

1983-2023 40 ans après

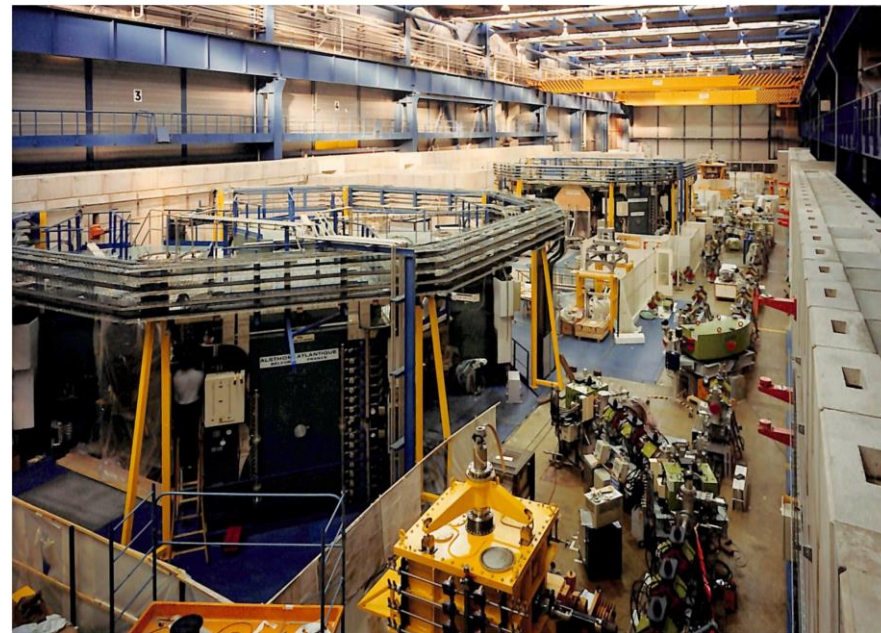
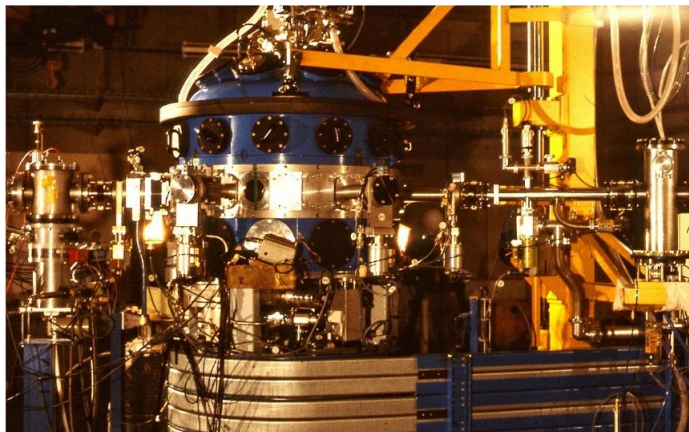
Daniel GUERREAU

GANIL



Regards au cœur de la matière

« *La première expérience* »



À ceux qui nous ont quitté....



*« Old soldiers never die,
they just fade away.. »*

Jacques FERMÉ

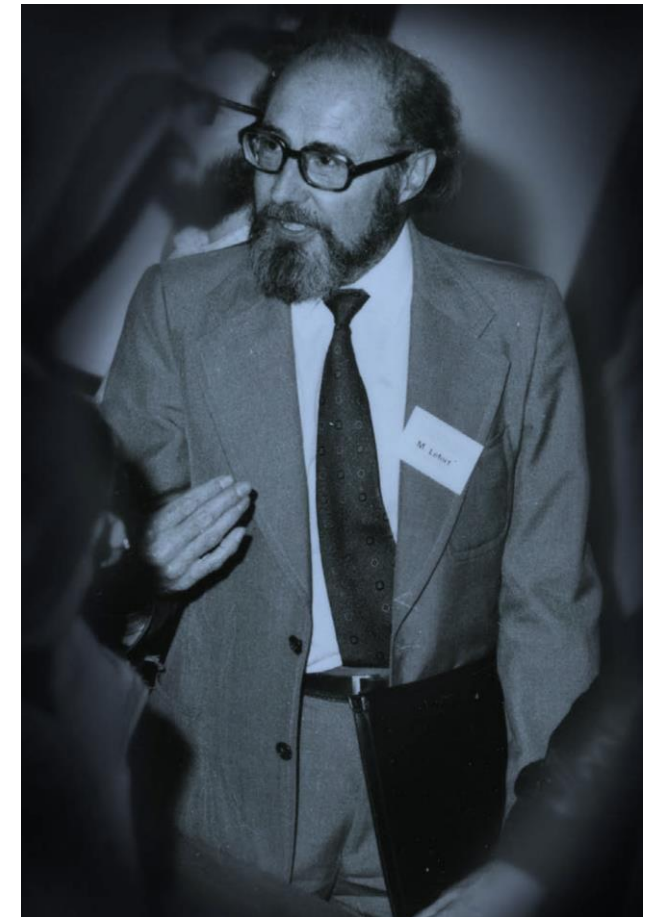
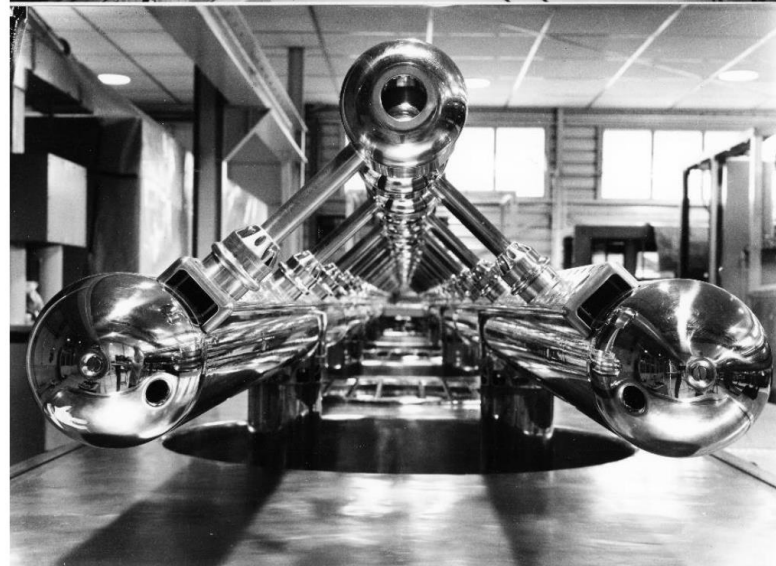
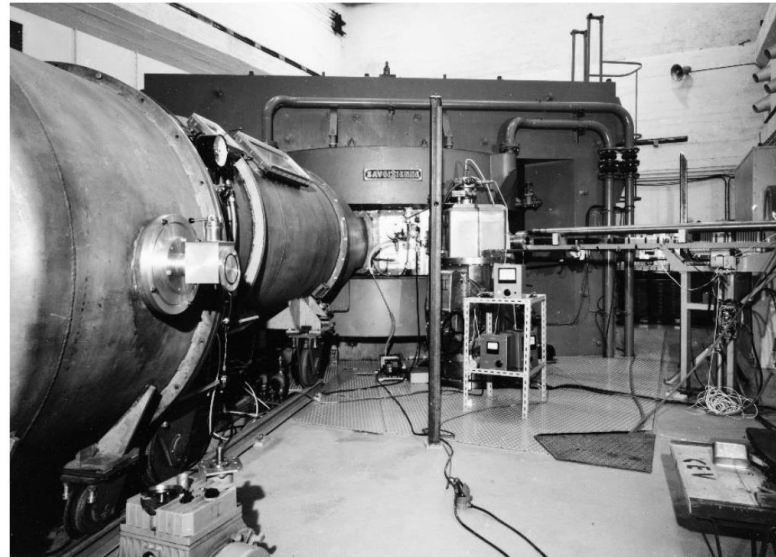
1970: Début de l'histoire...



Claude BIETH

*Dans l'équipe d'ALICE, C.Bieth, E.Baron,
M.Bisch, M.-P.Bourgarel,
B.Lenoble, M.Voisin...
qui, plus tard, rejoindront le GANIL*

ALICE IPN Orsay (1970-1985)



Marc LEFORT

Couplage de deux accélérateurs
avec stripping intermédiaire
(Accélérateur linéaire + Cyclotron
à Energie Variable)
 ^{14}N 16 MeV/u, ^{40}Ar (6.8 MeV/u)
 ^{84}Kr (5.4 MeV/u)

1974 -Groupe de Projet installé à Orsay



Maurice Gouttefangeas



Photos Décembre 1974

Janvier 1976 – GIE GANIL

Directeur Marc Lefort

Directeur Adjoint, Chef de Projet Maurice Gouttefangeas

Février 1982 - Le 1^{er} Comité d'expériences (Hervé Nifenecker)

J-120

21-22 septembre 1982 - Examen des premières propositions

Début octobre, appel de Claude Détraz

J-60

19 NOVEMBRE 1982

1^{er} faisceau sortie CSS2



19 novembre
1982

4^h00 150 ma à l'entrée de CSS2
Dijonction HF CSS1

4^h40 Réglage In. CSS2 OK
50 m sur le Tou d'éjection CSS2

5^h15 Variation de la Pos Rot de la Source sans
raison.

Reprise des réglage IO, CSS1, CSS2

7^h15 15 m accidenté dans CSS2

9^h00 Réglage de l'injection CSS2. faisceau injecté

9^h25 Réglage de l'éjection CSS2

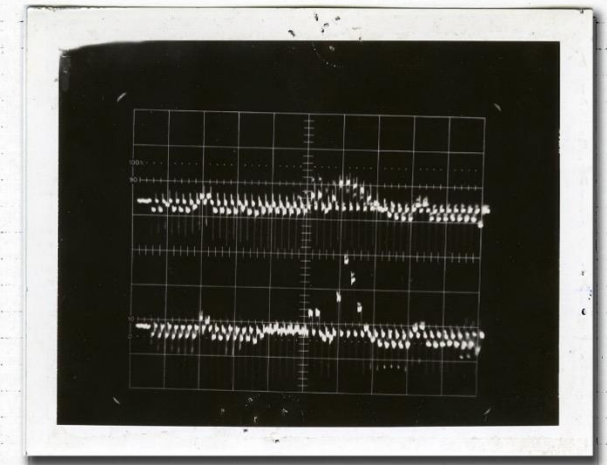
9^h40 phase pour l'éjection -130,8°

11^h10 AC AC. Pour vérifier le champ dans NEG C2

11^h25 Reprise réglage d'éjection

12^h10 ~~réglage~~ déplacement de PSE 3.

12^h30 EJECTION CSS2 → 5 nA sur L3PR11



faisceau sur L3PR11 20 mV/div. 20 ns.
+ temps d'intégration 1 sec, 6.

Un moment de réjouissance mérité



Janvier 1983 - LA PREMIÈRE EXPÉRIENCE



Les acteurs

Véronique BORREL

Joël GALIN

Bernard GATTY

Daniel GUERREAU

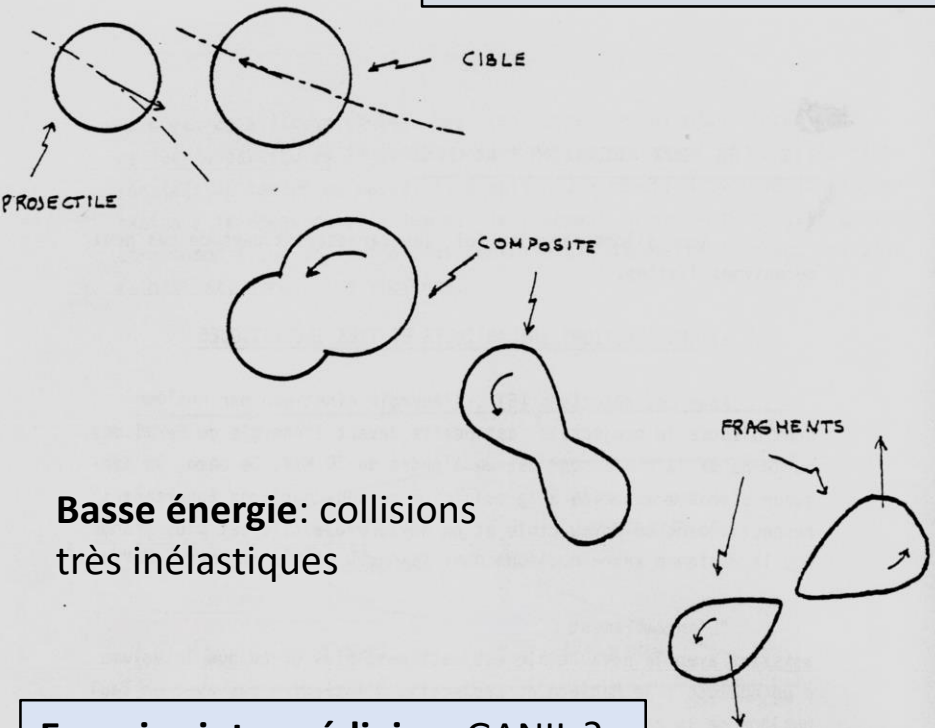
Dominique JACQUET

Xavier TARRAGO

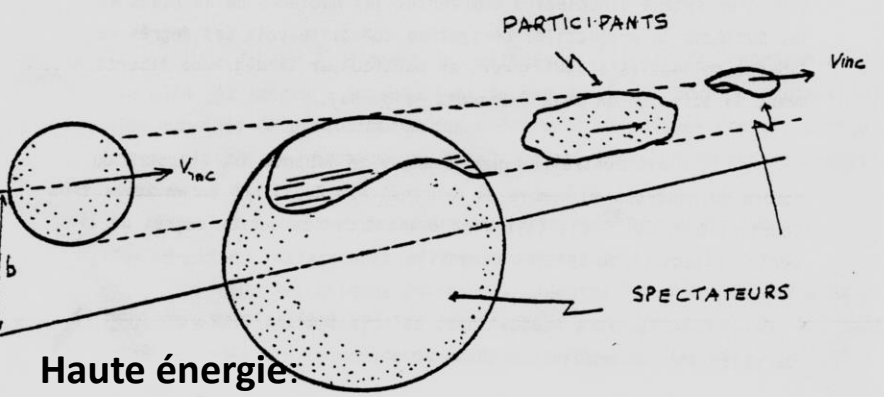


Avec l'aide précieuse de J.L.Ciffre (GANIL aires) et A.Richard (SEP IPN)

Réactions périphériques



Energies intermédiaires GANIL ?



Haute énergie: réaction participants-spectateurs

« Passage de la friction à 1 corps vers la friction à 2 corps à travers l'étude de l'évolution du degré de liberté asymétrie d'isospin »

Basse Energie: Interaction de type collectif ($E/A_{proj} \ll E_{fermi}$).
Le degré de liberté N/Z est équilibré en $1-2 \cdot 10^{-22}$ sec

Haute Energie:
Collisions individuelles nucléon-nucléon ($E/A_{proj} \gg E_{fermi}$).

Energies GANIL: zone de transition
Une bonne observable: degré de liberté ISOSPIN

Expérience: Observer à travers la fragmentation du projectile cet éventuel changement de comportement

- Mesure de Z,A,E
- Projectile ^{40}Ar (44 MeV/u)
- Etude de 2 systèmes $^{40}\text{Ar} + ^{58}\text{Ni}$ et $^{40}\text{Ar} + ^{197}\text{Au}$



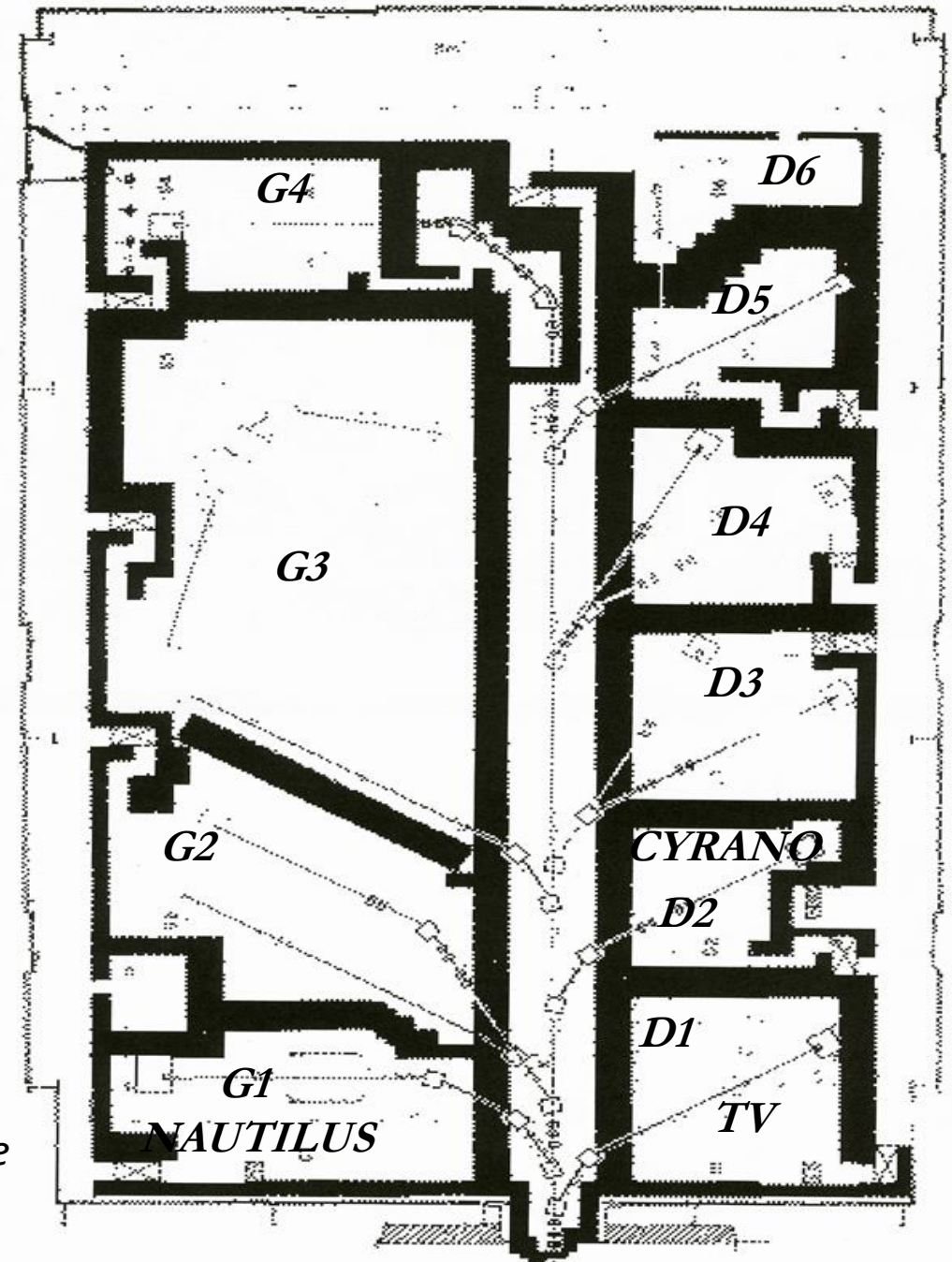
Aerial view of the site of GANIL (Picture by J.M. Schuller)

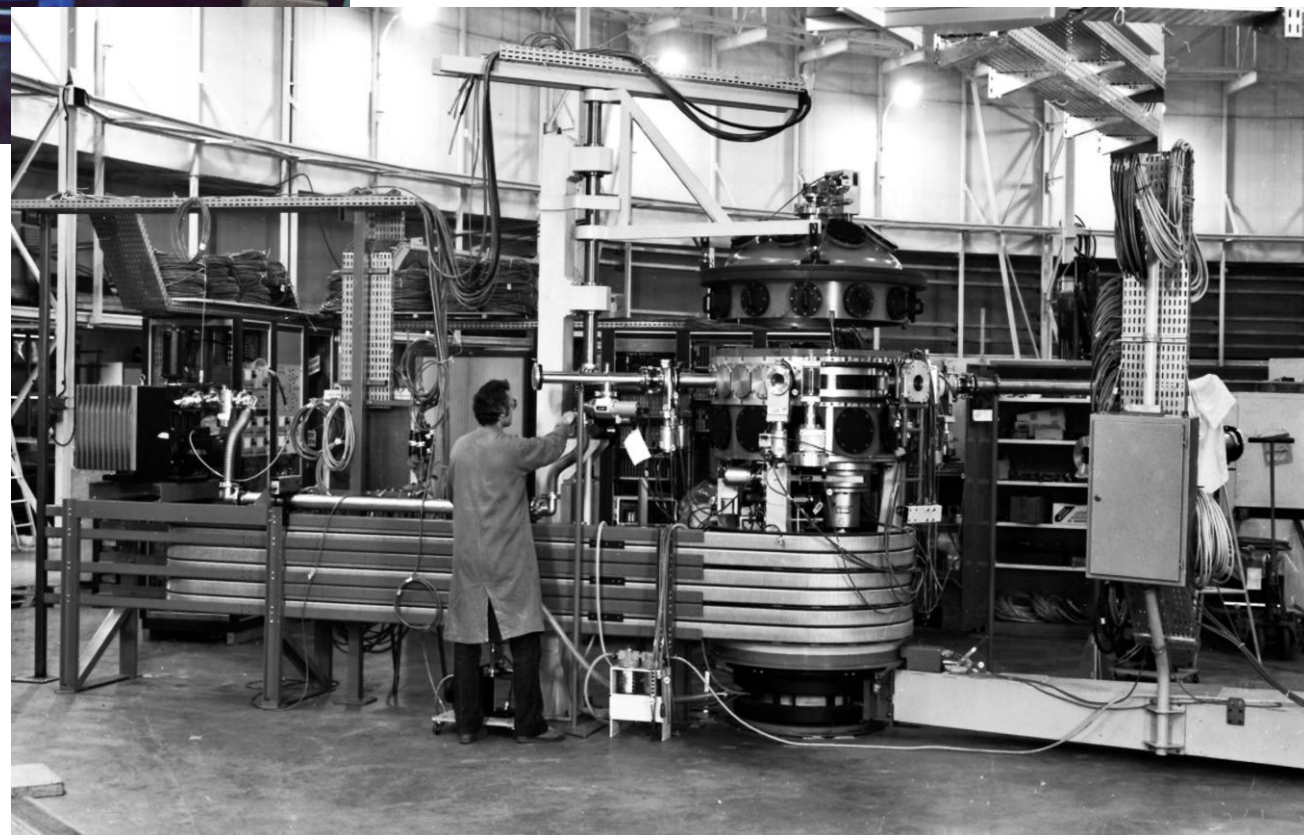
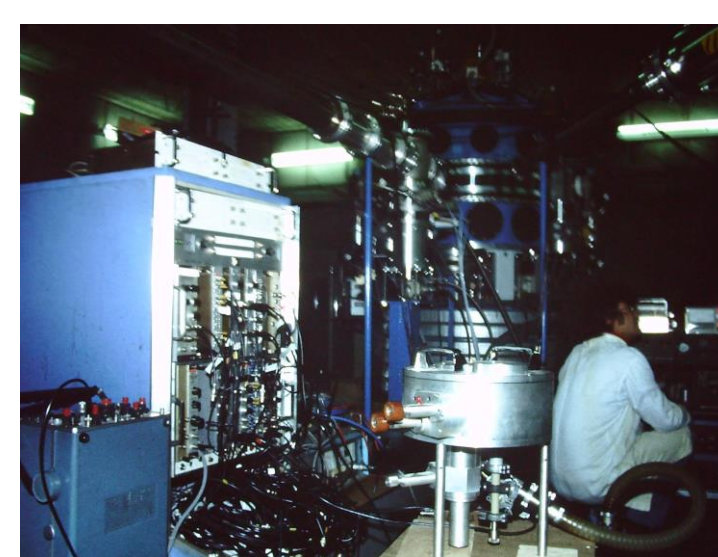
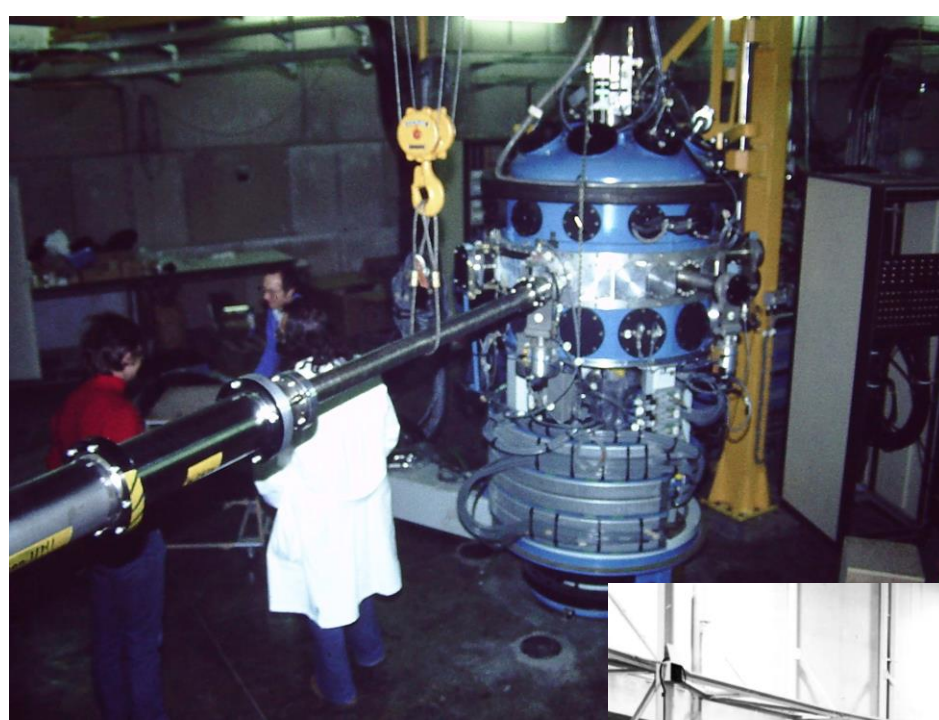
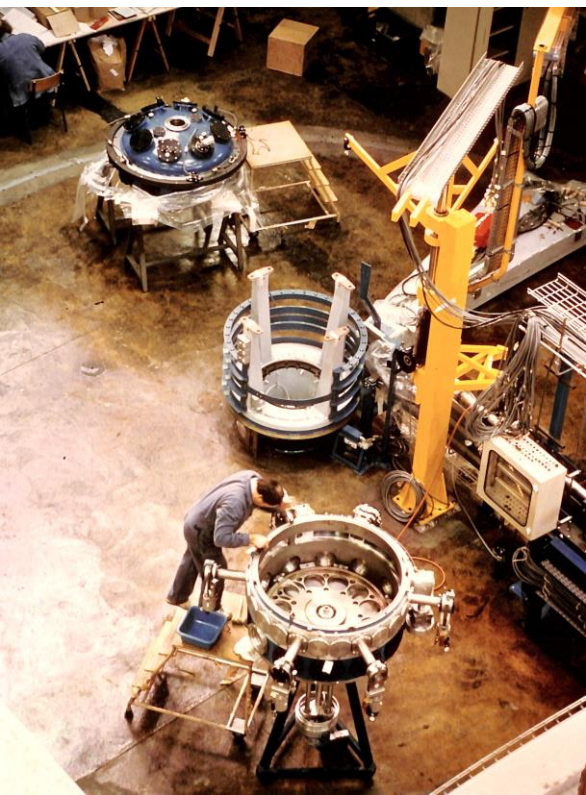


Aires Expérimentales
Rémi Anne



Maurice Van den Bossche



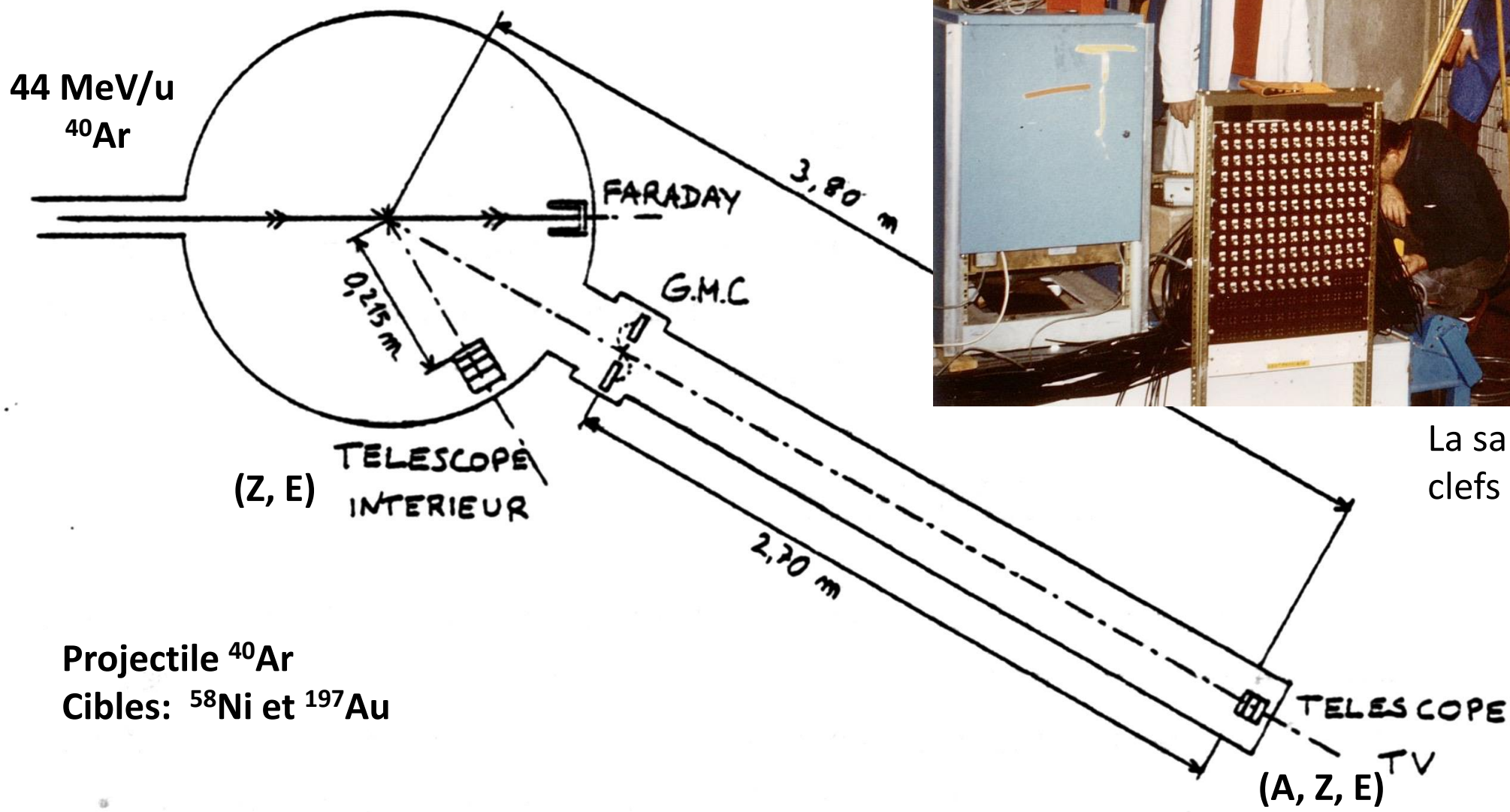


La salle D1
Chambre Temps de vol



J.L.Ciffre

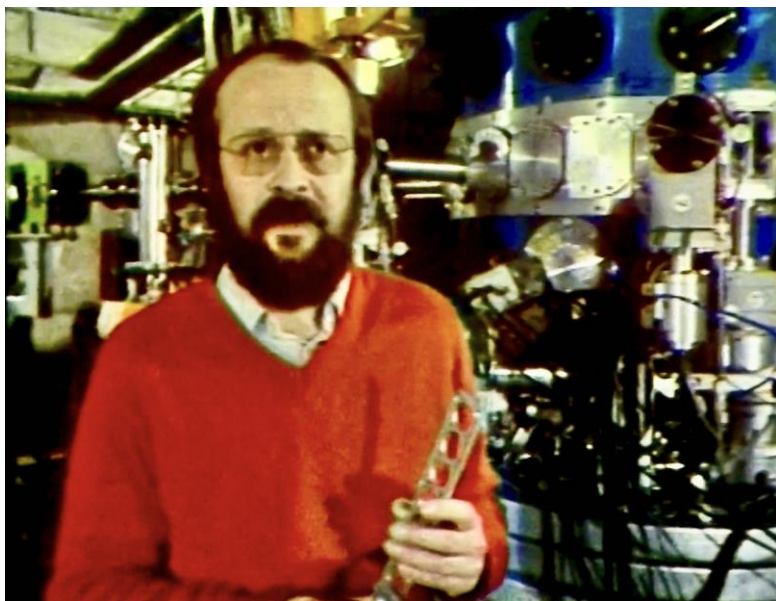
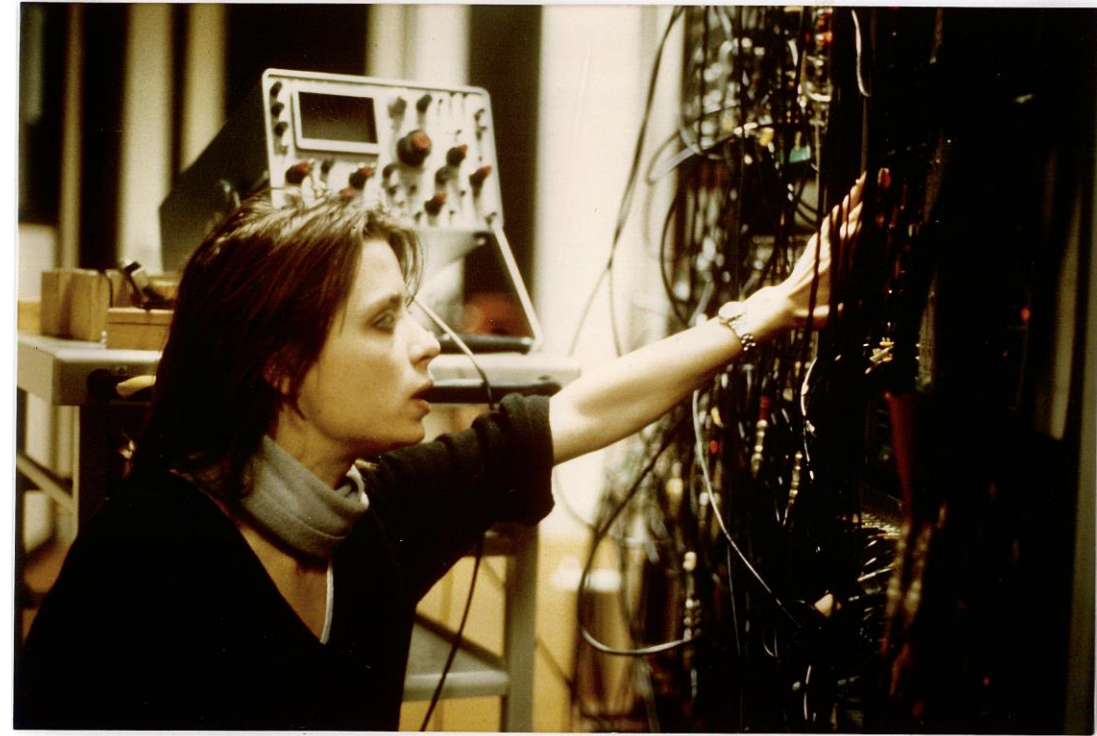
Schéma de l'expérience



Projectile ^{40}Ar
Cibles: ^{58}Ni et ^{197}Au



La salle D1 n'était pas livrée clefs en main...



PCP



Entrée Salle D1



JOUR J : 19 janvier 1983
Premier faisceau dans D1

GRUPE EXPLOITATION

COMPOSITION DES EQUIPES A PARTIR DU 3/11/82

① COLOMBE *
GALARD
ROBERT
VIGOT

② BLANCHET
DOUTRESSOULLES *
LECHARTIER
PAIN
VARLET

③ DUPUIS
LEHERISSIER
MARRY *
PACQUET

④ HAMELIN *
LERMINE
OUTIN
REGNAULT

⑤ BISSON
CADEL *
LAMARE
LEBOUCHER
RATAUD

Un grand merci
aux opérateurs !





ACQUISITION des DONNÉES

MODCOMP Classic 7860 32 bits

512Ko mémoire,

Dérôleurs de bandes

Disques amovibles 300Mo avec encombrement
d'une machine à laver...

Systeme de contrôle des expériences partiellement opérationnel...

Mais toutes les données ont bien été enregistrées !

Merci à toute l'équipe autour de R.de Turreil

P.Bertrand, J.Clément, J.L.Foucher, A.Faisant, B.Raine, J.Tillier, D.Vaillant, D.Roy



Claude Détraz passait trois fois par jour...

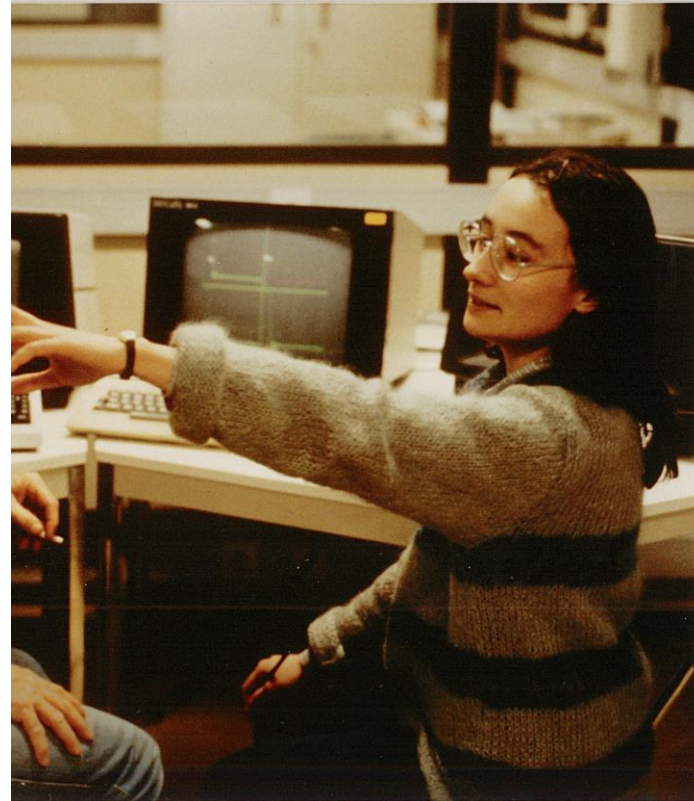
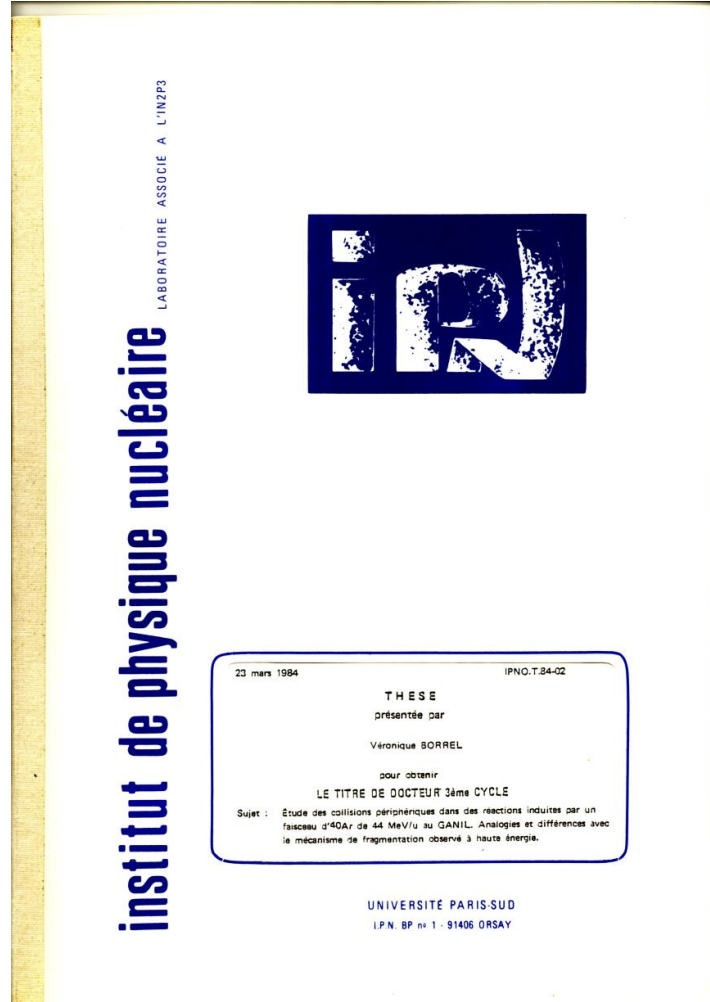


CLAP DE FIN !

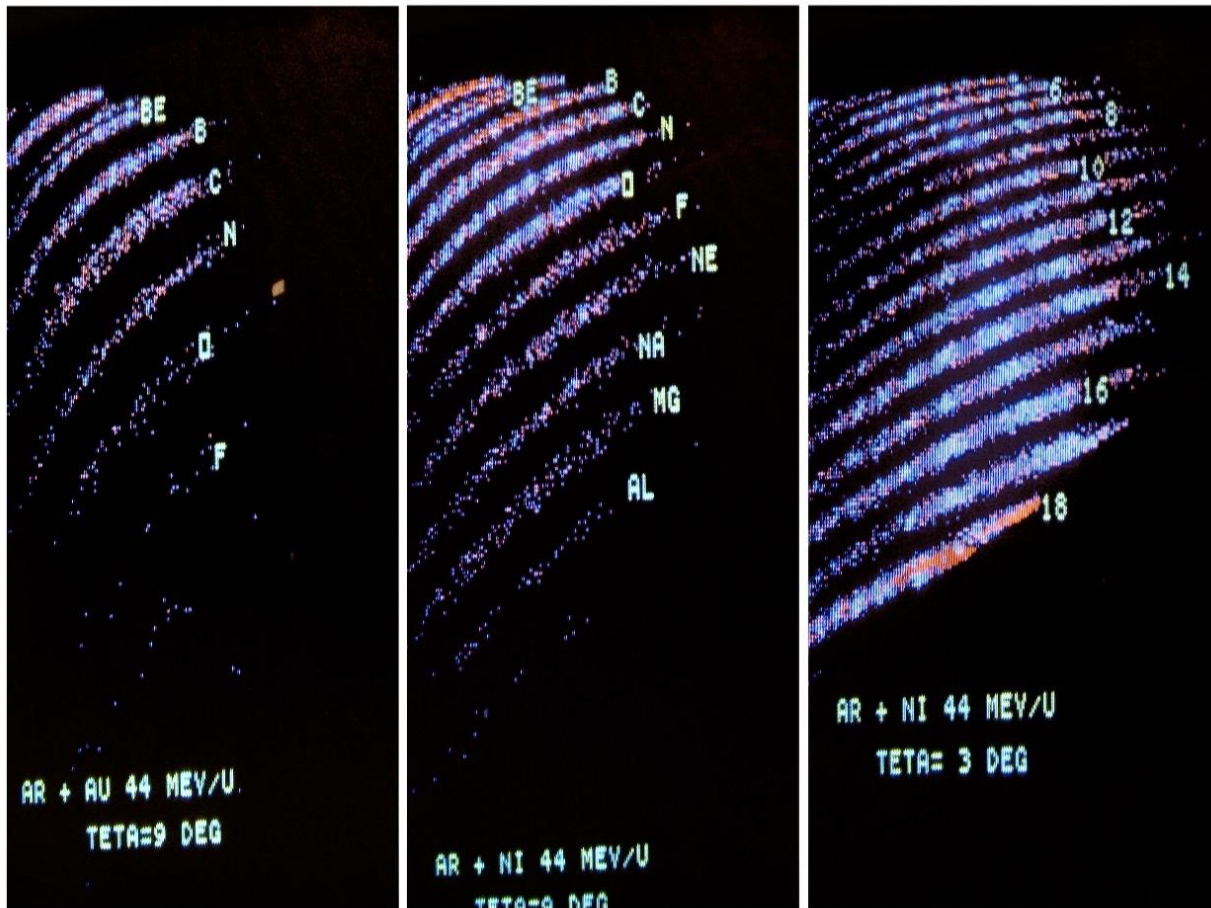


Il faut laisser la place nette pour les suivants. Le Directeur ne ménage pas sa peine !

LES PREMIERS RÉSULTATS



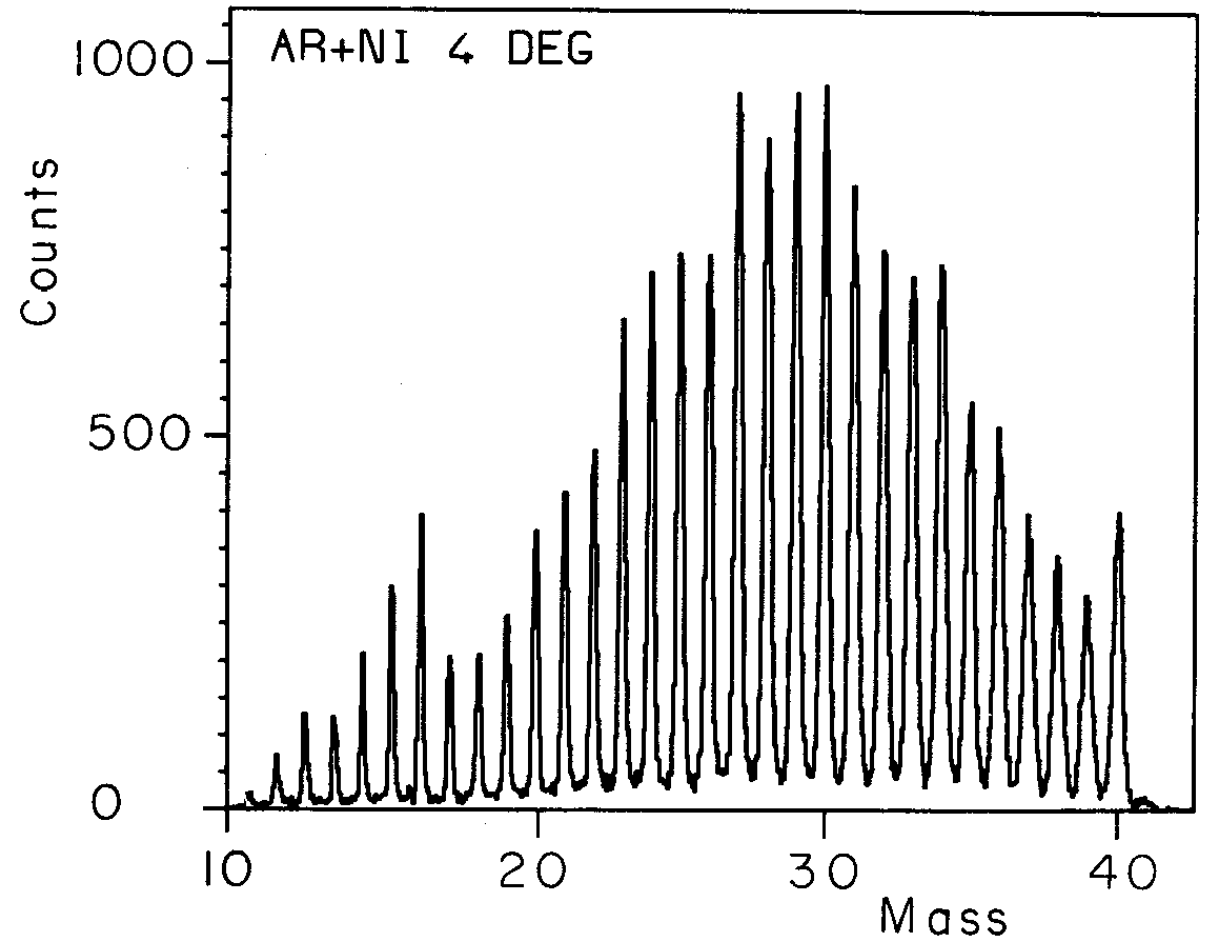
Véronique Borrel
Doctorante



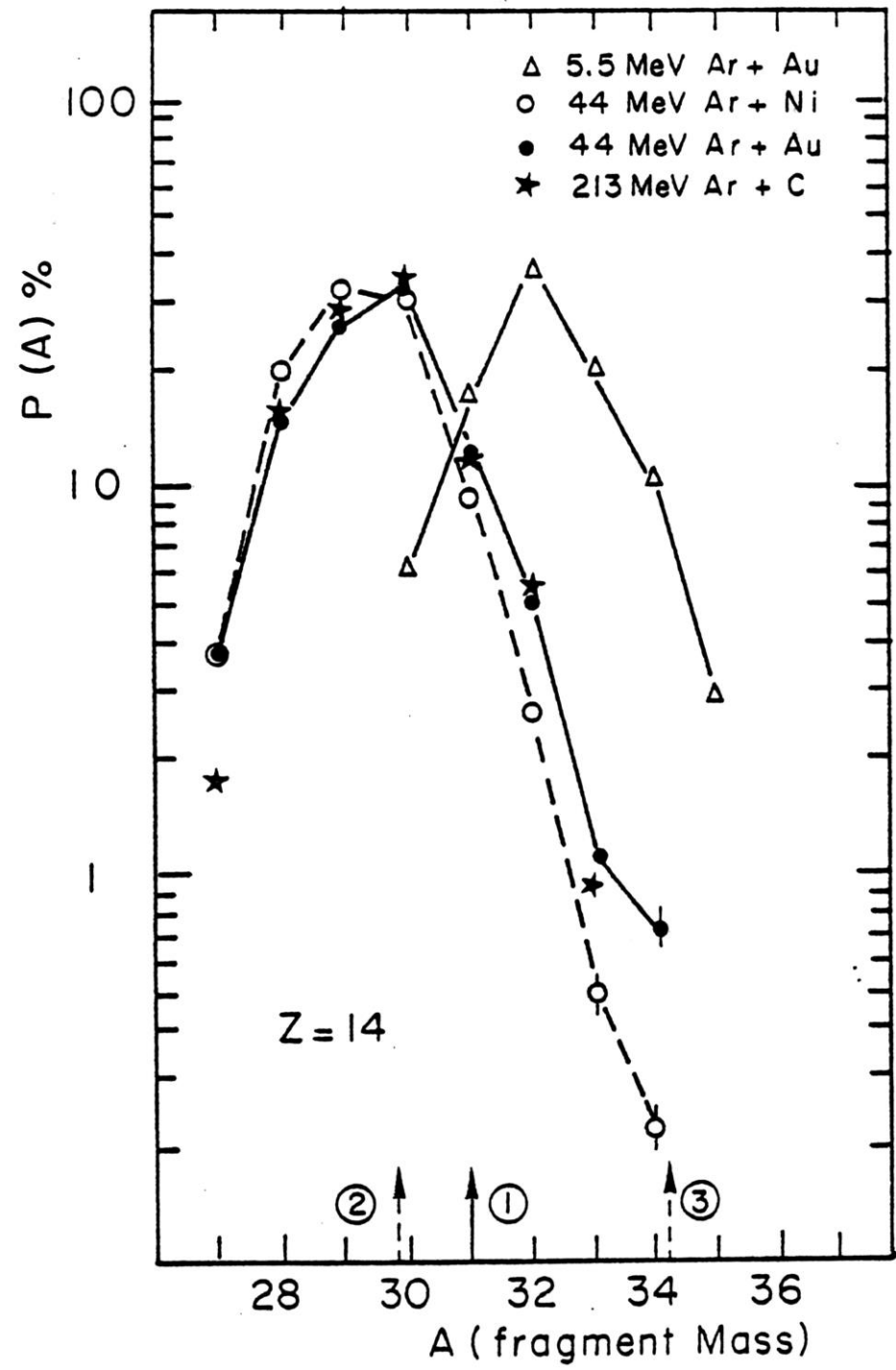
Identification en Z
 Résolution 1,4 %

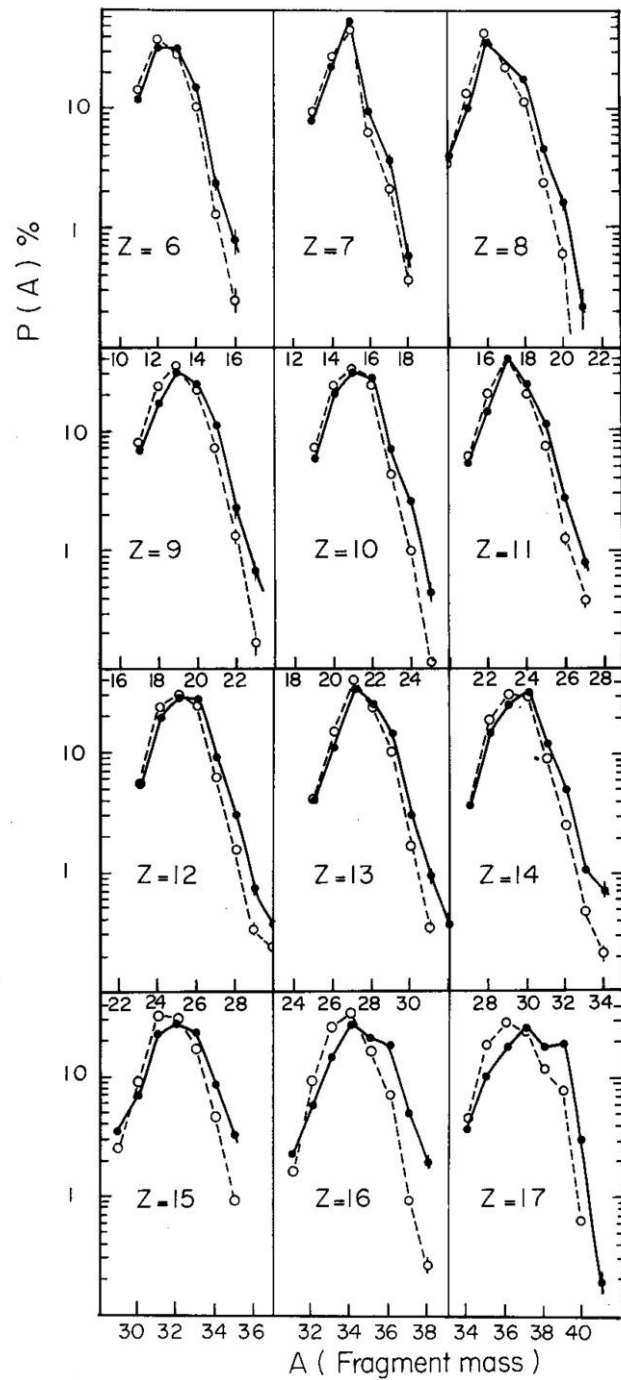
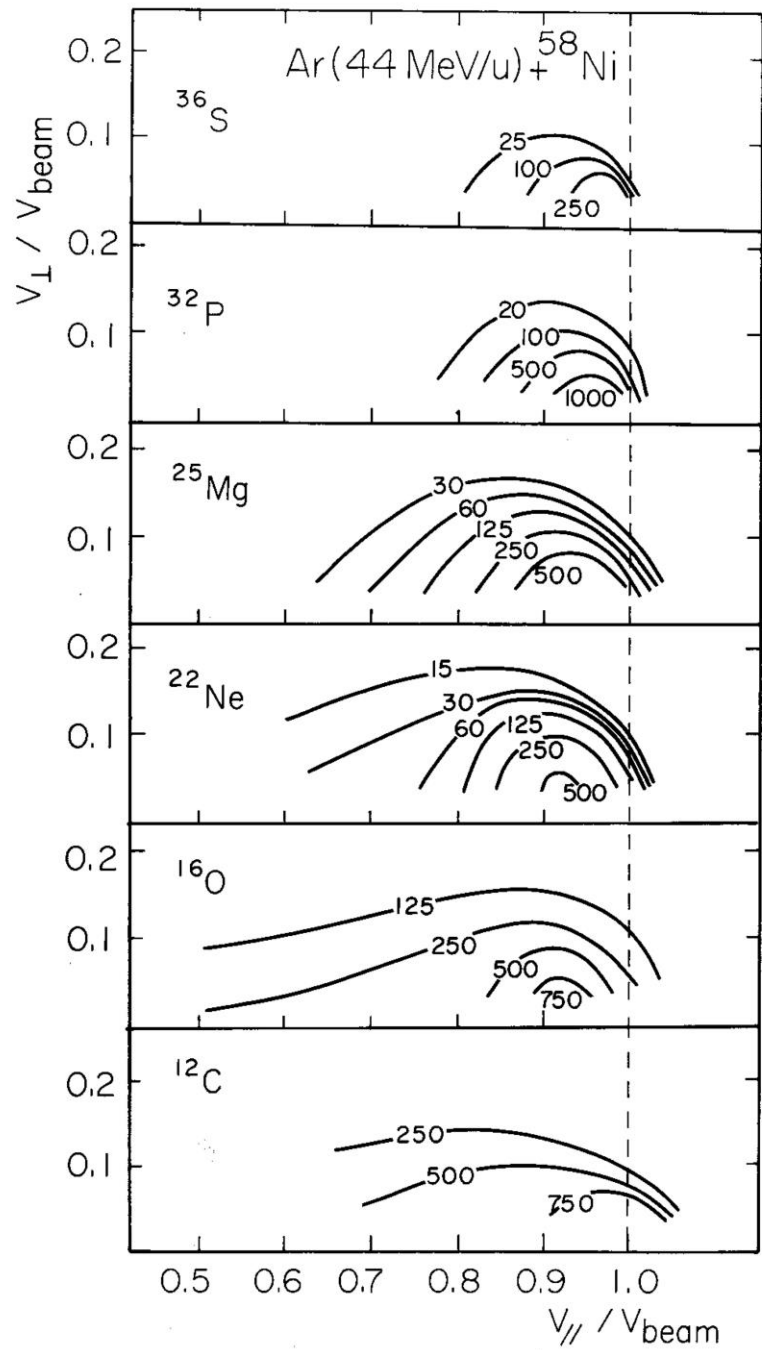
$\Delta E = 5 \text{ MeV}$ sur l'énergie totale
 $\Delta t = 120 \text{ ps}$

Identification en Masse
 Résolution : 1%



Au premier ordre, des distributions isotopiques très voisines de celles observées à haute énergie





CONCLUSION DE LA THÈSE

Pour les noyaux lourds ($Z \geq 4$), émis vers l'avant, le mécanisme de production dominant ressemble beaucoup à la fragmentation du projectile.

- la composition des fragments dépend de la nature de la cible.: la réaction Ar + Au produit, pour les éléments de $Z = 4$ à $Z = 18$, plus d'isotopes riches en neutrons que la réaction Ar + Ni. Cela indique probablement un début d'échange de nucléons entre la cible et le projectile ;
- les distributions en vitesses relevées pour ces fragments s'étirent vers les faibles vitesses, en proportion d'autant plus importante que le noyau est plus éloigné du projectile ^{40}Ar . Ce début de dissipation d'énergie ainsi que l'effet de cible montrent que des phénomènes de type collectif persistent ;
- enfin, les vitesses et les sections efficaces particulièrement grandes que nous avons relevées pour les fragments légers indiquent peut-être la présence d'un mécanisme de multifragmentation du projectile. Des expériences exclusives permettront de vérifier cette hypothèse, si l'on observe plusieurs fragments du projectile en coïncidence.

Enfin, l'étude du mécanisme de fragmentation du projectile prévoit des résultats prometteurs pour la production au GANIL de noyaux exotiques riches en neutrons. La figure 37 montre que les sections effi-

- fragmentation du projectile

MAIS

- effet de cible

- dissipation d'énergie

- multifragmentation

ET

- production de noyaux exotiques



23 mars 1984 IPNO.T.84-02

THESE
présentée par
Véronique BORREL
pour obtenir
LE TITRE DE DOCTEUR 3ème CYCLE

Sujet : Étude des collisions périphériques dans des réactions induites par un faisceau d'⁴⁰Ar de 44 MeV/u au GANIL. Analogies et différences avec le mécanisme de fragmentation observé à haute énergie.

UNIVERSITÉ PARIS-SUD
I.P.N. BP no 1 - 91406 ORSAY

Volume 131B, number 4,5,6

PHYSICS LETTERS

17 November 1983

ISOTOPIC DISTRIBUTIONS OF PROJECTILE-LIKE FRAGMENTS IN 44 MeV/u ⁴⁰Ar INDUCED REACTIONS*

D. GUERREAU, V. BORREL, D. JACQUET, J. GALIN, B. GATTY and X. TARRAGO

Institut de Physique Nucléaire, BP No. 1, 91406 Orsay, France

Received 6 July 1983

Reactions induced by 44 MeV/u Ar on Ni and Au have been investigated looking at mass, charge and energy distributions. Projectile fragmentation is shown to be the dominant process already at this intermediate energy.

The study of the isospin degree of freedom in reactions induced by heavy ions below 10 MeV/u has been very fruitful to improve our knowledge of deep inelastic reactions, especially of the very early stage of the collision [1-3] as the typical relaxation time for this mode is $1-2 \times 10^{-22}$ s. The existence of an intermediate composite system has been clearly shown, as the result of a complete damping of the relative motion. The neutron to proton ratio (N/Z) of the projectile-like fragments reflects the nature of this double nuclear system. In this low energy region, collective effects dominate and the phenomena are well described in the framework of the mean field theory [4].

At high energy ($E > 100$ MeV/u), the situation is completely inverted [5]: the process is dominated by individual nucleonic collisions. Intranuclear cascade models and participant spectator models are commonly used.

The intermediate energy region $10 < E/A < 100$ MeV/u must then be very interesting since the mean free path as well as the reduced wave length for the relative motion of two nucleons become of the order of the intranuclear distance. Very interesting features are expected and one might understand how the transition from one-body to two-body dissipation occurs.

Among all the degrees of freedom of the

system, the N/Z mode is the fastest to reach equilibrium: its study in this transition region is then supposed to give interesting pieces of information concerning the disappearance (or the persistence) of any collective behaviour of nuclear matter. Up to now, due to the lack of accelerators, very few experiments have been performed in this region. Some results have been obtained at CERN, mainly with C beams, and with the low energy line at the BEVALAC [6,7].

The experiment presented here has been performed using the 44 MeV/u ⁴⁰Ar beam delivered by the new GANIL facility at Caen (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds). Typical beam intensity was 2×10^{10} particles/s. Thin targets (~ 1 mg/cm²) of ⁵⁸Ni and ¹⁹⁷Au were bombarded; they were chosen because of their very different values of the N/Z ratios (1.07 and 1.49 respectively). Projectile fragments were detected at different laboratory angles in the range $3^\circ-12^\circ$ using a multi-element silicon telescope (100 μ m, 1000 μ m, 4000 μ m) subtending a solid angle of 1.3×10^{-5} sr. Masses were determined by means of a time of flight spectrometer with a 3 m flight path; the stop detector was the 1 mm Si detector and the start signal was delivered by a double channel plate system [8]; with such a set-up, atomic numbers and masses of the projectile fragments were easily identified, with typical resolution $\Delta Z/Z \sim 1.4\%$ and $\Delta M/M \sim 1\%$.

* This experiment has been performed at the GANIL national facility at Caen, France.

Z. Phys. A - Atoms and Nuclei 314, 191-197 (1983)

Zeitschrift für Physik A
Atoms and Nuclei
© Springer-Verlag 1983

Peripheral Ar Induced Reactions at 44 MeV/u - Similarities and Deviations with Respect to a High Energy Fragmentation Process*

V. Borrel, D. Guerreau, J. Galin, B. Gatty, D. Jacquet, and X. Tarrago
Institut de Physique Nucléaire, Orsay, France

Received July 15, 1983

Peripheral Ar reactions induced at GANIL at 44 MeV/u have been analyzed in the framework of the high energy fragmentation model. Several deviations from this model have been interpreted as due to the persistence of some collective effects at this intermediate energy.

Heavy ion induced reactions in the energy region between 20 and 100 MeV/u appear to be very interesting as one expects a strong evolution in the reaction mechanism. A transition from the low energy one body dissipation process to two body friction should show up.

As far as peripheral reactions are concerned it has been shown that at 20 MeV/u with "light" heavy projectiles ($M \leq 20$) the momentum widths of the ejectile were too narrow [1, 3] to be described by the standard high energy fragmentation models [4-6]. On the other hand, in the energy range 60-120 MeV/u there is a better agreement, the remaining difference with high energy data [7-10] arising from Final State Interactions (FSI). The latter have been described in terms of the combined Coulomb and nuclear field between the ejectile and the remaining target like nucleus or/and the Coulomb field between the ejectile and the cloud of removed protons and other light charged particles [10]. The FSI are revealed by a broadening of the transverse momentum distributions, as compared to the longitudinal ones [7-8]. In order to further investigate these questions we have initiated Ar induced reactions at 44 MeV/u, i.e. in an energy domain not explored so far with this relatively massive type of projectile. The fragmentation (or fragmentation-like data) will be compared to what has been observed at high energy by Viyogi et al. [11]. The advantage of Ar over lighter projectiles lies in the fact that struc-

ture effects in the projectile are less important. Furthermore the large diversity of ejectile (twelve elements with six or seven isotopes each were recorded in the present experiment [12]) makes easier to follow the evolution from the most peripheral collisions to some more inner ones. The data related to the mass and charge distributions of the fragments have been presented elsewhere [12]. It was concluded that at this intermediate energy and for this particular aspect the dominant process was fragmentation. The present paper is mainly devoted to the energy and angular distributions of the fragments. The deviations from a fragmentation picture such a simple model assuming a clean cut between participants and spectators does not seem to be adequate to reproduce all the observed features. It will be shown that quasi elastic exchanges of nucleons take place on the one hand and that dissipative phenomena manifest themselves clearly on the other hand.

The paper will be arranged in the following way. In the first chapter a description of the experimental set up will be given, then, in a second part a general survey of the data will be made. Finally, analyzing the data in terms of a fragmentation model we will be able to stress the agreement with the model as well as the deviations.

1. Experimental Techniques

The projectile fragments were detected by means of a time of flight spectrometer (TOF) with a 3 m flight

* This experiment has been performed at the GANIL national facility at CAEN

Après ces premières expériences, la graine était semée et la saga du GANIL a continué.... avec sa moisson de succès

Mais c'est une autre histoire...

Trois souvenirs (parmi beaucoup d'autres) de 17 ans passées au GANIL

Souvenir de la physique poursuivie par notre groupe à la suite de cette première expérience
Souvenir de la rencontre avec un grand physicien
Souvenir d'un évènement où le GANIL rayonne là où on ne l'attendait pas forcément

De cette première expérience émergeaient clairement 2 directions d'études

La matière nucléaire dans des états extrêmes
en température

*1987-1998 Détecteur de neutrons ORION
Noyaux chauds, Multifragmentation*

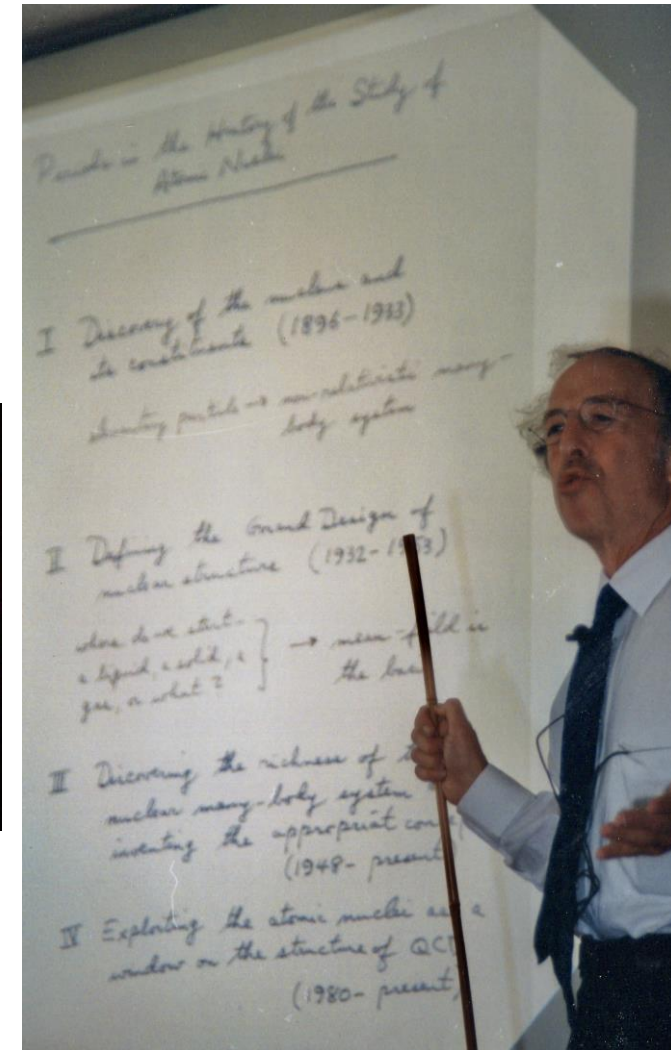


La matière nucléaire dans des états extrêmes
en isospin

*1984-1989 Participation aux expériences à LISE
du groupe créé par M.Langevin*



Rencontre avec un Grand Physicien



Avril 1998 Docteur Honoris Causa
de L'Université de Caen

1995 Comité Scientifique SPIRAL 1

Présidé par **Ben Mottelson**

Prix Nobel de Physique (1975)

Ben nous a quitté en mai 2022

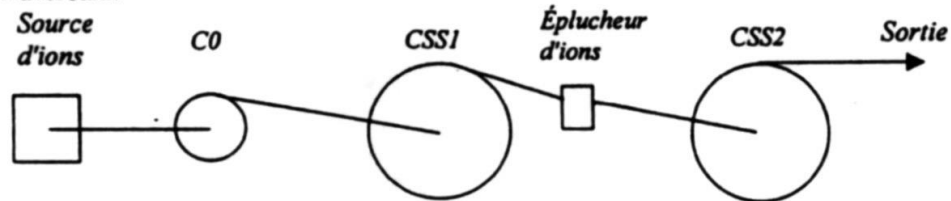


Une belle reconnaissance:
LE GANIL, sujet du Bac à
l'épreuve de physique en
juin 2000

Le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds GANIL permet d'accélérer des ions lourds fortement chargés.

Le GANIL comporte :

- un cyclotron injecteur (C0) relié à une source d'ions ;
- deux cyclotrons identiques (CSS1) et (CSS2) qui accélèrent les ions fournis par le cyclotron injecteur (C0) ;
- un "éplucheur" d'ions situé entre les cyclotrons (CSS1) et (CSS2), dont le rôle sera étudié dans la partie 2 de cet exercice. On considère qu'il ne modifie pas l'énergie cinétique des ions le traversant.

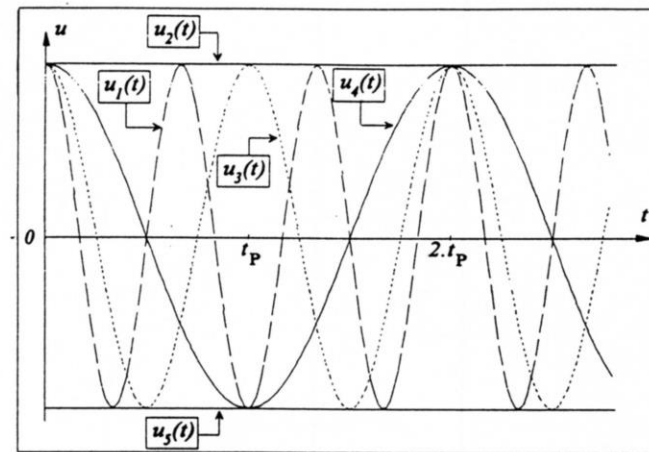


1.2.a. Déterminer, en fonction de q et u (voir schéma de la feuille annexe), les expressions des variations de l'énergie cinétique de l'ion respectivement entre A_3 et A_4 puis entre A_5 et A_6 .

1.2.b. En déduire si la tension u doit être alternative ou continue. Justifier la réponse.

1.2.c. On peut négliger la durée de passage de l'ion dans l'intervalle entre les deux "D" devant la durée t_p de passage de l'ion dans un demi-cylindre (voir 1.1.c.).

Parmi les tensions représentées indiquer, en justifiant votre réponse, la ou les tensions permettant d'obtenir une accélération de l'ion à chaque passage dans l'intervalle entre les deux "D" (à $t_0 = 0$, l'ion passe au point A_1).



1.3. Éjection.

Après chaque passage dans l'intervalle entre les deux "D", le rayon R de la trajectoire de l'ion dans un "D" augmente. On considèrera que lorsque ce rayon finit par atteindre le rayon R_0 d'un "D" du cyclotron (C0), l'ion est alors éjecté du cyclotron (C0).

1.3.a. Exprimer en fonction de m , q , B et R_0 l'énergie cinétique $E_{C(0)}$ de l'ion lors de son éjection du cyclotron (C0).

1.3.b. Calculer, en MeV, l'énergie cinétique $E_{C(0)}$ d'un ion zinc Zn^{11+} (onze plus) sachant que : $B = 1,67$ T ; $m = 1,06 \times 10^{-25}$ kg ; $R_0 = 0,465$ m ; $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C ; 1 eV = $1,60 \times 10^{-19}$ J.

SESSION 2000

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30. - COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est AUTORISÉ

à condition qu'elles soient en français ou en italien



Obligatoire

Ce sujet comporte deux exercices de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les quatre exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

- I. Le grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL).
- II. Histoire de pendules.
- III. Synthèse d'un savon.
- IV. Solubilité du phénol.



Maurice Gouttefangeas

Chef de Projet



Marc Lefort

(1922-2021)

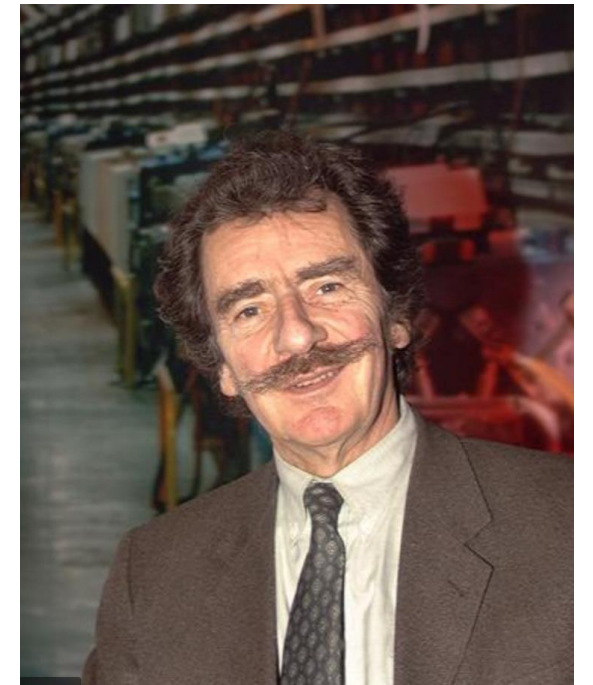
1^{er} Directeur (1975-1982)

« L'essentiel est que subsiste quelque part ce dont on a vécu »

Claude Détraz

(1938-2020)

Directeur (1982-1990)



Les pionniers de 1976 !

Hébergés temporairement
au lycée Fresnel



Photo prise en 1986 pour les 10 ans du GANIL

À tout le
Personnel
du GANIL

MERCI !



Photo Janvier 1983

Le début d'une longue moisson de résultats et de découvertes...

Merci à tous ceux avec qui j'ai pu échanger lors de ces deux derniers mois ...

Rémi Anne

Maurice Bajard

Patrick Bertrand

Marie Paule Bourgarel

Bernard Bru

André Chabert

Patricia Chomaz

Jean Louis Ciffre

Clément Doutressoulles

Fanny Farget

Yvon Georget

Maurice Gouttefangeas

Dominique Jacquet

Alain Joubert

Bernard Lenoble

Michel Lion

François Loyer

Nicolas Mifsud

Christine Millecamps

Alex Mueller

Dominique Mueller

Joel Pouthas

Bruno Raine

Anne Sophie Rozay

Sabine Starita