

LA SOURCE D'IONS LOURDS A FAISCEAU  
ELECTRONIQUE CONFINE

J. Arianer, J. Baixas, E. Baron, A. Liebe, A. Serafini et T. Ton-That.  
Groupe Sources d'ions lourds  
IPN - I.P.N. - ORSAY

Introduction :

Une source de type EBIS (Dénommée SILFEC) est en voie de réalisation à la Faculté des Sciences d'ORSAY.

Les études menées jusqu'à ce jour sont :

- Des études sur le processus d'ionisation dont il est question dans le rapport de Mr E. BARON.
- Des expériences sur les différents éléments.
- Des études sur le comportement des faisceaux électroniques et ioniques.

Description de l'ensemble expérimental :

La figure 1 est un schéma de l'implantation générale du banc d'étude. On y voit le solénoïde de 100 cm de longueur donnant une induction maximale de 8 KG, une pompe cryogénique permettant d'obtenir un vide limite de  $10^{-9}$  Torr sur une première enceinte sur laquelle sont fixés entre autres :

- le canon à électrons
- les connexions aux différents tubes de glissement
- l'entrée de gaz,

Une pompe à diffusion sur la deuxième enceinte contenant :

- le collecteur d'électrons
- l'extracteur d'ions
- et plus tard un élément focalisant le faisceau d'ions avant son analyse magnétique.

Les tubes de glissements sont en cours de montage.

Ils sont isolés les uns des autres par de minces feuilles de mica. L'ensemble est centré dans le tube du solénoïde par des

CANON A ELECTRONS

2<sup>ème</sup> ENCEINTE

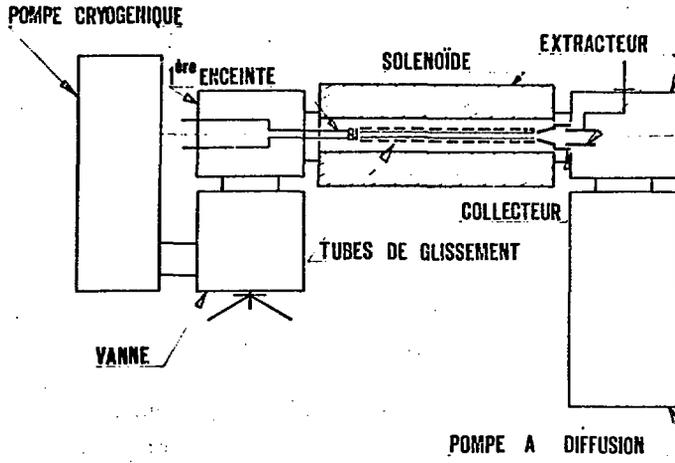


Figure 1

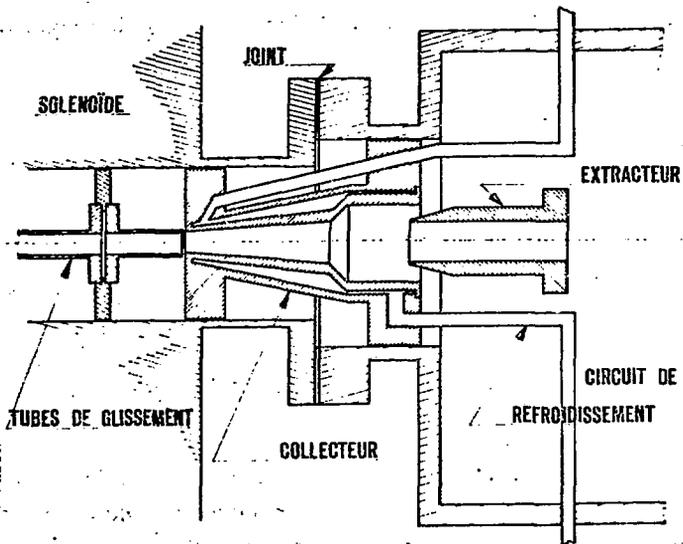


Figure 2

rondelles de stumatite, l'usinage des pièces est fait au 1/100 mm de sorte à assurer un parfait alignement de l'ensemble.

Les connections et les filaments d'étuvage passent dans les rondelles de stumatite et arrivent sur les connecteurs de la première enceinte, le potentiomètre de distribution des potentiels étant extérieur.

La figure n° 2 montre l'ensemble collecteur-extracteur d'ions. Le collecteur a été prévu violemment refroidi, la puissance à dissiper étant pour un régime continu du canon de 5 kw dans une première étape et 20 kw ultérieurement.

Nous avons par ailleurs fait des essais de conduite avec le faisceau électronique dans le solénoïde, ce qui nous a permis de constater la nécessité d'avoir un axe magnétique rigoureusement confondu avec l'axe de source.

Les problèmes d'ultravide ont été abordés avec soin tout particulièrement l'étuvage de la source, car la conductance de celle-ci est extrêmement réduite et un vide limite en tous points inférieur à  $10^{-8}$  Torr ne peut-être obtenu que par l'action conjuguée d'un étuvage prolongé et du pompage important du faisceau électronique.

Un flux gazeux variable de  $10^{-6}$  U/s a été obtenu avec une précision de l'ordre de 5% au moyen d'une injection différentielle utilisant la conductance étalon formée par le tube d'amenée du gaz à la source.

### Comportement des électrons et des ions

Un programme de calcul de trajectoire de particules chargées a été mis au point afin :

- de connaître les fluctuations d'enveloppe du faisceau électronique dans les tubes de glissement et dans le champ de fuite du solénoïde près du champ de Brillouin.
- d'étudier la forme la mieux adaptée du collecteur d'électrons.
- d'estimer, par imbrication des faisceaux ioniques et électronique l'émission du faisceau ionique ainsi que les facteurs qui l'améliorent.

Ce programme est une extension de programme de P. Tanguy qui étudie le mouvement d'un grand nombre de particules soumises à l'action de la charge d'espace, principalement dans des cas simples

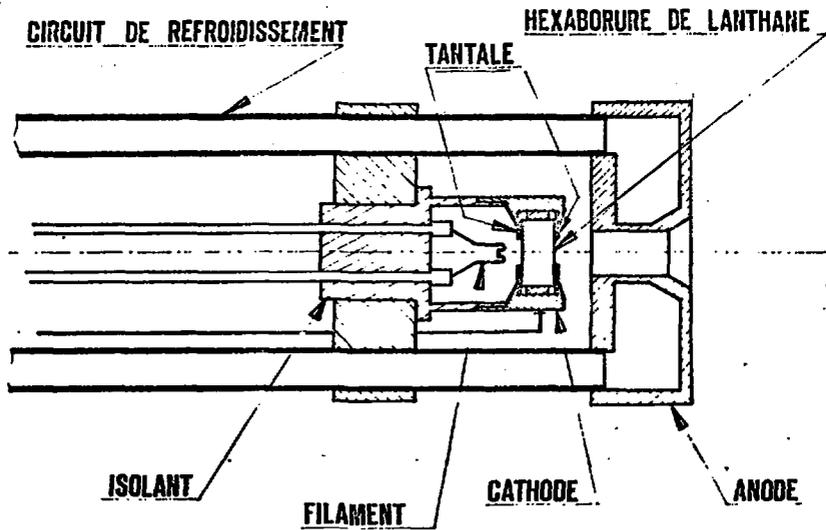


Figure 3

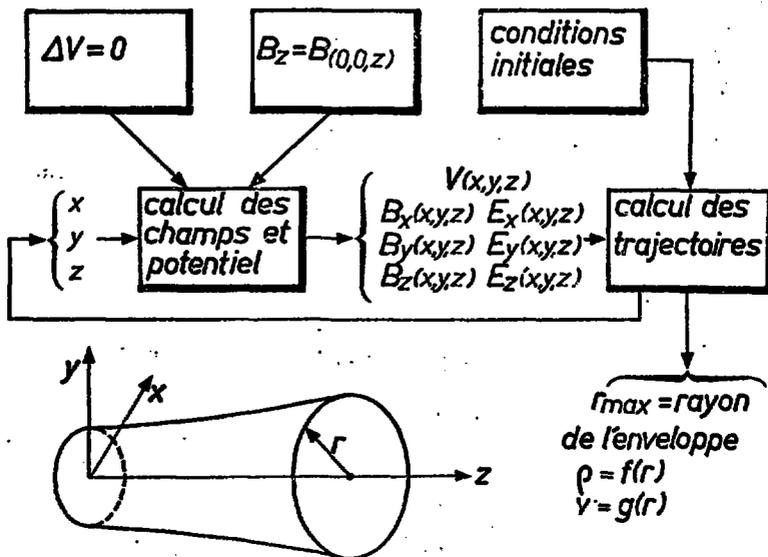


Figure 4

Cette extension (fig. 4) permet à partir d'une carte de potentiel donnée par un programme de résolution de l'équation de Laplace et d'une courbe d'induction sur l'axe du solénoïde de calculer très précisément en tous points potentiel, induction et composantes des champs suivant les 3 dimensions.

Les trajectoires des 200 macroparticules représentatives du faisceau sont hélicoïdales. Leur tracé précis n'est possible qu'en intégrant au plus tous les 1/8 mm le système différentiel.

La figure 5 montre un exemple typique de la forme de l'enveloppe dans le dernier tiers de notre solénoïde. Nos calculs sont en accord avec ceux de Brillouin et Brewer concernant les faisceaux confinés magnétiquement lorsque l'on ne s'écarte pas des hypothèses de ces calculs.

### Expériences et résultats

Les expériences ont eu pour but de mettre au point les différents éléments de source.

Nos efforts ont porté principalement sur le canon à électrons dont la fig. 3 est un schéma. Ce canon est largement inspiré du canon de Doñetz. Il est immergé dans le champ magnétique ou solénoïde. Le choix du matériau cathodique ( $La B_6$ ) est quasi imposé par le désir d'une émissivité élevée pour une puissance de bombardement raisonnable, et par l'aptitude à supporter des entrées d'air répétées.

La cathode est un cylindre de 10 mm de diamètre d'épaisseur 4 mm maintenue entre 2 clips en tantale, elle est diaphragmée côté anode par un 3e disque en tantale d'ouverture 5 mm. A 2 mm de la cathode se trouve l'anode percée d'un trou de diamètre 6,5 mm. De l'autre côté, on distingue le filament en tungstène permettant le chauffage par bombardement de la cathode. La puissance de chauffage requise pour obtenir une température cathodique de 1750° C environ est de 300 W.

On obtient actuellement 1 A d'électrons sous 5 kV, soit une densité électronique de 5A/cm<sup>2</sup> suffisante pour faire les premières manipulations sur le faisceau ionique pendant une étude plus approfondie tant pratique que théorique de ce type de canon.

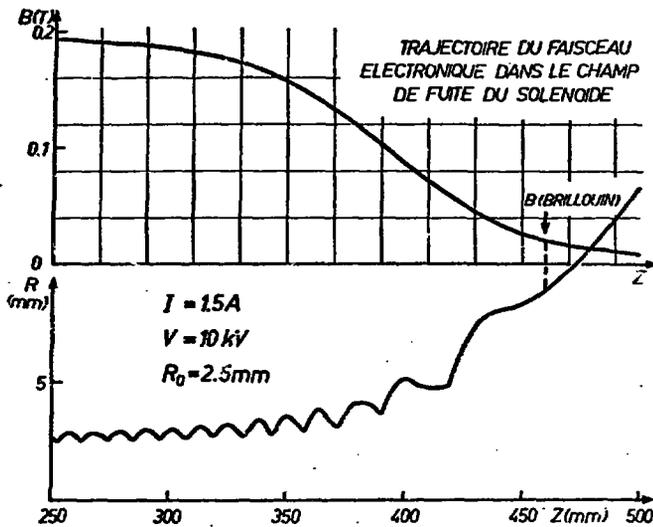


Figure 5

### BIBLIOGRAPHIE

- Tanguy - Etude des effets de charge d'espace dans des faisceaux à densité non uniforme  
Rapport CERN MPS/Int. UN 69-11 -(24-4-1969)
- Baron-Cabrespine Rapport de visite à Dubna  
Rapport interne IPN ORSAY
- Brillouin - A theorem of Larmor and its importance for electrons in magnetic fields  
Physical Review 67-7,8 Avril 1945 p260
- Brewer - Cylindrical electron stream in immersed flow.  
IRE Transaction on electron services - Avril 1957 p 134