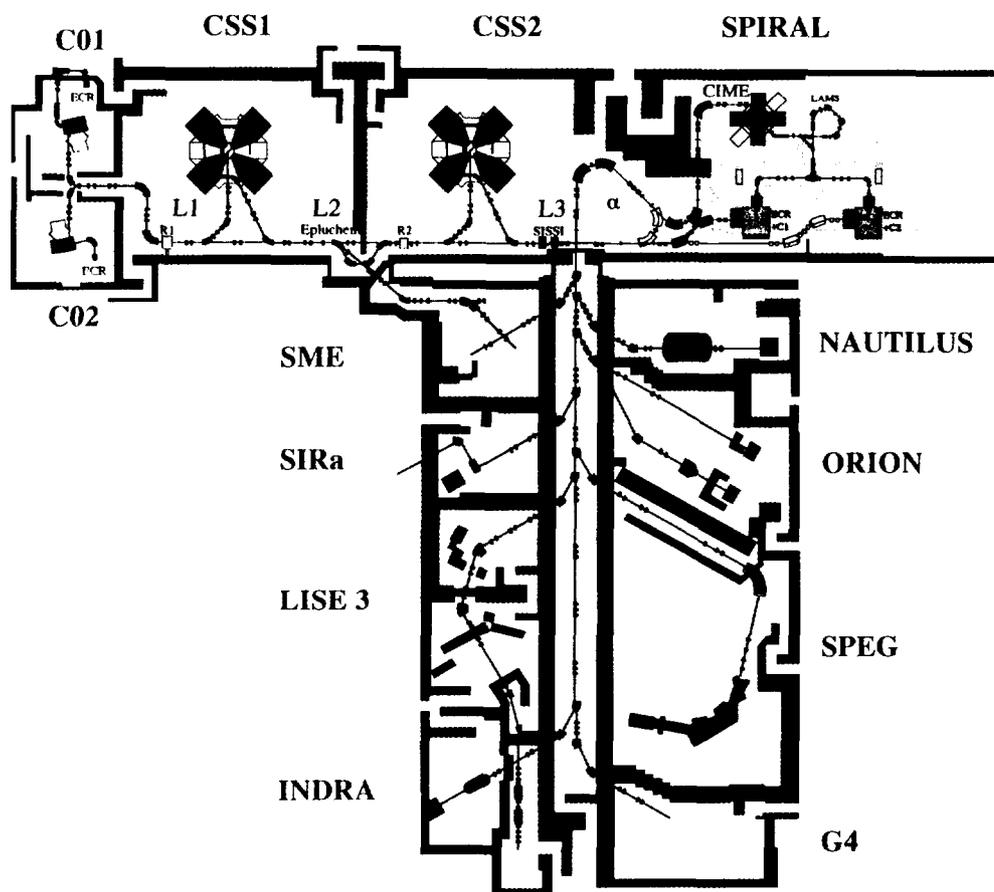




GANIL

RAPPORT TECHNIQUE DES ACCÉLÉRATEURS 1994

TECHNICAL REPORT ON THE ACCELERATORS



GANIL R 95 04

GANIL R 95 04

VOL 28 No 12

**RAPPORT TECHNIQUE
DES ACCÉLÉRATEURS
1994**

**TECHNICAL REPORT
ON THE ACCELERATORS**

*Documents et textes réunis par L. BEX
Responsable de la publication : M. BEX*

SOMMAIRE

1 FONCTIONNEMENT DE L'ACCÉLÉRATEUR EN 1994

- 1.1 Répartition du temps de fonctionnement de l'accélérateur
- 1.2 Statistique des éléments accélérés
- 1.3 Distribution des pannes par classe d'équipements
- 1.4 Les faits marquants

2 QUELQUES CHIFFRES SUR LES DIX DERNIÈRES ANNÉES

- 2.1 Statistiques sur le fonctionnement
- 2.2 Faisceaux d'ions accélérés

3 ETUDES MACHINE

- 3.1 Etude du temps de vie des feuilles d'éplucheur
- 3.2 Transmission des faisceaux "haute intensité"
- 3.3 Détection des faibles pertes de faisceau avec une chambre d'ionisation
- 3.4 Essais de qualification de SISSI

4 ETUDES TECHNIQUES

- 4.1 Calculs pour les réglages des faisceaux avec SISSI
- 4.2 Nouvelle acquisition des profils de faisceau
- 4.3 Technique du fil hélicoïdal
- 4.4 Détection des pertes faisceau
- 4.5 Carte d'acquisition VME pour les pertes faisceau et le fil hélicoïdal
- 4.6 Fabilisation de la plate-forme 100 kV pour la production d'ions métalliques
- 4.7 Rénovation du système de contrôle des R.F. du GANIL
- 4.8 Utilisation de la base de données pour la gestion des paramètres de réglage
- 4.9 Intégration du standard VME dans le système de contrôle
- 4.10 Rénovation du contrôle centralisé de la radioprotection

5 PROSPECTIVES

6 LE PROJET THI

7 LE PROJET SPIRAL

Annexe 1

EXPÉRIENCES RÉALISÉES AVEC L'ACCÉLÉRATEUR GANIL EN 1994

- 1 Expériences réalisées en Haute Energie
- 2 Expériences réalisées à Moyenne Energie

Annexe 2

TABLEAU DES FAISCEAUX D'IONS DISPONIBLES AVEC LEURS CARACTERISTIQUES AU 31 DÉCEMBRE 1994

LISTE DES PUBLICATIONS

CONTENTS

1 ACCELERATOR OPERATION IN 1994

- 1.1 GANIL Operation Time Sharing
- 1.2 Statistics of Elements Accelerated
- 1.3 Distribution of Failures by Class of Equipment
- 1.4 Milestones

2 STATISTICS OF ION BEAMS ACCELERATED FOR THE LAST TEN YEARS

- 2.1 Statistics of Operation
- 2.2 Table of Ion Beams Accelerated

3 MACHINE STUDIES

- 3.1 Stripping Foil Life Time Studies
- 3.2 High Intensity Beam Transmission
- 3.3 Detection of Low Beam Losses with an ionisation chamber
- 3.4 Tests for the commissioning of SISSI

4 TECHNICAL DEVELOPMENTS

- 4.1 Calculations for the Tuning of the Beams of SISSI
- 4.2 New Acquisition of Ion Beam Profilers
- 4.3 Technique of the Spiral Scanner
- 4.4 Detection of Beam Losses
- 4.5 VME Board for Beam Losses Detection and Spiral Scanner Acquisition
- 4.6 Improvement of the Reliability of the 100 kV Platform for the production of Metallic Ions
- 4.7 Renovation of the R.F. Control-Command at GANIL
- 4.8 Use of the Database to Manage the GANIL Beam Parameters
- 4.9 Integration of the VME Standard in the Accelerator System Control
- 4.10 Renovation of the Centralised Radiation Control System

5 PROSPECTIVES

6 THE THI PROJECT

7 THE SPIRAL PROJECT

Annexe 1

EXPERIMENTS PERFORMED WITH THE GANIL ACCELERATOR IN 1994

- 1 Experiments Performed at Full Energy
- 2 Experiments Performed at Medium Energy

Annexe 2

TABLE OF ION BEAMS WITH THEIR CHARACTERISTICS AVAILABLE (31 december 1994)

PUBLICATION LIST

PRÉFACE

Ce rapport annuel décrit le fonctionnement de GANIL et les améliorations techniques apportées à la machine en 1994.

Pour 6192 heures de fonctionnement, le faisceau a été sur cible pendant 3770 heures. De plus, 1974 heures de faisceau ont été fournies à la SME (Sortie Moyenne Energie).

L'année 1994 a été marquée par les faits suivants:

- *SISSI (Source d'Ions Secondaires à Supraconducteurs Intense) a été mis en exploitation et a été utilisé avec quatre faisceaux différents pour produire des ions secondaires.*

- *La plate-forme 100 kV d'injection d'ions dans le COI est entrée en exploitation et a permis de satisfaire à la demande très forte en ions métalliques.*

- *Enfin le projet SPIRAL (Système de Production d'Ions Radioactifs Accélérés en Ligne) s'est concrétisé fin 1994 par les premiers coups de pioche qui devront aboutir à l'installation de la nouvelle machine dans l'extrémité nord du bâtiment machine du GANIL.*

This annual report describes the GANIL operation and the technical studies performed in 1994.

For 6192 hours of running time, the beam has been on the target for 3770 hours. Moreover 1974 hours of beam time have been allocated to the SME (Sortie Moyenne Energie) for experiments of atomic and condensed matter physics.

The milestones for 1994 are:

- *SISSI (Source d'Ions Secondaires à Supraconducteurs Intense) has been in operation and used for secondary beam production with four different primary beams.*

- *The 100kV platform for beam injection in the COI has been in operation for production of metallic beams which demand is increasing.*

- *Finally the SPIRAL project (Système de Production d'Ions Radioactifs Accélérés en Ligne) is in progress. In late 1994 the civil work has started in view of the installation of the machine in the north part of the GANIL machine building.*

1 FONCTIONNEMENT
DE L'ACCÉLÉRATEUR
EN 1994

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

1 - FONCTIONNEMENT DE L'ACCÉLÉRATEUR EN 1994

F. Loyer - Chef du Service Exploitation

1-1 Répartition du temps de fonctionnement de l'accélérateur:

L'accélérateur a fonctionné pendant 38 semaines réparties en 5 périodes:

- du 31/01 au 25/03
- du 04/04 au 27/05
- du 06/06 au 05/08
- du 28/08 au 23/09
- du 03/10 au 30/11

	Programmé (heures)	Réalisé (heures)	Réal./Prog. %	Réal %
Démarrages et changements de paramètres	1156,0	1185,0	102,51	19,14
Physique nucléaire (HE)*	3288,0	3245,5	98,71	52,41
Physique non nucléaire (HE)*	599,0	611,0	102,00	9,87
SIRa**	250,0	257,5	103,00	4,16
Irradiations industrielles	100,0	112,5	112,50	1,82
Biologie	48,0	37,0	77,08	0,60
Etudes machine + essais techniques	735,0	727,0	98,91	11,74
Interventions source	16,0	16,5	103,13	0,27
TOTAUX	6192,0	6192,0		100

* HE : Hautes Energies

** SIRa : Séparateur d'Ions Radioactifs

Disponibilité pour les utilisateurs:

	Heures	%
Faisceau disponible	3770,25	88,43
Indisponibilités fortuites : Réglages	159,00	3,73
Indisponibilités fortuites : Pannes	271,75	6,37
Arrêts maintenance	62,50	1,47
	4263,50	100

Disponibilité réelle moyenne = 89,75 %

SME : 1974 heures

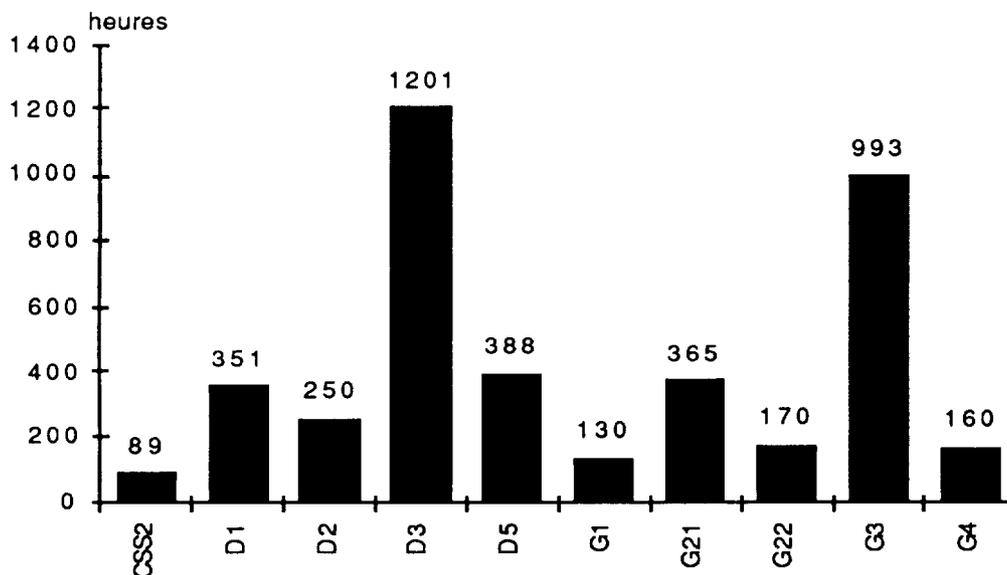


Diagramme montrant la répartition des salles.

1-2 Statistique des éléments accélérés :

29 ions différents ont été réglés dont 17 nouveaux (NF) :

ION	Energie MeV/u	ION	Energie MeV/u
$^{13}\text{C}^{3/6+}$	60	$^{58}\text{Ni}^{10/26+}$ NF	74
$^{13}\text{C}^{3/6+}$	75	$^{58}\text{Ni}^{15/28+}$ NF	89,97
$^{12}\text{C}^{4/6+}$ NF	95	$^{65}\text{Cu}^{13/27+}$ NF	64,4
$^{16}\text{O}^{4/8+}$	95	$^{78}\text{Kr}^{16/34+}$ NF	73
$^{18}\text{O}^{4/8+}$	76	$^{86}\text{Kr}^{14/34+}$	58,78
$^{20}\text{Ne}^{6/10+}$	95,37	$^{84}\text{Kr}^{10/30+}$ NF	35
$^{28}\text{Si}^{6+}$ NF	9,92	$^{112}\text{Sn}^{22/45+}$ NF	63
$^{36}\text{Ar}^{10/18+}$	94,9	$^{132}\text{Xe}^{18/42+}$ NF	34,44
$^{36}\text{Ar}^{10/18+}$	95,3	$^{144}\text{Sm}^{20/46+}$ NF	37
$^{40}\text{Ar}^{7/17+}$	43,81	$^{148}\text{Sm}^{20/46+}$ NF	35
$^{40}\text{Ar}^{8/17+}$ NF	70	$^{154}\text{Sm}^{20/46+}$ NF	32,1
$^{40}\text{Ar}^{9/17+}$ NF	60,9	$^{181}\text{Ta}^{22/53+}$ NF	32,9
$^{50}\text{Cr}^{9+}$ NF	5,85	$^{181}\text{Ta}^{24/57+}$	39,6
$^{50}\text{Cr}^{11/22+}$ NF	58	$^{208}\text{Pb}^{23/56+}$	29,06
		$^{238}\text{U}^{24/58+}$	23,96

1-3 Distribution des pannes par classes d'équipement:

		Total en heures		Total annuel	
		Physique	Réglages	Heures	%
1	Alimentations de courant	50,00	6,50	56,50	13,39
2	Alimentations de tension	8,50	6,00	14,50	3,44
3	Electronique	8,00	21,50	29,50	6,99
4	Informatique	8,50	17,75	26,25	6,22
5	Automates	0,00	0,75	0,75	0,18
6	Organes de sécurité et de radioprotection	12,50	3,25	15,75	3,73
7	Equipements de vide	43,00	26,00	69,00	16,35
8	Système de refroidissement	4,00	1,50	5,50	1,30
9	Cavités haute fréquence	37,75	12,00	49,75	11,79
10	Sources ECR	25,25	19,25	44,50	10,55
11	Pannes d'équipements	45,00	24,00	69,00	16,35
12	SISSI	17,50	0,75	18,25	4,32
13	Pannes consécutives aux coupures de la puissance électrique	22,50	0,25	22,75	5,39
	Totaux	282,50	139,50	422,00	100

1-4 Les faits marquants:

1-4-1 Mise en exploitation de SISSI

SISSI a été utilisé avec 4 faisceaux différents (^{112}Sn (2 fois), ^{78}Kr , ^{13}C , ^{40}Ar) pour produire des ions secondaires. Malgré des difficultés techniques et un manque d'expérience pour régler les optiques des lignes avec un faisceau secondaire, toutes les expériences faites avec SISSI se sont déroulées correctement et furent un succès pour les physiciens.

Depuis septembre 94, SISSI reste en permanence en ligne. Les conséquences sont :

- gain de temps : pas d'intervention pour tourner SISSI
- utilisation des solénoïdes de SISSI comme élément de focalisation pour les faisceaux classiques
- ralentisseur (quand nécessaire) en position du point objet du spectromètre (légère perte de transmission dans ce cas).

Le bilan de fonctionnement de SISSI peut être résumé ainsi:

7 expériences (en pilote) ont bénéficié des faisceaux radioactifs produits par SISSI depuis sa mise à disposition pour la physique au début de mars 1994. Pour mémoire, dès la deuxième expérience (E226 a), l'étain 100 était observé pour la première fois, un mois après la mise en service ! Il faut néanmoins savoir que le respect de la date de démarrage avait eu pour conséquence de réduire la durée des essais préalables. Tout à fait logiquement cette première année fut donc une période de rodage.

Les résultats d'exploitation sont encourageants :

- toutes les expériences programmées ont été réalisées
- le comportement des solénoïdes a été parfait jusque dans des conditions de travail aux limites des conditions de réception
- la fiabilité d'exploitation de la cryogénie est excellente, les marges de puissance existantes et la conception d'ensemble ayant permis un fonctionnement correct même en cas de pollution du fluide cryogénique
- l'équipage porte cible, qui n'avait jamais été essayé dans des conditions réelles, a dans l'ensemble donné satisfaction si l'on excepte les problèmes de courroie de transmission défaillante et la détérioration du passage tournant ferrofluidique lors de la dernière expérience.

En contre partie des mises au point sont nécessaires. Certaines étaient décidées dès avant la mise en service. Ce sont :

- la suppression d'un point froid dans le cryostat
- la suppression d'une mise à la masse d'une amenée de courant d'un solénoïde
- diverses interventions sur le cryogénérateur.

D'autres sont le fruit de l'expérience acquise :

- la sensibilité aux désalignements est importante. Une réflexion doit être menée sur les références à utiliser
- les procédures de réglage du faisceau doivent être optimisées
- la transmission, actuellement limitée notamment par les fentes d'analyse de l'alpha, peut être améliorée en implantant un jeu de fentes ouvrant au delà de ± 35 mm.
- le porte cible est un point délicat (cible tournante à 3000 T/mm). La fiabilité des organes en mouvement est l'objet d'une attention toute particulière
- enfin, l'insertion de SISSI dans un environnement déjà complexe entraîne un aménagement particulier notamment au

niveau de la sécurité. A la lumière de l'expérience acquise, tous ces aménagements seront finalisés pour les redémarrage de la machine en juin 1995.

1-4-2 Fourniture d'ions métalliques

Pendant l'année 1994, la demande en ions métalliques a été très forte. Le tableau suivant résume les ions métalliques produits à la source et accélérés.

ECR4 - C01 (sur plate-forme 100 kV)			
Ions	Procédé	Ions	Procédé
$^{48}\text{Ca}^{10+}$	Four	$^{112}\text{Sn}^{22+}$	Four
$^{50}\text{Cr}^{11+}$	Four	$^{144-148-154}\text{Sm}^{20+}$	Tige (oxyde)
$^{58}\text{Ni}^{15+}$	Four	$^{181}\text{Ta}^{24+}$	Tige (métal)
$^{65}\text{Cu}^{13+}$	Four	$^{208}\text{Pb}^{25+}$	Four

ECR3 - C02 (25 kV)	
Ion	Procédé
$^{238}\text{U}^{24+}$	Tige (oxyde)

La technique du four a été améliorée et a permis d'évaporer la plupart des métaux, notamment le Ni. L'effort a porté sur les points suivants :

- température portée jusqu'à 1550° C
- amélioration de la fixation mécanique du four et du creuset en alumine
- augmentation de la durée de vie du filament de chauffage
- précaution pour éviter que le métal coule, ce qui obstruerait l'orifice du four.

L'amélioration de la technique du four a permis de produire la plupart des ions métalliques demandés avec une fiabilité qui se rapproche de celle des ions gazeux.

La technique de la tige évaporée par le plasma a été utilisée pour les métaux dont le point d'évaporation se situe à plus haute température. Cette technique a donné des résultats corrects pour les métaux réfractaires comme Ta mais doit encore être améliorée pour l'U.

1-4-3 Mise en exploitation de C01 et de la plate-forme 100 kV d'injection

Après une insensibilisation des équipements de la ligne d'injection aux perturbations électromagnétiques dues aux claquages du tube accélérateur de la source, l'injecteur C01 a été utilisé pour la fourniture du faisceau à la physique. Le principe de cette ligne d'injection, à fonctions séparées, associée à une source ECR4 permet de fournir des hautes intensités grâce au rendement élevé du C01 ainsi obtenu (> 50%).

L'autre avantage est la possibilité de pré-régler un injecteur pendant que l'autre est en ligne. Cela permet de réduire le temps de réglage de l'injecteur et de sa source (entre 1 et 2 UT selon l'ion). Ce principe d'alternance sera utilisé systématiquement en 95 d'autant que C02 sera doté de la même source ECR4.

1-4-4 Utilisation de CSS2 comme spectromètre de masse

Le cyclotron CSS2 a été utilisé comme spectromètre de masse à haute résolution pour l'étude d'ions secondaires, sa résolution étant environ 100 fois supérieure à celle des spectromètres magnétiques à haute résolution existants.

Les ions secondaires étaient produits par des ions $^{50}\text{Cr}^{9+}$ issus de CSS1 traversant une cible de ^{58}Ni installés dans L2.

Un pré-réglage a été effectué avec des ions $^{50}\text{Cr}^{11+}$, produits par épluchage dans une cible de tantale, dont la rigidité magnétique était identique aux ions de masse 100 dont on cherchait à mesurer la masse (Ag, Cd, In et Sn).

L'utilisation de détecteurs plastiques ou silicium était nécessaire pour le réglage du cyclotron avec des faisceaux de faible intensité ($\ll 1$ nAe) d'autant que la précision des mesures de masse était dépendante de la qualité du réglage (isochronisme, précession, etc....).

Suite aux résultats très positifs obtenus, de tels détecteurs pourraient être développés pour le cyclotron CIME de SPIRAL et, pourquoi pas, pour les CSS car ils permettent de visualiser, en même temps et tour par tour, l'énergie et la phase des ions.

1-4-5 Travaux sur l'accélérateur

La principale intervention sur l'accélérateur fut l'installation de SISSI et sa connexion au système de contrôle. En corollaire à cette installation, de nombreux équipements ont été installés pour assurer l'exploitation de SISSI :

- installation de 6 profileurs à gaz pour la mesure des faisceaux secondaires
- installation d'une coupelle de Faraday derrière SISSI
- déplacement du ralentisseur au point objet du spectro a
- installation de vannes sur les pompes cryo de L3 pour permettre des interventions rapides (installation de détecteurs de physique).

Les autres interventions concernent principalement les rénovations d'équipements :

- CCPD à liaison JBUS sur les alimentations de C01
- remplacement des compresseurs Physimeca des pompes cryo de CSS2 par des compresseurs CTI 8500
- remplacement des automates APS30-12 du vide de CSS2 par un Siemens 135 U.

Un travail important et permanent a été fourni sur le nouveau système de contrôle afin d'assurer sa montée en puissance et de s'adapter aux nouveaux équipements (automates, CCPD avec JBUS, etc...).

2 QUELQUES CHIFFRES
SUR LES DIX
DERNIÈRES ANNÉES

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

2- QUELQUES CHIFFRES SUR LES DIX DERNIERES ANNÉES

Abstract

The first array, below, gives the statistics of operation for the last ten years.

The second one mentions all the ion beams which have been accelerated with their major characteristics at the final acceleration stage (SSC2 output).

2-1 . Statistiques sur le fonctionnement

Le tableau ci-dessous détaille les statistiques sur les 10 dernières années.

Une analyse montre que :

- le nombre total d'heures de fonctionnement ne fait que croître (plus de 6000h pour la première fois en 94);

- le nombre d'heures de faisceaux fournis aux expérimentateurs est lui aussi en augmentation;

- le nombre de faisceaux réglés ne diminue pas;

- les études machine et les essais techniques sont particulièrement importants en 93 (mise en route du nouveau système de commande-contrôle) et en 94 (mise en route de SISSI);

- le taux de pannes est nettement supérieur en 94 (les arrêts de maintenance ne comptent que pour 70h), ce qui justifie pleinement les efforts faits et à faire dans le domaine de la fiabilisation de la machine;

- le temps passé à régler l'accélérateur reste très élevé (~19%), avec une moyenne de 33h par faisceau réglé.

2-2 . Faisceaux d'ions accélérés

Le deuxième tableau (voir Annexe 2) donne la liste des faisceaux déjà accélérés.

Les intensités mentionnées sont celles que l'on peut obtenir en sortie de CSS2 (ou CSS1) dans la limite de 400W. A la demande des expérimentateurs ou pour modifier les caractéristiques du faisceau telles que la dispersion d'énergie, l'émittance, la longueur en temps ou l'énergie par ralentissement, les intensités réellement fournies sur la cible de physique sont généralement inférieures.

Les énergies sont celles obtenues en sortie de CSS2 (ou CSS1). L'énergie du faisceau fourni aux expérimentateurs peut être diminuée par ralentissement au détriment de l'intensité et des caractéristiques telles que la dispersion en énergie.

Les caractéristiques nominales du faisceau sont :

- émittances (H et V) : 5π mm.mrad
- dispersion d'énergie (à mi-hauteur) : $< 5 \cdot 10^{-4}$
- durée des paquets (à mi-hauteur) : 0,5 ns (<10Mhz)
1 ns (>10Mhz)

Ces caractéristiques peuvent être modifiées selon la demande des expérimentateurs mais, en général, au détriment de l'intensité.

STATISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DE 1984 A 1994 (BILAN EN HEURES)

Année	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Physique	2639	2786	3142	2968	3208	1480	3239	3426	3594	3212	3770
Etudes machine et techniques	639	532	296	303	308	488	621	422	240	601	699
Demarrages et chgts de paramètres	962	902	922	924	902	538	1278	1317	1035	1152	1026
Pannes et arrêts maintenance	327	279	257	183	204	104	313	262	273	249	537,5
Reprises de réglage	483	252	212	148	143	60	229	104	191	199	159,5
Total	5050	4751	4829	4526	4765	2670	5680	5531	5333	5413	6192

3 ETUDES
MACHINES

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

3- ETUDES MACHINE

3-1 Etude du temps de vie des feuilles d'éplucheur

Afin d'augmenter la durée de vie des feuilles d'épluchage, on envisage soit de balayer la feuille dans le faisceau, soit de défocaliser celui-ci de façon à répartir les dommages causés à la structure du carbone.

Une première étude, effectuée avec un faisceau d'argon de 13,6 MeV/n avait pour but de contrôler que la perte d'énergie et la dispersion du faisceau n'étaient pas modifiées par un mouvement d'oscillation de la feuille. Cet essai fut concluant.

Un nouvel essai de mouvement de la feuille dans un faisceau de xénon de 5,38 MeV/n; contrairement aux résultats du test précédent, une fluctuation de la perte d'énergie dans le carbone, parfaitement corrélée au mouvement de la cible, révéla les défauts d'homogénéité de celle-ci. L'explication est simple : pour une variation d'épaisseur de $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, la perte d'énergie correspondante est 10 fois plus élevée pour le xénon que pour l'argon, les énergies cinétiques totales étant comparables. Le remède envisagé consiste à asservir la tension de polarisation de l'éplucheur sur la phase du faisceau à l'entrée de CSS2.

Enfin, un essai de transmission de CSS2 avec un faisceau de Ne de 13,6 MeV/n a montré que le doublement de la dimension du faisceau sur l'éplucheur ne modifie pas la valeur de cette transmission ; cependant, il n'est pas évident que cette technique pourra être utilisée lorsque le regroupeur R2 sera mis en place, du fait du faible diamètre de son électrode. Par contre, l'étude a montré qu'un réglage soigné de CSS2 ne permet pas de dépasser 92% d'efficacité de transmission de CSS2 pour les ions légers.

3-2 Transmission des faisceaux "Haute Intensité"

Une première étude avait pour but de rechercher les causes de perte de transmission de L1 dans une émittance donnée. Les désalignements éventuels ou l'effet d'une variation de phase entre les groupeurs G1 et G2 de l'injection axiale ont été mis en cause.

Un essai d'optimisation de la transmission de l'ensemble C0 + CSS1 + CSS2 en haute intensité avec un faisceau d'argon a été infructueux par manque d'intensité : il a été mis en évidence que,

pour produire les $75 \mu\text{Ae}$ d' Ar^{10+} nécessaires à la source, il est impératif que celle-ci soit nettoyée et n'ait pas servi préalablement à l'ionisation d'autres éléments. L'expérience a permis de confirmer malgré tout l'exceptionnel rendement de transmission de C01.

3-3 Détection des faibles pertes de faisceau avec une chambre d'ionisation

Une étude a été consacrée à la réponse de la **chambre d'ionisation** destinée à la détection des pertes de faisceau, dans L2 et L3 avec du carbone à 13,6 et 95 MeV/n ; l'effort a porté sur la mesure de la sensibilité du système : 16,6 pA par nA perdu pour L3 et 0,12 pour L2, et sur celle du temps de montée de la réponse, de l'ordre de 16 ms.

3-4 Essais de qualification de SSSI

Les performances suivantes doivent être obtenues:

-solénoïde amont:

diamètre dans le plan de la cible = 0,4 mm

émittance du faisceau primaire = 5π mm.mrad.

-solénoïde aval:

acceptance angulaire = ± 80 mrad.

-couplage SSSI + alpha:

transmission mesurée/attendue = 100%

acceptance angulaire = ± 80 mrad.

acceptance en moment = $\pm 0,5\%$

Pour le premier point les résultats sont conformes à la prévision Il reste cependant à vérifier que pour des émittances supérieures l'extrapolation reste valable.

Pour le deuxième point l'acceptance angulaire évaluée du solénoïde aval est bien conforme à celle prévue dans le cahier des charges. Pour obtenir une évaluation plus précise il serait souhaitable de mesurer les qualités du faisceau aval après traversée de cibles plus minces affectant aussi faiblement que possible la dispersion en moment.

Concernant l'acceptance de l'alpha, les transmissions obtenues sont très proches des prévisions. L'acceptance en moment est actuellement limitée à environ $\pm 0,5\%$ notamment par les fentes d'analyse. Une amélioration peut être apportée à ce niveau sous réserve de contrôler qu'un gain significatif peut être réellement obtenu par cette seule modification.

4 ETUDES
TECHNIQUES

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

4 - ÉTUDES TECHNIQUES

4-1 Calculs pour les réglages des faisceaux avec SISSI

Groupe Théorie et Paramètres

Abstract

SISSI has been operating since March 1994 and the physics experiments, in which this equipment has been used, have already given very interesting and important results. Nevertheless some more calculations were necessary in order to improve and obtain a better understanding of the tuning of the secondary beams produced with SISSI.

Les calculs d'optique effectués pour la conception de SISSI et les réglages des faisceaux secondaires ont été réalisés par le Groupe Théorie du laboratoire National SATURNE [1, 2, 3].

Les résultats des réglages pour les différentes expériences (voir tableau) ont montré que, malgré l'utilisation d'une seule et même optique, les transmissions des faisceaux secondaires (que ce soit en rendement ou en $\Delta p/p$) n'ont pas toujours été reproductibles.

Des calculs ont donc été faits, essentiellement pour étudier l'effet de certains défauts de la machine, et de certaines erreurs inévitables lors des réglages :

- défauts d'alignement des diagnostics (profils, trèfle placé en amont de la cible de SISSI)

- défaut de position du faisceau sur la cible de SISSI
- défaut d'alignement (position et angle) du faisceau sur la cible de SISSI.

Les résultats de ces calculs [4] montrent que la machine comporte les équipements nécessaires à compenser tous ces défauts pour transmettre le faisceau secondaire dans les conditions prévues à la conception. Seul un steerer supplémentaire devra être implanté pour assurer un meilleur confort de réglage ; il le sera pendant l'arrêt d'hiver 95/96.

Suite à ces études, une procédure de réglage des faisceaux avec SISSI a été mise au point et sera testée lors du redémarrage de la machine en juin 95.

Faisceau N° d'expérience	$\Delta p/p$ %	Transmission $\alpha \rightarrow$ salle %	Observations
test Ta	± 0.3	100	
${}^6\text{He}(p,n){}^6\text{Li}$ E229	± 0.3	100	bonne émittance
${}^{100}\text{Sn}$ E226a	$> \pm 0.2$	100	
${}^{100}\text{Sn}$ E226a'		100	
masses E222	± 0.15	? Pb queue de faisceau	- Instabilités - Queue de faisceau
isotopes E231	± 0.4	100	- Instabilités
fusion sous coulombienne. E191a	± 0.3	100	Production SISSI/LISE3 théorique = 6 Observée = 2
${}^{19}\text{C}$ E133b	± 0.5 (dégradeur ?)		dégradeur α Nbre ${}^{19}\text{C}/\text{s}$ conforme aux prévisions - Excellente purification

Tableau: Résultats de réglages avec SISSI

Références:

- [1] Caractéristiques du faisceau primaire de SISSI - LNS/GT/94-01
- [2] Caractéristiques des faisceaux de SISSI dans les lignes de transport du GANIL - LNS/GT/94-02
- [3] Calcul de la transmission du faisceau de SISSI dans les lignes de transport du GANIL - LNS/GT/94-08
- [4] Réglages SISSI - Note 320.94/AS

4-2 Nouvelle acquisition des profils de faisceau

Groupe Electronique / Groupe Informatique

Abstract

Until now, the ions beam profilers were processed by an analog acquisition and displayed on scopes in the main control room. To use better tuning beam methods, it was necessary to get the profilers data in a digital way so it can be possible to calculate the half-height width, the barycenter and the rootmean square.

Some VME slots were developed by the Electronic team for the multiwires profilers and G64 crates, linked to the main VME crate, were also developed by the Physic technical team for the residual gas ionisation profilers.

In a VME crate, a communication server receives the requests from the stations, according to the different allowed functions. There is one process for each function, so that simultaneous different requests can be satisfied. These processes find their data in a server which is started by an interrupt at every end of the acquisition cycle. Then the computed data are sent by the lan to the asking workstation.

As graphical user interface, an Ada program on the VMS workstations manage all the Motif widgets for the pop-up menus dedicated to the operator's choice, then displays and refresh the graphical representation of eight beam profilers. The profilers datas can also be archived for later comparison with other beams.

1. PRÉSENTATION

L'acquisition des profils de faisceau était jusqu'alors réalisée de façon analogique et visualisée sur des oscilloscopes en salle de commande.

Pour s'engager vers une optimisation des réglages, il était nécessaire d'obtenir ces acquisitions sous forme numérique, afin de pouvoir les traiter et les archiver.

Un ensemble de cartes VME a donc été développé par le groupe Electronique Machine pour traiter les profils à fils, en plus de l'électronique du groupe Techniques de la Physique qui traite les profils à galettes de micro-canaux et ceux à ionisation de gaz résiduel.

Tous ces profils peuvent être visualisés de façon identique par une interface opérateur développée par le groupe Informatique Machine en utilisant la norme Motif.

2. ELECTRONIQUE

2.1 Les capteurs

Les profils à fils, interceptifs, sont constitués d'une grille métallique perpendiculaire à l'axe du faisceau, avec un plan de 47 fils horizontaux et un plan de 47 fils verticaux., et ne peuvent être utilisés pour les hautes intensités.

Les profils à gaz sont constitués d'une chambre de type Charpak, et les électrons collectés sur les fils proviennent de l'ionisation du gaz par le faisceau.

Les profils à galettes utilisent l'ionisation du gaz résiduel par le faisceau, et les particules sont récupérées sur des galettes à microcanaux. Ils ont une grande dynamique allant de 1nA à quelques μ A et ne sont pas interceptifs.

2.2 l'acquisition VME

Deux châssis VME sont dédiés à cette acquisition. L'un s'occupe des profils de la machine et l'autre des profils des aires expérimentales. Chaque châssis contient en plus des cartes d'acquisition, une carte d'accès à un bus de terrain JBUS et un contrôleur basé sur un processeur RTVAX.

Chaque carte peut gérer 8 plans de profils et le châssis contient 20 cartes pour accéder aux 80 profils des lignes de transfert de la machine. La conversion se fait sur 12 bits et l'acquisition se fait alors en 150 ms minimum pour les 160 plans de profil, dépendant du temps d'intégration unique.

A chaque cycle d'acquisition, les données sont transférées dans un carte mémoire double accès et une interruption est levée pour signaler au processeur qu'un nouveau flot de données est disponible.

2.3 l'acquisition JBUS

Les profils à gaz ou à galettes sont reliés à une électronique d'acquisition, elle-même reliée à un châssis de traitement à la norme G64. Dans le châssis VME, une carte d'interface série au protocole JBUS permet d'accéder aux châssis G64 et de venir lire les valeurs des profils qui ont été acquises.

3. LOGICIEL

3.1 un mode client-serveur

Ce projet s'est naturellement intégré dans le cadre d'une architecture client-serveur qui avait été définie dès le début de la mise en service du nouveau système de contrôle.

Dans le cas des profils, l'acquisition et le traitement sont réalisés par le châssis VME serveur qui distribue ces informations par le réseau Ethernet à tout programme client d'une station opérateur.

3.2 l'acquisition frontale

Dans le cas des profils à fils, une interruption signale au processeur une fin de cycle d'acquisition. Il vient alors lire la mémoire et récupère les valeurs des 160 plans de fils.

Dans le cas des autres profils, une lecture systématique des profils demandés est réalisée par un programme de polling de type *Data Collector*. Lorsque le châssis profil est sollicité, il interroge le *Data Collector* de façon à fournir des données immédiatement (comme dans le cas des profils à fils) mais qui correspondent à une mesure ayant eu lieu un peu avant.

3.3 la visualisation

Les menus d'accès aux profils étant appelés fréquemment, les données de l'arborescence sont intégrées dans des tables spécifiques de la base de données, lues de manière récursive lors du démarrage et gardées en mémoire.

Cette conception a permis l'introduction de fonctions plus globales telles l'association du plan horizontal et vertical d'un même profil ou le regroupement de plusieurs plans lors d'un contrôle d'adaptation.

La taille de l'écran graphique et sa définition (1280x1024) permettent de visualiser 8 profils, soit 16 plans, avec les commandes associées, la représentation ayant été choisie sous forme d'histogrammes avec un trait par fil (voir figure 1).

Dans chaque fenêtre, la barre principale permet d'affecter le profil choisi par le menu. Si deux plans d'un même profil ont été choisis, ils s'afficheront l'un en dessous de l'autre dans une même fenêtre.

été choisis, ils s'afficheront l'un en dessous de l'autre dans une même fenêtre.

Un bouton permet de figer en rouge la visualisation du pourtour d'un profil, alors que sa représentation en temps réel continue d'évoluer. Cela permet de voir l'influence d'un réglage par rapport à une référence définie auparavant par l'opérateur.

Il est aussi possible de sauvegarder les valeurs d'un ou plusieurs profils sur disque, afin de pouvoir les restituer ultérieurement pour comparaison par superposition avec la mesure en temps réel.

Les valeurs numériques fournies sont le pas des fils, la largeur au pied et à mi-hauteur, l'écart quadratique moyen, le centre de gravité et le temps d'intégration.

REFERENCES

- Electronique d'acquisition rapide des profils
E. Petit, R. Baumgarten, T. André Gani1/575/93/ml
Acquisition & Visualisation des profils de faisceau
L. David, P. Duneau, E. Lécorché, P. Lermine, J.M. Loyant, C.
Maugeais, M. Ulrich, J. Vila Gani1/529/95

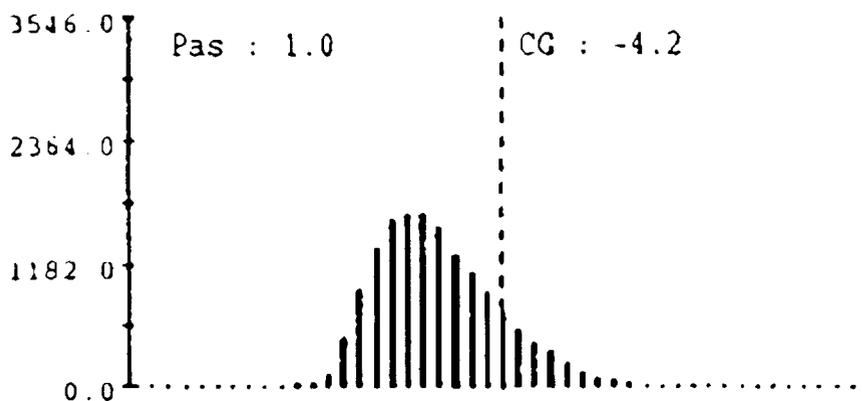


Fig. 1 Visualisation d'un profil de faisceau

4-3 Technique du fil hélicoïdal

Groupe Electronique Machine

Abstract

As part of beam intensity increase operation, a new beam profile monitor called spiral scanner is developed. It is a Tungsten wire, with a spiral shape, rotating in the ion beam. The use of this monitor doesn't need any ions beam power reduction. During each turn in the beam, horizontal and vertical profiles are acquired by a VME board and then visualised on a workstation in the control room

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet THI (Transport des Hautes Intensités), il devient nécessaire d'utiliser de nouveaux détecteurs de profils faisceau en privilégiant les capteurs non interceptifs.

Un détecteur de profils fonctionnant sur le principe de l'ionisation du gaz résiduel a été développé à GANIL. Ce type de détecteur doit être installé dans les lignes L2 et L3 à la place des profileurs à fils.

Par contre il n'est pas possible d'équiper la ligne L1 avec ces détecteurs de profils car ils nécessitent un champ électrique transversal important (HT ~ 1kV), déviant alors le faisceau basse énergie.

Donc le développement d'un détecteur de profil, faisant appel à la technique du fil hélicoïdal, a été décidé pour remplacer les profileurs à fils de la ligne L1.

Ce type de profileur est semi-interceptif mais ne nécessite pas de réduction d'intensité faisceau en fonctionnement pleine puissance (~ 100 Watts).

2. LE DETECTEUR "FIL HELICOÏDAL".

Le fil hélicoïdal est un dispositif qui, monté à 45° par rapport aux plans horizontal et vertical du faisceau et animé d'un mouvement de rotation, permet d'acquérir les deux profils horizontal et vertical du faisceau à chaque tour du système.

Ce détecteur doit être monté sur les boîtes de diagnostics à la place des profileurs à fils, donc sur un piquage vertical. Pour obtenir le positionnement du système à 45°, un renvoi de transmission a été intégré lors de la conception mécanique du capteur (figure 1).

Le fil est en tungstène avec un diamètre de 1 ou 0.5 mm selon l'enveloppe du faisceau à l'endroit où est implanté le détecteur.

La rotation est assurée par un moteur synchrone fonctionnant à la vitesse de un tour par seconde.

La transmission du mouvement entre le moteur, situé à l'extérieur de la chambre à vide, et le fil est réalisée par un couplage magnétique.

Le codage de la position du fil, disposé sous vide, est assuré par une came venant intercepter un faisceau de lumière véhiculé par fibres optiques.

Enfin une plaque est fixée à proximité du fil dans le but de récupérer les électrons issus de l'émission secondaire.

3. LE TRAITEMENT DU SIGNAL.

3.1 la conversion courant/tension.

Le faisceau, intercepté par le fil, induit un courant électrique qui est la somme du courant direct et du courant lié à l'émission secondaire.

La conversion courant/tension utilisée fournit une tension proportionnelle au logarithme du courant. Cela permet d'obtenir une grande dynamique de fonctionnement sans avoir à gérer des commutations de gain.

Cette conversion se présente sous forme de petite carte utilisant la technologie CMS et implantée ensuite sur la carte mère VME (voir le paragraphe 5.5).

3.2 l'acquisition VME.

Une carte VME a été développée à GANIL pour l'acquisition des fils hélicoïdaux.

La mise en rotation et l'arrêt du fil sont effectués par cette carte.

La carte fille de conversion courant/tension est également implantée sur cette carte VME.

La tension image du courant est numérisée sur 12 bits en synchronisme avec le signal de position du fil.

Après traitement par le microcontrôleur de la carte, les données sont stockées dans une SRAM accessible par le bus VME. Puis une interruption est envoyée vers la CPU VME à chaque fin d'acquisition d'un fil pour lui indiquer que deux plans (un horizontal et l'autre vertical) sont rafraîchis.

Ces profileurs à fil hélicoïdal seront visualisés de la même façon que les autres types de profileurs utilisés à GANIL, c'est-à-dire sur station de travail.

REFERENCES:

- Fil hélicoïdal* E. PETIT, GANIL/566.93/EP
- Essais du prototype "fil hélicoïdal"*,
- C. DOUTRESSOULLES, E. PETIT, GANIL/511.95/EP
- CR réunion "Commande/contrôle des fils hélicoïdaux"*
- C. JAMET, E. PETIT. GANIL/532.95/EP

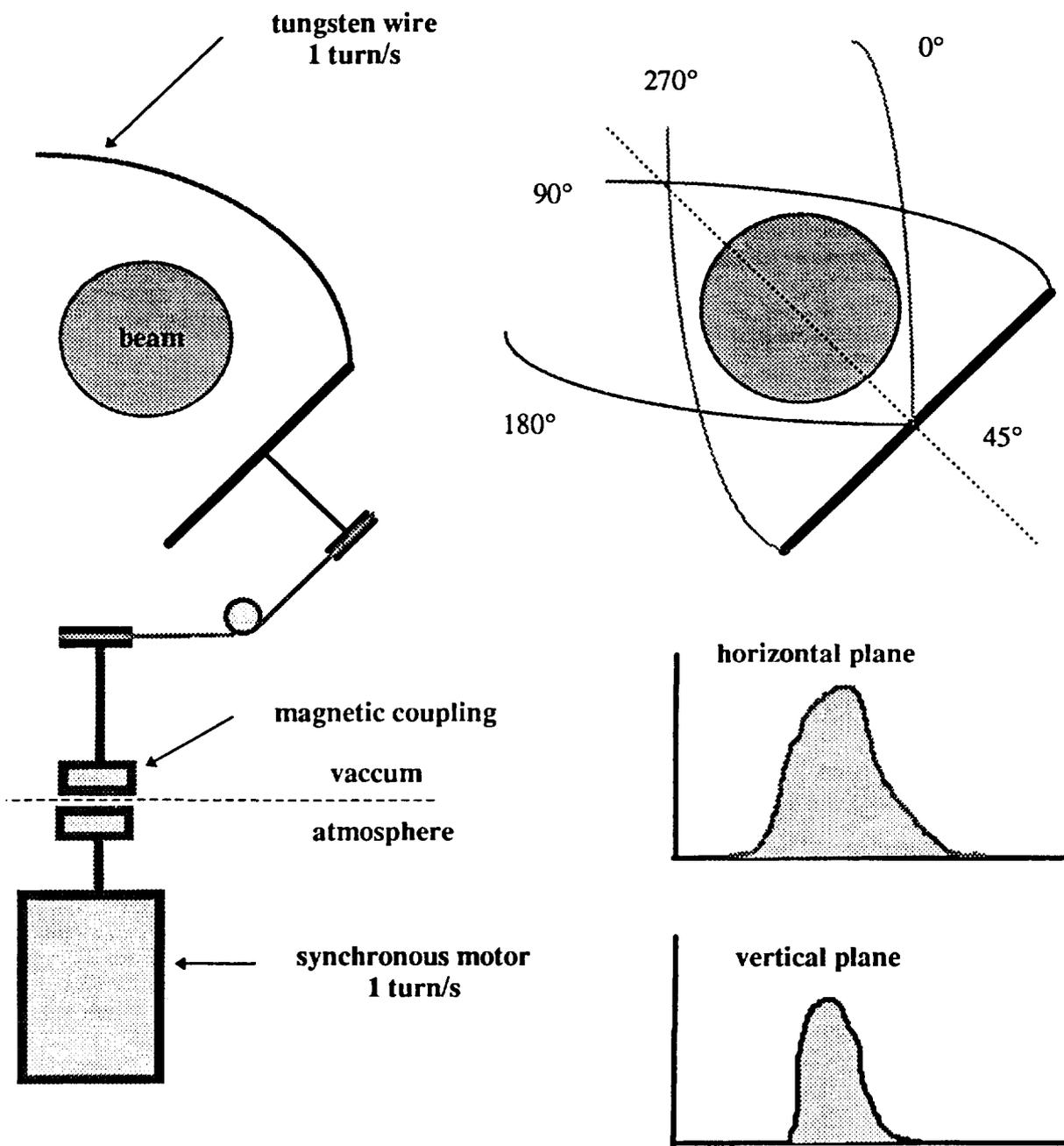


Fig. 1 Schéma de principe du détecteur "fil hélicoïdal"

Les plans de profil horizontal et vertical sont acquis pendant un tour en synchronisme avec le signal de position du fil.

4-4 Détection des pertes de faisceau

Groupe Electronique Machine

Abstract

Beam losses, with the beam intensity increase operation, have to be controlled. Fast beam losses measurements, inside cyclotrons and along beam transfer lines, constitute the basis of safety system to react against fast beam losses. They also are used to tune the beam in order to minimise them.

1. INTRODUCTION

La puissance des faisceaux accélérés pour THI pourra provoquer des dégâts matériels importants en cas de pertes faisceaux non négligeables.

Un système de protection est donc prévu pour détecter les dérives éventuelles du faisceau et pour limiter de manière rapide sa puissance si nécessaire.

2. PUISSANCE DES FAISCEAUX THI

Le projet THI prévoit d'augmenter la puissance pour un nombre limité de faisceau .

La détection des pertes faisceau est nécessaire avec les énergies rencontrées dans CSS1 ,L2 ,CSS2 et L3 mais pas dans L1.

En effet la puissance faisceau transportée est de l'ordre :

100 W dans L1

1 kW dans L2

6 kW dans L3

Pour un faisceau d'argon 36 à 95 Mev/u , focalisé sur 1 cm² et tapant sur de l'inox non refroidi , la fusion est atteinte en :

40 ms dans L2

120 ms dans L3

Un système de détection et d'action rapide doit donc être prévu.

3. DIAGNOSTICS UTILISÉS

3.1 dans les cyclotrons

Nous utilisons les diagnostics existants déjà sur les éléments d'injection et d'éjection. Ces diagnostics se présentent sous forme de trèfles, de diaphragmes. Le nombre de diagnostics est:

11 pour CSS1

26 pour CSS2

3.2 dans les lignes

Aucun diagnostic de mesure de pertes n'était utile jusqu'à maintenant. Deux méthodes de mesures ont été envisagées:

avec des chambres d'ionisation

avec des diaphragmes isolés

Les chambres d'ionisation ont l'avantage de pouvoir être installées à l'extérieur de la chambre à vide. Elles ont l'inconvénient d'être peu sensibles à l'énergie de L2 et d'être

sensibles à la décroissance radioactive des pièces activées à proximité. L'utilisation de ces chambres paraît difficile à côté de système comme SISSI (cible de production de faisceaux secondaires) .

On utilisera donc comme diaphragmes les boucliers de protection des profileurs GMC qui vont être installés dans L2 et L3. Ces boucliers sont isolés et permettent donc de faire une mesure de courant. Leur nombre sera:

18 dans L2

10 dans L3

4. MESURE DU COURANT

Ces diagnostics sont reliés à une électronique de mesure de courant. Cette mesure se fera à l'aide de carte de conversion ayant une tension de sortie proportionnelle au logarithme du courant d'entrée mesuré.

Cette méthode permet de mesurer des courants sur une grande plage sans avoir de commutations de gain à effectuer. Ces cartes de conversion seront installées sur des cartes d'acquisition VME développées par le groupe Electronique Machine.

5. FINALITÉ

Le réglage d'un faisceau THI se fera à puissance réduite.

Les mesures des pertes faisceau permettent le réglage correct du faisceau (position et focalisation) afin d'obtenir de très faible pertes .

La puissance du faisceau est augmentée progressivement tout en reprenant les réglages si nécessaire.

Si au cours de cette augmentation ou en cours de fonctionnement des pertes trop importantes sont détectées, un système de sécurité est activé. Ce système limite aussitôt la puissance du faisceau à l'aide du hacheur. Les réglages doivent être alors repris et la puissance augmentée progressivement.

REFERENCES.

CR de l'étude technique " ESSAI DE CHAMBRE D'IONISATION ". E. BARON, E. PETIT, GANIL/560.93/EP

CR de l'étude machine " ESSAI DE CHAMBRE D'IONISATION ". P. ANGER, C. JAMET, E. PETIT, GANIL/539.94/EP

Détection des pertes faisceau et système de protection.

R. BAUMGARTEN, C. JAMET, E. PETIT, GANIL/602.94/EP

CR de la réunion " mesures des pertes faisceau par VME ".

C. JAMET, E. PETIT, GANIL/523.95/EP

4-5 Carte d'acquisition VME pour les pertes faisceau et le fil hélicoïdal

Groupe Electronique Machine

Abstract:

A VME board is designed at GANIL in order to connect beam losses detection and spiral scanners acquisition to control system. It is based on a controller and communication between this controller and VME CPU is made through a SRAM. Then the difference between both applications is only software executed by the controller.

1. INTRODUCTION

La mesure des pertes faisceau et la visualisation des fils hélicoïdaux, qui sont de nouvelles applications pour la THI, nécessitent une chaîne d'acquisition de données.

Tout nouveau développement pour THI doit être connecté au système de commande/contrôle par le bus VME.

Pour l'application "pertes faisceau", les fonctionnalités essentielles sont:

- acquisition rapide des pertes .
- détection de dépassement de seuil des pertes.
- demande de coupure faisceau en cas de dépassement de seuil ou de panne matérielle de l'acquisition.

Cette application nécessitant des fonctions particulières et de la rapidité, il est indispensable de développer notre propre carte d'acquisition au standard VME.

Pour l'application "fil hélicoïdal", ces fonctionnalités sont:

- acquisition du courant induit par le faisceau en synchronisme avec un signal de position du fil.
- commande du moteur synchrone.

Cela peut être réalisé à partir de cartes VME du commerce ou alors à partir d'une carte dite "intelligente" que nous pouvons développer.

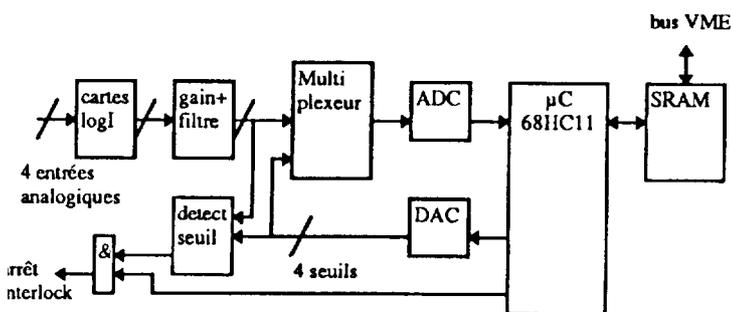
En fait il est apparu intéressant de réaliser une seule carte, au standard VME, utilisée pour les deux applications.

2. DESCRIPTION DE LA CARTE.

Cette carte VME, type A24/D16, est articulée autour d'un microcontrôleur 68HC11F1. Les données sont stockées dans une SRAM de 8K mots accessible par le μC et par le bus VME.

L'ADC utilisé convertit en $10\mu s$ un signal d'entrée +/- 10V sur 12 ou 16 bits selon les besoins.

2.1 Schéma de principe pour les pertes faisceau.

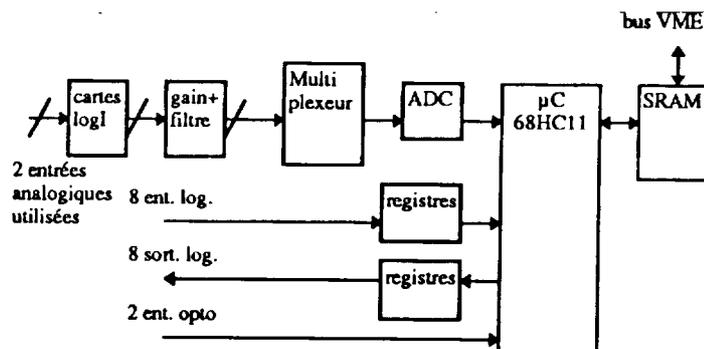


Nous avons donc 4 entrées de mesure de courant. Les cartes logI convertissent en tension le logarithme du courant. L'étage suivant permet de régler le gain et de filtrer le signal. Le multiplexeur permet de commuter sur les entrées et de relire les 4 seuils. En effet le μC , via le DAC, indique le seuil de détection pour chaque voie.

Une comparaison est effectuée entre chaque entrée et son seuil par hard et par soft. Lorsqu'il y a dépassement un arrêt interlock est demandé et une interruption VME est générée. Le μC , via le multiplexeur et l'ADC, relit également chaque seuil pour contrôler le bon fonctionnement de la chaîne.

2.2 Schémas de principe pour les fils hélicoïdaux.

La carte gère deux fils hélicoïdaux .



Les deux entrées analogiques correspondent aux signaux de deux fils hélicoïdaux. Nous retrouvons ensuite les cartes logI, l'étage gain et filtre, le multiplexeur puis l'ADC.

L'ADC utilisé peut avoir une résolution de 12 ou 16 bits suivant les besoins.

Un certain nombre d'entrées-sorties permettent de gérer les moteurs et les acquisitions .

Lorsque la visualisation du faisceau est demandée via le VME, la carte commande la rotation du fil. Un signal de position du fil permet de synchroniser les acquisitions. Un tableau de données représentant le plan horizontal et le plan vertical est rempli. Lorsque l'acquisition de ces deux plans est terminée une interruption VME est générée indiquant que les données du profileur sont rafraîchies.

REFERENCES

- CR réunion " Commande/contrôle des fils hélicoïdaux "
- C. JAMET, E. PETIT. GANIL/532.95/EP
- CR réunion " mesure des pertes faisceau par VME "
- C. JAMET, E. PETIT. GANIL/523.95/EP

4-6 Fiabilisation de la plate-forme 100 kV pour la production d'ions métalliques

Groupe Injecteurs-Sources

Abstract

This paper will summarise the results obtained and the main developments performed in 1994 on the high voltage platform (100 kV) and on the ECR4 ion source (14 GHz) installed on it. After hardening electronic equipment against electromagnetic perturbations generated by high voltage breakdowns of the accelerating tube and improvement of the oven for metal evaporation in the ion source, this platform has been routinely operated with metallic ions during 1994. Nevertheless, some breakdowns, occurring four or five times in 24 hours, switch off some power supplies located on the axial injection, cutting each time the beam delivered to the experimental areas for five minutes.

1. INTRODUCTION

Les perturbations qui déclenchent les circuits de commandes et contrôles des alimentations sont engendrées par des claquages dans le tube accélérateur de la source. On a donc essayé de durcir les circuits électroniques d'une part et de réduire les claquages d'autre part. Pour les cas de disjonctions inévitables, les paramètres sont remis à leur valeur stockée et le faisceau est rétabli en quelques minutes.

Les ions extraits de la source ECR4 sont produits à partir de gaz (N_2 , O_2 , Ne, Ar, Kr, Xe, etc...) ou de vapeurs métalliques mélangées la plupart du temps à un gaz support (He, O_2 , Ne...). Deux méthodes sont utilisées pour l'évaporation des métaux:

La première consiste à introduire une tige de métal pur ou d'oxyde au bord du plasma et à la déplacer au fur à mesure de son usure. Cette méthode ne donne pas en général de faisceau très stable en durée et la pollution de la chambre de source est plus rapide à cause des fortes consommations de matériaux pouvant aller jusqu'à 10 mg/h, notamment pour les oxydes.

La seconde consiste à évaporer les métaux dans un micro four dont l'utilisation est limitée par la température maximale atteinte. Notre étude a porté sur l'amélioration de ce micro four.

2. AMÉLIORATION DU MICRO FOUR

Le four (figure 1) doit être porté à la température permettant d'obtenir une pression de vapeur métallique d'environ 10^{-2} mbar. L'étude a surtout porté sur le nickel dont le point d'évaporation se situe à $1530^\circ C$.

Le métal à évaporer est introduit dans un tube en alumine dont l'un des cotés est bouché et l'autre ouvert d'un petit orifice pour l'évaporation. On doit veiller à ce qu'il n'y ait ni de point froid prêt de cet orifice sinon celui-ci risquerait de s'obstruer, ni de point chaud car l'alumine pourrait s'évaporer. Il faut éviter aussi que le métal liquide mouille la résistance chauffante ce qui provoquerait la rupture de celle-ci.

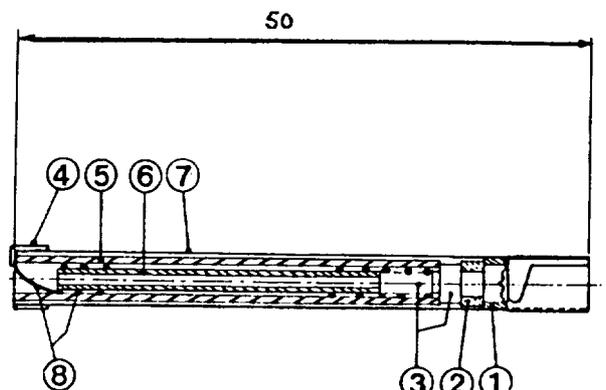


Figure 1. Micro four pour évaporation de métaux

- 1- Bague avant en molybdène
- 2- Bague arrière en alumine
- 3- Bouchon porte filament en molybdène
- 4- Bague arrière en tantale
- 5- Tube isolateur en alumine ($\phi_{int} = 3$ mm; $\phi_{ext} = 4$ mm)
- 6- Tube évaporateur en alumine ($\phi_{int} = 1,2$ mm; $\phi_{ext} = 2$ mm)
- 7- Tube réflecteur en tantale ($\phi_{ext} = 5$ mm)
- 8- Résistance chauffante en fil de tungstène ($\phi_{fil} = 0,15$ mm)

3. RÉSULTATS EN IONS MÉTALLIQUES

Le tableau ci-dessous montre que la plupart des ions métalliques ont été évaporés avec le micro four, la limite supérieure en température d'un tel four à base d'alumine étant atteinte pour le nickel. Des essais de températures plus élevées sont prévus en remplaçant l'alumine par de la zircone.

IONS	$\theta (10^{-2} \text{ mbar})$ ($^\circ C$)	PROCÉDÉ	INTENSITÉ (μAe)	TENSION (kV)
$^{48}Ca^{10+}$		four(CaO+Al)	0,5(isotope 7%)	76
$^{50}Cr^{11+}$	1380	four	4	68
$^{58}Ni^{15+}$	1530	four	1,8	89
$^{65}Cu^{13+}$	1240	four	3,5	84
$^{112}Sn^{22+}$	1220	four	3	84
$^{154}Sm^{20+}$		tige(oxyde)	3	76
$^{181}Ta^{22+}$	3040	tige(métal)	4	75
$^{208}Pb^{25+}$	718	four	3,5	66

Les consommations du four en métaux sont comprises entre 0,2 et 1 mg/h.

Le calcium 48 est livré sous forme d'oxyde et la technique d'évaporation consiste à réduire à partir de 1080°C, l'oxyde de calcium par de la poudre d'aluminium. Des essais, réalisés avec cet isotope enrichi à 7%, ont montré qu'il est possible d'obtenir à la source, un faisceau stable de $^{48}\text{Ca}^{10+}$ d'intensité 500 nA. Ces résultats permettent d'envisager une intensité de 100 nAe de $^{48}\text{Ca}^{19+}$ à la sortie de CSS2.

L'ion $^{58}\text{Ni}^{15+}$ a été produit de façon stable pendant plusieurs semaines par la méthode du four avec une intensité de l'ordre de 1,6 μAe à la sortie de la source (voir figure 1). La méthode de la tige d'oxyde n'a pas donné de résultats satisfaisants en stabilité.

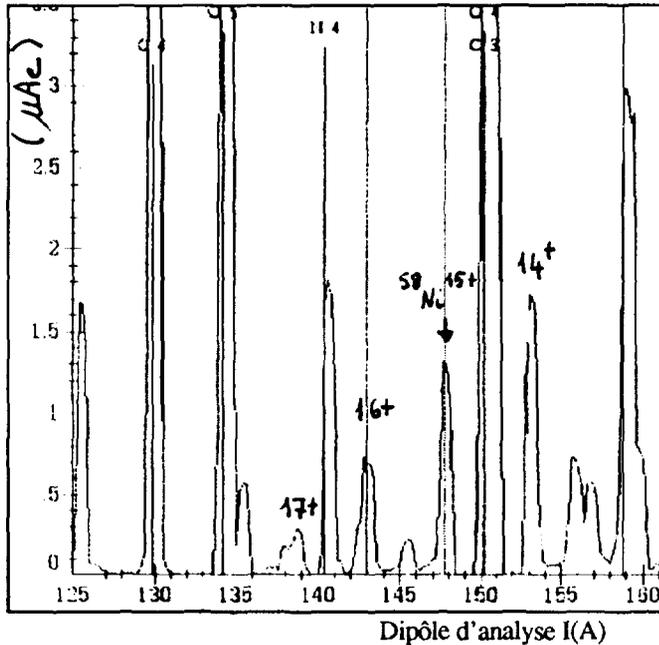


Figure 2 Spectre d'analyse des ions en sortie source.

Métal: Ni naturel (Ni 58 à 68 %)
Gaz support: O₂
Tension d'extraction: 88 kV

4. RÉDUCTION DES DISJONCTIONS D'ALIMENTATIONS

Il y a deux types de claquages, ceux qui sont imprévisibles et qui se déclenchent brutalement et ceux qui sont dus à une remontée lente de pression dans le tube d'extraction probablement provoquées par un amorçage électrique (point chaud émetteur d'électrons). Les claquages dus à la remontée de pression sont évités en coupant la HF source à partir d'un seuil de pression, ce qui a pour but d'éteindre l'amorçage. La puissance HF source revient automatiquement en 15 seconde, par paliers successifs, à sa valeur initiale.

Les claquages du premier type sont d'autant plus violents que la tension est plus élevée et provoquent des disjonctions en chaîne d'alimentations d'éléments de la ligne d'injection axiale (dipôles, Qpole, etc.). Après disjonction, une application permet de rétablir automatiquement en quelques minutes les paramètres d'alimentation à partir des valeurs stockées.

On a constaté que les alimentations commandées en mode local n'étaient pas sensibles aux perturbations, les modifications ont donc porté sur les tiroirs d'interface et ont consisté à introduire des liaisons série et des ferrites. Malgré ces modifications, certaines alimentations restent encore sensibles.

Les claquages ont été en partie réduits en nettoyant souvent les poussières à l'intérieur du tube HT, en évitant de travailler à des tensions supérieures à 85 kV et en évitant la méthode de la tige d'oxyde. Des essais d'enveloppe autour du tube HT avec introduction d'azote ou de SF₆ n'ont pas été concluants. Pour introduire du SF₆ pur il aurait fallu faire le vide dans l'enveloppe et mettre ensuite une pression de 3 bars, ce qui n'était pas possible dans notre cas.

Les alimentations de champ magnétique, situées sur la plate-forme HT, sont mise en mode local, et ne disjonctent jamais. Cela évite la disjonction de la source, laquelle est très longue à redémarrer.

Ces diverses améliorations ont permis de fournir des faisceaux suffisamment fiables pour les expériences de physique.

4-7 Rénovation du système de contrôle des R.F. de GANIL

Groupe Système H.F.

Abstract

This document describes the renovation of the R.F. control-command at GANIL.

1. PRÉSENTATION

Après un fonctionnement de plus de dix ans de l'accélérateur GANIL, il a été décidé, au vu de l'expérience acquise, de mieux fiabiliser l'ensemble de la chaîne de gestion et de production de la R.F. de GANIL. Cette action s'inscrit dans un cadre général de rénovation des installations de GANIL.

2. TRAVAUX

Notre action s'appliquera à un cyclotron à la fois. Nous avons décidé de commencer par le cyclotron CSS2, ce qui correspond à deux cavités. Ce choix a été guidé par la durée de l'arrêt d'hiver du aux travaux du chantier de construction de SPIRAL.

2.1 La rénovation du commande-contrôle

Celui-ci était constitué de deux entités différentes : un automate programmable simple du type APS 30-12 et un système à microprocesseur de type JCAM créé autour de cartes d'interface au format CAMAC. Le premier assurait la sécurité primaire de l'ensemble des alimentations, des amplificateurs et des cavités. Le second s'occupait de la gestion de l'ensemble, des calculs, des actions rapides ou télécommandées et de l'interface avec l'informatique de Commande-contrôle de GANIL. Ces deux entités devaient dialoguer en permanence et échanger beaucoup de données logiques principalement au démarrage d'une cavité. Ce fonctionnement entraînait parfois des problèmes si un retard intervenait dans une des boucles d'un des programmes.

Nous avons décidé, dans un souci d'unification et de standardisation, de remplacer ces deux intelligences par une seule, un automate programmable industriel SIEMENS 135U. Cet API assurera :

- * Les sécurités directes reprises de l'ancien automate.
- * Les différents calculs et le pilotage du nouvel étalon de tension de référence.
- * Les positionnements des moteurs avec notamment la partie mouvement des panneaux capacitifs pour la recherche d'accord H.F. des cavités. Le dialogue API / driver moteurs pas à pas et étalons de tension se fera par une liaison série maître/esclave au standard JBUS.
- * L'interface avec l'informatique machine via une liaison série au standard PROFIBUS.
- * L'aide au spécialiste H.F. par un terminal d'atelier donnant le maximum d'informations et permettant des forçages directs d'actions ou de valeurs d'équipement.

2.2 La rénovation des électroniques d'asservissement

Cette rénovation n'a pu être réalisée dans l'immédiat mais devrait l'être dans un futur proche. Il ne s'agit pas de modifier les principes de cette électronique mais de moderniser les composants, de changer de standard de carte et d'améliorer les visualisations en face avant. Nous avons cependant rénové les électroniques de puissance des moteurs à courant continu.

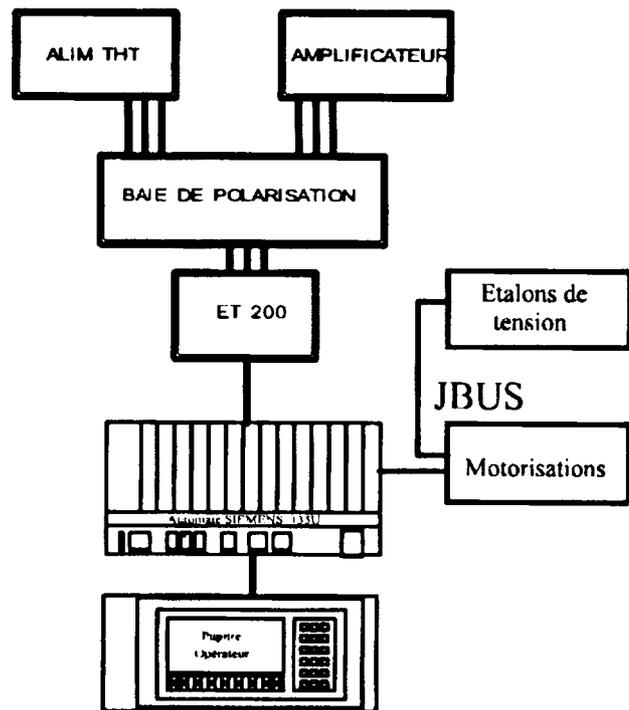


Figure 1. Architecture du commande-contrôle

2.3 La rénovation de la baie de polarisation

Cette baie permet de générer les tensions de polarisation des deux tubes, préamplificateur et étage final, de chaque amplificateur de R.F. pour une cavité de GANIL. Seuls l'alimentation 14 kV et le courant de chauffage des filaments sont extérieurs.

Cette baie assure la gestion et la sécurité directe de la mise sous tension de l'ensemble en pilotant aussi les deux alimentations extérieures. Ceci permet en maintenance ou en cas de problème de prendre la main sur les automatismes en gardant les sécurités intrinsèques.

Notre travail a consisté à séparer les différentes fonctions assurées par cette baie et notamment isoler les générations des hautes tensions (600V, 1100V, 4000V) du reste de l'électronique. Nous avons aussi décidé de pouvoir surveiller par l'automate un maximum d'informations utiles en cas de problème. Nous avons donc ramené séparément les défauts des amplificateurs et de l'alimentation 14 kV. D'une part nous renvoyons ces défauts avec ceux de la baie vers l'automate et d'autre part nous les regroupons pour assurer les sécurités directes de fonctionnement.

Nous avons décidé aussi de monitorer les différentes valeurs analogiques par l'automate et son terminal d'atelier. Ces mesures sont effectuées dans un châssis spécial et envoyés sous forme de signal 4-20 mA isolé :

Le 14 kV, les courants et les deux 1100V de polarisation de grille G2 des deux tubes amplificateurs.

Le 4 kV, les courants et le 600V de polarisation de grille G2 des deux tubes préamplificateurs.

4-8 Utilisation de la base de données pour la gestion des paramètres de réglage.

Groupe Théorie et Paramètres / Groupe Informatique Machine

Abstract

A fundamental reason for choosing the relational database management system Ingres has been the need of a powerful, secure but flexible tool to manage the GANIL beam parameters. Within this context, the database was first only used at the off-line level to prepare the various beams to be accelerated when operating the machine, without any link to the on-line control by itself. As some experience has been acquired during the first year of operation with the new control system, improvements have been done by implementing progressively the database inside the on-line beam setting program.

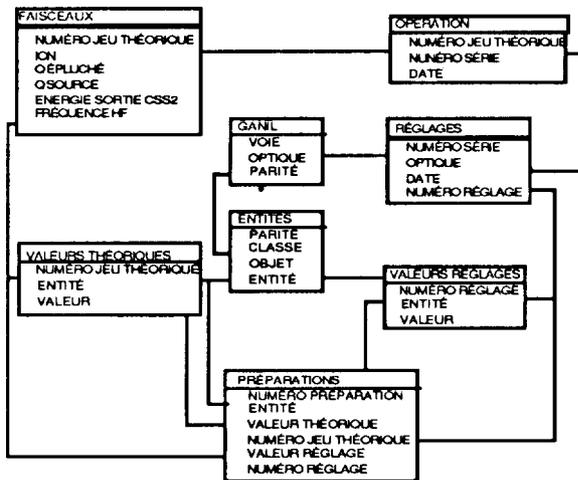
1. INTRODUCTION.

Depuis la mise en service du nouveau système de contrôle en janvier 93, la gestion des paramètres faisceau s'appuie sur la base de données "BDPARAM" réalisée au travers du système de gestion de base de données relationnelle Ingres.

Les "paramètres faisceau" regroupent l'ensemble des grandeurs attachées à un faisceau donné ; il s'agit soit d'équipements physiques tels que dipôles, quadrupôles ... soit des caractéristiques faisceau (Bro, dispersion d'énergie ...).

2. LA BASE DE DONNÉES BDPARAM.

La gestion des paramètres repose sur la base BDPARAM dont une vue schématique est représentée ci-dessous ; les tables qui constituent cette base peuvent être classifiées en différentes catégories :



Configuration : Les différents modes de réglage de la machine sont listés dans la table GANIL décrivant les voies pouvant être suivies par le faisceau et les différentes optiques susceptibles de s'appliquer à chacune d'elles. Par ailleurs, chaque voie est décomposée en tronçons et parties élémentaires. Une partie constitue un élément de réglage individuel qui regroupe un ou plusieurs "objets" comportant un nombre fixe d'entités.

Cette description des paramètres suivant une approche objet est réalisée dans la table ENTITES qui détermine aussi l'appartenance de ceux-ci aux voies de réglage.

Remontée de PARAM : Une passerelle logicielle permet de remonter dans la base de données les paramètres théoriques calculés par PARAM. Les faisceaux connus de la base sont

alors décrits dans la table FAISCEAUX, les valeurs théoriques correspondantes étant archivées dans la table VALEURS_THEORIQUES.

Archivages de faisceaux réglés : L'archivage de faisceaux réglés (avec l'ancien ou le nouveau système de contrôle) est réalisé dans les tables OPERATION, REGLAGES, et VALEURS_REGLAGES.

Préparation des faisceaux à accélérer : Différentes procédures interactives permettent de préparer les jeux de paramètres des faisceaux qui seront accélérés ; les préparations ainsi obtenues sont générées dans la table PREPARATIONS d'où sont extraits les fichiers qui seront utilisés par le programme de gestion en ligne GEST_PARAM.

3. GESTION EN LIGNE.

La gestion des paramètres en ligne est réalisée essentiellement par le programme GEST_PARAM. Ce programme permet de choisir le faisceau à accélérer et de définir les voies et optiques de réglage à appliquer successivement au cours de l'opération. Les faisceaux disponibles ainsi que les valeurs à appliquer sont lus dans les fichiers générés à partir de la base. Inversement, les archivages sont d'abord réalisés dans des fichiers tampon qui sont ensuite remontés après contrôle dans la base de données.

4. INTEGRATION DE LA BASE DE DONNEES.

Dans une première phase, la base de données n'avait été utilisée qu'en arrière plan du contrôle temps réel de la machine et la communication avec la gestion en ligne des paramètres était principalement réalisée via des fichiers. Compte tenu d'une part des apports et des fonctionnalités procurés par la base de données, d'autre part de l'expérience acquise relative à l'intégration de Ingres dans le système de contrôle, la base de données est maintenant progressivement intégrée directement dans la gestion en ligne des paramètres afin d'en accroître les possibilités tout en conservant toute la rigueur requise.

Dans cet objectif, la base de données est maintenant impliquée pour la gestion des paramètres en ligne, notamment en ce qui concerne la description des optiques de réglage, la gestion des gradients des quadrupôles en fonction de ces optiques et la gestion en temps réel d'informations globales sur l'état courant de l'opération.

Cette démarche va être poursuivie en 95 lors d'une refonte globale de la gestion des paramètres allant de la préparation des faisceaux jusqu'au développement d'une nouvelle application Motif de gestion des paramètres en ligne.

4.9 Intégration du standard VME dans le système de contrôle

Groupe Informatique Machine

Abstract :

One of the objectives aimed by the new control system was the ability of integrating modern hardware interfaces such as the VME standard widely used in the accelerator controls domain. This integration follows the basic concepts and the system architecture adopted when designing the GANIL control system. This hardware evolution implied many software developments as presented here.

1. INTRODUCTION

Après la phase de migration de l'ancien vers le nouveau système de contrôle, phase qui s'est achevée courant 93, l'année 94 a permis de mettre en oeuvre les premières évolutions rendues possibles par ce nouveau système. En particulier, afin d'améliorer la fiabilité du fonctionnement et de prévoir l'aboutissement des projets nouveaux concernant la machine (THI en premier lieu), l'ensemble du système a évolué de manière à autoriser l'interfaçage des équipements au travers de châssis à la norme VME largement répandue dans les systèmes de.

Cette évolution a été menée conjointement avec les groupes Electronique Machine d'une part, Alimentations d'autre part. Deux axes principaux ont conduit cette introduction du VME :

Il s'agissait premièrement de mettre en place toute l'infrastructure visant au remplacement des entrées/sorties standard des équipements banalisés de la machine. Du point de vue matériel, ceci a conduit au choix de cartes VME devant réaliser l'interface matérielle de bas niveau. Dans une seconde phase, le logiciel de base a été aménagé afin de prendre en compte ce nouvel environnement : "handlers" d'accès aux équipements, définition de la base de données correspondante.

En outre, l'installation de la nouvelle acquisition des profils (décrite par ailleurs) a constitué la première implémentation en ce standard.

2. LE LOGICIEL DES CHÂSSIS FRONTAUX.

L'interfaçage direct des équipements dans le nouveau système de contrôle est réalisée dans les châssis d'électronique CAMAC ou VME gérés par une carte contrôleur basée sur un processeur RTVAX 300. Du point de vue matériel, il s'agit de la carte Kinetics 3968 en CAMAC et de la carte AEON 300 pour le VME.

Ces cartes tournent sous le système d'exploitation VAXELN. Le logiciel de base GANICIEL programmé en ADA assure le contrôle du châssis dans l'environnement global défini pour l'ensemble du système. Au sein même des châssis, ce logiciel est architecturé en différentes couches qui assurent les différentes fonctionnalités requises :

- En premier lieu, il s'agit de gérer le châssis dans l'environnement du système de contrôle, notamment en assurant la communication avec les autres processeurs du réseau (Serveur central, Consoles Opérateur) et en fournissant les fonctionnalités essentielles des châssis (communication interne, accès à la base de données en mémoire vive ...).

- L'accès aux équipements est réalisé par les "handlers" qui sont spécifiques de chaque classe (alimentations, moteurs, lectures analogiques ...).

- Ces handlers s'appuient eux-mêmes sur les "drivers" qui constituent l'interface logicielle des cartes d'entrées/sorties impliquées. Le choix de ces cartes a donc été le premier point concernant l'introduction de ce standard : carte de liaison JBUS, sorties à relais, entrées opto-isolées, sorties analogiques 16 bits, entrées analogiques 16 bits, carte de surveillance d'entrées opto-isolées.

L'introduction du VME a donc principalement concerné ces deux dernières couches logicielles.

3. L'ACCÈS AUX ÉQUIPEMENTS.

L'objectif essentiel de cette implémentation du VME était de faire en sorte que l'installation de tout nouvel équipement soit désormais réalisée via ce standard (tel, par exemple, la commande de la nouvelle source ECR4 de C02). A ce titre, la plupart des logiciels handlers des équipements disponibles dans l'environnement CAMAC ont maintenant un équivalent en VME. Dès à présent, ceci concerne l'accès aux équipements :

- "ALB" : Gestion des alimentations adressées via le bus de terrain JBUS, grâce à la nouvelle interface développée par le groupe Alimentations. L'implémentation VME de ce handler incorpore de plus la faculté d'autosurveillance de l'alimentation avec renvoi de l'alarme correspondante vers la gestion centralisée des alarmes (en plus de l'alarme de disjonction).

- "AN2" : Lecture analogique de grandeurs 16 bits.

- "IOA" : Entrées/sorties Analogiques 16 bits.

- "IOD" : Entrées/sorties Digitales.

A ces handlers généraux s'ajoutent les handlers spécifiques des accès aux profils (FIL, GMC, GAZ, FTN) et ceux interfaçant les grandeurs pilotées par automate.

4. LA BASE DE DONNÉES DES ÉQUIPEMENTS.

La base de données qui est utilisée dans les châssis frontaux des équipements résulte du téléchargement des fichiers extraits de la base de données relationnelle Ingres. Ainsi chaque châssis est autonome de ce point de vue et n'accède plus qu'à la base de données installée sous forme de liste chaînée en mémoire vive de la carte contrôleur.

Cette base de données, que ce soit pour le CAMAC ou le VME comprend non seulement les données relatives aux équipements en eux-mêmes mais aussi la description matérielle du châssis. Ce dernier point a donc dû être modifié de manière importante pour prendre en compte les particularités du standard VME. En particulier, toute la chaîne de génération de la base de données des équipements a évolué en conséquence : interface graphique Windows4GL de la base Ingres, logiciel ADA/SQL de génération des fichiers extraits et passerelle vers les frontaux temps réel.

4-10 Rénovation du Contrôle Centralisé de la Radioprotection

Groupe Projet CCR

Abstract

: The CCR Project is the third and final stage of the renewal of the Radiation safety control system of GANIL. It aims at superseding the present control system which is structured around a centralised and outmoded hub (a minicomputer Mitra 225). This undertaking is a mandatory step to fulfil the requirements of the upcoming Very High Intensity Project and the SPIRAL RiB facility. This paper presents the architecture of the future system, the guidelines and the main technical options chosen.

1. INTRODUCTION

La Radioprotection à GANIL est contrôlée par un système informatique composé de trois grands ensembles : 1/- le contrôle des accès (alias UGS2), 2/- le contrôle des niveaux radiologiques mesurés sur le site à l'aide de 'balises' neutron, gamma, etc .. (UDE/UTM), 3/- le contrôle centralisé de la Radioprotection (CCR) articulé autour d'un minicalcateur 16bit MITRA 225.

La rénovation de ce système est entreprise en trois étapes échelonnées sur plusieurs années. Chaque étape s'achève par la mise en service d'un ensemble rénové : UGS2 en 1990, UDE/UTM en 1993. Le projet CCR qui constitue la dernière étape s'achèvera en 1996.

La rénovation du CCR est motivée par deux types d'impératifs : 1/- combattre les effets de plus en plus handicapants engendrés par la péremption du MITRA 225. 2/- disposer d'une plate-forme de contrôle rénovée, pouvant s'amplifier pour prendre également en charge le contrôle de la Radioprotection de la THI et de SPIRAL.

2. ARCHITECTURE

L'architecture adoptée pour le futur système de contrôle de la Radioprotection est distribuée autour d'un réseau local privé qui fédère des sous-systèmes intelligents et possède des capacités de communication avec d'autres systèmes informatiques de GANIL. (Cf. Fig.1)

3. LES OPTIONS TECHNIQUES

Les options techniques sont guidées par la sécurité du fonctionnement, l'homogénéité du système dans son ensemble et l'adoption de standards ouverts pour préserver ses capacités d'évolution (en performances et en fonctions).

- . Standard matériel : VME
- . Standard logiciel : POSIX
- . Système temps réel : LynxOS
- . Langage principal: C
- . Communication : Ethernet, TCP/IP, NFS,..
- . Interface opérateur : orientée graphique couleur, au standard Motif / XWINDOW sur stations de travail HP et terminaux X. Utilisation du générateur d'interfaces graphiques XFACE MAKER de NSL.
- . Système d'archivage: mémoire de masse servie par SCSI.

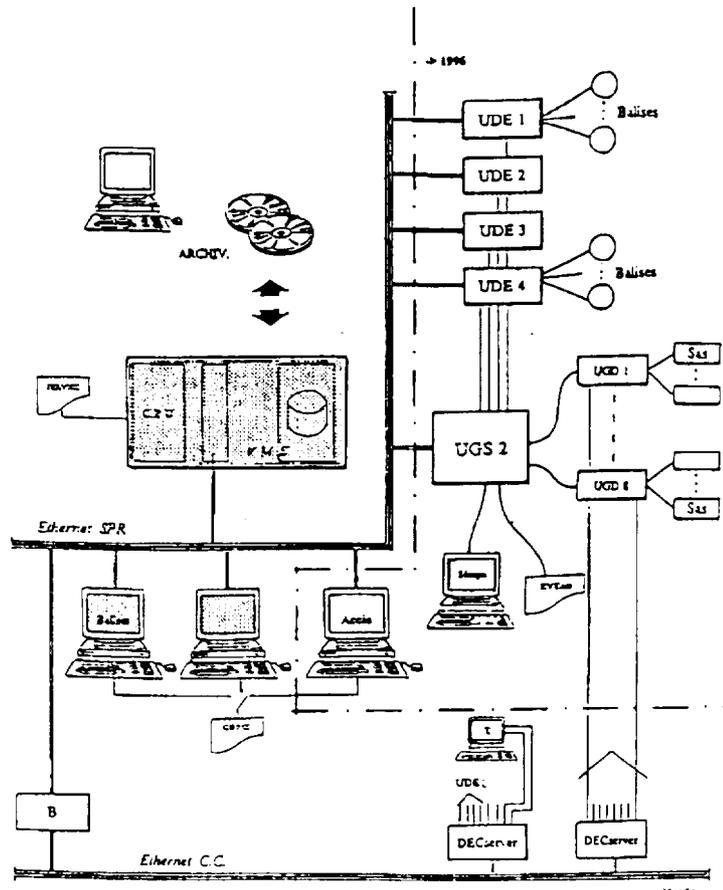


Fig.1: Architecture du futur système de contrôle de la Radioprotection

4. CONCLUSION

Avec le projet CCR s'achèvera en 1996 la rénovation du système de contrôle de la Radioprotection de GANIL. Cette opération pluriannuelle, entreprise avec des moyens humains réduits, est nécessaire pour doter le laboratoire d'un système performant, capable d'extension pour prendre en compte dans un futur proche les besoins liés à l'exploitation de la THI et à celle de SPIRAL.

5 PROSPECTIVES

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

5- PROSPECTIVES

5-1 Programmation

Pour continuer le chantier SPIRAL, l'accélérateur ne redémarrera pour la physique que le 8 juin 1995. Trois périodes de 9, 8 et 9 semaines (= 26 semaines) sont programmées jusqu'au 22 décembre 1995.

Au mois de mai, Il est prévu des tests de faisceaux (sources, injecteurs et CSS1) et la fourniture de faisceaux pour la SME.

5-2 Programme des travaux en 1995

L'arrêt de 6 mois est une opportunité qu'il faut mettre à profit pour améliorer substantiellement les performances de l'accélérateur. En effet, l'intégration de SPIRAL nécessite d'avoir un accélérateur performant pendant encore de nombreuses années, ce qui n'est possible qu'en rénovant tous les composants dont la durée de vie est limitée. D'autre part, SPIRAL n'a de sens que si l'accélérateur peut fournir une haute intensité avec une fiabilité maximale. Enfin, la programmation des faisceaux pour la physique classique et pour la physique avec SPIRAL sera d'autant plus facilitée que les temps de réglage seront courts.

En conséquence, les travaux effectués en 1995 seront conduits avec le triple objectif de :

- améliorer la fiabilité
- réduire les temps de réglage
- poursuivre le projet T.H.I.

Parmi ces travaux, les plus remarquables seront :

5-2-1 Pour améliorer la fiabilité :

- rénovation du système de contrôle de la H.F. de CSS2;
- inspection des cavités H.F. des CSS et remplacement des câbles internes de mesure;
- rénovation des joues des jeux de fentes;
- poursuite des rénovations déjà engagées :
 - automates de contrôle du vide

- interfaces avec JBUS des alimentations
- maintenance préventive intensive des composants du vide;
- amélioration de la tenue en tension de la plateforme 100 kV du CO1.

Remarque : des rénovations, telles que le remplacement des compresseurs de CSS1 et des lignes, la modification du supresseur de paquets et la réfection du système des phases HF, ne seront pas faites en 95 faute de budget.

5-2-3 Pour réduire les temps de réglage :

- installation d'une source ECR4 sur CO2 en remplacement de ECR3;
- refonte du système de supervision des automates pour cause de disparition du logiciel actuel (IMAGIN);
- montée en puissance du système de commande-contrôle par l'intégration de programmes de réglage performants et de la gestion des paramètres par la base de données INGRES;
- acquisitions des profils des aires (effectuées en 94 pour les profils machine);

5-2-4 Pour poursuivre le projet T.H.I. :

Installation :

- de nouveaux diagnostics non-interceptifs;
- de détecteurs de pertes;
- de blindages thermiques dans les chambres à vide de certains dipôles;
- du nouveau déflecteur électrostatique du CO1 et de la sonde associée;
- de 100 CCPD à liaison JBUS pour la surveillance de certaines alimentations;
- de l'éplucheur modifié;
- d'un système de manutention de composants activés (L3);
- de protections radiologiques additionnelles (L3);
- des programmes de contrôle des équipements désignés ci-dessus;
- de programmes de réglage et de surveillance supplémentaires.

6 LE PROJET THI

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

Résumé

Actuellement, des ions secondaires sont produits dans notre laboratoire par la méthode de fragmentation du projectile avec les faisceaux d'ion haute énergie accélérés par les cyclotrons du GANIL. De plus, nous envisageons de produire des atomes radioactifs dans des cibles épaisses par la méthode ISOL, de les ioniser avec une source ECR et de les accélérer avec un cyclotron additionnel (projet SPIRAL). Pour faciliter l'opération de cette future machine et les statistiques des expériences actuelles, on envisage d'augmenter les intensités des faisceaux d'un facteur de l'ordre de 15, au moins pour les ions légers du carbone à l'argon.

Cet article décrit les nombreux aspects de cette transformation appelée le projet THI (Transport des Hautes Intensités), incluant les problèmes thermiques et de rayonnement amenés par les faisceaux d'ions de 95 MeV/nucléon de plusieurs kW.

6- UPGRADING THE GANIL ACCELERATORS TO HIGHER INTENSITIES : THE THI PROJECT

E. Baron

Presented at the 4th EPAC 94 London 27/06 - 01/07/94

Abstract

Presently, secondary beams are produced in our facility by the projectile fragmentation method with the high energy ion beams accelerated by the GANIL cyclotrons. In addition, we plan to generate radioactive atoms in thick targets by the ISOL technique, with a subsequent ionisation in an ECR source and acceleration through an additional, specially dedicated cyclotron (SPIRAL project). In order to ease both the operation of this future machine and the statistics of the present experiments, plans are made to boost the beam intensities by a factor of the order of 15, at least for light ions ranging from C to Ar.

This paper describes the numerous aspects of this upgrading, called the THI (Transport des Hautes Intensités) project, including the thermal and radiation problems raised by the 95 MeV/nucleon, several kW heavy ion beams.

1. INTRODUCTION

2) the overall transmission of the whole machine (cyclotrons and transport lines) must be improved, especially through refined tuning procedures ; this will also bring a benefit for the very heavy ion beams, which are not considered here. A special mention must be made of a rebuncher (R2) to be installed between the two separated sector cyclotrons (SSC1 and SSC2), mostly designed to obtain a $\approx 100\%$ extraction efficiency for SSC2.

The major consequence of this operation is that a series of actions has to be undertaken in order to upgrade the equipment and to protect them against thermal and radiation hazards.

2. THE BASICS OF THE UPGRADING PROGRAM

The most important initial action consisted in checking if the injector can provide the expected intensities within the required emittances. We recently achieved the acceleration of an ^{36}Ar beam with the following performances:

The reasons for going to higher intensities are quite obvious and strongly linked to the future radioactive beam facility (SPIRAL) described elsewhere^[1, 2].

The first question is : by what amount can we increase these intensities ? Concentrating only on light ions up to Ar, the present situation is the following : until now, the beam power has been limited to a maximum value of 400 watts, mostly to prevent the machine components from thermal or activation effects. This power corresponds to 2×10^{12} pps for C ions or 7×10^{11} pps for Ar ions at 95 MeV/nucleon.

The goal of the THI project is to increase these figures to 2×10^{13} pps for C up to Ne ions, and to about 1×10^{13} pps for Ar ; this can be achieved as follows (see figure 1):

1) the combination of the recently installed 14 GHz ECR source with an injection stage at 100 kV and the modified injector C01^[3] already provides higher intensities and a better transmission than injector number 2 (C02 : 10 GHz ECR and 20 kV injection voltage).

- a 3.4×10^{13} pps, $60 \times 60 \pi$ mm.mrad beam was transmitted through injector C01 with a 64% transmission efficiency
- a pulsed, 1.05×10^{13} equivalent beam with a $30 \times 30 \pi$ mm.mrad emittance was accelerated through SSC1 with a transmission efficiency larger than 96%.

Progresses have still to be made in the transmission of transfer line L1 (presently of the order of 65%) ; in the fall of this year, we will try to accelerate through SSC2, in pulsed conditions, the intensity corresponding to the final expected figure of 1×10^{13} pps.

Next, the different topics we have to deal with can be listed as follows :

- the methods of tuning and controlling the beam must be refined and strengthened.
- beam losses must be detected and minimized .
- some activated components of the machine should be safely removable if needed.
- a new buncher is being built between SSC1 and SSC2.
- the stripper foil lifetime has to be improved.

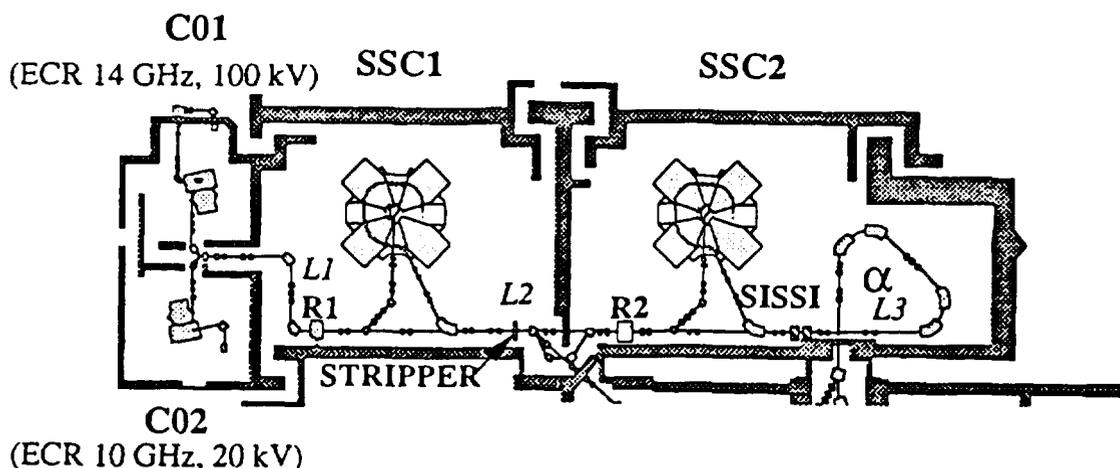


Figure 1

3. BEAM TUNING AND CONTROL : A DIFFERENT PHILOSOPHY

As opposed to the present situation where possible beam losses are considered to be harmless, provided the required output intensity is attained, the attitude must be switched to tuning the accelerators by minimizing these losses. For this purpose, it is planned to install two classes of sensors :

a) sensors for tuning and controlling the beam, which have to be non-interceptive and broad-band in order to accept both weak and high intensities.

- Some are already used in the machine, like *current transformers* (instead of Faraday cups) ; however, these elements are not presently sufficiently accurate and stable to allow both precise intensity optimisation and measurements of small beam losses : improvements are still necessary.

- Others will have to progressively replace the multiwire beam profile monitors and the interceptive phase probes. As a matter of fact, the 20 μm diameter wires are rapidly destroyed by fusion or sputtering, thus requiring an intensity reduction, sometimes as low as 3×10^{10} p.p.s. ; such low currents make the tuning very uneasy. We plan to use sensors *based on the ionization of the residual gas* ; however, these diagnostics, developed at GANIL^[4], cannot operate with low energy beams, due to the unavoidable presence of a transverse electric field required for collecting the ionised ions on micro channel plates. Therefore, their use will be restricted to the intermediate energy section L2 between the two SSC's and the high energy section L3 (see figure 1). As for the lower energy section L1, *spiral scanners* will be installed.

Through data processing, these sensors will give access to several parameters : beam center of gravity and transverse dimensions, etc..., which can be injected in automatic alignment and focusing processes.

b) dedicated sensors for detection of beam losses

In the course of *tuning*, it is desirable to have sensors that generate a signal proportional to the loss which can therefore be minimized wherever possible. During the *high intensity operation*, these same elements should work on a different mode consisting in delivering a fast response if the loss overshoots a given threshold.

We are developing a module with a microprocessor associated to each diagnostic, which will deliver either a signal within a few milliseconds, or the logarithmic value of the detected current, therefore allowing to detect very small intensities.

Inside the two SSCs, these sensors are already existing but just used up to now for the purpose of tuning : they consist of insulated sets of 4-sector electrodes or of diaphragms, located in front of each injection or extraction element ; they collect the fraction of the electrical current which could be lost at each of these places.

As for the beam transfer lines, nothing similar is existing for the present time ; we are investigating the possibility of using ionization chambers, like the model used at PSI, Villigen : these air-filled, simple chambers would be distributed just outside the vacuum chambers, at strategic locations. However, the problem is more complicated than at PSI, because the variety of ion species and energies makes the production of γ rays different in each case.

In addition, a *supervision of the supplies* governing any bending of the beam is planned. Two parameters : voltage and current for the current supplies, and two independently measured values of the voltage for the voltage supplies, will be monitored so as to check the constancy of the assigned value within a predetermined tolerance.

Finally, the *temperature of the cooling water* of some "sensitive" components like internal injection and extraction dipoles or deflectors, will be supervised.

4. DEALING WITH BEAM LOSSES

The previous paragraph was dealing with what could be called "active" protection : after a correct tuning, any failure is followed by an action on the beam intensity or at least by a warning. In parallel with this, other actions can be undertaken which minimize the consequences of beam losses.

4.1. Preventing thermal accidents.

Due to the short range of heavy ions in metals (about 1.5 mm for ^{36}Ar in Fe at 95 MeV/n), a beam being accidentally stopped by an uncooled element causes a very sharp temperature rise ; in the above example, the density of power deposited in the material may reach several hundreds of kW/cm^3 , especially in the Bragg peak.

In the medium and high energy sections of the beam transport system, some dipole vacuum chambers will be internally shielded by carbon or tantalum sheets, in order to prevent the walls from melting and from accumulating too much induced activity.

The cooling of some probes and Faraday cups will be improved, although the use of most of these elements will have to be avoided during the high intensity operation.

There is a very useful radial probe in front of the electrostatic deflector entrance in SSC2, which precisely investigates the last turns and allows optimizing the extraction efficiency : it is not decided yet if this probe has to be modified by making it faster, if not using a thin carbon wire. Finally, the electrostatic deflector of the injector cyclotron has also to be upgraded and adapted to the new situation.

4.2. Radiation and safety problems.

As for the radiation and safety problems, they only concern the high energy section L3 : upstream of the injection into SSC2, the beam energy is at most 13 MeV/nucleon, which does not raise any new radiation or activation problems. For L3 :

- we have now sufficient knowledge about the neutron spectra produced by heavy ion impact to allow a good prediction on where and by how much the concrete shielding should be strengthened.

- however, an important amount of work has to be prepared to safely remove and to replace a few components that could be highly activated (beam stops, defining slits or Faraday cups) , in case their eventual failure would paralyze the accelerator.

- a series of experiments is going on with the aim of accumulating data on activation of various materials (C, Cu, stainless steel, etc...) by the high energy beams and by the secondary particles generated in collisions. Some preliminary results are already available^[5].

5. THE ADDITIONAL REBUNCHER

This element is mostly designed to get a 100% transmission efficiency of SSC2. The goal is to reduce the radial dimension Δr of the internal beam at extraction to less than half the turn separation ; writing up the expression of Δr in terms of the energy spread $\Delta W/W$ and phase width $\Delta\phi$ at injection, (here R is the average radius at extraction and G is the cyclotron energy gain) :

clearly shows the advantage of reducing $\Delta\phi_{inj}$.

Due to the already high ion velocity at extraction of SSC1, 32 kW are required to provide the 240 kV peak voltage, and the frequency must be variable from 27 to 54 MHz (fourth harmonic of the frequency of the cyclotron cavities).

6. THE STRIPPER

A series of measurements made on carbon foil lifetimes led to the conclusion that under a 10^{13} p.p.s. argon beam, a foil, standing still in the beam, would last about 2.5 hours on the average ; then, a smooth operation of the machine becomes difficult, since from one target to the next, the beam has to be slightly tuned again due to the thickening of the carbon layer as the ion bombardment goes on.

Several solutions were envisioned to improve this situation:

- a *gas (or rather jet) stripper* must be rejected since the required equilibrium thickness would correspond to about 10^{18} atoms/cm², which is probably very difficult to get due to the formation of droplets.

-a stripper *moving in the beam* would in principle make a better use of the total area of the foil and therefore would last longer : in the present situation, the beam cross section is about 25 mm², as compared to 300 mm² for the whole foil. We already checked that, in the course of the sweeping, the

lack of homogeneity of each foil does not change the mean instantaneous energy of the beam by any sensible amount.

We still have to demonstrate that, with high intensity beams, no thermal stresses develop in the slowly moving foil which could tear it up . If this test is successful, we will have to give an oscillatory motion to the present stripper, which consists of a mechanism containing 50 foils, polarised at several tenths of kilovolts.

- an additional possible solution is to relax the ideal optical situation, where the angular straggling effect is minimized by getting an upright emittance figure in both transverse planes with as small a beam cross section as possible. Since the future high intensities are mostly related to light ion species for which this effect is not too drastic, it is worth looking for a compromise between the emittance growth due to a larger waist and tolerable losses in the injection system of SSC2.

7. TIME SCHEDULE AND CONCLUSIONS

The whole set of modifications is planned to be finished by the beginning of 1996 ; the THI project must be accomplished without any modification of the yearly schedule of the machine, which means that all installations must take place during the regular maintenance shutdowns.

References

- [1] D.Guerreau. The SPIRAL project : a radioactive beam facility at GANIL. GANIL Report P 94 06.
- [2] A.Chabert. RIB Facility under construction at GANIL. Proceedings of this Conference
- [3] Ch.Ricaud et Al. Proceedings of the 13th Int. Conf. on Cyclotrons and their Applications. Vancouver (1992) 158.
- [4] R.Anne et al. NIM A329 (1993) 21-28
- [5] F.Clapier et Al. Radioactivity and Radiation levels induced in thick targets by 100 MeV/n heavy ions. International Symposium on Heavy Ion Research. Sophia-Antipolis (1994).



LE PROJET SPIRAL

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

Résumé

Le Système de Production d'Ions Radioactifs en Ligne appelé SPIRAL en construction à GANIL utilisera le faisceau d'ions de haute intensité bientôt disponible (supérieur à 10^{13} pps à 95 MeV/u de He à Ar) pour produire des noyaux radioactifs par la méthode ISOL. L'installation consiste en une cible de production associée à une source d'ions ECR spécialement étudiée pour ce propos, une ligne de transport de faisceau basse énergie, un cyclotron compact postaccélérateur de $k=265$ (2 à 25 MeV/u en fonction du rapport Q/A) et une ligne de transport de faisceau haute énergie pour conduire le faisceau radioactif dans les salles d'expérience existantes à travers le spectromètre α .

7 - SPIRAL : THE RADIOACTIVE ION BEAM FACILITY UNDER CONSTRUCTION AT GANIL

M. Lieuvin and the SPIRAL group

Presented at the 4th EPAC 94 London 27/06 - 01/07/94

Abstract : the R.I.B facility named SPIRAL under construction at GANIL makes use of the high intensity ion beams soon available (over 10^{13} pps at 95 MeV/u from He to Ar) to produce radioactive nuclei by the ISOL method. The facility consists of a production target associated to an ECR ion source specially designed for this purpose, a low energy beam line, a $k=265$ compact cyclotron postaccelerator (2 to 25 MeV/u according to the Q/A ratio) and a high energy beam line transferring the radioactive beams into the existing experimental areas through the α spectrometer.

I. INTRODUCTION

From the first experiments in 1983, fragmentation reactions have been used at GANIL to produce and study exotic nuclei. Later, it was realized that the high intensity heavy ion beams could also be used to produce radioactive nuclei at rest in thick targets and that it was worth considering the adaptation of the ISOL method to primary heavy ion beams.

Having decided to look at a RIB facility based on a heavy ion primary beam and a high charge state ion source, we soon began an important R & D program to investigate the possibilities of this solution and to get some experience on the target and associated ECR devices.

In the same time, it was decided to increase as much as possible the intensities delivered by GANIL. The first part of this operation is completed [1] and over 10^{13} pps of light ions (He to Ar) are now available at the exit of the injector. The second part, which aims at accelerating and transferring these beams up to the high energy beam line is going on; up to 2.10^{13} pps at full energy (95 MeV/u, <6 kW of beam power) should routinely be obtained by the end of 1995.

II. TARGET AND ECRIS SYSTEM

A first rather crude test bench was built and gave its first results in 1992. Using a 95 MeV/u, ^{20}Ne beam and a MgO target, radioactive isotopes in charge states 1 to 4 have been produced ($^{18, 19, 23, 24}\text{Ne}$, ^{13}N ...). The yields for the various isotopes were, at the target level, in the range of 10^9 to 10^7 pps per μA of primary Ne beam.

These encouraging results led us to conceive and to build a new efficient test bench, named SIRa, under exploitation since 1993 [2]. In the first test, a C target (grain size 4 μm , porosity 8%) was used and we measured the overall efficiency of the separator and the charge distribution of the ^{35}Ar ions produced by the ECR.

The efficiency was determined by implanting in the target a known rate of ^{35}Ar produced upstream by the fragmentation of a ^{36}Ar primary beam (95 MeV/u) and selected by the GANIL α -spectrometer operated as a recoil separator. This rate was measured using a Si detector in front of the target and the efficiency was determined by counting the γ -rays of the ^{35}Ar

implanted on a plastic tape located at the end of SIRa. The overall efficiency, including the release from the target, the effusion to the ECR plasma, the ionisation, extraction and transfer was measured as a function of the target temperature (from 1200 to 1800°C). We find a value $\cong 0.3\%$ which could, in principle be largely overcome by solving some problems which appear in the transfer and were detected in this first test.

The charge state distribution is the same for the ^{35}Ar ($T_{1/2}=1.77\text{s}$) than it is for the stable ^{40}Ar , showing that the performances of the ECR are the same on or off-line.

III. THE POST-ACCELERATOR

Our choice of a compact cyclotron is based on the following main reasons :

- First of all, using a high charge state ion source allows us to consider a cyclotron,

- Second, the energy range to be covered ($\cong 2$ to 25 MeV/u) and the charge over mass ratio as given by the ECRIS ($\cong 0.1$ to 0.35) are typical of a compact cyclotron whose beam characteristics satisfy rather well the requirements of the physicists. In addition, a cyclotron is by itself a powerful mass analyser and will deliver rather pure beams, a prime quality in RIB physics.

- Third, GANIL has a good knowledge about cyclotrons and a large experience in their design and operation. Moreover, this new facility will fit in the loose end of the existing building still lowering the cost of an already rather cheap solution.

A. The cyclotron main parameters

The goal being to provide the $A \cong 100$ ions produced by the ECRIS ($Q/A \cong 0.15$) at an energy $\cong 6$ MeV/u, we obtain :

$$(B\rho)_{\text{eject}} = 2.344 \text{ T.m} \quad (K = 265)$$

The magnetic rigidity of the present high energy beam lines being 2.88 T.m, the cyclotron beams will be accepted without any problem in our experimental areas.

Choosing a mean ejection radius of 1.5 m results in a conservative $B_{\text{max}} = 1.56$ T. The energy range is displayed on figure 1. The limits seen on this figures are related to the values chosen for the maximum and minimum mean field (1.56 - 0.75 T), the maximum voltage on the 2 dees ($\cong 100$ kV) and the revolution frequency range (1.92 to 7.25 MHz).

B. Description of the cyclotron

Figure 2 displays a median plan view of the cyclotron. The main systems involved in its construction are :

- The RF system : it covers the frev range using the harmonics 2, 3, 4 and 5 with $9.6 \leq \text{frf} \text{ (MHz)} \leq 14.5$. Such a RF frequency range leads to a rather compact resonator : external diameter $\cong 1.2$ m, length $\cong 1.3$ m, internal coaxial

line diameter ≈ 0.25 m and displacement of the short circuit ≈ 0.7 m. The power dissipated at 100 kV turns out to be as low as ≈ 40 kW. Using two 40° dees and choosing to accelerate all the ions, whatever their output energy, with a constant turn pattern, the number of turns will be ≈ 250 and the turn separation at ejection ≈ 3 mm.

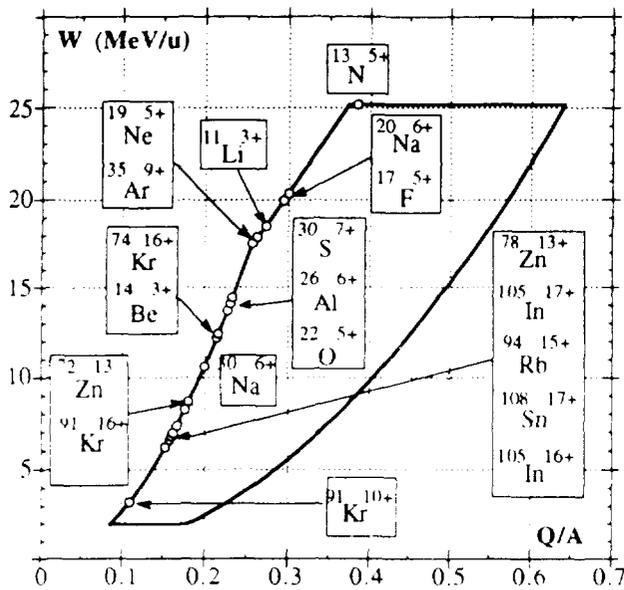


Figure 1. Energy range.

. The magnet : it will be built using 4 independent yokes and common circular poles (3.5 m in diameter) equipped with 4 straight 45° sectors. Each yoke includes 2×3 slices, the two main ones (6.4×2.4 m²) holding the poles have the maximum thickness (0.85 m) we can obtain; they insure the rigidity. This scheme allows to minimise the weight (500 t) and the cost of the magnet and results in a good magnetic symmetry.

Hill and valley gaps are respectively 12 and 30 cm allowing an easy fitting of the 2 dees and giving a flutter well suited for focusing.

Using the TOSCA code, we have refined the magnet geometry so that the maximum correction required is as low as $\approx \pm 200$ gauss, the gradients being ≤ 5 G/cm. A minimum of 11 circular trim-coils located on the poles, each one giving $7.5 \cdot 10^{-2}$ G/AT (maximum gradient $2.5 \cdot 10^{-3}$ G/cm/AT), will be used to shape the field within the required tolerances. The inner region ($r \leq 20$ cm) where the sectors join the central plug and the pole edge shaping are still to be refined.

. The central geometry : an axial injection and a Mueller type inflector are proposed with the goal to work out a fixed injection pattern suited for the harmonics 2, 3, 4 and a maximum ECR extraction voltage of 30 kV. To obtain lower energies (≤ 3 MeV/u) we have to use the harmonic $h = 5$, the injection voltage becomes very low and the acceptance (the intensities) will be reduced. This leads us to consider the use of 2 spiral deflectors, each one being optimised for given harmonics. In this case, a central geometry and a fixed orbit pattern will be associated to each inflector.

. The extraction system : it is quite conventional and includes one electrostatic deflector (divided into two parts) located in a valley (≤ 60 kV/cm) followed by two magnetic

channels (gradient compensation). Field bumps will be used to increase the turn separation up to 7 or 8 mm.

. The vacuum system : the lowest working pressure required to avoid the losses due to charge exchange turns out to be $\approx 3 \cdot 10^{-6}$ Pa. We will use one T.M.P (2200 l/s) on each RF cavity and a large (≈ 24000 l/s) two stage (20 and 80° K) cryopump inside the valley of injection. A caloduc, similar to the one used on AGOR, will be added and is under test.

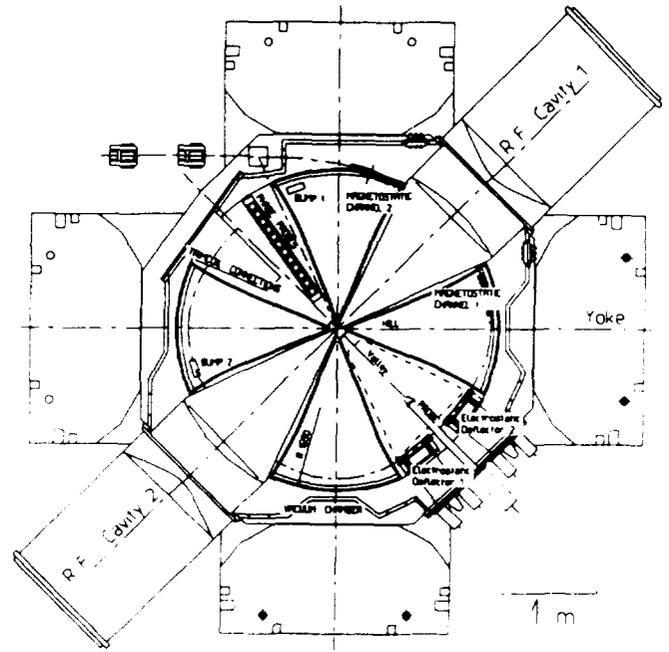


Figure 2. A median plane view of the cyclotron.

C. The beam characteristics

Using either the multiparticle code NAJO or the newly written one LIONS [3] we have simulated the beam behaviour in this cyclotron.

. Beam transmission : using similar central region and injection line (6D matching) as for our present GANIL injector [1], we can expect similar transmissions e.g $\geq 40\%$ from the ion source analyzed beam to the cyclotron extracted one (a 75% record transmission was obtained in our injector).

. Beam emittance : injecting a matched beam, 80π mm.mrad in each transverse plane and $\pm 6^\circ$ in phase width, leads in front of the extraction system to a monochromatic transverse emittance $\approx 8.5\pi$ mm.mrad and to an energy dispersion of $\pm 3.5\%$. In these conditions, the extracted beam will contain parts of the 3 last accelerated turns and so the characteristics of the extracted beam will be lowered. However, it seems possible, at least for $h = 2 - 3$ to bunch the injected beam in a ± 3 or 4° phase width, in this case due to the low energy spread a single turn extraction is possible and the extracted beam qualities are much improved ($\Delta W/W \approx \pm 1\%$, transverse emittances $\approx 8.5\pi$ mm.mrad).

. Mass analysis : besides the usual analyser following the ECRIS which eliminates most of the contaminants. (see IV), the cyclotron will select Q/A within 3.5 to $1.5 \cdot 10^{-4}$ depending upon the harmonic. These values should be sufficient for most of the experiments : if not, we will use a thin target which will allow the selection of the right component within some

10^{-5} taking advantage of the difference in the energy losses of the various ions (isobars) through the foil. The resulting beam will of course suffer of the target crossing (mean energy, emittances and energy dispersion), nevertheless good characteristics could be restored, the price being to be paid on the intensity. This method will be limited to ions of $A \leq 80$ at $W \geq 6$ MeV/u.

IV. THE BEAM LINES

The layout of the SPIRAL beam lines is shown on the figure 3. We need to study and to build three beam lines.

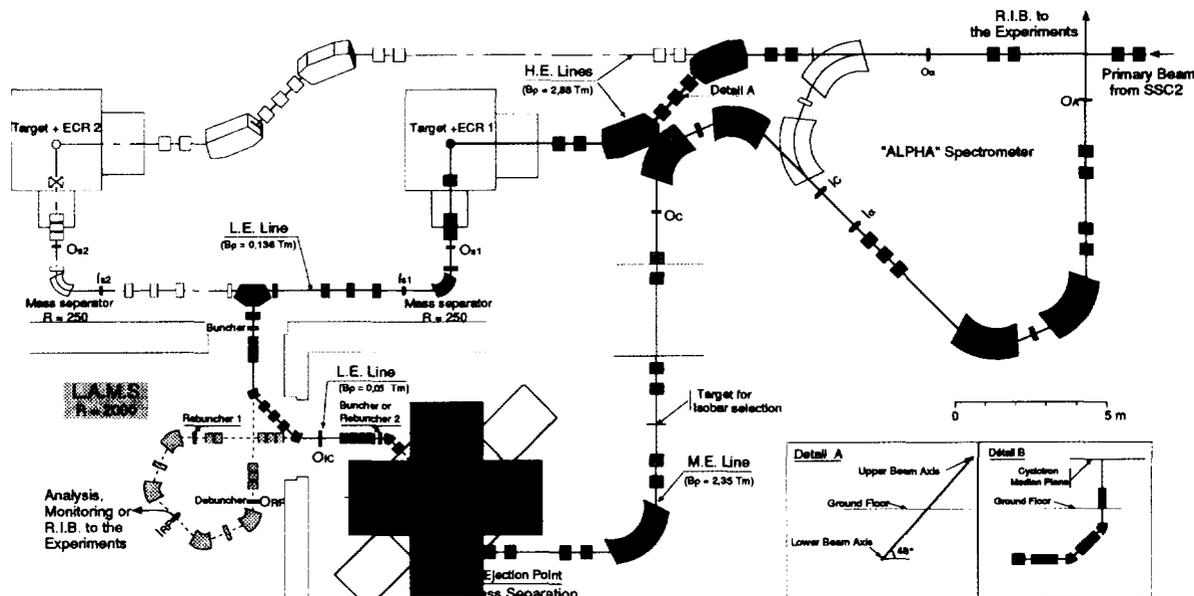


Figure 3. Layout of the beam lines of SPIRAL.

The primary beam line from the SSC2 output to the target is the prolongation of L3. From the object point of the α spectrometer, the primary beam ($B_p \leq 2.88$ T.m) goes straight through the first α dipole and is bent down to the heavily shielded production target cave (-3.25 m) using an antisymmetrical achromatic deviation and a two quadrupole doublet system devoted to the transverse matching of the beam on the target. The beam spot will be adjustable from ± 2.5 to ± 20 mm for transverse emittances ranging from 2.5 to 6π mm.mrad. This primary beam line ≈ 14 m in length could be extended to a second target cave using the same optics.

The low energy beam line from the ECRIS extraction to the cyclotron inflector (≈ 24 m) is divided in two main parts :

- The first part ($B_p \leq 0.136$ T.m) includes an achromatic magnetic mass spectrometer system followed by a matching section to the second part. The optics [1] will insure a $m/\delta m$ resolution ≈ 250 for a 80π mm.mrad radial emittance.

- The second part ($B_p \leq 0.050$ T.m) similar to the one used on our present injector is devoted to the 6D matching on the first accelerated orbit of a 80π mm.mrad, $\pm 6^\circ$ in phase beam as accepted by the cyclotron.

- We are also considering the possible use, between these two sections, of a new kind of large acceptance mass separator [4] giving a $m/\delta m$ resolution ≈ 2000 . Such an instrument should allow first to optimise and to have (using a spare ion) an on-line control of the radioactive ion production, second to reduce the number of ion species injected into the

cyclotron thus reducing the problems associated to the tuning of a composite beam and third to feed a possible low energy experimental area with a spare kind of ions.

The high energy beam line ($B_p \leq 2.344$ T.m) extends from the cyclotron exit to experimental caves through the second part of the α -spectrometer, a new analysing section being added. The acceptance of this line is 20π mm.mrad and $\pm 7\%$ in energy dispersion. We will have to build ≈ 24 m of new line divided into a first section allowing a betatronic isochronisation of the cyclotron beam and a second one to be used for the transversal matching of the beam at the target (if any) and then, to the object point of new analysing section.

V. CONCLUSION

The SPIRAL project has been accepted and funded in 1993. The planning foresees that the first tests of the cyclotron will start in mid 1997 using stable ions and that radioactive beams will be available by the end of 1998.

The project is estimated to 100 MF, not including the personal cost. Important collaborations are provided by other laboratories of the French Institutes (CEA and IN2P3).

This new facility will greatly enlarge the possibilities opened at GANIL in the field of radioactive ion beam physics at low and medium energy. Moreover, it will be built and operated without disturbing the classical use of GANIL.

REFERENCES

- [1] - Ch. Ricaud et al, "Commissioning of the New High Intensities Axial Injection System for GANIL", 13th. Int. Conf. on Cyclotrons and their Applications, Vancouver, Canada, July, 1992
- [2] - P. Sortais et al, "An On Line Isotopic Separator Test Bench at GANIL", Part. Acc. Conf. Washington (1993).
- [3] - P. Bertrand "Programme LIONS (version 1.0)", Int. report, GANIL R93.08.
- [4] - A. Chabert et al, "Principle of a new kind of large acceptance mass separator", GANIL A94.01.

ANNEXE 1

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

EXPÉRIENCES RÉALISÉES AVEC L'ACCÉLÉRATEUR GANIL EN 1994

1 Expériences réalisées en Haute Energie

1-1 Physique Nucléaire

Date	N° Exp.	Salle	Durée (h)	Intitulé	Porte Parole	Faisceau	E MeV/u
13-Nov	E133b	G21	178,0	A measurement of the Coulomb dissociation cross-section of extremely neutron-rich nuclei at 30 MeV/n	Orr Hansen	40Ar ¹⁷⁺	60,9
08-Mai	E133b	D3	144,0		Orr Hansen	18O ⁸⁺	76
04-Oct	E179c	C2	89,0	A la recherche de l'Etain 100	Auger	50 Cr ⁹⁺	5,85
30-Jul	E187a	D3	65,0	Etude des particules légères émises par les quasi particules détectées à 0°	Bacri	40Ar ¹⁷⁺	44
04-Nov	E191a	D3	174,0	Mesur de la section efficace sous coulombienne pour les systèmes ^{7,9,10,11} Be + ²³⁸ U	Sida	13C ⁶⁺	75
30-Avr	E198a	G3	140,0	Population et décroissance de la résonance géante monopolaire isovectorielle au moyen de la réaction exclusive (¹³ C, ¹³ N, n) à 60 MeV/n	Lhenry	13C ⁶⁺	60
08-Jul	E206b	D3	47,5	Production de faisceaux radioactifs de masse inférieure à 65 et mécanismes de réaction mis en jeu	Bimbot	58Ni ²⁸⁺	74
18-Oct	E206b	D3	55,0		Bimbot	65Cu ²⁷⁺	64,4
22-Mai	E202a E210	D5	41,0	Recherche d'une multifragmentation de systèmes très lourds par instabilité coulombienne Un aspect des études de multifragmentation menées avec INDRA : Recherche d'une loi d'échelle pour les systèmes symétriques	Rivet / Plagnol Steckmeyer / Tamain	181Ta ⁵³⁺	32,9
26-Mai	E202a E210	D5	34,5		Rivet / Plagnol Steckmeyer/Tamain	181Ta ⁵⁷⁺	36,9
17-Jun	E202a E210	D5	29,5		Rivet / Plagnol Steckmeyer/Tamain	238U ⁵⁸⁺	24
26-Jun	E205a	D5	67,5	Calibration du détecteur INDRA	Saint-Laurent / Steckmeyer	16O ⁸⁺	95
01-Jul	E207a E209a E210	D5	15,5	Compression, multifragmentation et transition de phase dans les collisions noyau-noyau Etude de la multifragmentation dans la réaction Xe + Ag	Borderie / Dayras Plagnol/Wieleczko Steckmeyer/Tamain	58Ni ²⁸⁺	90
03-Jul	id.	D5	60,0		id.	58Ni ²⁶⁺	74
08-Jul	id.	D5	65,0		id.	ralenti	
14-Jul	id.	D5	60,0		id.	58Ni ²⁸⁺	90
14-Mai	E218	G3	96,0	Search for double Gamow-Teller strength	Blomgren	18O ⁸⁺	76
21-Oct	E221	D3	112,0	Measurement of bhalf lives of very neutron rich nuclei in the Sc to Mn region	Kratz	65Cu ²⁷⁺	64,4
02-Sep	E222	G3	100,0	Mesure de masses des noyaux riches en protons dans la région A=60 - 80	Orr	78Kr ³⁴⁺	73
12-Avr	E225	G22	170,0	Etude du comportement des noyaux chauds à grand spin créés dans les collisions périphériques	Morjean	84Kr ³⁰⁺	35
23-Avr	E226a	D3	128,0	Towards the study of Gamow - Teller beta decay of ¹⁰⁰ Sn	Rykaczewski	112Sn ⁴⁵⁺	63

21-Nov	E226b	D3	185,0		Rykaczewski	$^{112}\text{Sn}^{45+}$	63
18-Mai	E227	D3	49,0	Measurement of the neutron removal cross section for halo nuclei on silicon as a function of energy	Borcea	$^{18}\text{O}^{8+}$	76
23-Jul	E228	G3	187,5	Décroissance par protons et neutrons des résonances géantes. Une signature des états multiphonons	Scarpaci	$^{40}\text{Ar}^{17+}$	44
04-Mar	E229	G3	225,0	Etude de la distribution de matière des noyaux légers riches en neutrons par la mesure des réactions (p, n)	Alamanos	$^{13}\text{C}^{6+}$	75
17-Jul	E230	G1	129,5	Etude des spectres de particules légères au moyen d'un multidétecteur à Phoswich BaF2 + Ne102A	Lanzano	$^{40}\text{Ar}^{17+}$	44
06-Sep	E231	D3	85,0	Recherche de nouveaux isotopes de $Z=30-38$ et de leurs modes principaux de désintégrations	Blank	$^{78}\text{Kr}^{34+}$	73
09-Oct	E232	D3	62,0	Production d'un faisceau secondaire isomérique de haut spin par fragmentation de ^{52}Cr sur différentes cibles légères	Sauvestre	$^{50}\text{Cr}^{22+}$	58
19-Sep	E233	G3	89,0	Mesure du temps de vie d'un système composite à très haute énergie d'excitation : une signature de la transition vers la multifragmentation dynamique?	Alamanos	$^{28}\text{Si}^{6+}$	9,92
28-Aoû	E236	G21	85,5	Dynamique des collisions noyaux-noyaux aux énergies GANIL	Stuttge	$^{86}\text{Kr}^{34+}$	60
20-Jun	E238	G3	154,5	Détermination expérimentale du taux de réaction thermonucléaire $^{12}\text{C}(\alpha, g)^{16}\text{O}$ par dissociation des noyaux ^{16}O	Kiener	$^{16}\text{O}^{8+}$	95
13-Oct	E240	G21	107,0	Quelle est l'énergie maximale que peut supporter un noyau lourd sans fissionner ou fragmenter?	Durand	$^{40}\text{Ar}^{17+}$	61

1-2 Physique des Ions Rapides

Date	N° Exp.	Salle	Durée (h)	Intitulé	Porte Parole	Faisceau	E MeV/u
16-Mar	P281	D3	65,5	Measurement of the isotope shift in the $1s2p^3\text{Po} \rightarrow 1s2s^3\text{Si}$ transition of He-Like Samarium	Haub	154Sm^{46+}	32
13-Fév	P309	D1	33,0	Création de défauts dans des fibres de verre par bombardement ionique	Creuset	208Pb^{56+}	29
06-Avr	P318	D3	50,5	Electron correlation effects in the triple ionization of Li by fast projectiles	Stolterfoht	12C^{6+}	95
13-Sep	P326	D1	20,0	Modifications chimiques d'un dinucléoside monophosphate par exposition à des ions lourds	Cadet	36Ar^{18+}	95
28-Oct	P328	D1	10,0	Piégage des vortex par les traces dans les oxydes supraconducteurs	Simon	209Pb^{56+}	29
12-Fév	P330	D1	16,0	Dynamique des lignes de flux dans les supraconducteurs à haute température critique en présence de défauts colonnaires	Konczykowski	208Pb^{56+}	29
30-Oct	P330	D1	10,0		Konczykowski	12C^{6+}	95
30-Oct	P332	D1	18,0	Influence de défauts colonnaires sur la coercivité de ferromagnétiques durs	Campbell	209Pb^{56+}	29
05-Fév	P333	D1	42,0	Traces latentes dans le mica : comparaison entre les mesures AFM et de diffraction X	Bouffard	208Pb^{56+}	29
11-Avr	P337	D3	36,5	Recherche de la capture triélectronique résonnante (RT2E) par un ion lourd canalisé	Dauvergnès	84Kr^{30+}	35
28-Oct	P338	D1	37,5	Study of the microstructural origin of the growth effect in amorphous materials	Szenes	209Pb^{56+}	29
30-Oct	P339	D1	16,0	Piégage des vortex par les défauts colonnaires dans les supraconducteurs à haute température critique	Simon	209Pb^{56+}	29
05-Jul	P340	D3	55,0	Etude des rendements d'électrons en fonction du numéro atomique et de la vitesse des ions lourds: transport d'électrons et dépôt de l'énergie dans la matière	Jung	58Ni^{26+}	74
31-Oct	P341	D1	10,0	Effet du dE/dx électronique sur le carbone	Toulemonde	84Kr^{30+}	35
01-Nov	P343	D1	16,0	Processus de renversement d'aimantation dans des couches minces magnétiques de microstructure contrôlée obtenues par irradiation	Nozières	209Pb^{56+}	29
30-Oct	P345	D1	27,0	Ancrage des lignes de flux par défauts colonnaires dans les supraconducteurs à haute température critique (HTSC)	Konczykowski	209Pb^{56+}	29
10-Fév	P348	D1	25,5	Etude de la dissolution de précipités de Na dans MgO induite par irradiation avec des ions de haute énergie	Brenier	208Pb^{56+}	29
24-Août	P355	D1	29,0	Effet de la densité d'énergie déposée sur les modifications physico-chimiques du polyéthylène	Balanzat (bis)	86Kr^{34+}	60
18-Jun	P365	D1	27,0	Cinétique de changement de phase dans le béryllium irradié aux ions lourds	Dammak	238U^{58+}	24
25-Août	P368	D3	66,5	Etude des processus de multi-ionisation à haute vitesse par spectroscopie d'ions de recul	Cassimi	86Kr^{34+}	60

2 Expériences réalisées en Moyenne Energie

Date	N° Exp.	Durée (h)	Intitulé	Porte Parole	Faisceau	E Mev/u
28-Oct	P278	44	Irradiation of YBCO-123 and BSCCO-2212 thin films single crystals and multilayers. Influence on dynamics and statics of the flux lattice, related properties and microstructures	G.Kreiselmeyer	208Pb ⁵³⁺	4,49
13-Mai	P287	56	Caractérisation par effet Hall de l'endommagement du Bismuth	Ch. Dufour	18O ⁷⁺	11,12
11-Mar	P297	16	Répartition spatiale des défauts dans les polymères	S. Bouffard	13C ⁵⁺	11,10
22-Jun	P297	8		S. Bouffard	16O ⁷⁺	13,68
26-Nov	P297	24		S. Bouffard	112Sn ⁴³⁺	9,35
05-Fév	P309	24	Création de défauts dans des fibres de verre par bombardement ionique.	F. Creuzet	208Pb ⁵³⁺	4,59
15-Jun	P323	16	Modifications structurales et magnétiques induites par irradiation dans les multicouches nanométriques terre rare - métal de transition Terbium - Fer	A. Fnidiki	238U ⁵⁵⁺	3,70
04-Aoû	P323	24		A. Fnidiki	132Xe ⁴⁰⁺	5,29
04-Sep	P323	26		A. Fnidiki	78Kr ³²⁺	10,72
31-Oct	P323	30		A. Fnidiki	208Pb ⁵³⁺	4,49
13-Fév	P324	32	Changements de phase induits dans des composés carbonés par des ions lourds de très forte énergie	A. Dunlop	238U ⁵⁵⁺	3,75
17-Jun	P324	36		A. Dunlop	238U ⁵⁵⁺	3,70
28-Aoû	P325	40	Vitesse de l'ion et endommagement des métaux	M. Toulemonde	86Kr ³²⁺	9,00
14-Sep	P326	46	Modifications chimiques d'un dinucléoside monophosphate par exposition à des ions lourds	J. Cadet	36Ar ¹⁷⁺	13,63
11-Avr	P327	32	Détermination du seuil de pulvérisation par dépôt d'énergie électronique dans Y3 Fe5O12	A. Meftah	84Kr ²⁸⁺	5,39
18-Avr	P327	16		A. Meftah	84Kr ²⁸⁺	5,39
23-Mar	P329	40	Mécanismes et cinétiques de formation des défauts des iodures alcalins irradiés aux ions lourds	D. Comins	36Ar ¹⁷⁺	13,60
04-Fév	P330	8	Dynamique des lignes de flux dans les supraconducteurs à haute température critique (HTSC) en présence de défauts colonnaires	M. Konczykowski	208Pb ⁵³⁺	4,59
06-Fév	P333	32	Traces latentes dans le mica: comparaison entre le mesures AFM et de diffraction X	S. Bouffard	208Pb ⁵³⁺	4,59
21-Mai	P334	16	Effets des discontinuités ponctuelles sur le couplage d'échange dans des multicouches magnétiques	JF. Bobo	181Ta ⁵⁰⁺	6,10
17-Nov	P335	32	Cinétique d'amorphisation des polymères	V. Chailley	40Ar ¹⁶⁺	10,45
28-Nov	P335	16		V.Chailley	112Sn ⁴³⁺	9,35
09-Mar	P336	32	Effet d'un fort pouvoir d'arrêt électronique sur les modifications en volume des polymères	E. Balanzat	13C ⁵⁺	11,10

01-Sep	P336	32		E. Balanzat	78Kr ³²⁺	10,72
24-Oct	P340	48	Etude des rendements d'électrons en fonction du numéro atomique et de la vitesse des ions lourds: transport d'électrons et dépôt de l'énergie dans la matière	M.Jung	65Cu ²⁵⁺	9,58
07-Nov	P340	16		M. Jung	13C ⁵⁺	
14-Nov	P341	40	Effet du dE/dx électronique sur le carbone	M. Toulemonde	40Ar ¹⁶⁺	10,45
23-Nov	P341	24		M. Toulemonde	112Sn ⁴³⁺	9,35
23-Mai	P344	8	Effets des excitations électroniques denses dans des cibles nanométriques	E. Dooryhee	181Ta ⁵⁰⁺	6,10
25-Mai	P344	8		E. Dooryhee	181Ta ⁵⁴⁺	6,10
16-Jun	P344	12		E. Dooryhee	238U ⁵⁵⁺	3,70
30-Oct	P344	16		E. Dooryhee	208Pb ⁵³⁺	4,49
12-Fév	P345	8	Ancrage des lignes de flux par défauts colonnaires dans les supraconducteurs à haute température critique (HTSC)	M. Konczykowski	238U ⁵⁵⁺	3,75
16-Jun	P345	8		M. Konczykowski	238U ⁵⁵⁺	3,70
30-Oct	P345	8		M. Konczykowski	208Pb ⁵³⁺	4,49
24-Avr	P346	8	Influence des forts (dE/Dx) _e sur la diffusion de l'euporium dans le niobate de lithium	S. Ramos-Canut	112Sn ⁴⁴⁺	9,60
12-Jul	P346	24		S. Ramos-Canut	58Ni ²⁴⁺	10,86
10-Oct	P346	16		S.Ramos-Canut	50Cr ²¹⁺	8,69
11-Fév	P348	24	Etude de la dissolution de précipités de Na dans MgO induite par irradiation avec des ions de haute énergie	R. Brenier	238U ⁵⁵⁺	3,75
23-Avr	P348	16		R. Brenier	112Sn ⁴⁴⁺	9,60
07-Sep	P348	24		R. Brenier	78Kr ³²⁺	10,72
13-Mar	P349	40	Etude de l'effet d'une excitation électronique sur les propriétés cristallines et électroniques de polymères ferroélectriques.	D. Schlosser	13C ⁵⁺	11,10
14-Jul	P349	16		D. Schlosser	58Ni ²⁴⁺	10,86
18-Jul	P349	24		D. Schlosser	10Ar ¹⁶⁺	6,77
19-Mar	P350	16	Réalisation de nanostructures métalliques	E. Dooryhee	144Sm ⁴⁴⁺	5,35
26-Avr	P351	16	Etude de l'effet du greffage radiochimique dans la trace des ions lourds rapides sur les propriétés ferroélectriques du PVDF	E. Petersohn	112Sn ⁴⁴⁺	9,60
02-Mai	P351	32		E. Petersohn	13C ⁵⁺	9,14
09-Mai	P351	32		E. Petersohn	18O ⁷⁺	11,12
23-Jun	P351	16		E. Petersohn	16O ⁷⁺	13,68
30-Jun	P351	32		E. Petersohn	58Ni ²⁶⁺	12,96
11-Sep	P351	24		E. Petersohn	78Kr ³²⁺	10,72
21-Nov	P351	16		E. Petersohn	112Sn ⁴³⁺	9,35

08-Mai	P353	32	Obtention de biomatériaux par radiogreffage induit par des ions lourds rapides	S. Dapoz	$18O^{7+}$	11,12
02-Jul	P353	32		S. Dapoz	$58Ni^{26+}$	12,96
13-Oct	P353	24		S.Dapoz	$40Ar^{16+}$	9,12
25-Nov	P354	16	Mélange ionique induit par dE/dx électronique dans les systèmes métal-isolant	N. Moncoffre	$112Sn^{43+}$	9,35
08-Nov	P359		Influence de la passivation préalable des dopants par l'hydrogène sur les défauts d'irradiations dans Si-p et Ge-p	M. Levallois	$13C^{5+}$	11,10
26-Avr	P361	16	Mise en évidence de l'anisotropie des traces greffées dans le polyfluorure de vinylidène	N. Betz	$112Sn^{44+}$	9,60
10-Mai	P361	16		N. Betz	$18O^{7+}$	11,12
08-Jul	P361	16		N. Betz	$58Ni^{24+}$	10,86
10-Sep	P361	16		N. Betz	$78Kr^{32+}$	10,72
22-Nov	P361	16		N. Betz	$112Sn^{43+}$	9,35
25-Avr	P362	24	Création de défauts dans des fibres de verre par bombardement ionique	F. Creuzet	$112Sn^{44+}$	9,60
20-Mai	P362	8		F. Creuzet	$18O^{7+}$	11,12
05-Mai	P363	32	Rendement de réticulation des polymères en présence de fortes densités d'excitation électronique	S. Bouffard	$13C^{5+}$	9,14
06-Jul	P363	40		S. Bouffard	$58Ni^{24+}$	10,86
14-Oct	P363	32		S. Bouffard	$40Ar^{16+}$	9,12
20-Mar	P369	16	Modifications structurales induites par effet de freinage électronique dans les multicouches irradiées aux ions lourds	C. Dufour	$148Sm^{44+}$	5,35

ANNEXE 2

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

**TABLEAU DES FAISCEAUX D'IONS DISPONIBLES
AVEC LEURS CARACTÉRISTIQUES
AU 31 DÉCEMBRE 1994**

ION (type masse)	ETAT DE CHARGE (source/final)	FREQUENCE HF (MHz)	ENERGIE FINALE (MeV/u)	INTENSITE SUR CIBLE (nAe)
C 12	3/6	13,45	96,3	2000
C 12	4/6	13,45	95	2000
C 13	3/6	10,97	60	3000
C 13	3/6	12,13	75,03	2400
N 14	3/7	13,45	95	2100
O 16	3/8	9,52	44	2000
O 16	3/8	11,76	70	1500
O 16	4/8	13,37	95	1500
O 16	4/8	13,45	95	2000
O 16	5/8	13,45	95	2100
O 17	4/8	12,75	84	1250
O 18	3/8	10,1	50	1500
O 18	4/8	11,225	63	900
O 18	4/8	12,2	76	2100
Ne 20	3/10	9,893	48	3500
Ne 20	5/10	13,45	95	3000
Ne 20	6/10	13,45	95	2000
Mg 24	5/12	11,77	70	600
Mg 24	7/12	13,45	95	360
Ar 36	4/16	7,55	27,1	900
Ar 36	5/16	8,19	32	1250
Ar 36	5/17	8,77	37	
Ar 36	5/17	9,31	42	1000
Ar 36	5/17	9,478	44	800
Ar 36	9/18	13,45	95	400
Ar 36	10/18	13,45	95	800
Ar 40	6/15	8,66	36	500
Ar 40	7/17	9,52	43,81	1150
Ar 40	7/17	9,6	45	1000
Ar 40	7/17	11,77	70	1000
Ar 40	7/18	7,94	30	300
Ar 40	9/17	11,053	60,9	
Ar 40	9/18	12,27	77,18	800
Ca 40	6/19	10,1347	50,4	300
Ca 40	7/18	7,94	30	
Ca 40	9/20	13,455	95	
Ca 48	8/19	11	60,3	800
Cr 50	11/22	10,81	58	
Cr 52	10/23	12,15	75	250
Ni 58	10/26	11,651	68,5	800
Ni 58	10/26	11,95	72,5	
Ni 58	11/26	12,06	74	90
Ni 58a	15/28	13,145	89,97	20
Ni 64	10/26	11,061	61	300
Zn 64	13/29	12,42	79	100
Cu 65	13/27	11,33	64,4	
Kr 78	16/34	11,99	73	
Kr 84	14/33	11	60	1500

ION	ETAT DE CHARGE	FREQUENCE HF	ENERGIE FINALE	INTENSITE SUR CIBLE
(type masse)	(source/final)	(MHz)	(MeV/u)	(nAe)
Kr 84	11/31	9,055	39,55	800
Kr 84	13/33	11	60	500
Kr 86	10/30	8,55	35	1500
Kr 86	12/31	9,43	43,1	400
Kr 86	14/34	11	60	600
Nb 93	14/33	8,075	31	280
Ag 107	18/38	8,71	36,4	120
Ag 109	18/38	8,55	35	120
Sn112 ^a	17/43	10,8	57,9	200
Sn112 ^a	19/46	11,222	63	150*
Te 125	17/38	7,55	27	16
Xe 129	14/37	7,55	27	250
Xe 129	15/38	7,935	30	
Xe 129	15/41	8,012	30,65	230
Xe 129	20/44	9,4	42,8	700
Xe 129	18/44	9,52	44	800
Xe 132	18/42	8,48	34,44	150
Xe 132	18/45	9,649	45,4	440
Sm154 ^a	20/46	8,207	32	300*
Gd 155	19/47	8,672	36,1	40
Gd 157	19/47	8,562	35,1	25
Gd 158	19/47	8,5073	34,7	50
Ta 181 ^a	23/57	9,055	39,5	40
Ta 181 ^a	24/55	8,66	36	300
Ta 181 ^a	24/57	9,055	40	150
Ta 181 ^a	24/57	9,055	39,6	160
Pb 208	23/56	7,82	29	45
U 238	24/58	7,13	24	10
			CSS1 seul	
Ne 22	6	13,75	14,43	1000
Si 28	6	11,47	9,9	
Ar 36	10	13,45	13,6	1085
Ar 40	9	13,35	13,5	2000
Cr 50	9	8,84	5,85	
Ni 58	7	8,24	5	300
Ni 58	11	12,06	9	150
Kr 84	13	11	9,1	2200
Kr 86	13	10,214	7,9	2000
Kr 86	13	10,313	8	3000
Kr 86	14	11	9,1	2000
Gd 157	19	8,56	5,43	65
Pb 208	24	8,16	4,98	250
Pb 208	25	8,50	5,4	400

LISTE DES PUBLICATIONS

BIBLIOGRAPHIE

PRETIRAGÈS GANIL

Principe of a new kind of large acceptance mass separator.

A. Chabert, Ch. Ricaud, B. Bru.
Ganil- B.P. F14021 CAEN-CEDEX
Submitted to Nuclear Instruments & Methods
GANIL A 94 01

Upgrading the GANIL accelerators to higher intensities: the THI project

E. Baron and the GANIL group
GANIL- B.P. 5027 F- 14000 CAEN CEDEX
Fourth European Particle Accelerator Conference
GANIL A 94 02

Controlling the GANIL from an Operator Workstation

L. David, E. Lécorché, C. Maugeais, M. Ulrich.
GANIL- B.P. 5027 F- 14021 CAEN CEDEX
Fourth European Particle Accelerator Conference LONDON
GANIL A 94 03

GANIL Status Report

M. Bajard, L. Bex and the Ganil Group
GANIL- B.P. 5027 F- 14021 CAEN CEDEX
Fourth European Particle Accelerator Conference LONDON
GANIL A 94 04

Review of radioactivities ion beam facilities and research opportunities

S. Harar
GANIL- B.P. 5027- 14021 CAEN CEDEX
Invited talk to the fourth European Particle Accelerator Conference LONDON June 1994
GANIL A 94 05

Application to the SPIRAL project at GANIL of a new kind of large acceptance mass separator.

B. Bru, A. Chabert, Ch. Ricaud.
GANIL- B.P. 5027 F- 14021 CAEN CEDEX
4th International Conference on Charged Particle Optics
October 3-6, 1994, Tsukuba, Japan
GANIL S 94 02

LIONS: A new set of Fortran 90 codes for the SPIRAL project at GANIL

P. Bertrand
GANIL, SPIRAL group, B.P. 5027 CAEN CEDEX, France
4th International Conference on Charged Particle Optics
October 3-6, 1994, Tsukuba, Japan
to be published in NIM
GANIL S 94 03

RAPPORTS INTERNES GANIL

- "Système de sécurité SISSI et L3"
P. Anger, E. Petit GANIL501
- "Vide regroupneur R2 - solutions proposées au 6/01/94"
P. Dolégieviez GANIL503

- "SISSI - Moteurs à courant continu"
M. Lechartier GANIL506
- "Notice d'utilisation des tiroirs de mesures de températures pour l'ensemble SISSI"
M. Lechartier GANIL507
- "Rénovation du contrôle centralisé de la radioprotection" cahier des charges utilisateurs V1.0
TT. Luong GANIL508
- "Système de contrôle - Objectifs 1994 et Réflexions sur 1995"
L. David, E. Lécorché, P. Gudewicz, MH. Moscatello GANIL511
- "Contrôle des balises de la radioprotection - Bilan du projet de rénovation des UDE/UTM"
TT. Luong, L. Martina GANIL512
- "Bilan de fonctionnement de l'année 1993"
Secteur Exploitation GANIL513
- "Les automates dans le système de contrôle du GANIL"
E. Lécorché, JF. Rozé GANIL516
- "Informatique de contrôle de SISSI"
E. Lécorché, F. Régnault GANIL518
- "Rénovation du contrôle centralisé de la radioprotection - Plan de réalisation"
TT. Luong, L. Martina, JC. Deroy GANIL522
- "Cahier des spécifications et clauses techniques pour la réalisation d'un amplificateur 27,6 - 55,2 MHz, 45 kW destiné au regroupeur moyenne énergie du GANIL"
E. Baron, C. Bieth GANIL527
- "Guide d'utilisation d'un PC en réseau sur un serveur Pathworks"
D. Outin GANIL528
- "Base de données en ligne des paramètres"
E. Lécorché GANIL529
- "Procédure de sauvegarde et de restauration des programmes des API SIEMENS de l'accélérateur"
JF. Rozé GANIL535
- "Le transport des hautes intensités (THI) et la radioprotection"
E. Baron, M. Van den Bossche GANIL537
- "Problèmes d'évolution relatifs à la supervision"
E. Lécorché GANIL542

- "Notions de dynamique de l'accélération HF
Introduction à la dynamique des faisceaux et aux accélérateurs
de particules"
E. Baron GANIL 544
- "Mode d'emploi du terminal d'atelier de SISSI"
JL. Baelde, C. Jamet GANIL 545
- "Proposition de modification des alimentations pulsées"
G. Dugay GANIL 547
- "Rénovation du contrôle centralisé de la radioprotection - fiche de
synthèse"
TT. Luong GANIL 548
- "Description de l'automatisme de commande du porte cible pour le
remplacement de la tête porte cible de SISSI"
C. Berthe GANIL 549
- "Rénovation du contrôle centralisé de la radioprotection - cahier des
charges informatique : Mémoire de masse"
TT. Luong, L. Martina, JC. Deroy, P. De Saint Jores GANIL552
- "Système de contrôle - Les serveurs poscript" version 2
L. David GANIL553
- "Réflexions sur l'évolution du système de contrôle"
F. Loyer, L. David GANIL559
- "Exposé des principales options prises pour le Projet THI"
F. Ripouteau GANIL560
- "Formation des cavités HF
JL. Baelde, L. Ménager GANIL566
- "Regroupeur moyenne énergie R2 - Etude définitive"
M. Di Giacomo, C. Bieth GANIL567
- "Modifications des programmes d'accès aux sondes RMN"
L. David GANIL569
- "Modification du mode de fonctionnement de SISSI"
C. Jamet GANIL577
- "R2 : Procédure de réglage"
M. Di Giacomo, C. Bieth GANIL579
- "Cahier de spécifications pour transformateur de puissance de
convertisseur pulsé"
G. Dugay GANIL 580

- "Etude et réalisation d'un prototype d'alimentation à découpage $\pm 20A/20V$ "
J. Hamelin GANIL585
- "Cahier des clauses et spécifications techniques convertisseurs de courant continu de SPIRAL"
G. Dugay GANIL586
- "Production d'un faisceau de ^{48}Ca à partir de CaO enrichi à 7%"
P. Lehérissier GANIL591
- "Essais ^{48}Ca à 7%"
P. Lehérissier GANIL594
- "Evolution du système de contrôle"
L. David GANIL603
- "Regroupeur moyenne énergie - Etude de ses paramètres et des implications sur le réglage des accélérateurs"
D. Bibet GANIL604
- "Upgrading the GANIL accelerators to higher intensities : the THI project"
E. Baron et al. GANILA 94 02
- "Controlling the GANIL from an operator Workstation"
L. David et Al. GANILA 94 03
- "GANIL Status Report"
M. Bajard et Al. GANILA 94 04