp Pulser Control

Core Trigger Block Control

Data Communications Control

Temperature Monitoring

Digitizer Diagnostics

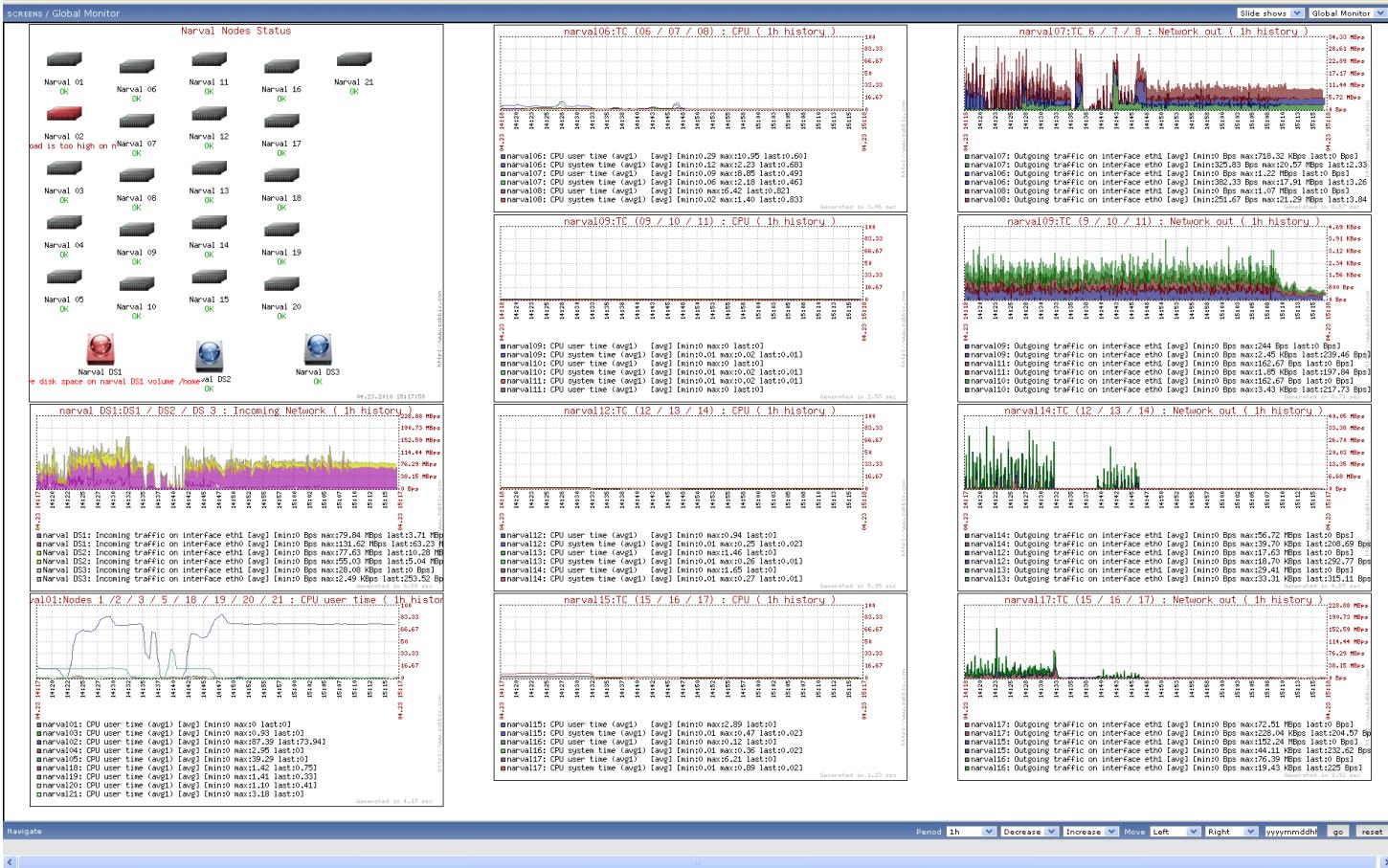
Hardware Configuration

Last Updated: January 15, 2010 11:44:57

[Home](#)

[Service Definition](#)

# Zabbix



# Des idées folles ?



**Scientific Data Analysis for the iPad**

**Data Analysis**

Data Analysis is an iPad App for plotting and analysis of all types of data that can be formulated as a curve. It is particularly useful for quick analysis of various types of scientific data by curve fitting, analysis of data via a standard curve, and analysis of various types of kinetic data including enzyme kinetics.

Data can be entered via the keyboard or imported from the Mail App as a text file (.txt), a comma separated value file (.csv) or a gzipped csv file (.csv.gz). In addition, data can be imported via drag and drop via iTunes. Data files in .txt, .csv, .gz and native formats can also be imported directly from DropBox.

After data entry the user has the option to average, baseline

**1stOrderDecay Sample**

Fit Quality

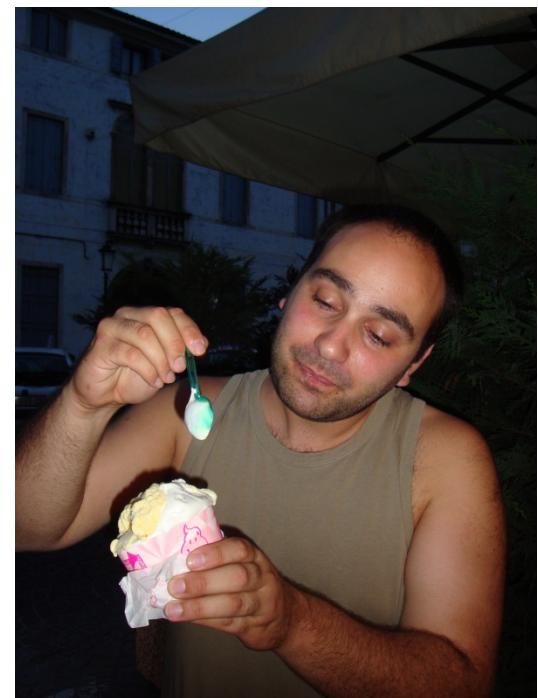
Final Parameter Values

	a - init	b - init	c - init	d - init
P1	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P2	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P3	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P4	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P5	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P6	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P7	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P8	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P9	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P10	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P11	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P12	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P13	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P14	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P15	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P16	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P17	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P18	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P19	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P20	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P21	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P22	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P23	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P24	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P25	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P26	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P27	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P28	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P29	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P30	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P31	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P32	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P33	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P34	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P35	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P36	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P37	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P38	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P39	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P40	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P41	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P42	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P43	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P44	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P45	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P46	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P47	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P48	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P49	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P50	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P51	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P52	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P53	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P54	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P55	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P56	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P57	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P58	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P59	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P60	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P61	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P62	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P63	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P64	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P65	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P66	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P67	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P68	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P69	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P70	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P71	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P72	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P73	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P74	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P75	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P76	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P77	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P78	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P79	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P80	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P81	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P82	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P83	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P84	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P85	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P86	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P87	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P88	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P89	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P90	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P91	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P92	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P93	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P94	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P95	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P96	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P97	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P98	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P99	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P100	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P101	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P102	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P103	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P104	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P105	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P106	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P107	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P108	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P109	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P110	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P111	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P112	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P113	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P114	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P115	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P116	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P117	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P118	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P119	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P120	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P121	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P122	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P123	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P124	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P125	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P126	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P127	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P128	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P129	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P130	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P131	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P132	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P133	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P134	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P135	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P136	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P137	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P138	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P139	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P140	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P141	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P142	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P143	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P144	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P145	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P146	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P147	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P148	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P149	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P150	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P151	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P152	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P153	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P154	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P155	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P156	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P157	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P158	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P159	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P160	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P161	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P162	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P163	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P164	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P165	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P166	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P167	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P168	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P169	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P170	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P171	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P172	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P173	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P174	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P175	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P176	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P177	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P178	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P179	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P180	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P181	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P182	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P183	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P184	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P185	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P186	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P187	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P188	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P189	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P190	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P191	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P192	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P193	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P194	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P195	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P196	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P197	8.0000	100.0000	100.0000	0.318
P				

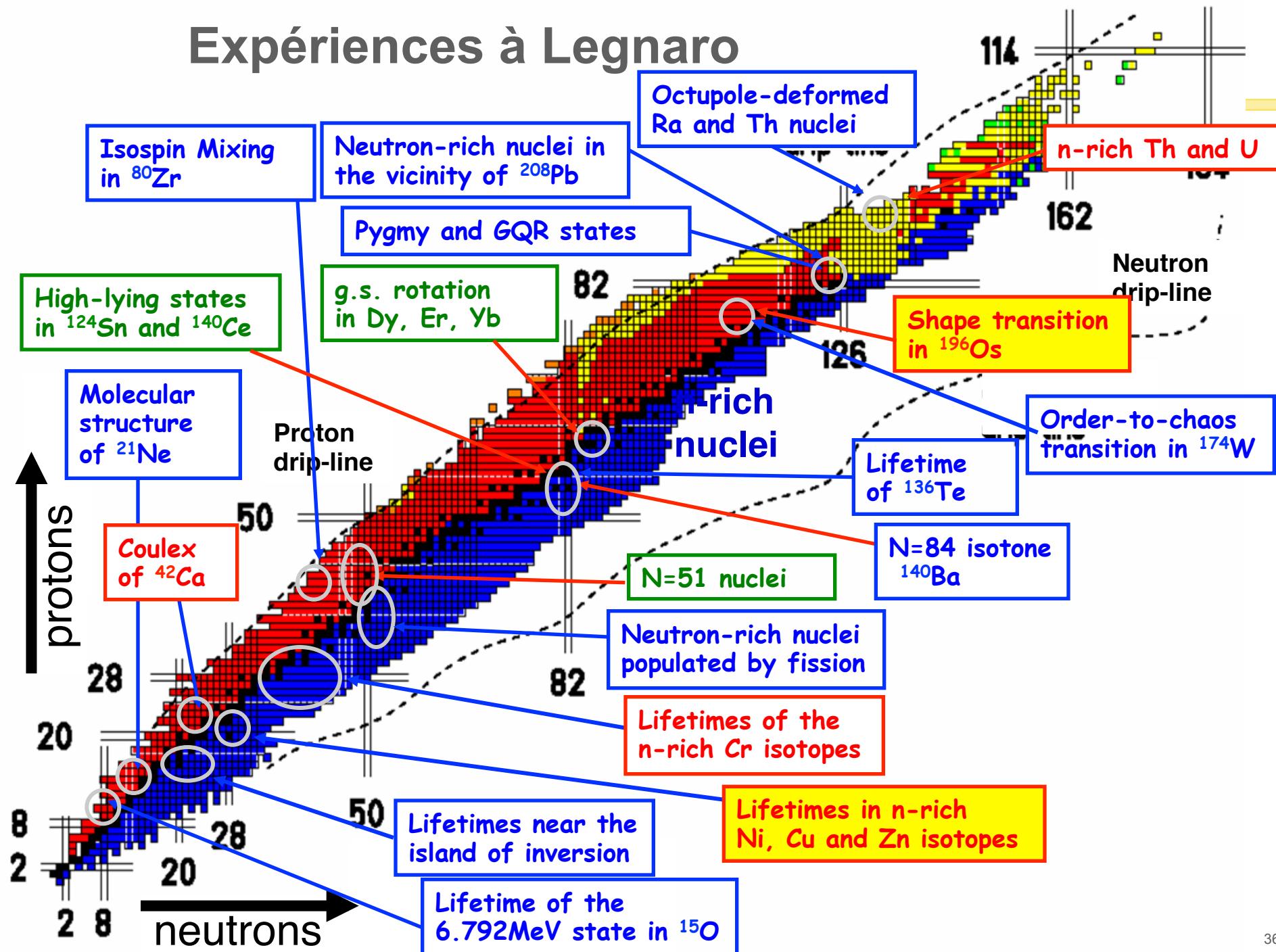
# Pour conclure



- Une DAQ au delà des spécifs (taux de comptage)
- Des coûts très en deçà des prévisions
- Un groupe à l'initiative de nombreux développements (Data Analysis, Grid, GSC, ...)
- Les difficultés cachées
- Des physiciens contents
- Des informaticiens contents ?
- Un WG leader fatigué (2010)



# Expériences à Legnaro



# "Le" papier NIM



Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 668 (2012) 26–58

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

## Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/nima](http://www.elsevier.com/locate/nima)



### AGATA—Advanced GAMMA Tracking Array

S. Akkoyun<sup>a</sup>, A. Algora<sup>b</sup>, B. Alikhani<sup>c</sup>, F. G. de Angelis<sup>e</sup>, L. Arnold<sup>f,g</sup>, A. Astier<sup>h</sup>, A. Ataç<sup>a,i,j</sup>, Y. Aubert<sup>k</sup>, C. Aufranc<sup>l</sup>, A. Austin<sup>m</sup>, S. Aydin<sup>n</sup>, F. Azaiez<sup>k</sup>, S. Badoer<sup>e</sup>, D.L. Balabanski<sup>o</sup>, D. Barrientos<sup>b</sup>, G. Baulieu<sup>l</sup>, R. Baumann<sup>f,g</sup>, D. Bazzacco<sup>n</sup>, F.A. Beck<sup>f,g</sup>, T. Beck<sup>d</sup>, P. Bednarczyk<sup>p</sup>, M. Bellato<sup>r</sup>, M.A. Bentley<sup>q</sup>, G. Benzoni<sup>r</sup>, R. Berthier<sup>s</sup>, L. Bertì<sup>e</sup>, R. Beunard<sup>t</sup>, G. Lo Bianco<sup>t</sup>, B. Birkenbach<sup>u</sup>, P.G. Bizzeti<sup>v,w</sup>, A.M. Bizzeti-Sona<sup>v,w</sup>, F. Le Blanc<sup>x</sup>, J.M. Blasco<sup>x</sup>, N. Blasi<sup>f</sup>, D. Bloo<sup>q</sup>, C. Boiano<sup>r</sup>, M. Borsato<sup>v</sup>, D. Bortolato<sup>n,y</sup>, A.J. Boston<sup>z,\*</sup>, H.C. Boston<sup>z</sup>, P. Bourgault<sup>t</sup>, P. Boutachkov<sup>d,c</sup>, A. Bouty<sup>s</sup>, A. Bracco<sup>r,a</sup>, S. Brambilla<sup>r</sup>, I.P. Brawn<sup>ab</sup>, A. Brondi<sup>ac</sup>, S. Broussard<sup>s</sup>, B. Bruyneel<sup>u</sup>, D. Bucurescu<sup>ad</sup>, I. Burrows<sup>m</sup>, A. Bürger<sup>sae,p</sup>, S. Cabaret<sup>t</sup>, B. Cahen<sup>t</sup>, E. Calore<sup>e</sup>, F. Camera<sup>r,aa</sup>, A. Capsoni<sup>r</sup>, F. Carriò<sup>x</sup>, G. Casati<sup>ag</sup>, M. Castoldi<sup>ah</sup>, B. Cederwall<sup>j</sup>, J.-L. Cercus<sup>k</sup>, V. Chambert<sup>k</sup>, M. El Chambit<sup>f,g</sup>, R. Chapman<sup>ai</sup>, L. Charles<sup>f,g</sup>, J. Chavas<sup>e</sup>, E. Clément<sup>t</sup>, P. Cocconi<sup>e</sup>, S. Coelli<sup>t</sup>, P.J. Coleman-Smith<sup>m</sup>, A. Colombo<sup>n</sup>, S. Colosimo<sup>z</sup>, C. Commeaux<sup>k</sup>, D. Conventi<sup>e</sup>, R.J. Cooper<sup>z</sup>, A. Corsi<sup>r,aa</sup>, A. Cortesi<sup>r</sup>, L. Costa<sup>e</sup>, F.C.L. Crespi<sup>r,aa</sup>, J.R. Cresswell<sup>z</sup>, D.M. Cullen<sup>ai</sup>, D. Curien<sup>f,g</sup>, A. Czermak<sup>p</sup>, D. Delbourg<sup>k</sup>, R. Depalo<sup>ak</sup>, T. Descombes<sup>ap</sup>, P. Dérasques<sup>h</sup>, P. Detistov<sup>o</sup>, C. Diarra<sup>k</sup>, F. Didierjean<sup>f,g</sup>, M.R. Dimmock<sup>z</sup>, Q.T. Doan<sup>l</sup>, C. Domingo-Pardo<sup>b,d</sup>, M. Doncel<sup>am</sup>, F. Dorangerville<sup>k</sup>, N. Dosme<sup>h</sup>, Y. Drouen<sup>s</sup>, G. Duchêne<sup>f,g,\*</sup>, B. Dulny<sup>p</sup>, J. Eberth<sup>u</sup>, P. Edelbrück<sup>k</sup>, J. Egée<sup>b,x</sup>, T. Engert<sup>d</sup>, M.N. Erduran<sup>an</sup>, S. Ertürk<sup>ao</sup>, C. Fanin<sup>n</sup>, S. Fantinel<sup>c</sup>, E. Farnea<sup>n,\*</sup>, T. Faul<sup>g</sup>, M. Filliger<sup>f,g</sup>, F. Filmer<sup>f,g</sup>, Ch. Finck<sup>f,g</sup>, G. de France<sup>r</sup>, A. Gadea<sup>ch,\*</sup>, W. Gast<sup>ap</sup>, A. Geraci<sup>r,ag</sup>, J. Gerl<sup>d</sup>, R. Germhäuser<sup>aq</sup>, A. Giannatiempo<sup>v,w</sup>, A. Giaz<sup>r,aa</sup>, L. Gibelin<sup>h</sup>, A. Givechev<sup>c</sup>, N. Goel<sup>d,c</sup>, V. González<sup>x</sup>, A. Gorttado<sup>e</sup>, X. Grave<sup>k</sup>, J. Grébosz<sup>p</sup>, R. Griffiths<sup>m</sup>, A.N. Grint<sup>z</sup>, P. Gros<sup>s</sup>, L. Guevara<sup>k</sup>, M. Gulmini<sup>e</sup>, A. Görgen<sup>s</sup>, H.T.M. Ha<sup>b</sup>, T. Habermann<sup>d,l</sup>, L.J. Harkness<sup>z</sup>, H. Harroch<sup>k</sup>, K. Hauschild<sup>h</sup>, C. He<sup>e</sup>, A. Hernández-Prieto<sup>am</sup>, B. Hervieu<sup>s</sup>, H. Hess<sup>u</sup>, T. Hüyük<sup>k</sup>, E. Ince<sup>ane</sup>, R. Isocrate<sup>n</sup>, G. Jaworski<sup>ar,s</sup>, A. Johnson<sup>j</sup>, J. Jolit<sup>u</sup>, P. Jones<sup>ai</sup>, B. Jonson<sup>ai</sup>, P. Joshi<sup>q</sup>, D.S. Judson<sup>z</sup>, A. Jungclaus<sup>av</sup>, M. Kaci<sup>o</sup>, N. Karkour<sup>h</sup>, M. Karolak<sup>s</sup>, A. Kaşkas<sup>a</sup>, M. Kebbi<sup>s</sup>, R.S. Kempyle<sup>aw</sup>, A. Khaplanov<sup>i</sup>, S. Klupp<sup>aq</sup>, M. Kogimtzis<sup>m</sup>, I. Kojojuharov<sup>d</sup>, A. Korichi<sup>h,\*</sup>, W. Korten<sup>s</sup>, Th. Kröll<sup>n,e</sup>, R. Krücken<sup>aq</sup>, N. Kurz<sup>d</sup>, B.Y. Ky<sup>k</sup>, M. Labiche<sup>m</sup>, X. Lafay<sup>h</sup>, L. Lavergne<sup>k</sup>, I.H. Lazarus<sup>n</sup>, S. Leboutelier<sup>h</sup>, F. Lefebvre<sup>k</sup>, E. Legay<sup>h</sup>, L. Legeard<sup>t</sup>, F. Lelli<sup>e</sup>, S.M. Lenzi<sup>n,y</sup>, S. Leoni<sup>r,aa</sup>, A. Lemritte<sup>k</sup>, D. Lersch<sup>u</sup>, J. Leske<sup>c</sup>, S.C. Letts<sup>m</sup>, S. Lhenoret<sup>z</sup>, R.M. Lieder<sup>ap</sup>, D. Linget<sup>h</sup>, L. Ljungvall<sup>h,s</sup>, A. Lopez-Martens<sup>h</sup>, A. Lotodé<sup>s</sup>, S. Lunardi<sup>n,y</sup>, A. Maj<sup>p</sup>, J. van der Marei<sup>j</sup>, Y. Mariette<sup>s</sup>, N. Marginean<sup>ad</sup>, R. Marginean<sup>n,y,ad</sup>, G. Maron<sup>e</sup>, A.R. Mather<sup>z</sup>, W. Męczyński<sup>p</sup>, V. Mendez<sup>b</sup>, P. Medina<sup>f,g</sup>, B. Melon<sup>v,w</sup>, R. Menegazzo<sup>n</sup>, D. Mengoni<sup>n,y,ai</sup>, E. Merchan<sup>d,c</sup>, L. Mihailescu<sup>ap,1</sup>, C. Michelagnoli<sup>n,y</sup>, J. Mierzejewski<sup>as</sup>, L. Milechina<sup>j</sup>, B. Million<sup>r</sup>, K. Mitev<sup>az</sup>, P. Molini<sup>e</sup>, D. Montanari<sup>r,aa</sup>, S. Moon<sup>z</sup>, F. Morbiducci<sup>h</sup>, R. Moro<sup>ad</sup>, P.S. Morrall<sup>m</sup>, O. Möller<sup>c</sup>, A. Nannini<sup>w</sup>, D.R. Napoli<sup>e</sup>, L. Nelson<sup>z</sup>, M. Nespolo<sup>n,y</sup>, V.L. Ngo<sup>h</sup>, M. Nicoletto<sup>n</sup>, R. Nicolini<sup>r,aa</sup>, Y. Le Noa<sup>s</sup>, P.J. Nolan<sup>z</sup>, M. Norman<sup>z</sup>, J. Nyberg<sup>l,\*\*</sup>, A. Obertelli<sup>s</sup>, A. Oliaru<sup>k</sup>, R. Orlandi<sup>ai,av</sup>, D.C. Oxley<sup>z</sup>, C. Özben<sup>ay</sup>, M. Ozil<sup>e</sup>, C. Oziol<sup>k</sup>, E. Pachalcz<sup>as</sup>, J. Palin<sup>m</sup>, J. Pancin<sup>t</sup>, C. Parisel<sup>f,g</sup>, P. Pariset<sup>h</sup>, G. Pascovici<sup>u</sup>, R. Peghin<sup>n</sup>, L. Pellegrini<sup>r,aa</sup>, A. Perego<sup>v,w</sup>, S. Perrier<sup>h</sup>, M. Petcu<sup>ad</sup>, P. Petkov<sup>o</sup>, C. Petrache<sup>k</sup>, E. Pierre<sup>h</sup>, N. Pietralla<sup>c</sup>, S. Pietri<sup>q</sup>, M. Pignanelli<sup>r,aa</sup>, I. Piqueras<sup>f,g</sup>, Z. Podolyák<sup>aw</sup>, P. Le Pouhalec<sup>s</sup>, J. Pouthous<sup>k</sup>, D. Pugnère<sup>t</sup>, V.F.E. Pucknell<sup>m</sup>, A. Pullia<sup>r,aa</sup>, B. Quintana<sup>an</sup>, R. Raine<sup>t</sup>, G. Rainovski<sup>ax</sup>, L. Ramina<sup>n</sup>, G. Rampazzo<sup>n</sup>, G. La Rana<sup>ac</sup>, M. Rebeschini<sup>n</sup>, F. Recchia<sup>n,y</sup>, N. Redon<sup>l</sup>, M. Reese<sup>c</sup>, P. Reiter<sup>u,\*</sup>, P.H. Regan<sup>aw</sup>, S. Riboldi<sup>r,aa</sup>, M. Richer<sup>f,g</sup>, M. Rigato<sup>c</sup>, S. Rigby<sup>z</sup>, G. Ripamonti<sup>r,ag</sup>, A.P. Robinson<sup>aj</sup>, J. Robin<sup>f,g</sup>, J. Roccazz<sup>h</sup>, J.-A. Ropert<sup>t</sup>, B. Rossé<sup>s</sup>, C. Rossi Alvarez<sup>n</sup>, D. Rosso<sup>e</sup>, B. Rubio<sup>b</sup>, D. Rudolph<sup>az</sup>, F. Saillant<sup>t</sup>, E. Sahin<sup>e</sup>, F. Salomon<sup>k</sup>, M.-D. Salsac<sup>s</sup>, J. Salt<sup>b</sup>, G. Salvato<sup>n,y</sup>, J. Sampson<sup>z</sup>, E. Sanchis<sup>x</sup>, C. Santos<sup>f,g</sup>, H. Schaffner<sup>d</sup>, M. Schlarb<sup>aq</sup>, D.P. Scraggs<sup>z</sup>, D. Seddon<sup>z</sup>, M. Şenyiğit<sup>a</sup>, M.-H. Sigward<sup>f,g</sup>,

G. Simpson<sup>al</sup>, J. Simpson<sup>m,\*</sup>, M. Slee<sup>z</sup>, J.F. Smith<sup>ai</sup>, P. Sona<sup>v,w</sup>, B. Sowicki<sup>p</sup>, P. Spolaore<sup>e</sup>, C. Stahl<sup>c</sup>, T. Stanios<sup>z</sup>, E. Stefanova<sup>o</sup>, O. Stézowski<sup>l</sup>, J. Strachan<sup>m</sup>, G. Suliman<sup>ae</sup>, P.-A. Söderström<sup>i</sup>, J.L. Tain<sup>b</sup>, S. Tanguy<sup>k</sup>, S. Tashenov<sup>jd</sup>, Ch. Theisen<sup>s</sup>, J. Thornhill<sup>z</sup>, F. Tomasi<sup>r</sup>, N. Toniolo<sup>e</sup>, R. Touzery<sup>s</sup>, B. Travers<sup>h</sup>, A. Triossi<sup>n,y</sup>, M. Tripone<sup>t</sup>, K.M.M. Tun-Lanoë<sup>k</sup>, M. Turcato<sup>t</sup>, C. Unsworth<sup>z</sup>, C.A. Ur<sup>n,ad</sup>, J.J. Valiente-Dobon<sup>e</sup>, V. Vandone<sup>r,aa</sup>, E. Vardaci<sup>ac</sup>, R. Venturelli<sup>n,y</sup>, F. Veronese<sup>n</sup>, Ch. Veysiere<sup>s</sup>, E. Viscione<sup>r</sup>, R. Wadsworth<sup>q</sup>, P.M. Walker<sup>aw</sup>, N. Warr<sup>u</sup>, C. Weber<sup>f,g</sup>, D. Weisshaar<sup>u,z</sup>, D. Wells<sup>z</sup>, O. Wieland<sup>r</sup>, A. Wiens<sup>u</sup>, G. Wittwer<sup>t</sup>, H.J. Wollersheim<sup>d</sup>, F. Zocca<sup>r</sup>, N.V. Zamfir<sup>ae</sup>, M. Ziębliński<sup>p</sup>, A. Zucchatti<sup>ab</sup>

<sup>a</sup> Department of Physics, Faculty of Science, Ankara University, 06100 Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>b</sup> IFIC, CSIC-Universitat de València, E-46980 Paterna, Spain

<sup>c</sup> IKF, TU Darmstadt, Schlossgartenstraße 9, D-64289 Darmstadt, Germany

<sup>d</sup> GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, D-64291 Darmstadt, Germany

<sup>e</sup> INFN Laboratori Nazionali di Legnaro, IT-35020 Padova, Italy

<sup>f</sup> Université de Strasbourg, INPUC, 23 rue du Président, 67037 Strasbourg, France

<sup>g</sup> CNRS, UMR 7178, 67037 Strasbourg, France

<sup>h</sup> CSNSM, CNRS, IN2P3, Université Paris-Sud, F-91405 Orsay, France

<sup>i</sup> Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Uppsala, Sweden

<sup>j</sup> The Royal Institute of Technology, SE-10691 Stockholm, Sweden

<sup>k</sup> IPNO, CNRS/IN2P3, Université Paris-Sud, F-91405 Orsay, France

<sup>l</sup> Université de Lyon, Université Lyon 1, CNRS-IN2P3, Institut de Physique Nucléaire de Lyon, F-69622 Villeurbanne, France

<sup>m</sup> STFC Daresbury Laboratory, Daresbury, Warrington WA4 4AD, UK

<sup>n</sup> INFN Sezione di Padova, I-35131 Padova, Italy

<sup>o</sup> Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

<sup>p</sup> The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków, Poland

<sup>q</sup> Department of Physics, University of York, York YO1 5DD, UK

<sup>r</sup> INFN Sezione di Milano, IT-20133 Milano, Italy

<sup>s</sup> CEA Centre de Saclay, IRFU, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

<sup>t</sup> Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL), CEA/DSM-CNRS/IN2P3, Bvd Henri Becquerel, 14076 Caen, France

<sup>u</sup> IKP, University of Cologne, D-50937 Cologne, Germany

<sup>v</sup> Università di Firenze, Dipartimento di Fisica e Astronomia, IT-50019 Firenze, Italy

<sup>w</sup> INFN Sezione di Firenze, IT-50019 Firenze, Italy

<sup>x</sup> Department of Electronic Engineering, University of Valencia, Burjassot (Valencia), Spain

<sup>y</sup> Dipartimento di Fisica, Università di Padova, IT-35131 Padova, Italy

<sup>z</sup> Oliver Lodge Laboratory, The University of Liverpool, Oxford Street, Liverpool L69 3ZE, UK

<sup>aa</sup> Dipartimento di Fisica, Università di Milano, IT-20133 Milano, Italy

<sup>ab</sup> STFC Rutherford Appleton Laboratory, Harwell, Didcot OX11 0QX, UK

<sup>ad</sup> Dipartimento di Fisica dell'Università e INFN Sezione di Napoli, IT-80126 Napoli, Italy

<sup>aq</sup> National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Bucharest-Magurele, Romania

<sup>ar</sup> Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kerntechnik, Universität Bonn, Nußallee 14-16, D-53115 Bonn, Germany

<sup>as</sup> University of Oslo, Department of Physics, N-0316 Oslo, Norway

<sup>at</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e Informazione, IT-20133 Milano, Italy

<sup>au</sup> INFN Sezione di Genova, IT-16146 Genova, Italy

<sup>av</sup> School of Engineering, University of the West of Scotland, Paisley PA1 2BE, UK

<sup>az</sup> Schuster Laboratory, School of Physics and Astronomy, The University of Manchester, Manchester M13 9PL, UK

<sup>ba</sup> Dipartimento di Astronomia, Università di Padova, IT-35131 Padova, Italy

<sup>ca</sup> LPSC, Université Joseph Fourier Grenoble 1, CNRS/IN2P3, INP Grenoble, F-38026 Grenoble Cedex, France

<sup>da</sup> Departamento de Física Fundamental, Universidad de Salamanca, Salamanca, Spain

<sup>ea</sup> Istanbul University, Istanbul, Turkey

<sup>fa</sup> Department of Physics, Science Faculty, Niğde University, 51200 Niğde, Turkey

<sup>ga</sup> Forschungszentrum Jülich, Institut für Kernphysik, D-52425 Jülich, Germany

<sup>ha</sup> Physik-Department, Technische Universität München, D-85747 Garching, Germany

<sup>ia</sup> Faculty of Physics, Warsaw University of Technology, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warsaw, Poland

<sup>ja</sup> Institute of Mathematics and Cryptology, University of Warsaw, ul. Filtrowa 15, 02-003 Warsaw, Poland

<sup>ka</sup> Department of Physics, University of Jyväskylä, P.O. Box 35, FI-40014 Jyväskylä, Finland

<sup>la</sup> Fundamental Physics, Chalmers University of Technology, S-412 96 Gothenburg, Sweden

<sup>ma</sup> Instituto de Estudios de la Materia – CSIC, E-28006 Madrid, Spain

<sup>na</sup> Department of Physics, University of Surrey, Guildford GU2 7XH, UK

<sup>pa</sup> Faculty of Physics, St. Kliment Ohridski University of Sofia, Bulgaria

<sup>ra</sup> Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

<sup>sa</sup> Department of Physics, Lund University, SE-22100 Lund, Sweden

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 31 October 2011

Received in revised form

24 November 2011

Accepted 25 November 2011

Available online 4 December 2011

#### Keywords:

AGATA

γ-Ray spectroscopy

γ-Ray tracking

HGe detectors

### ABSTRACT

The Advanced GAMMA Tracking Array (AGATA) is a European project to develop and operate the next generation γ-ray spectrometer. AGATA is based on the technique of γ-ray energy tracking in electrically segmented high-purity germanium crystals. This technique requires the accurate determination of the energy, time and position of every interaction as a γ-ray deposits its energy within the detector volume. Reconstruction of the full interaction path results in a detector with very high efficiency and excellent spectral response. The realisation of γ-ray tracking and AGATA is a result of many technical advances. These include the development of encapsulated highly segmented germanium detectors assembled in a triple cluster detector cryostat, an electronic system with fast digital sampling and a data acquisition system to process the data at a high rate. The full characterisation of the crystals was measured and compared with detector-response simulations. This included pulse-shape analysis algorithms, to extract

# La Recherche

**ENTRETIEN**  
La quête des extrêmes : mieux comprendre la structure intime des noyaux. Interview croisée d'Alain Korchik de l'IN2P3 (CNRS) et de Christophe Theisen de l'IRFU (CEA).

**TECHNOLOGIE**  
Spectromètre AGATA : comment ça marche ?

**PROSPECTIVE**  
Une communauté scientifique à l'unisson

# AGATA

## PLONGÉE DANS LES ÉTATS EXTRÊMES DE LA MATIÈRE NUCLÉAIRE

En 2004, le Grand Accélérateur National d'Orsay (GANO) de Paris accueille la première enceinte AGATA. La première tranche AGATA est actuellement expérimentée avec l'accélérateur d'énergie brevetée CERN à Orsay (France). Voir l'onglet AGATA.

**Les atouts des supercalculateurs pour la recherche fondamentale**

© CEA-DSM-Irfu - DIRPHY/CONTREX - A. ZICHAGI/GRENOBLE-INP  
CENTRE POLYGRAPHIQUE/CONTREX/CEA

Cahier réalisé en collaboration avec l'IN2P3-CNRS (Institut national de physique nucléaire et de physique des particules du CNRS) et l'IRFU-CEA (Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers).

**TECHNOLOGIE**

Afin de récupérer efficacement les signaux émis par les interactions des photons gamma dans le germanium, le projet AGATA mobilise un dispositif électronique et informatique de pointe.

## UN VÉRITABLE DÉFI INFORMATIQUE

Les cristaux de germanium constituent un élément central du spectromètre AGATA. C'est en effet sur leur sein que les rayons gamma interactuent pour générer des électrons. Le dispositif électronique et informatique joue un rôle clé pour récupérer ces signaux, les numériser, les traiter et au final reconstruire la trajectoire des photons. Dans la pratique, les impulsions des 16 segments de chaque cristal sont pré-amplifiées puis numérisées en continu – toutes les 10 nanosecondes – par un numérisateur avec une résolution de 14 bits. « Très proche du détecteur, cette numérisation génère environ 8 Go/s de données par cristal, ce qui correspond à environ 1,5 To /sec pour la phase finale d'AGATA », illustre Eric Logay, ingénieur informatique au Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse (CSNSM). Grâce à cela, il suffit de rassembler les flux provenant de chaque cristal en un fil de données global. « Objectif : de regrouper l'ensemble des interactions ayant eu lieu dans tout le détecteur dans une fenêtre en temps de quelques microsecondes », précise Xavier Gravet. Tout cela se fait « en ligne ». Enfin, des algorithmes de « tracking » traitent le fil de données et reconstruisent la trajectoire de chaque photon. Ces événements reconstruits sont stockés localement avant d'être envoyés sur la grille EGIP. « L'ensemble du traitement nécessite l'utilisation de plus de 100 applications dédiées sur les serveurs. Le physicien doit pouvoir contrôler l'expérience en temps réel », explique Eric Logay. AGATA est le premier multi-détecteur nécessitant un traitement des données en ligne aussi complexe (supplantant un ordinateur PC suffisant). Au final, seules les données pertinentes pour le physicien sont conservées. Ainsi, le demonstrateur d'AGATA gère environ « seulement » 10 To de données par semaine au lieu de 70 000 To avant filtrage !

Quel rôle joue HP dans le projet AGATA ? Notre centre de compétence « High Performance Computing » (HPC) a notamment fourni 32 serveurs de calcul, et leur nombre pourrait atteindre 250 à 300 d'ici à trois ans. Chaque serveur est muni de deux processeurs capables d'effectuer 32 milliards d'opérations à la seconde ! Nous avons également fourni un logiciel d'analyse et de diagnostic.

Comment se sont déroulés vos échanges avec les membres du projet ? Les membres d'AGATA nous ont expliqués les aspects techniques du projet et ses enjeux scientifiques. Ces échanges passionnés nous ont permis de leur proposer la solution technique la plus adaptée à leurs besoins et à leur budget.

Plus globalement, quelle est la stratégie HPC d'HP ? Depuis plusieurs années, HP met en œuvre tous les moyens nécessaires pour répondre aux besoins grandissants de ses clients en matière de calcul intensif. En France, plus de 100 personnes travaillent au sein de notre centre de compétences HPC, à Grenoble et près de Paris.

**OLIVIER LE MERLE**

**3QA...**  
Laurent Grandjean, responsable des ventes HPC chez HP France

# Merci !



- CSNSM : N. Dosme, E. Legay
- Daresbury : V. Pucknell
- GANIL : L. Legeard, F. Saillant
- IPNL : O. St zowski
- IPNO : Y. Aubert, X. Grave, L. Guevara
- Krakow : J. Grebosz
- Legnaro : L. Berti, E. Calore, M. Gulmini, F. Lelli, G. Maron, P. Molini
- Padova : D. Bazzacco, D. Mengoni