



HAL
open science

Méthodes de calibration et d'entification du détecteur INDRA

C.O. Bacri, A. Benkirane, J.L. Charvet, A. Chbihi, F. Saint-Laurent, J.C.
Steckmeyer, L. Tassan-Got, C. Volant, J.P. Wieleczko

► **To cite this version:**

C.O. Bacri, A. Benkirane, J.L. Charvet, A. Chbihi, F. Saint-Laurent, et al.. Méthodes de calibration et d'entification du détecteur INDRA. [Research Report] GANIL. 1992, pp.31. in2p3-00679786

HAL Id: in2p3-00679786

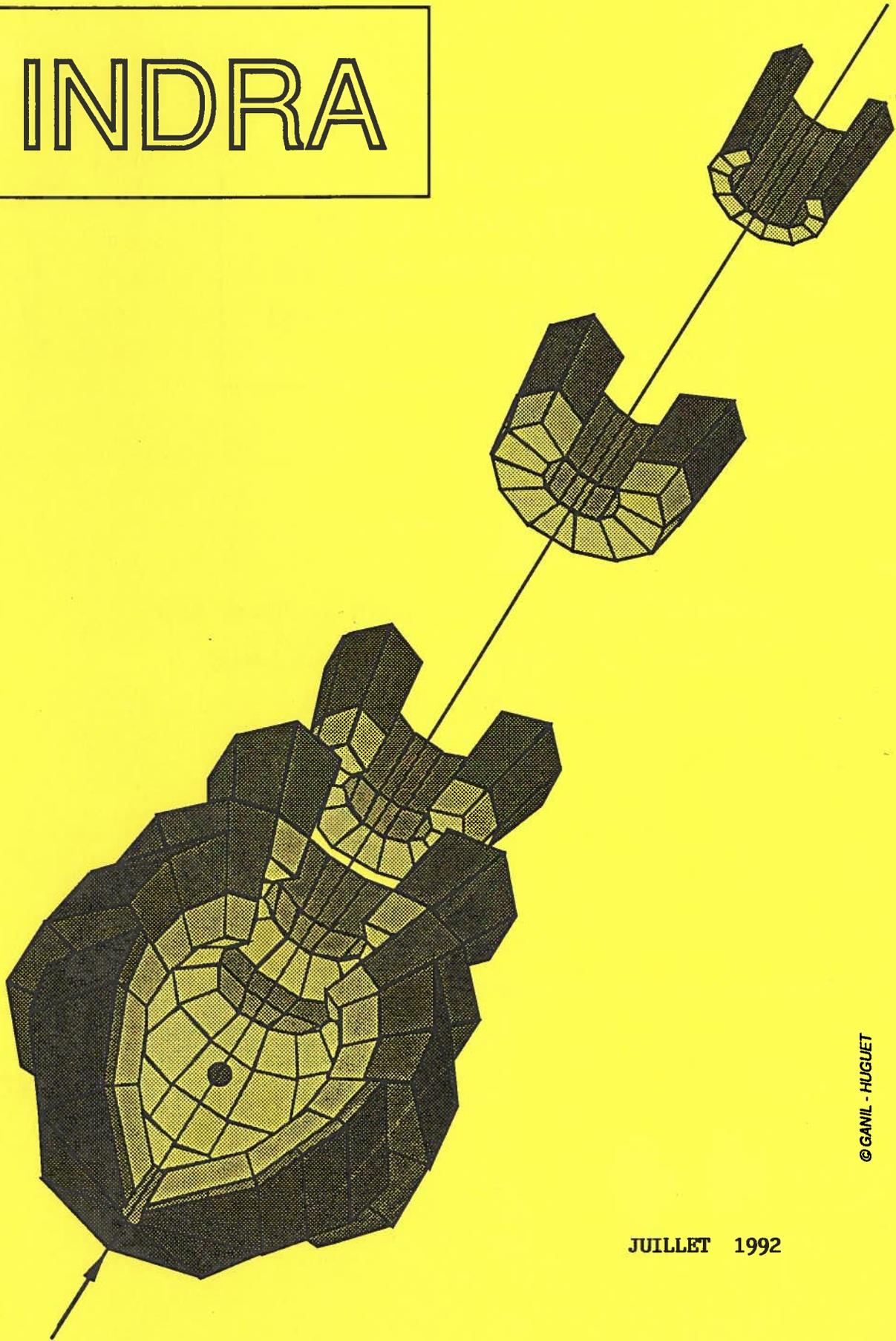
<https://hal.in2p3.fr/in2p3-00679786>

Submitted on 16 Mar 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INDRA



© GANIL - HUGUET

JUILLET 1992

GANIL R 92 10

**METHODES
DE CALIBRATION
ET D'IDENTIFICATION
DU DETECTEUR INDRA**

**C.O. Bacri¹, A. Benkirane², J.L. Charvet³, A. Chbihi²,
F. Saint-Laurent², J.C. Steckmeyer⁴, L. Tassan-Got¹,
C. Volant³ et J.P. Wieleczko².**

1 - IPN, BP1, 91406 ORSAY CEDEX

2 - GANIL, BP 5027, 14021 CAEN CEDEX

3 - DAPNIA-SEPN, CEN SACLAY, 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX

4 - LPC-ISMRA, 14050 CAEN CEDEX

Juillet 92

AVANT - PROPOS

Ce rapport présente les conclusions d'un groupe de travail chargé de définir les méthodes de calibration et d'identification du détecteur INDRA.

Ce groupe est constitué de : C.O. Bacri, A. Benkirane, J.C. Charvet, A. Chbihi, F. Saint-Laurent, L. Tassan-Got, C. Volant, J.P. Wieleczo et est animé par J.C. Steckmeyer.

La première partie est consacrée aux procédures de calibration en énergie des détecteurs, la seconde partie aux procédures d'identification des fragments et particules, et la troisième partie présente les grandes lignes de la phase "dépouillement" conduisant à l'obtention de bandes intermédiaires constituées de données physiques directement utilisables par les programmes d'analyse.

I - PROCEDURES DE CALIBRATION EN ENERGIE

I-1 CALIBRATION DES ChIo

Couronnes 2 à 17 ; $3^\circ \leq \theta \leq 88^\circ$ $92^\circ \leq \theta \leq 176^\circ$

La calibration en énergie des chambres d'ionisation (ChIo) sera réalisée à l'aide des détecteurs placés immédiatement après.

Les ChIo des couronnes 2 à 9 ($3 \leq \theta \leq 45^\circ$) seront étalonnées à l'aide des particules alpha émises par une source de thoron, et des faisceaux de basse énergie ($E < 10$ MeV/u) diffusés élastiquement sur une cible lourde (cf. § I-2). L'énergie résiduelle est mesurée dans les détecteurs Si-300 μm calibrés, ce qui permet de connaître la quantité d'énergie dans les ChIo. En particulier le déplacement du pic élastique dans le silicium, obtenu par suppression du gaz dans la ChIo, calibre cette dernière.

Les ChIo des couronnes 10 à 17 seront étalonnées à l'aide des particules alpha d'une source de thoron, des tables de pertes d'énergie et du générateur d'impulsions étalonné à l'aide de la source α .

D'une manière générale l'étalonnage des ChIo est facilité par leur épaisseur identique et l'absence de défauts de collection. On a pu ainsi vérifier que les coefficients d'étalonnage sont directement liés aux gains électroniques parfaitement connus en valeur relative : la figure 1 montre une superposition de 6 matrices ChIo-Si de la couronne 5 avec une calibration des ChIo (et des Si) faite uniquement au générateur d'impulsions.

Le test a été effectué sur les données enregistrées en février 91 à Saclay sur la réaction 220 MeV Si+Al. Trois chambres à ionisation de la couronne 4-5 étaient disponibles, chaque chambre étant associée à quatre plages Si. Les codeurs utilisés étaient des codeurs en amplitude.

Un étalonnage avec un générateur d'impulsions a été réalisé sur toutes les voies ChIo et Si 300 μm (entrée "test géné") :

$$A_{\text{amplit}} = A_i N_{\text{canaux}} + b_i$$

A partir de cet étalonnage, on peut donc convertir les canaux en équivalents amplitude de géné et réaliser une première superposition des cartes. Les six cartes ChIo-Si 300 μm de la couronne 5 sont parfaitement superposables.

I-2 CALIBRATION DES Si-300 μm

Couronnes 2 à 9 ; $3^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$

Deux situations sont possibles : l'ion traverse le détecteur silicium ou s'y arrête. Dans le premier cas les défauts de collection seront faibles et bien contrôlés, alors qu'ils peuvent être importants et variables dans le second. La précision de la méthode d'évaluation de Kauffman doit être testée pour ces détecteurs qui ne sont pas des jonctions à barrière de surface.

Dans le cas où l'ion traverse, les diffusions élastique et inélastique de p et α (faisceaux secondaires) donnent des points d'étalonnage. Pour les couronnes 2 à 4 un point supplémentaire peut être obtenu par la mesure de la diffusion élastique du projectile de l'expérience (détecteurs placés au voisinage de l'angle d'effleurement).

Pour les ions stoppés dans le silicium, il est nécessaire d'avoir des points de calibration sûrs pour estimer les défauts de collection. Une calibration en absolu est nécessaire et peut être réalisée en mesurant l'énergie d'ions diffusés élastiquement et s'arrêtant dans les détecteurs Si de 300 μm . L'utilisation de faisceaux de basse énergie (CSS1 en solo) et de cibles lourdes offre la possibilité de mesurer la diffusion élastique du projectile jusqu'à des angles de 45° , voire au-delà.

Dans la table ci-dessous, sont donnés à titre indicatif les énergies et angles d'effleurement (dans le labo) de différents projectiles bombardant une cible d'or.

Energie (MeV/u)	^{40}Ar	^{86}Kr	^{129}Xe	^{208}Pb
6.5		69.5	71.8	62.2
7	72.9	55.4	55.7	48.7
7.5	59,6	46.6	46.2	40.7
8	50.9	40.5	39.9	35.2
8.5	44.7	36.0	35.2	
9	40.0	32.5		

Les α d'une source de thoron donnent également un point à très basse énergie. A partir de tous ces points de calibration, il sera possible de reconstituer des coefficients d'étalonnage dépendant du Z.

Ces mesures seront effectuées en deux temps, avec et sans gaz dans les chambres d'ionisation. Elles permettront de mettre en évidence la présence d'éventuels défauts de collection dans le silicium, et d'étudier une correction à ces défauts par une surpolarisation des détecteurs. L'ensemble de ces mesures systématiques constitue une expérience à part entière.

I-3 CALIBRATION DES SCINTILLATEURS ICs

I-3-1 SCINTILLATEURS AUX ANGLES A L'AVANT

Couronnes 2 à 9 ; $3^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$

Pour les particules légères, des points de calibration seront obtenus par diffusion de p et α (faisceaux secondaires). Pour des projectiles $Z < 50$ et pour les couronnes 2 à 4 (voisines de l'angle d'effleurement), on pourra aussi utiliser la diffusion élastique du projectile lourd (comme pour les Si-300 μm).

Ces points de calibration ne suffiront pas car la réponse des CsI est fortement dépendante du Z et non-linéaire en énergie. Il est nécessaire d'utiliser la perte d'énergie dans le silicium et des tables de pertes d'énergie associées à chaque Z pour calculer l'énergie résiduelle dans le CsI, les points de calibration servant à recalibrer cette procédure et à en vérifier la validité. Ceci suppose en particulier un étalonnage précis des détecteurs silicium.

Une autre méthode consisterait à comparer, pour chaque Z , les spectres mesurés par les scintillateurs aux spectres en énergie mesurés par les détecteurs d'étalonnage Si(Li) 2 mm. Ces détecteurs n'étant pas actuellement réalisés, cette méthode ne pourra pas être appliquée dans un premier temps.

I-3-2 SCINTILLATEURS AUX ANGLES A L'ARRIERE

Couronnes 10 à 17 ; $45^\circ \leq \theta \leq 88^\circ$ et $92^\circ \leq \theta \leq 176^\circ$

En raison des non-linéarités et de la dépendance en Z , il faudra utiliser une méthode calquée sur celle des CsI des couronnes 2 à 9 : utilisation de la perte d'énergie dans la ChI_o et de tables de perte d'énergie dans le gaz de la ChI_o. Il faut donc un étalonnage précis des ChI_o.

Pour les fragments de $Z > 2$, les spectres mesurés par les scintillateurs seront comparés à ceux mesurés par le télescope d'étalonnage Si 75 μm - Si(Li) 2 mm de chaque couronne. La comparaison entre ces deux méthodes permettra de tester la cohérence de la calibration.

I-4 CALIBRATION DES DETECTEURS D'ETALONNAGE

I-4-1 DETECTEURS Si(Li) 2 mm

Couronnes 2 à 9 ; $3 \leq \theta \leq 45^\circ$

Le rôle de ces détecteurs est de calibrer en énergie les scintillateurs ICs par comparaison de leurs spectres respectifs. Cette procédure sera utilisée pour les fragments.

Les détecteurs Si(Li) 2 mm doivent être étalonnés en absolu sur faisceau. Une large gamme en énergie et en ions est nécessaire. Cette opération nécessite de passer les huit détecteurs dans le faisceau. Une expérience est à prévoir avant l'implantation des détecteurs en 93.

I-4-2 TELESCOPES Si 75 μm /Si(Li) 2 mm

Couronnes 10 à 17 ; $45^\circ \leq \theta \leq 88^\circ$ et $92^\circ \leq \theta \leq 176^\circ$

En raison des difficultés techniques, ces télescopes, une fois en place, ne seront plus démontés, sauf incident majeur. Compte-tenu du planning, il n'est pas possible de tester ces détecteurs individuellement sur faisceau. Aussi seront-ils calibrés à l'aide des tables de pertes d'énergie et des diffusions inélastiques de protons et d'alphas. Les α du thoron donneront un point supplémentaire pour la Si-75 μm .

Les deux tables suivantes rappellent les pertes d'énergie (en MeV) attendues de protons et d'alphas d'énergie incidente de 10, 20 et 30 MeV/nucléon.

Pour les protons :

Energie (MeV/u)	ChIo	Si 75 μm	Si(Li) 2 mm
10	0.014	.70	arrêt
20	0.008	.70	12.75
30	0.006		7.5

Pour les alphas :

Energie (MeV/u)	ChIo	Si 75 μm	Si(Li) 2 mm
10	0.059	2.54	arrêt
20	0.034	1.58	51.7
30	0.024	1.10	38.2

Remarque : les pertes d'énergie des p et α dans la ChIo ne sont données qu'à titre indicatif et montrent que les diffusions de p et α ne peuvent pas être utilisées pour la calibration des ChIo, en raison des quantités d'énergie déposées extrêmement faibles (quelques dizaines de keV !).

I-5 CALIBRATION DES DETECTEURS PHOSWICH

Couronne 1 ; $2^\circ \leq \theta \leq 3^\circ$

La réponse des scintillateurs dépendant de la charge et de l'énergie des fragments ou des particules détectés, la calibration des détecteurs phoswich nécessite la mesure de plusieurs ions à différentes énergies. La solution la plus appropriée consiste à ralentir le faisceau primaire dans une cible épaisse et à sélectionner en impulsion les fragments et particules secondaires ainsi créés. Les points de rebroussements peuvent également être utilisés dans la détermination de la fonction de calibration en énergie.

Remarques

- Cette mesure doit être réalisée à chaque campagne de mesure (avec un faisceau de $Z \leq 36$) en raison de la variation de gain des photomultiplicateurs qui ne permet pas la superposition immédiate des spectres d'une expérience à l'autre (cf. expériences MUR et TONNEAU).

- Avec les détecteurs phoswich situés entre 2 et 3° , on peut espérer mesurer dans bon nombre d'expériences la diffusion élastique offrant ainsi un moyen de recalibrer les spectres par homothétie.

- Dans la procédure de calibration avec fragments et particules secondaires, il faut mettre une cible pour obtenir des diffusions jusqu'à 3° . Il sera peut-être même possible de mesurer la diffusion élastique de ces fragments secondaires sur les couronnes 2-3, 4 ... !

II - PROCEDURES D'IDENTIFICATION

L'identification consiste à définir et étiqueter des zones dans des diagrammes bidimensionnels. Pour les particules ou fragments s'arrêtant dans les silicium un bidim ChI₀-Si sera utilisé. Pour des fragments atteignant un CsI ce sera le bidim Si-CsI(R) (couronnes 2 à 9) ou ChI₀-CsI(R) (couronnes 10 à 17). Pour une particule atteignant le CsI, le bidim CsI(R)-CsI(L) sera impliqué. Le bidim NE102-NE115 sera utilisé pour les détecteurs phoswich.

Compte-tenu du nombre élevé de bidims à traiter (~1400), une attention particulière est portée aux méthodes d'identification automatiques ou semi-automatiques ou aux méthodes de réduction de données. En particulier les méthodes d'identification ne nécessitant pas d'étalonnage en énergie (ou seulement un étalonnage grossier ou rapide) seront à préférer car elles permettront d'avancer immédiatement le travail d'identification sans attendre une détermination préalable des calibrations. Celle-ci pourra au contraire bénéficier de l'identification pour des dépendances en fonction de la nature du fragment détecté (CsI, phoswich, etc ...).

Trois méthodes répondent à ces objectifs et peuvent être éventuellement combinées :

- Transformation d'un paramètre brut en un pseudo-paramètre permettant le traitement simultané de plusieurs bidims (superposition de matrices, et donc réduction du nombre de matrices).
- Reconnaissance automatique ou semi-automatique de lignes de crête. Ceci est en principe possible dans la majorité des cas, compte-tenu de la qualité des matrices relevées lors des tests. Les méthodes sont inopérantes dans les zones de faible statistique, il faut donc toujours leur coupler des prolongations analytiques et donc rechercher des fonctionnelles adéquates.
- Fits à extension progressive impliquant également des fonctionnelles analytiques ou tabulées.

Des exemples d'application de ces méthodes sont donnés dans la suite.

Par ailleurs il faudra bénéficier de logiciels interactifs puissants et souples pour pouvoir visualiser les bidims, y tracer des lignes de crête ou des séparatrices, visualiser les résultats de méthodes automatiques, les modifier, définir des amorces pour les méthodes semi-automatiques. De tels logiciels sont en cours de développement dans les laboratoires impliqués dans la mise en oeuvre d'INDRA.

II-1 MATRICES ChIo-Si 300 μm

La figure 1 montre comment une simple transformation linéaire des paramètres ChIo et Si, à partir des réponses au générateur, permet de superposer directement plusieurs bidims ChIo-Si et réduire ainsi le nombre de cartes à traiter. Dans le cas où la superposition ne serait pas parfaite, il serait toujours possible de rattraper le décalage constaté, dès lors que ce décalage reste inférieur à l'écart observé entre deux lignes de Z consécutives (le décalage doit être typiquement plus petit que 0.3 unité de charge) - cf parag. II.7.1.

Tous les bidims ChIo-Si d'une même couronne pourraient être ainsi traités en une seule fois en supposant qu'il n'y ait pas de différences de défauts de collection dans les Si-300 μm dues à des différences de tensions de polarisation (détecteurs groupés par 4).

On peut tenter de rechercher une fonctionnelle capable de décrire les lignes de Z de la figure 1. La formule suivante a été essayée :

$$P_{\text{ident}} = a (\Delta E^{0.5} \times E_{\text{res}}^{0.4}) + b (\Delta E \times E_{\text{res}}^{-0.34}) \quad (1)$$

avec $a = 1.2$, $b = 1.6$, et E_{res} et ΔE en MeV.

La figure 2 illustre le résultat obtenu. Le redressement est correct sauf pour les faibles énergies ($E_{\text{res}} < 20$ MeV). Dans la formule (1) ΔE et E_{res} sont en MeV. Cela permet d'utiliser la même fonction d'identification (1) et les mêmes coefficients a et b pour toutes les matrices (ΔE (ChIo) - E_{res} (Si)) quelle que soit la couronne. Dans le cas, fréquent, où la matrice ne dispose pas d'un pic élastique pour faire la calibration, une calibration basée sur les calculs de pertes d'énergie est suffisante.

Même si le redressement n'est pas parfait, ce type de fonctionnelle est très précieux pour fournir une amorce à des méthodes semi-automatiques (fits à extension progressive par exemple) ou comme prolongation de méthodes de recherche de lignes de crête.

II-2 MATRICES Si 300 μm - ICs

II-2-1 REDRESSEMENT DES LIGNES DE Z

Les données ont été obtenues à Ganil avec un faisceau de ^{86}Kr à 60 MeV/u. On utilise le pic élastique pour calibrer un point en CsI et Si (calcul de perte d'énergie) et on suppose que le piédestal donne le point à énergie nulle. On extrait ainsi une calibration

linéaire pour le Si et le CsI. On applique alors exactement la fonction (1) avec le même jeu de coefficients et on obtient la figure 3 avec les résultats suivants :

- le redressement n'est pas très bon pour $Z \leq 3$
- le redressement est parfait pour $4 < Z < 12$

- au-dessus de $Z=12$ il y a une pente croissante, que l'on peut corriger en soustrayant à l'équation (1) un terme : $C * E_{res}$. C'est un coefficient de pente qui varie linéairement entre 0 et la pente maximum, obtenue pour $Z = 36$, en fonction de la valeur P_{ident} calculée à partir de (1). On obtient alors la figure 4 dont la projection sur l'axe d'identification est représentée dans la figure 5. Notons que pour transformer ΔE et E_{res} en MeV, nous avons utilisé le fait que la matrice présentait un pic élastique. Cette calibration est évidemment fautive pour le CsI, mais elle permet simplement d'avoir un point de référence en MeV. Sur les matrices (ΔE (Si) - E_{res} (CsI)) qui n'ont pas d'élastique, d'autres points de référence sont possibles à trouver en utilisant les calculs de pertes d'énergie.

II-2-2 RECHERCHE AUTOMATIQUE

Une autre méthode utilisable est celle de la recherche automatique de lignes de crête. Elle a été essayée pour un module de la couronne 7 avec des données provenant de la réaction $^{36}\text{Ar} + ^{58}\text{Ni}$ à 27 MeV/u. La figure 6 montre un bidim Si-CsI(R) ainsi obtenu.

La première étape consiste à faire des projections successives en ΔE pour différentes tranches adjacentes de la composante rapide du CsI. Pour chacune de ces projections une recherche automatique de pics est effectuée. Le résultat de cette procédure est indiqué à la figure 7.

Il faut ensuite connecter entre eux les points d'une même ligne de Z et étiqueter chaque ligne. Une méthode utilisant un fit est en cours d'étude. Elle consiste à repérer une ligne de Z donnée, en l'occurrence la ligne de $Z = 4$ facilement reconnaissable en raison de l'absence de masse 8. Cette ligne est étiquetée par relevé au curseur (ou à la souris) de quelques points. Ces points sont ajustés à l'aide d'une fonction simple dépendant du Z . Cette fonction est utilisée pour la recherche des points appartenant à la ligne immédiatement supérieure (ou inférieure) à l'aide d'un simple critère de proximité. La fonction dépendant du Z est alors ajustée aux points de la ligne de départ ($Z = 4$) et à ceux de la ligne adjacente ($Z = 5$), puis utilisée à la recherche des points de la ligne $Z = 6$, et ainsi de suite. L'étiquetage visuel d'une seule ligne permet de déduire de façon automatique toutes les autres lignes (cf. figure 8).

Remarque : Les méthodes précédentes sont très utiles car elles fournissent une aide puissante au tracé de lignes et l'intervention du physicien en est considérablement réduite. Il n'est pas évident, au stade actuel, que ces procédures puissent être entièrement automatisées (identification automatique en batch par exemple), essentiellement parce

qu'un repère absolu d'identification (position d'un Z) est nécessaire. Il semble cependant que l'étude de différentes procédures laisse entrevoir la possibilité de repérer de façon automatique la ligne de départ.

II-3 MATRICES Chlo-ICs

Les méthodes pour l'identification en Z sont identiques à celles utilisées pour les matrices Si 300 μ m-ICs décrites dans le chapitre précédent.

II-4 MATRICES ICs

Les matrices représentent le signal rapide (intégration du signal du photomultiplicateur sur une porte de quelques centaines de nanosecondes) en fonction du signal lent (intégration du même signal sur une porte de l'ordre de la microseconde). Sur ces matrices apparaissent clairement les isotopes des charges $Z = 1$ et $Z = 2$, puis les $Z = 3$ et au-delà les ions lourds regroupés.

Compte-tenu du grand nombre de détecteurs (324) il est souhaitable de s'orienter vers des procédures automatisées. Les essais effectués ont montré des variations dans la forme des bidims, par exemple dans les séquences de distances entre lignes isotopiques, y compris pour des détecteurs d'une même couronne. Il semble donc difficile de trouver des fonctions d'identification universelles. Les méthodes de recherche automatique de lignes de crête semblent donc les seules appropriées.

Un exemple d'application est illustré par les figures 9 et 10. Dans la figure 9, sont représentées des données enregistrées lors de la mesure de la réaction $^{36}\text{Ar} + ^{58}\text{Ni}$ à 27 MeV/u. Le résultat de la procédure de recherche de pics sur des projections verticales est représenté dans la figure 10. Comme pour les diagrammes Si-CsI il reste à connecter les points de chaque ligne de Z et à étiqueter chaque ligne.

Pour les bidims R-L des CsI l'élaboration de procédures entièrement automatisées semble plus facile et plus fiable que pour les autres bidims. Ceci tient au séquençage des lignes et de leurs distances qui lève toute ambiguïté sur l'assignation du Z et du A : le repère absolu d'identification est directement fourni par l'espacement des lignes. Le poids statistique des différentes lignes doit pouvoir aussi être exploité.

II-5 MATRICES PHOSWICH

L'utilisation de fonctions d'identification permet l'obtention aisée de la charge des différents fragments. Cette procédure doit pouvoir être automatisée, bien que le nombre de détecteurs soit modeste (12).

Les lignes de Z sont bien reproduites par des fonctions du type :

$$R = A_1 \times L + A_2 + \frac{A_3}{A_4 + L} \quad (2)$$

où A_1, A_2, A_3, A_4 sont des polynomes en Z (le degré 2 est généralement suffisant).

La procédure de fit à extension progressive a été utilisée dans le cas des détecteurs phoswich et a permis une identification quasi-automatique. Le principe en est décrit ci-dessous.

A partir du bidim R-L représenté à la figure 11 (le projectile est ^{24}Mg), on projette verticalement, et par recherche automatique de pic on définit la zone des α . Le résultat est indiqué par les 2 lignes horizontales. Les points expérimentaux entre ces 2 lignes servent à déterminer un ensemble de coefficients A_i par fit de la relation (2). Le résultat est indiqué par la courbe continue sur la figure 11. Les courbes tiretées s'en déduisent en rendant le coefficient A_2 linéaire en Z, les autres restant fixes.

On utilise maintenant ce réseau de courbes pour identifier les $Z=2$ et $Z=3$ et utiliser ces points pour déterminer un nouvel ensemble de coefficients. Après utilisation des $Z=4$, on obtient les courbes de la figure 12. La figure 13 montre les courbes d'identification après prise en compte des $Z=12$ dont on voit la diffusion élastique. A ce stade A_2 est de degré 2 en Z et A_1, A_3, A_4 sont de degré 1.

Cette méthode est générale et peut être appliquée à d'autres bidims. Elle consiste, à partir d'un fit local correct, à étendre progressivement la zone de fit. Il faut cependant prendre des précautions (contrainte sur les paramètres) pour que la méthode ne diverge pas lors de la présence de parasites (par exemple la dissociation du ^8Be en deux α conduit à une population d'événements se plaçant entre les $Z = 3$ et les $Z = 4$ à haute énergie).

II-6 MATRICES $\Delta E-E$

Ces matrices concernent les détecteurs d'étalonnage. Il y a huit matrices Si 300 μm - Si(Li) 2 mm et huit matrices Si 75 μm - Si(Li) 2 mm. Les méthodes utilisées pour les matrices Chlo - Si 300 μm (cf. § II-1) doivent pouvoir être appliquées dans le cas présent.

II-7 PROBLEMES PARTICULIERS

II.7.1. DERIVES EN TEMPS

Etant donné le grand nombre de détecteurs mis en oeuvre, il est probable que certains dériveront, perturbant ainsi l'identification et la calibration. Il est évidemment

souhaitable d'éviter de rechercher par visualisation systématique les détecteurs soumis à dérives et, pour ceux-ci, de définir un ensemble de grilles ou de fonctions d'identification. Il faut impérativement s'orienter vers des contrôles et corrections automatiques sur l'ensemble des détecteurs.

Le signal générateur peut aider à déceler et corriger ces dérives, mais il ne suffira probablement pas car celles-ci ne sont pas seulement d'origine électronique : variations de débit de gaz pour les ChIo, variation des défauts de collection dans les Si, modification de la forme des impulsions dans les CsI, etc ...

Il est donc souhaitable d'effectuer un contrôle et une correction sur les événements physiques.

Du point de vue de l'identification il est en principe possible de corriger automatiquement les dérives à partir des événements physiques. Ceci a déjà été appliqué sans problème dans le cas d'un télescope ChIo-Si avec une dérive sur le signal ChIo. L'idée consiste à attribuer à chaque événement une charge réelle construite par interpolation sur les lignes ou fonctions d'identification. Le spectre de cette charge réelle sur un ensemble d'événements fait apparaître des pics centrés sur les valeurs entières de la charge. Tout décalage des pics par rapport à ces valeurs entières révèle une dérive et donne une estimation du facteur correctif à appliquer au signal ChIo pour recalibrer les pics.

Cette technique d'asservissement assez générale est directement applicable dès que le paramètre soumis à dérive est identifié sans ambiguïté et qu'un critère lui est associé. Dans le cas où, pour un même module, plusieurs paramètres auraient dérivé, il n'est pas évident qu'une telle méthode soit applicable, sa généralisation demande à être testée.

II.7.2. DOUBLES COMPTAGES

Deux ou plusieurs fragments peuvent atteindre simultanément le même module de détection. Ceci est particulièrement vrai pour les événements de haute multiplicité ou ceux caractérisés par une focalisation des fragments et particules aux petits angles. L'empilement de 2 fragments correspond à la situation la plus fréquente, c'est pourquoi nous nous limitons à l'examen des doubles comptages.

Il est souhaitable de repérer, et éventuellement reconstruire, ces doubles comptages pour que les distributions de multiplicités et la charge globale détectée ne soient pas déformées. Trois types de situations peuvent se produire :

1 - le repérage du double comptage est impossible et seul 1 fragment est vu avec une identification erronée,

2 - le repérage du double comptage est possible mais il induit une perte d'information qui empêche l'identification de chacun des fragments,

3 - le repérage du double comptage est possible et chacun des deux fragments peut être reconstruit comme s'il était seul.

Seules des simulations sont susceptibles de fournir une estimation du taux d'événements correspondant au cas 1.

Toutes les situations possibles sont recensées dans la figure 14. Dans tous les cas la ChIo est commune à plusieurs détecteurs CsI, et éventuellement Si. Seuls 2 de ces ensembles détecteurs associés à une ChIo sont indiqués sur la figure. Les traits épais symbolisent la trajectoire d'un fragment et le point la fin de son parcours. Lorsqu'il y a lieu de distinguer un ion lourd d'un ion léger cela est indiqué par la lettre H (lourd) ou L (léger) sur la trajectoire correspondante. Un ion léger est un ion de Z égal à 1, 2 ou 3 et d'énergie suffisante pour être identifiable dans un CsI. Si l'énergie est trop faible on est ramené au cas où l'ion s'arrête dans le détecteur précédent. Les ions lourds correspondent à $Z > 3$. Pour chaque diagramme le nombre situé au milieu et en bas indique de quel type de situation (1, 2 ou 3 définis ci-dessus) relève le diagramme.

Les diagrammes 15 et 6 peuvent éventuellement être de type 2 lorsqu'il y a empilement de 2 fragments légers de charges différentes, conduisant à un point hors zones normales dans un bidim R - L.

Concrètement les doubles comptages devront être traités dans la phase-même d'identification.

- Dès que 2 modules Si ou CsI voisins, placés derrière la même chambre d'ionisation, sont touchés on tentera l'identification complète de l'un des fragments. Si cela est nécessaire la contribution de ce fragment est alors soustraite du signal ChIo et l'autre fragment est alors traité.

- Si un seul module Si ou CsI est touché on exploitera les redondances pour repérer les éventuels doubles comptages. Par exemple pour un ion lourd identifié dans le bidim Si-CsI(R), on vérifiera qu'il y a compatibilité avec le signal de perte d'énergie ChIo.

III - PHILOSOPHIE DU DEPOUILLEMENT

III-1 REMARQUES GENERALES

Les dépouillements seront réalisés dans les différents laboratoires et sur des matériels divers. Il est évident qu'il faut standardiser le plus possible tous les objets composant le dépouillement :

- Routines de lecture et d'écriture
- Logiciel de constitution de spectres
- Structure des fichiers de données intermédiaires (fenêtres, séparatrices, fonctions d'identification, calibrations en énergie, ...)
- Structure des fichiers de données physiques et des données simulées.

En ce qui concerne les étapes du dépouillement, une coordination est nécessaire. Certains détecteurs peuvent être traités indépendamment des autres comme les détecteurs phoswich ou les scintillateurs ICs pour les particules légères (pas pour les fragments). Mais de façon plus générale, les divers dépouillements sont interdépendants.

- L'analyse des matrices ChIo-Si 300 μm nécessite la connaissance des calibrations en énergie des ChIo et des Si-300 μm
- L'analyse des matrices Si 300 μm - ICs nécessite la connaissance des calibrations en énergie des détecteurs Si et des ICs .
- L'analyse des matrices ChIo-ICs nécessite la connaissance des calibrations en énergie des ChIo et des ICs. Pour ces derniers, la calibration en énergie n'est connue que si les matrices Si 75 μm - Si(Li) 2 mm ont été dépouillées, pour donner la calibration en énergie des ICs pour les fragments.

III-2 ORGANIGRAMME

La première étape du dépouillement consiste à extraire des données brutes les informations relatives à la calibration en énergie et à l'identification des fragments.

Parallèlement à cette étape, doit être constitué le "cahier des manip" : fichier dans lequel sont rassemblées toutes les informations nécessaires au traitement des données issues de détecteurs ayant présenté des anomalies de fonctionnement (dérives, perte de résolutions, ...). Il est en effet préférable de corriger les données brutes et de leur appliquer les calibrations et identifications obtenues une fois pour toutes, plutôt que de déterminer de nouveaux étalonnages à chaque difficulté rencontrée.

Ayant à disposition les calibrations et identifications ainsi que le "cahier de manip", il est alors possible d'en déduire les quantités physiques (charges, masses, énergies, ...). Après cette étape doit intervenir le traitement des doubles comptages (cf.

paragraphe II-7-2), et ce n'est qu'à la suite de cette sélection que les données physiques seront disponibles pour les analyses.

III-3 COORDINATION

L'ensemble des données INDRA doit être accessible par tous et de manière aisée. Par "données INDRA", il faut comprendre tout ce qui se rapporte au détecteur : programmes de dépouillement, d'analyses et de simulation, base de données du détecteur, fichiers de calibration et d'identification, les données brutes, les données physiques et les résultats des simulations, un système de "news", ... Il est apparu qu'un regroupement sur un même site et sur un même ordinateur de toutes ces informations serait grandement bénéfique. La solution envisagée est de travailler sur l'IBM du CC_IN2P3 de Lyon où sera bientôt disponible une zone commune. La gestion de cette zone commune sera assurée par quelques administrateurs, à l'aide de logiciels appropriés comme PATCHY et INSTALL. Les données provenant des expériences seront copiées, transférées au CC_IN2P3 et disponibles sur cartouches et/ou sur disques (STAGE). Le logiciel HBOOK a été retenu comme logiciel de base permettant l'échange facile de spectres entre les différents labos participant à la mise en oeuvre d'INDRA.

Tout ce qui sera implanté au CC_IN2P3 peut être considéré comme la version standard de base, mais il est bien évident que localement, les utilisateurs auront accès à d'autres types de logiciels (logiciel VISU de J.P. Le Blay du GANIL, bibliothèque graphique développée à l'IPN, ...), à l'aide ou à partir desquels ils disposeront de logiciels interactifs puissants et souples, nécessaires au dépouillement d'un multidétecteur tel qu'INDRA.

ANNEXE

Les lignes de Z (ou d'isotopes) d'une matrice $\Delta E-E$ ou Q_R-Q_L peuvent être décrites de différentes façons. On peut utiliser :

- des contours ou des séparatrices, chaque type de particules ou fragments étant associé à une région déterminée de la matrice,

- une fonction de redressement, les lignes naturellement courbées sont redressées et leur projection sur un axe perpendiculaire permet la séparation des différentes particules,

- une fonction d'identification, l'ensemble des lignes de Z est décrit par une fonction ne dépendant que de la charge des particules. A un couple expérimental $(\Delta E, E)$ correspond une valeur de Z , solution de l'équation $f(\Delta E, E, Z) = 0$ (cf. Nouvelles du GANIL, N° 40).

Par fonction (ou fonctionnelle) décrivant les lignes de Z , il faut comprendre, dans ce document, l'une ou l'autre des solutions décrites ci-dessus. Le choix dépend de la facilité de la mise en oeuvre de telle ou telle solution appliquée à un cas précis.

Exemple : la fonction de redressement souvent utilisée dans l'analyse des matrices $\Delta E-E$ ne semble pas, a priori, pouvoir être utilisée dans le cas des matrices $\Delta L-L$ (phoswich).

La détermination de la meilleure solution, propre à chaque type de détecteur, ne peut résulter que de tests approfondis.

$^{28}\text{Si} + ^{27}\text{Al}$ 220 MeV (Saclay)

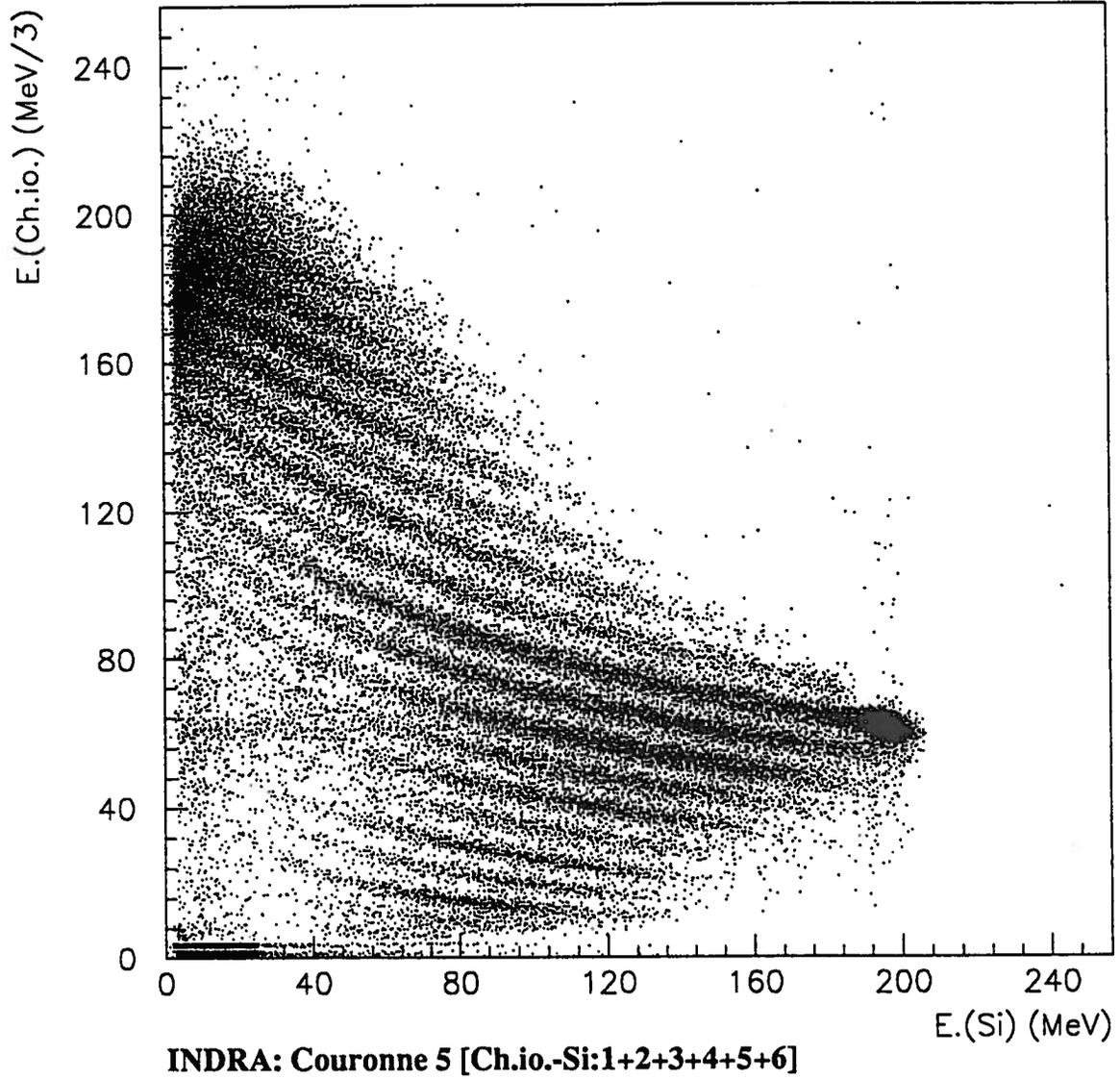


Figure 1

$^{28}\text{Si} + ^{27}\text{Al}$ 220 MeV (Saclay)

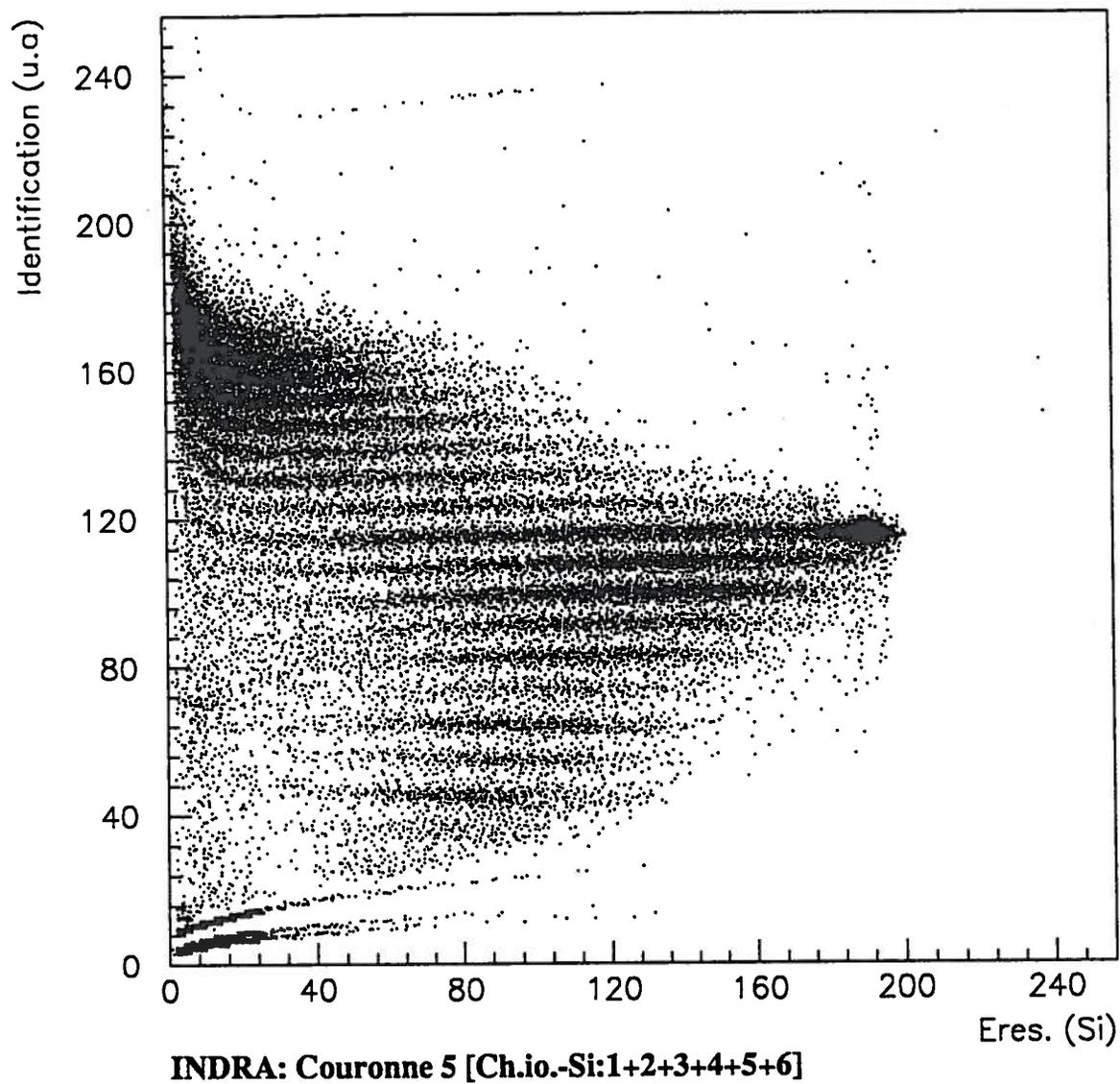


Figure 2

$^{86}\text{Kr} + ^{58}\text{Ni}$ 60 MeV/u

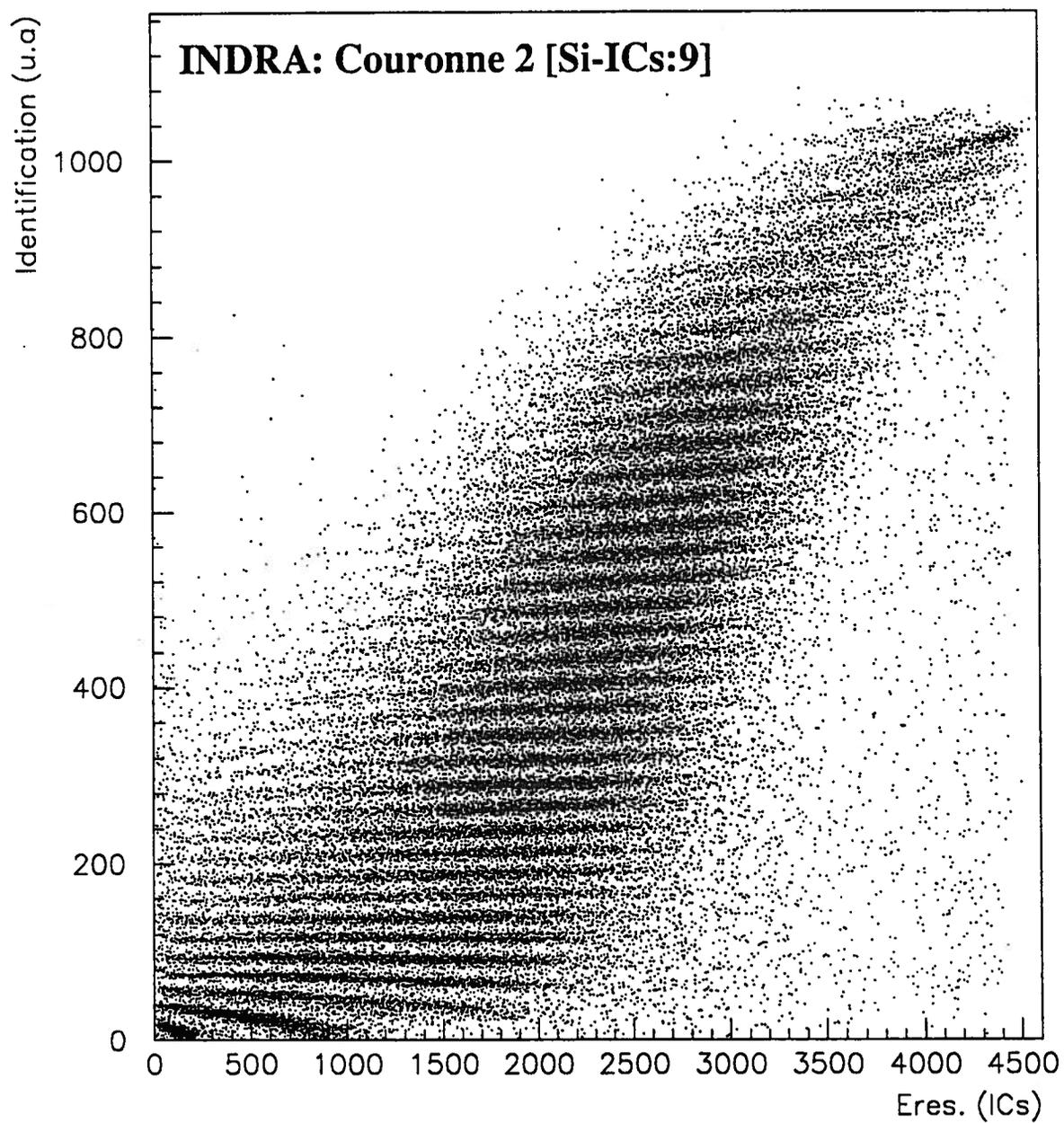


Figure 3

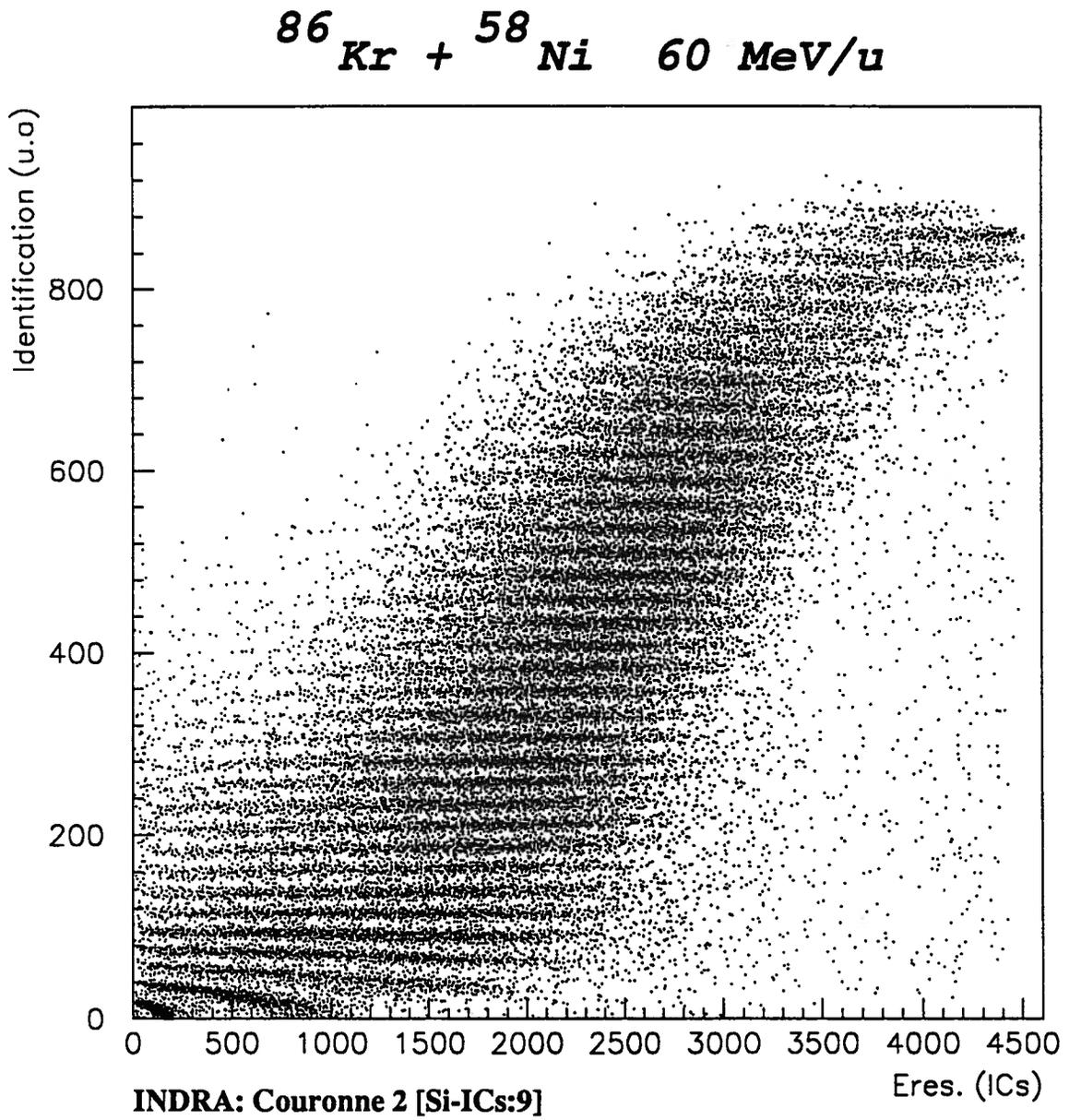


Figure 4

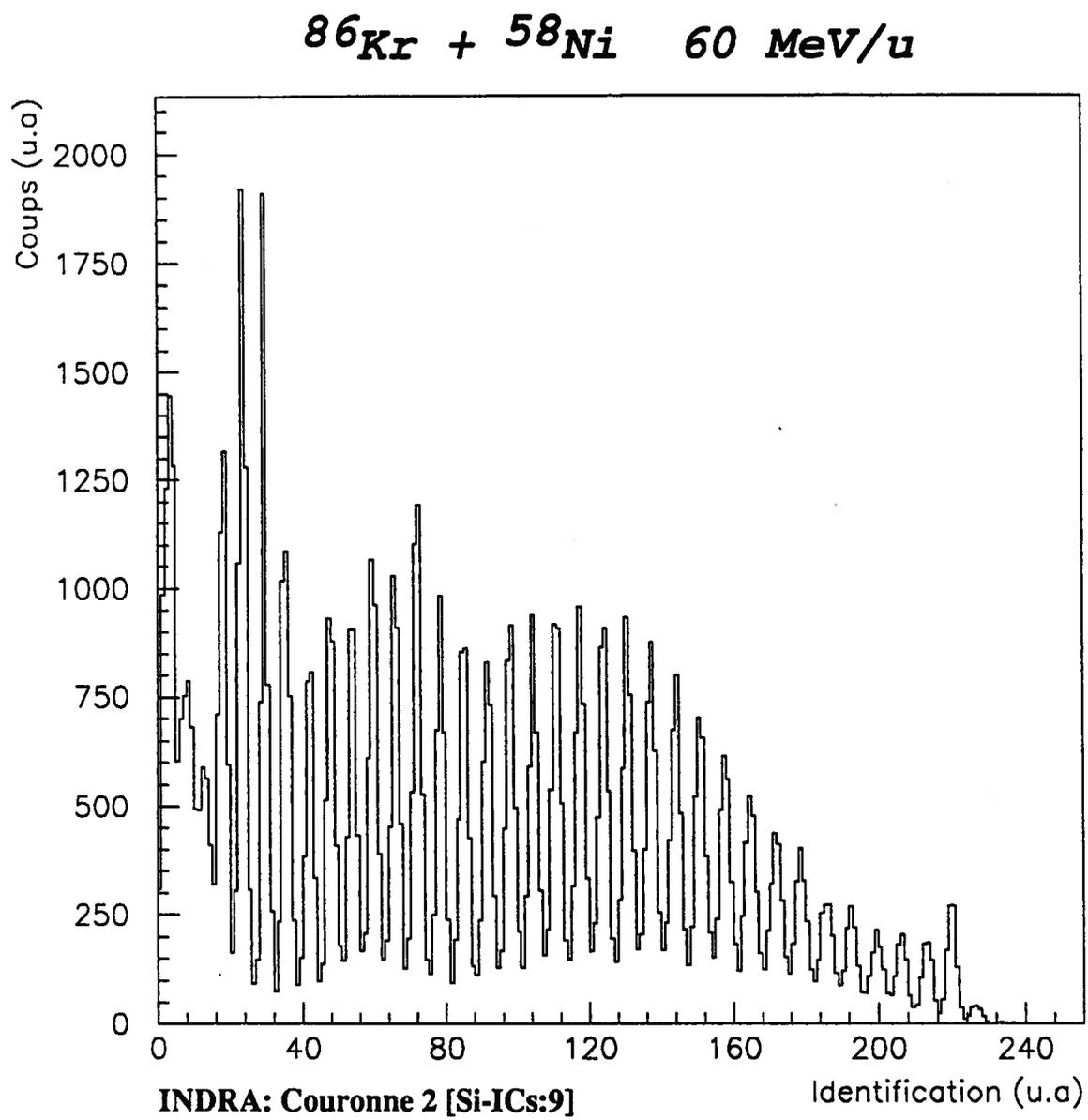


Figure 5

36-Ar + Ni 27 MeV/A - couronne 7

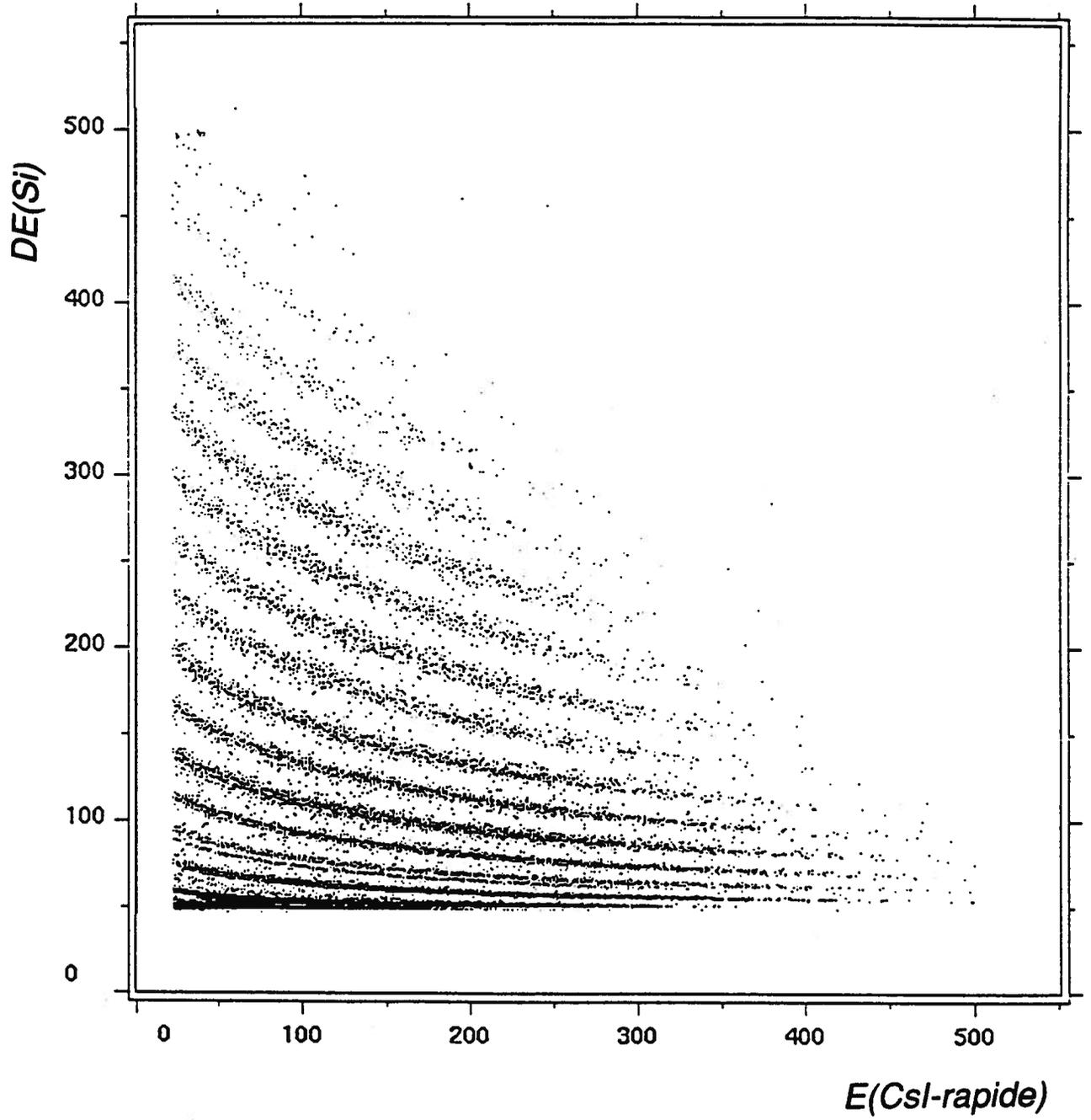


Figure 6

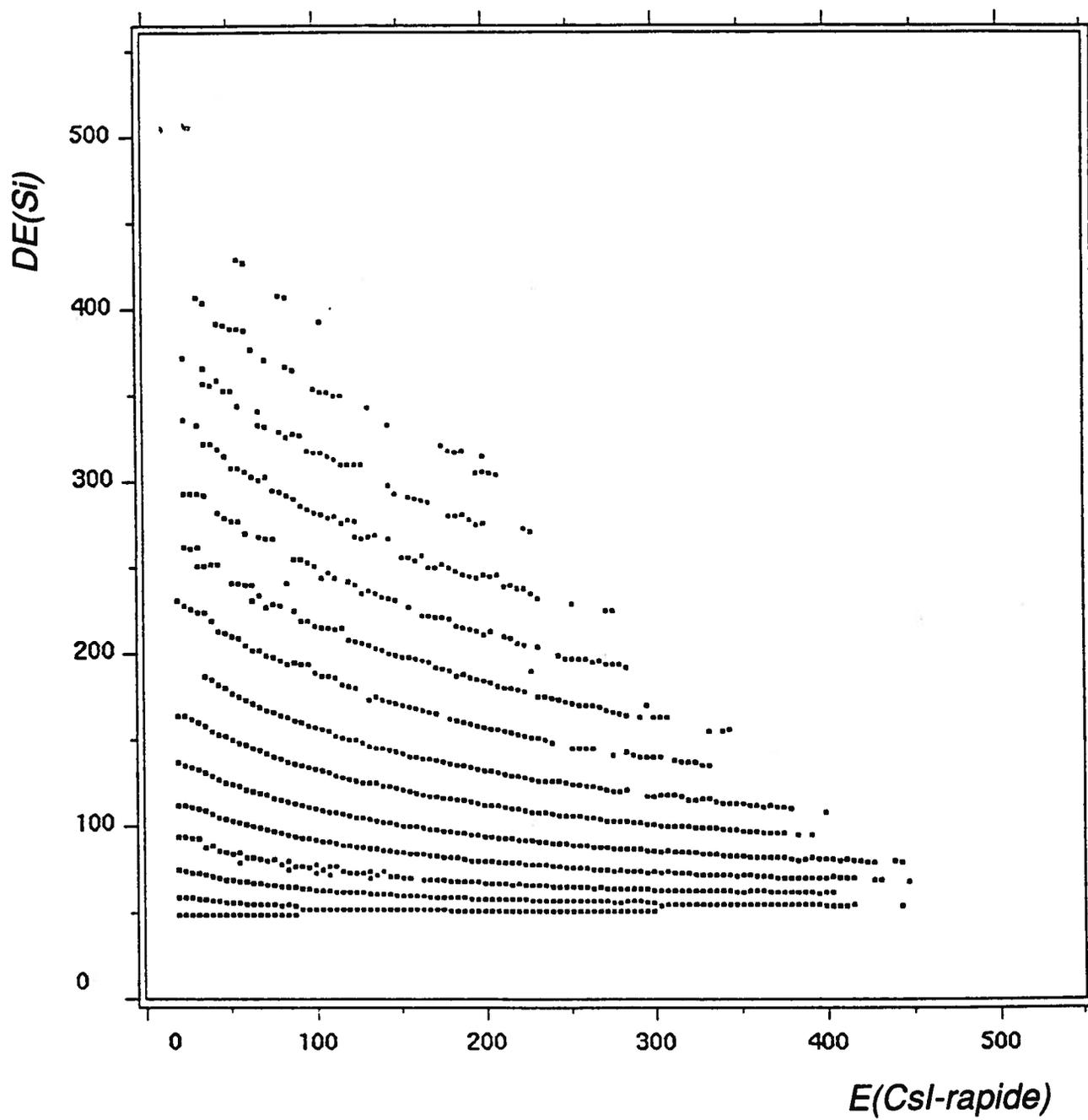


Figure 7

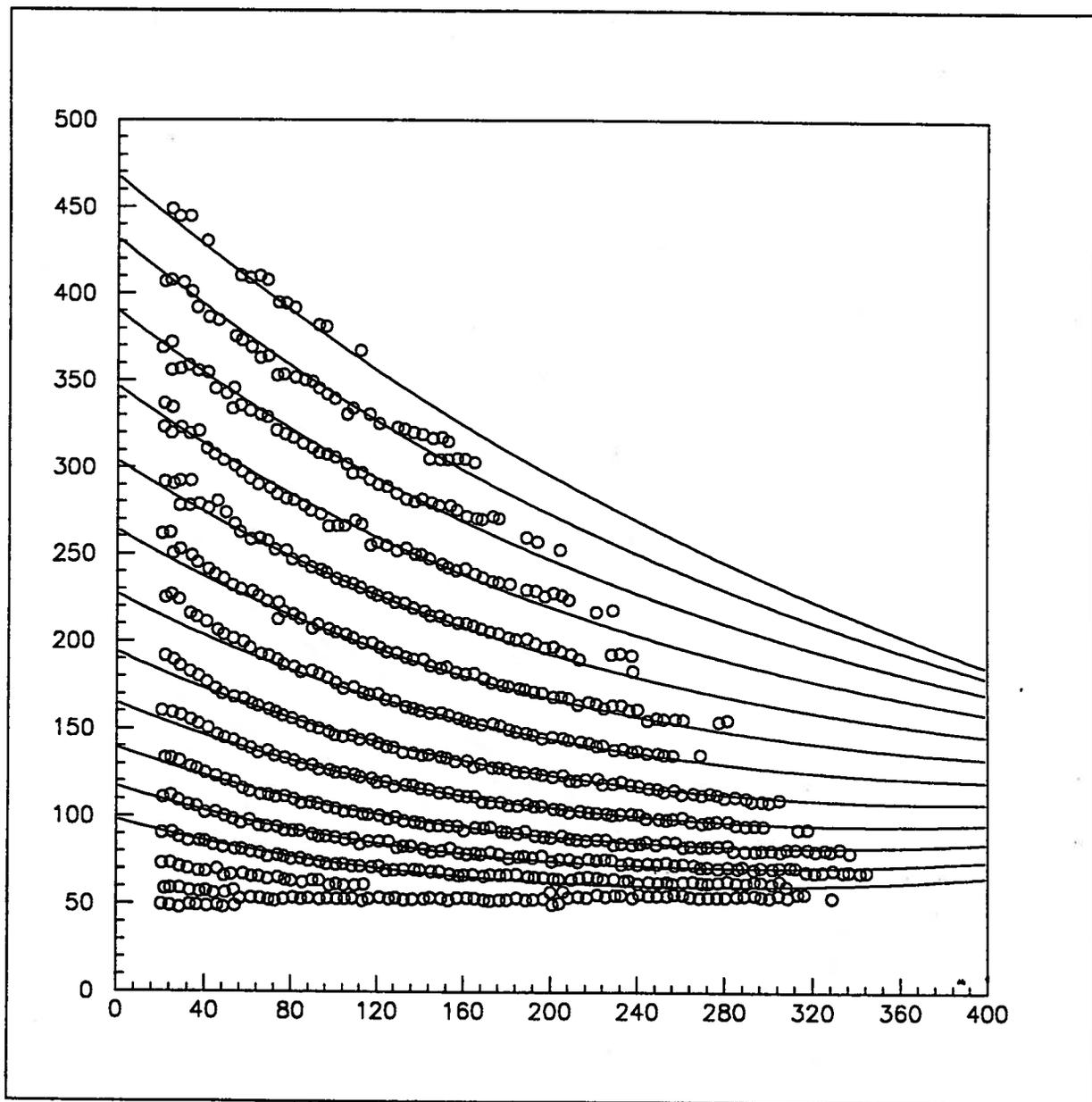


Figure 8

36-Ar + Ni 27 MeV/A - couronne 4

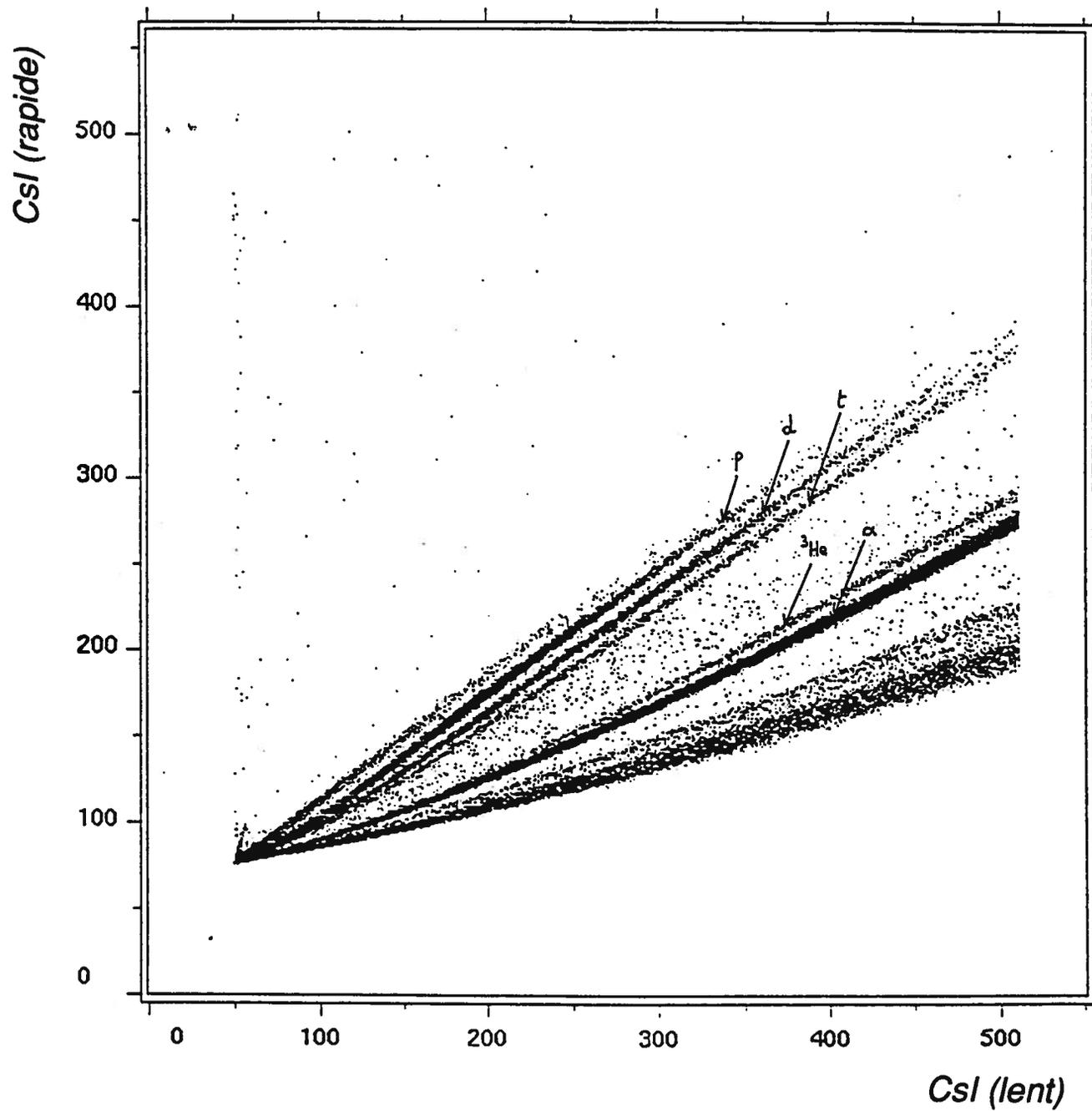


Figure 9

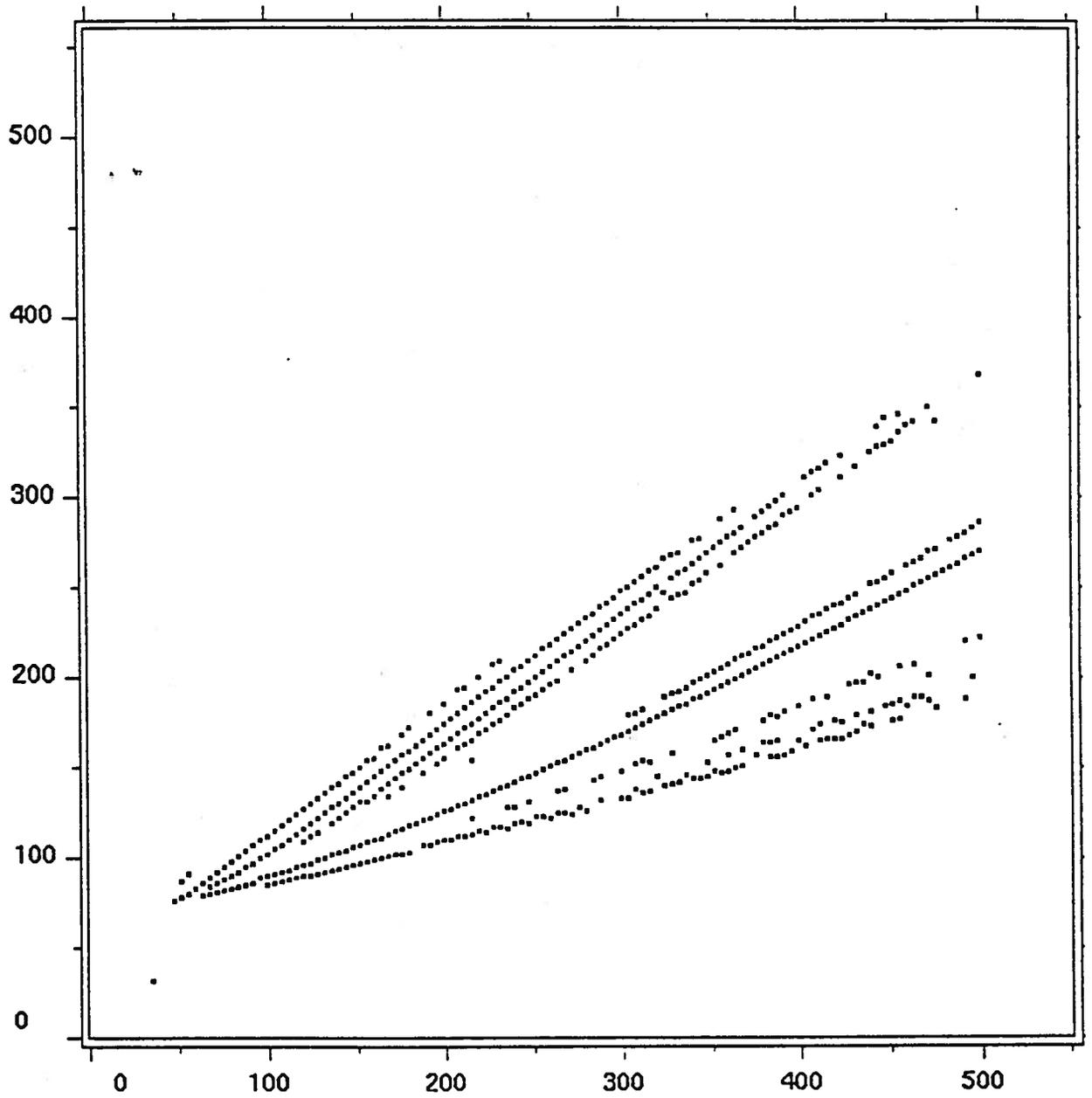


Figure 10

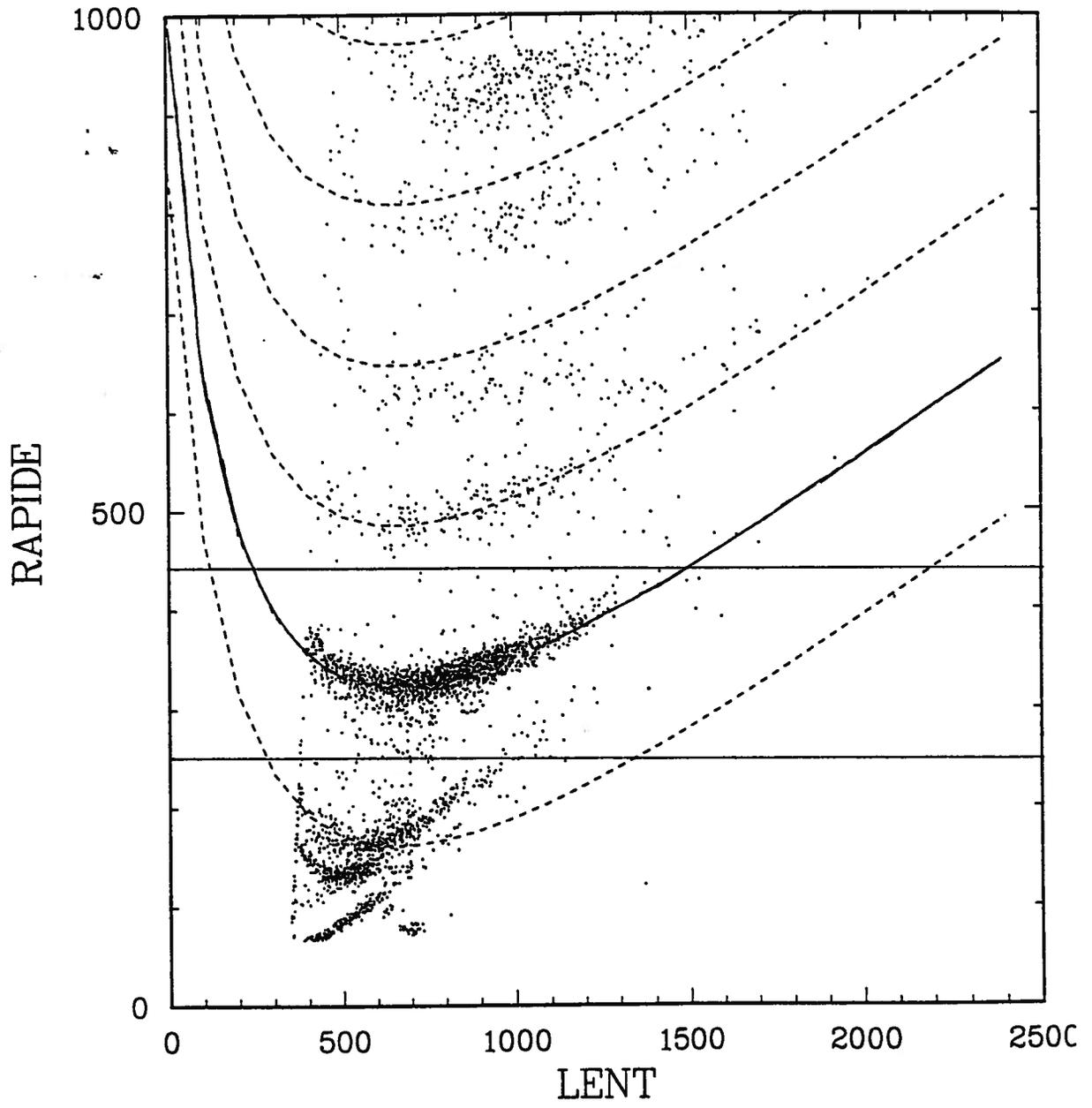


Figure 11

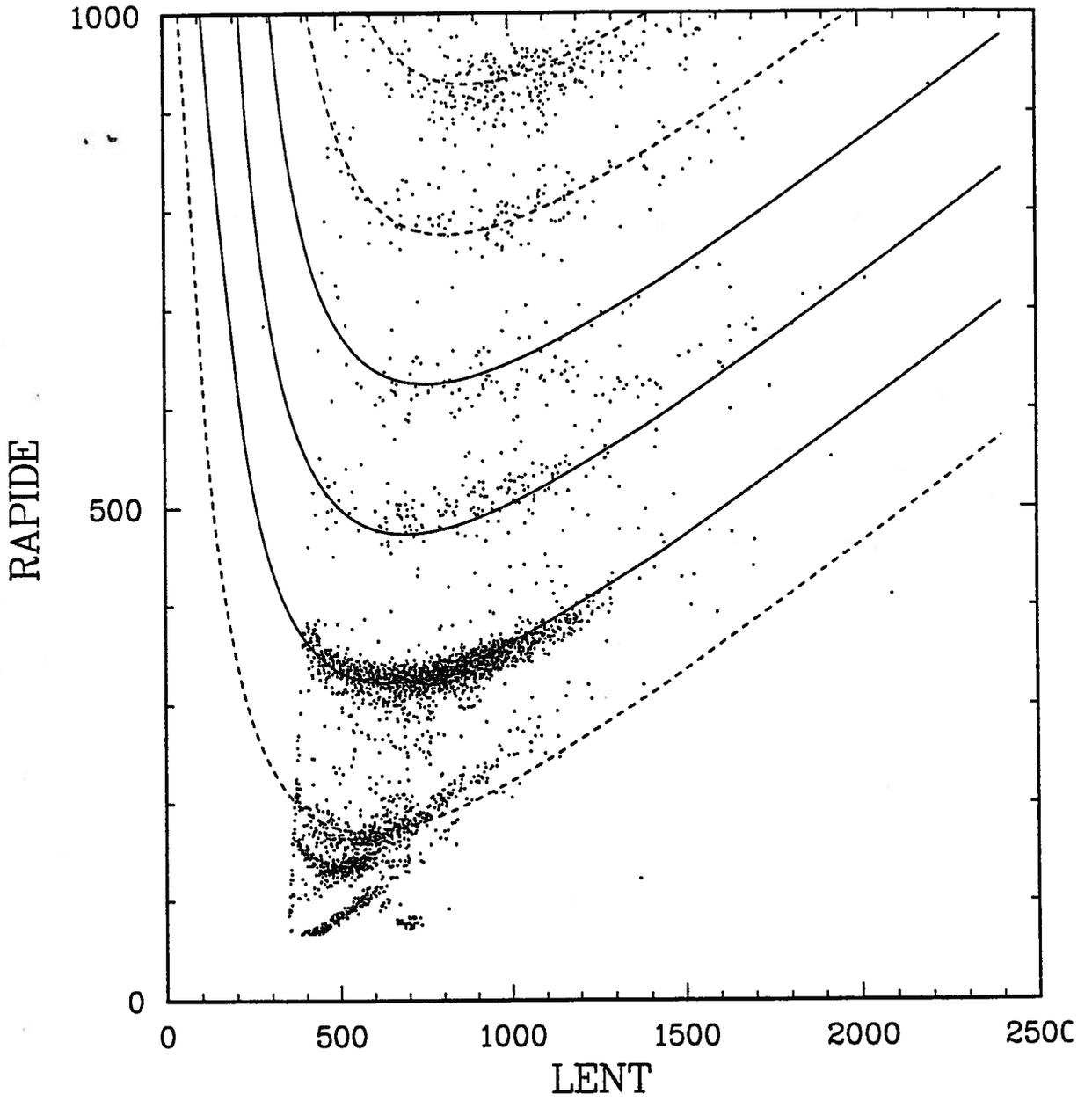


Figure 12

24-Mg + Au 70 MeV/A

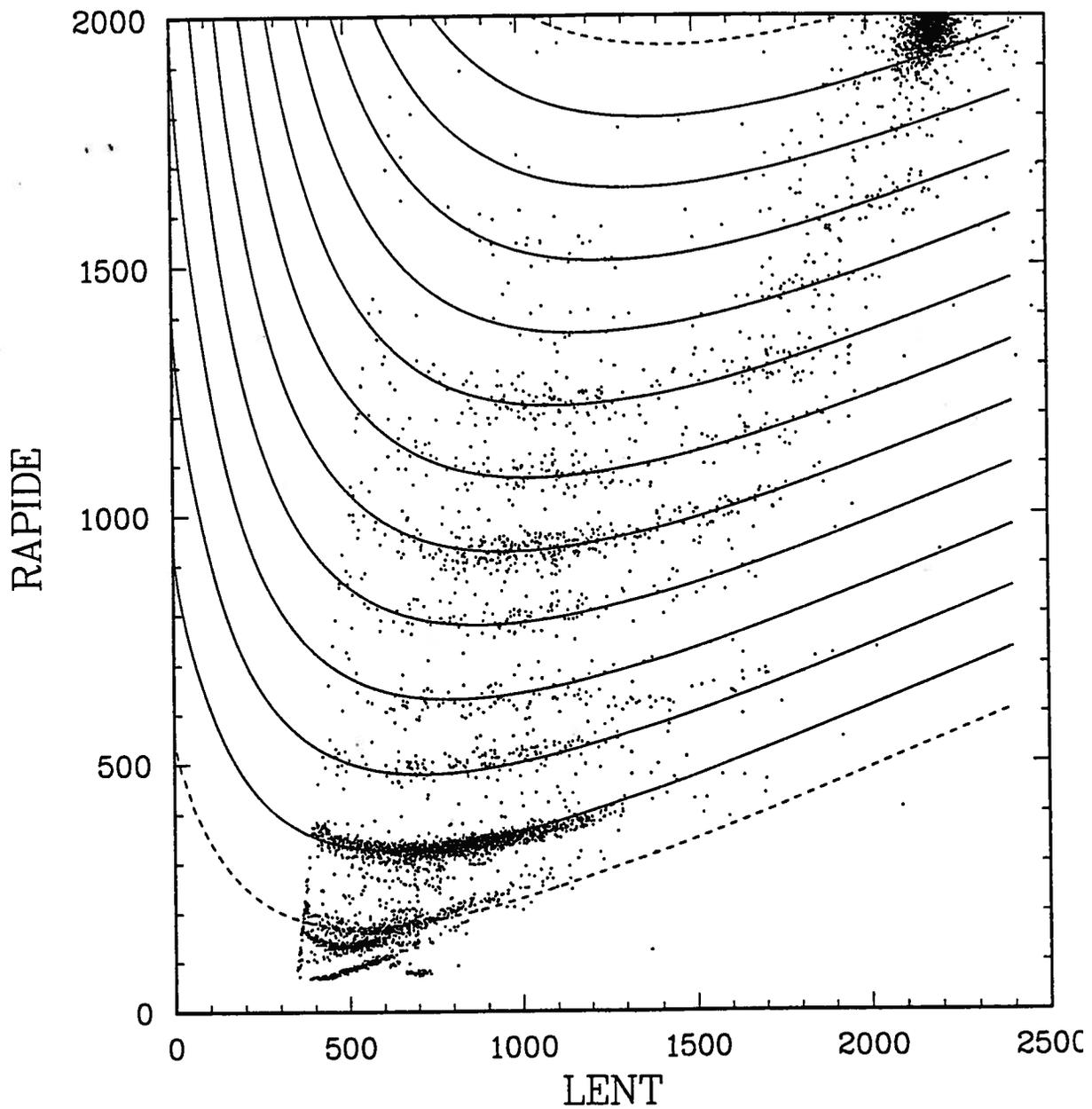
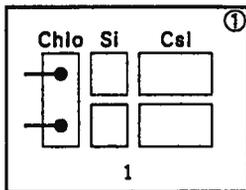
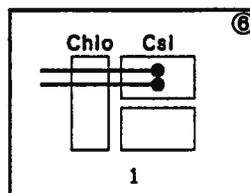
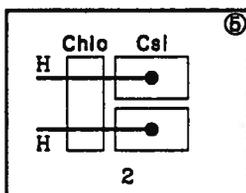
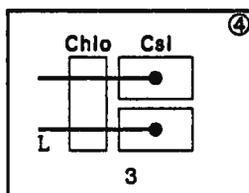
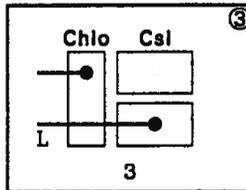
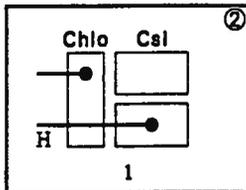


Figure 13

Toutes couronnes



Couronnes 10 - 17



Couronnes 2 - 9

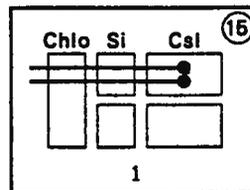
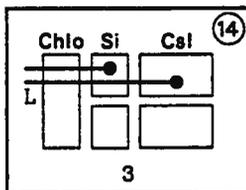
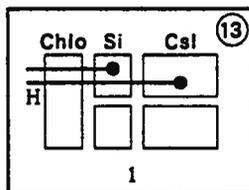
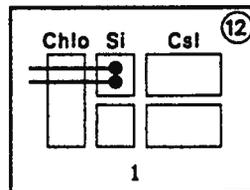
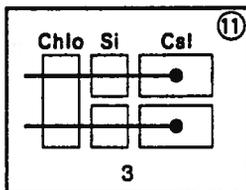
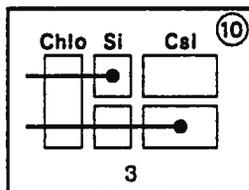
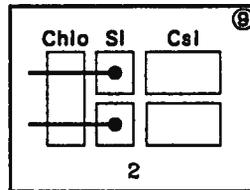
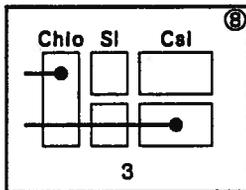
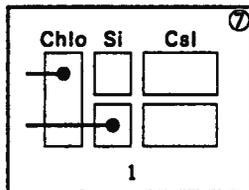


Figure 14