

**Bilan des essais sur le canon FRECH1
et définition du canon FRECH2 de la source CRYEBIS**

I. Introduction

II. Description du canon FRECH1

1. Moyens de calcul
2. Résultats des calculs et trajectoires
3. Réalisation du canon

III. Banc d'essai et dispositif de mesure

1. Banc d'essai
2. Alimentation du canon
3. Autres alimentation
4. Beam-tester
5. Système collecteur
6. Amélioration des mesures

IV. Résultats

1. Difficultés rencontrées
2. Tenue en tension et pénétrance
3. Profil de faisceau et densité
4. Essais divers
5. Quelques enseignements donnés par les essais sur FRECH1

V. Description du canon FRECH2

1. Conditions particulières du fonctionnement sur CRYEBIS
2. Résultats des calculs et trajectoires
3. Réalisation

VI. Conclusions

31 Octobre 1976

Bilan des essais sur le canon
FRECH1 et définition du canon FRECH2 de la source
CRYEBIS

I. INTRODUCTION

Nous allons faire le bilan des manipulations actuellement effectuées sur un canon du type de celui de FROST (réf.1) qui a été réalisé au S.E.A. Ce canon FRECH1 (Frost échelle 1) à une cathode d'un diamètre de 18mm. Il a donné largement satisfaction, les tensions, courants, densités obtenus étant sensiblement conformes aux prévisions.

Intensité 2A (I_{\max} 2.6 A) ($p = 2,10^{-6}$ A.V^{-3/2})

Tension 10KV (V_{\max} 12.5KV)

Densité totale 250A/cm²

Densité au centre >500 A/cm²

Les conditions spécifiques de fonctionnement de la source CRYEBIS nous ont conduit à étudier et réaliser un canon homothétique de FRECH1, ayant une cathode de 36mm (échelle 2) percée en son centre de façon à permettre l'injection d'atomes neutres polarisés. Ce canon FRECH2 est présenté, les essais devant être effectués dans les mois qui viennent.

II. DESCRIPTION DU CANON FRECH1.

1. Moyens de calculs.

Le canon de Frost étant couvert par le secret militaire, seul le contour (fig. 1) est à peu près connu, à l'exclusion du champ magnétique nécessaire et de toute sa technologie. L'étude des trajectoires électroniques dans des champs électriques et magnétiques en régime de charge d'espace est effectué à l'aide du programme GUNELEC, adaptation sur ARIEL avec quelques améliorations du "SLAC electron optics program" de Stanford (réf.2). La détermination de la longueur de montée de champ et son positionnement par rapport à la cathode, sont faits à l'aide du programme IDEAL réalisé au laboratoire. Ce programme donne l'enveloppe d'un faisceau d'électrons évoluant dans un champ magnétique, mais issu d'une cathode placée à l'extérieur de celui-ci. Le calcul du blindage permettant la réalisation de cette montée de champ est effectué à l'aide du programme POISSON, adaptation sur l'UNIVAC du programme TRIM (réf.3).

2. Résultats des calculs de trajectoires (réf.4).

Ces résultats sont montrés sur les figures 2 et 3. On voit que l'on pouvait espérer une densité moyenne de l'ordre de $250\text{A}/\text{cm}^2$ avec une partie centrale \geq à $500\text{A}/\text{cm}^2$. La figure 4 montre la forme de blindage qui a été choisie pour obtenir le champ qui est utilisé fig. 3. La figure 5 montre le profil de ce champ (en unités normalisées). A la condition d'utiliser une petite bobine de correction au niveau de la cathode, ce champ peut garder le même profil jusqu'à 8500G. La valeur nominale choisie pour les calculs est de 5200G.

3. Réalisation du canon.

Les impératifs pour la réalisation de ce canon étaient les suivants :

- Mobilité de l'ensemble du canon par rapport au blindage, afin de trouver la position optimum du canon.

- Mobilité de la cathode par rapport à l'ensemble wehnelt -anode, le constructeur de la cathode en tungstène imprégné (Thomson-CSF) ne pouvant nous garantir la position géométrique de la surface cathodique par rapport à l'embase, à mieux que quelques dixièmes.

La fig. 6 montre le dessin du canon qui constitue un ensemble rigide avec son blindage. La cathode d'une part, l'ensemble du canon d'autre part, sont montés sur des plateaux mobiles par trois vis micrométriques (micro-contrôle). Le wehnelt et l'anode sont réalisés en molybdène, les isolants sont en céramique. Le blindage est en ARMCO ayant subi un cycle de température de façon à augmenter sa perméabilité pour les faibles champs (fig. 7 et 8). L'ensemble de ces éléments est montré sur les figures suivantes :

Fig. 9 : La cathode et le wehnelt

Fig. 10: Le blindage et l'anode

Fig. 11: Le canon moins l'anode sur son support.

III. BANCD'ESSAI ET DISPOSITIF DE MESURE.

1. Bancd'essai.

La figure 12 montre le schéma de principe du bancde mesure. Le canon et son support (A) est placé devant un solénoïde (B) fabriqué au laboratoire et pouvant atteindre plus de 6000G. La mesure est réalisée par une cage à fils se déplaçant dans les 3 directions (C). Le vide est assuré par deux pompes de la série Air Liquide CM (D et E) de diamètre 150 et 200 donnant respectivement des vitesses de pompage de 300 et 400 litres/s. L'autonomie en hélium est de quatre jours environs ; en azote liquide, elle est d'une journée et demi . Le vide limite que l'on peut obtenir après étuvage et trois semaines de fonctionnement sans ouverture est de 5.10^{-10} quand la cathode est froide et de 2.10^{-9} quand la cathode et le canon ont atteint leur température d'équilibre. La figure 13 montre une photo du bancd'essai.

2. Alimentation du canon.

Nous avons été amenés à réaliser et à utiliser deux systèmes différents.

a) Réalisation d'impulsions négatives de 10KV, d'une durée de 100ms, donnant un courant de 2A. Le système choisi est classique (fig.14a) : un générateur d'impulsions (Ribet-Desjardins) attaque un amplificateur donnant des impulsions positives de 2.5KV, polarisées négativement. Cet amplificateur est réalisé avec un tube QEL 535. Il sert à débloquer un vapotron TH 505 donnant les impulsions de 10KV-2A. On emploie un générateur d'impulsions à tubes de façon à résister aux effets dûs aux éventuelles décharges pouvant se produire au niveau du canon.

Du fait que par construction, l'anode du canon est à la masse, l'alimentation de 15KV ne peut être que flottante. L'inconvénient majeur de cette méthode réside dans le fait que la capacité parasite

de l'alimentation 15KV, qui est de 15.000pF, exclue toute possibilité d'impulsions rapides. Ce système est néanmoins suffisant pour des impulsions de l'ordre de 100ms. le temps de montée de l'impulsion est de 50 μ s et le temps de descente de 100 à 500 μ s suivant la valeur de la haute-tension, la capacité parasite se déchargeant par le courant canon. Un schéma simplifié du système est donné fig.14b.

b) Réalisation d'impulsions négatives de 10KV, d'une durée de 20 μ s donnant un courant de 2A.

Afin de ne pas être gêné par la dissipation de puissance sur le collecteur, nous avons été amenés à réaliser un système pouvant produire des impulsions de 10KV-2A dont la durée du plateau est de l'ordre de 5 μ s. Le front de montée est de 6 μ s, le front de descente de l'ordre de 8 μ s. Le système consiste (fig.15a) à court-circuiter à travers le canon, une forte capacité (20 μ F) chargée à 10KV, ceci à l'aide d'un tube 4PR60. Compte tenu de la durée de l'impulsion et de la valeur de la capacité, celle-ci n'a pas le temps de se décharger et tout se passe comme si une impulsion haute tension était appliquée au canon. La valeur de cette impulsion est égale à la valeur de la haute tension diminuée de la valeur de saturation du tube et de la perte due à la résistance de protection (400 Ω). Ce système permet de mettre le moins de la 15KV à la masse et donc de s'affranchir de sa capacité parasite. La seule capacité parasite restante est celle du canon (1500pF) et celle des cables de liaisons qui sont très courts, l'ensemble se trouvant placé à côté du canon. Seule l'alimentation de 15KV se trouve dans une cabine haute tension. L'ensemble du système est représenté de façon simplifiée sur la figure 15b.

3. Autres alimentations.

a) Alimentation du solénoïde de confinement.

Pour les faibles valeurs de champ, inférieures à 3500G, nous

utilisons 2 alimentations Rabine 15V-400A. Pour les valeurs plus élevées, nous prenons le groupe 800A-110volts du solénoïde de SILFEC, permettant d'obtenir les valeurs supérieures aux 5000G nécessaires. La figure 16 montre le champ sur l'axe du solénoïde sans blindage (A) et avec le blindage réalisé pour le canon (B).

b) Chauffage du filament.

C'est un chauffage alternatif 20KHz. Avec 7.1 volts 13A, on obtient sur la cathode une température de l'ordre de 1100°.

4. Beam-tester (fig.17).

Une cage de Faraday comprenant un diaphragme, deux fils de 1/10 de mm placés à 90° et un collecteur refroidi, est placée à l'extrémité d'une canne mobile dans les trois directions à l'aide de platines micrométriques (micro-contrôle). L'étude de la répartition spatiale du faisceau est faite à l'aide des deux fils (fig.18). On peut se soustraire du bruit parasite en polarisant les fils par rapport au collecteur (fig.19). La mesure est faite aux bornes d'une résistance à l'aide d'un oscilloscope Tektronix 4 voies type 555.

5. Système collecteur (fig.20).

Afin de pouvoir monter en puissance sur le canon, un dispositif comportant 5 électrodes auto-polarisées et un collecteur massif a été réalisé et utilisé pour les essais jusqu'à 12.5KV. La cage de Faraday était polarisée par une alimentation variable de 100 à 800 volts, la mesure étant faite au travers d'un shunt de 10 Ω sur l'oscilloscope (fig.21).

6. Amélioration des mesures.

L'enregistrement manuel de l'amplitude des signaux apparaissant sur l'oscilloscope étant long et fastidieux, un dispositif permettant l'enregistrement du déplacement et de la valeur crête du signal arrivant sur le fil est actuellement à l'essai et semble donner satisfaction. On obtient directement sur un enregistreur X-Y la forme du signal reçu sur le fil de mesure, en fonction de la position du fil.

IV. RESULTATS.

1. Difficultés rencontrées

A l'aide du beam-tester comme à l'aide du système collecteur nous nous sommes heurtés à deux écueils :

a) Le vide.

La forte densité de courant est responsable d'une part de la destruction rapide des fils du beam-tester, d'autre part de la détérioration du vide à cause de la dissipation de puissance sur le point d'impact du faisceau que ce soit -sur le beam-tester même si la cage est refroidie ou : -sur le collecteur même si le faisceau électronique est défocalisé dans la chute de champ du solénoïde.

La proximité du canon et de la zone d'impact semble se traduire par une montée de la pression dans l'intervalle cathode-anode, celle-ci amenant à partir d'une certaine valeur à un flash entre les 2 électrodes. Cette dissipation s'aggravant avec la montée en tension, il n'a pas été possible avec les pulses de 100ms de dépasser 4.5KV avec le beam-tester.

Cet écueil a été levé par la réalisation de l'alimentation pulsée (infra III.2.6.) qui délivre des pulses de durée 1000 fois infé-

rière ($\sim 10\mu s$). Le vide compris entre 10^{-9} et $5 \cdot 10^{-10}$ se détériore jusqu'à $2 \cdot 10^{-9}$ quand le canon et son dispositif support ont atteint leur température d'équilibre. Chaque pulse entraîne un battement du vide. Quelque soient la tension et la durée du pulse, le vide ne peut dépasser $4 \cdot 10^{-8}$ dans l'enceinte durant le pulse. Au delà, il y a un flash dans le canon.

b) Emission d'électrons secondaires et ionisation du gaz résiduel.

La polarisation des différents systèmes collecteurs a posé un problème important du fait de l'existence, d'une part d'une ionisation du gaz résiduel, d'autre part de l'émission d'électrons secondaires. La figure 19 montre la polarisation employée pour une mesure du diamètre du faisceau. La figure 21 montre le schéma correspondant pour la mesure de la pervéance du canon*. La polarisation de la cage est variée progressivement de +100 à +800v en suivant la montée de la tension du canon.

c) Problèmes de géométrie.

Un examen attentif des divers composants du canon après démontage a mis en évidence une zone privilégiée de flash due à une mauvaise géométrie du cône support de l'ensemble wehnelt -anode. Après modification, la tenue en tension était réalisée jusqu'à 12.5KV.

2. Tenue en tension et pervéance.

Ces mesures ont été faites, avec le beam-tester jusqu'à 4,5KV, avec le système collecteur au-delà. Le tableau I donne les courants mesurés et la pervéance calculées à partir de ces valeurs, jusqu'à 12.5KV, le montage étant celui de la figure 21. La figure 22 donne

*La pervéance p est définie par la loi $I=pV^{3/2}$ (voir réf. 4).

les courbes correspondantes.

Ces résultats appellent plusieurs remarques :

- La fluctuation de pervéance est liée essentiellement à l'imprécision de la lecture sur l'oscilloscope du courant électronique recueilli et de la tension.

- La valeur de la pervéance pour 12.5KV est faible, cela semble lié à un défaut de mesure par défaut de polarisation du collecteur. La valeur de 800v étant alors insuffisante. Un contrôle du courant

V _y	I _A	P 10 ⁻⁶
2000	0.19	2.12
3000	0.36	2.19
4000	0.53	2.1
5000	0.7	1.98
6000	0.9	1.94
7000	1.15	1.96
8000	1.4	1.96
10000	2	2
12500	2.6	1.86

Tableau I

débité par l'alimentation semble vérifier ce fait puisque le courant débité est alors de 2.8A.

- En acceptant néanmoins l'ensemble de ces valeurs, on trouve une pervéance $p = (2.03 \pm 0.16) 10^{-6}$:

Cette valeur est conforme aux résultats théoriques puisque les calculs donnaient une valeur comprise en $1.8 \cdot 10^{-6}$ et $2.2 \cdot 10^{-6}$ suivant la position à chaud de la cathode qui n'est pas accessible.

3. Profil du faisceau et densité.

La figure 23a montre le profil de ce faisceau ici pour 1.5KV et 2500G. Ce profil a été observé jusqu'à 4.5KV avec les pulses de 100ms. Au delà, il y avait destruction des fils de tungstène, l'étude a donc été faite avec l'alimentation à pulses $\leq 20\mu s$. La fig. 23b montre le profil à 10KV-2.06A et 5800G, mais il faut dans ce cas, un léger champ compensateur sur la cathode. Sur la figure 23, on peut remarquer que la valeur à mi-hauteur est de 0.6mm de diamètre, la largeur totale étant ~ 1 mm. Mais il faut remarquer que le fil de mesure faisant 1/10mm la largeur réelle n'est que de 1mm.

Le dispositif de mesure à fil qui reçoit l'ensemble du faisceau dans une direction, ne rend pas directement accessible la valeur de la densité. Nous avons donc été amené à écrire le programme DENSIT (Ref.5) qui, partant du profil mesuré permet le calcul de la densité. Ce résultat, ainsi que le pourcentage de faisceau se trouvant dans le diamètre considéré, est donné fig. 24 pour 10KV et 2A. On voit que le résultat obtenu, $560A/cm^2$ est inférieur aux $1000A/cm^2$ donné par le calcul (fig.3). Si l'on veut trouver une explication à cette différence, on est amené à incriminer soit la position du canon par rapport à la montée de champ, soit un champ résiduel sur la cathode. Un déplacement de $\pm 5/10$ par rapport à la position théorique entraîne au niveau du calcul une variation inférieure à 17% sur la densité contenue dans un diamètre de 0,5 mm (qui devrait contenir 87% du faisceau). Si par contre, on fait varier progressivement le champ sur la cathode, on voit fig. 25a qu'un champ de 3 gauss permet de justifier la perte de densité. Un champ résiduel sur la cathode (ou une partie de celle-ci) est donc la cause la plus probable; cette hypothèse pourra être vérifiée lors d'un démontage complet du canon. Une correction à l'aide de μ métal pourrait alors être envisagée.

Remarque importante

N'oublions pas que ces densités sont obtenues à la sortie du solénoïde de compression du canon. Dans une source du type de CRYEBIS il existe une post-compression, le rapport des densités du faisceau électronique dans la source et à la sortie du canon étant dans le rapport des champs magnétiques.

$$\frac{J_{source}}{J_{canon}} = \frac{B_{source}}{B_{canon}}$$

Ce rapport étant de l'ordre de 6, on voit que la zone des 2 000A/cm² est maintenant dans le domaine du possible.

4. Essais divers.

a) Déplacement du canon.

La position initiale théorique du canon est celle qui correspond à l'anode en butée contre le blindage (position A). L'ensemble du canon est ensuite reculé de 0.1mm (position B). Pour chacune de ces positions, on fait varier le champ magnétique et l'on enregistre radialement. La figure 26 montre l'évolution du diamètre à mi-hauteur en fonction du champ magnétique, ici pour une tension de 1.5KV et une intensité de 0.125A. On voit que la position en butée (A) est favorable. Il aurait été intéressant d'essayer une position au-delà de A. Cela peut être envisagé soit en réduisant à moins de 1mm, l'épaisseur de l'anode, soit en cherchant une forme de blindage plus favorable de ce point de vue.

b) Champ sur la cathode.

Le champ obtenu (fig. 5) nécessite une légère correction au niveau de la cathode à l'aide d'une petite bobine (fig. 6). Au niveau du

calcul, on trouve qu'une correction de 37A.T permet d'obtenir un champ inférieur à 1G sur toute la surface de la cathode. Pratiquement, le meilleur résultat a été obtenu pour 10KV à l'aide de 24 A.T, c'est-à-dire une correction de l'ordre de 6G au niveau de la cathode.

Si l'on applique de l'ordre de 200A.T le champ sur la cathode devient tel que l'on peut observer un élargissement de 50% du diamètre du faisceau.

Remarque.

Le champ sur la cathode est donc un moyen simple de jouer sur la densité de faisceau, soit de façon continue pour obtenir une densité voulue, soit de façon pulsée pendant le temps de confinement pour faire évoluer la densité et la profondeur du puits de potentiel.

c) Centrage du faisceau.

La figure 25b montre le percement de feuilles minces d'aluminium par le faisceau. On voit que celui-ci est parfaitement centré dans le solénoïde. Par contre, dans le champ de fuite, il y a apparition d'un décentrage de l'ordre de 5/10 ce qui est largement tolérable par la structure de la source.

5. Quelques enseignements donnés par les essais sur FRECH1.

L'ensemble des essais sur le banc de mesure permet de tirer un certain nombre de conclusions et d'enseignements pour la réalisation du canon pour la source CRYEBIS.

a) la mesure du profil de faisceau montre que l'on peut faire confiance aux programmes de calculs quant aux diamètres auxquels on doit s'attendre.

b) Le canon prototype réalisé n'a pas posé de problèmes insurmontables quant à la technologie. La cathode réalisée par Thomson-CSF a fonctionné durant l'année, sans problèmes, et a subi à ce jour 10 entrées d'air sans dommage, toute pollution de la surface cathodique ayant été éliminée après une surchauffe de 20% pendant une dizaine d'heures .

c) Les problèmes de centrage et de positionnement, éléments primordiaux du bon fonctionnement du canon, sont correctement réglés à

l'aide du dispositif à deux plateaux et vis micrométriques.

d) L'inspection des pièces lors d'un démontage a mis en évidence une élévation importante de la température des systèmes supports, aussi semble-t-il important qu'un refroidissement des divers éléments soit réalisé pour éviter des dilations parasites et des dégazages.

e) La forme du champ magnétique n'a pas donné entièrement satisfaction d'une part à cause d'une trop forte saturation du blindage (entraînant probablement un champ résiduel sur la cathode), d'autre part parce que sa forme ne permettait pas l'exploration vers l'avant. Cette situation n'existera plus sur le canon FRECH 2 (échelle 2) où le champ magnétique est deux fois moins intense et où un déplacement vers l'avant de plusieurs mm est prévu.

f) Il aurait été intéressant d'avoir l'anode isolée et non à la masse, de façon à pouvoir étudier les signaux parasites ou les pertes éventuelles. Cette possibilité existera sur le canon FRECH2.

g) L'essai en pulses long ou en continu est impossible, du fait de la dissipation de puissance sur le dispositif collecteur. Des essais de décélération de ce faisceau doivent être réalisés de façon à permettre le fonctionnement en continu.

h) Le canon FRECH1 va être utilisé sur la source SILFEC2. Pour cela, le solénoïde d'essai ($\phi=80\text{mm}$) est remplacé par un solénoïde Tekelec ($\phi = 120\text{mm}$). Les calculs à l'aide du programme POISSON montrent qu'il doit y avoir peu de modifications du champ sur l'axe. Des essais du faisceau électronique dans ces conditions sont actuellement en cours.

V. DESCRIPTION DU CANON FRECH2.

1. Conditions particulières du fonctionnement sur CRYEBIS.

a) La source CRYEBIS devant fonctionner pour des protons polarisés et des atomes légers, l'injection des atomes polarisés au travers de la cathode est une condition imposée.

b) Le fait de fonctionner en liaison avec un accélérateur à faible taux de répétition (1 cycle par seconde) rend le problème de la densité beaucoup moins draconien puisque le temps d'ionisation peut être prolongé.

c) On veut sur la source CRYEBIS, obtenir des ions entièrement épluchés, Ne^{10+} et peut être Fe^{26+} , ceci impose de choisir un canon ayant des possibilités d'évoluer vers des tensions plus élevées ($\geq 20KV$).

L'ensemble des conditions particulières précédentes nous ont conduit au choix d'un canon à l'échelle 2, ayant une cathode de diamètre 36mm percée d'un trou de diamètre 6mm permettant le passage du jet d'atomes. C'est ce canon FRECH2 que nous allons maintenant décrire succinctement.

2. Résultats des calculs et trajectoires.

A la condition d'avoir un champ magnétique 2 fois plus faible et une montée de champ 2 fois plus longue, les résultats des trajectoires doivent être homothétiques, mais il faut vérifier que le trou de 6mm introduit peu de perturbations. Les fig. 27a. et 27b. montre que les trajectoires centrales (donc de faible intensité) sont les seules perturbées, la grande majorité du faisceau restant comprise dans un diamètre de 2mm.

La réalisation d'un champ magnétique de 2600G avec une montée de champ de 2cm ne pose aucun problème. La forme du blindage et les lignes de champ correspondantes sont montrées fig. 28, le profil du champ étant donné fig. 29.

3. Réalisation.

La figure 30 montre le canon FRECH2 et son système de réglage. Dans son principe, l'ensemble des idées génératrices de FRECH1 ont été conservées.

- Les améliorations ont portées sur le refroidissement : le porte_cathode d'une part, le porte-anode d'autre part ont des refroidissements indépendants; la paroi extérieure est, par ailleurs, refroidie sous la bobine de correction.

- Afin de tenir compte des conditions de montage de CRYEBIS, le canon FRECH2 est démontable par l'arrière et non par l'avant comme FRECH1.

- L'ensemble du canon et de son solénoïde de compression forme un ensemble monobloc qui, après essai sur le ban de mesure sera monté tel quel sur CRYEBIS.

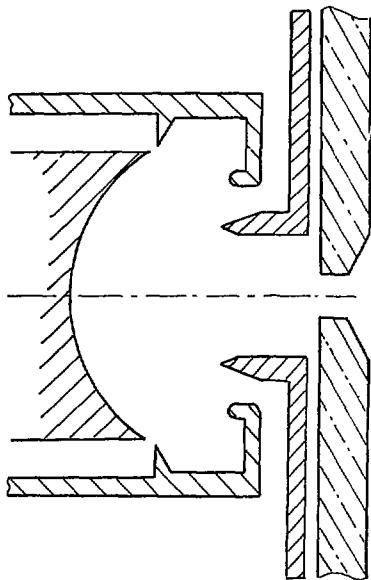
Ce canon est actuellement en cours de montage, les essais qui vont avoir lieu ces prochains mois vont d'une part, porter sur les caractéristiques du faisceau, d'autre part, sur la décélération permettant ainsi de réaliser les essais en continu du canon.

VI. CONCLUSIONS.

Les essais sur le canon FRECH1 ont permis d'une part de vérifier la validité des calculs, d'autre part de lever l'hypothèque "technologique" : Un canon de forte densité est réalisable avec les moyens du laboratoire. Le canon FRECH2 spécialement adapté à la source CRVEBIS pour Saturne II doit permettre de montrer que le fonctionnement en continu d'un tel canon est possible, ce qui ouvrirait complètement la perspective d'adaptation d'une telle source sur un accélérateur à pulsation rapide, cyclotron, synchrocyclotron ou accélérateur linéaire.

REFERENCES

1. R. Frost, O. Purl, Watkins Johnson Co.
Palo Alto California. N° AF 33 (616) 6441 (1962)
2. W.B. Herrmansfeld Electron Trajectory Programm
SLAC report n°166
3. Conférence on magnet technology Stanford 1965
- Winslow p 170
- Colonias and Durst p 188
4. Ch. Goldstein, M. Ulrich, Etat actuel des études
sur les canons à électrons . (juin 1975)
5. Ch. Goldstein Programme DENSIT : Calcul de la densité en tous points
d'un faisceau à partir de la mesure sur un fil
(note interne).



éch.: 3,6

Fig.1

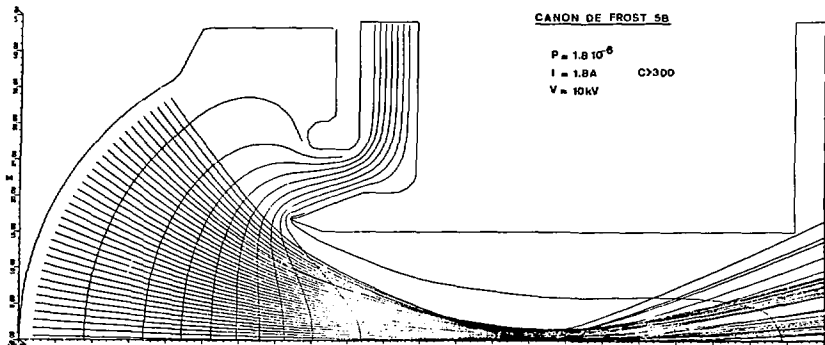


Fig. 2

Compression électrostatique seule

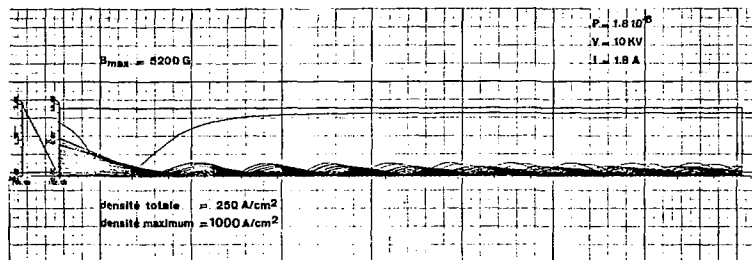
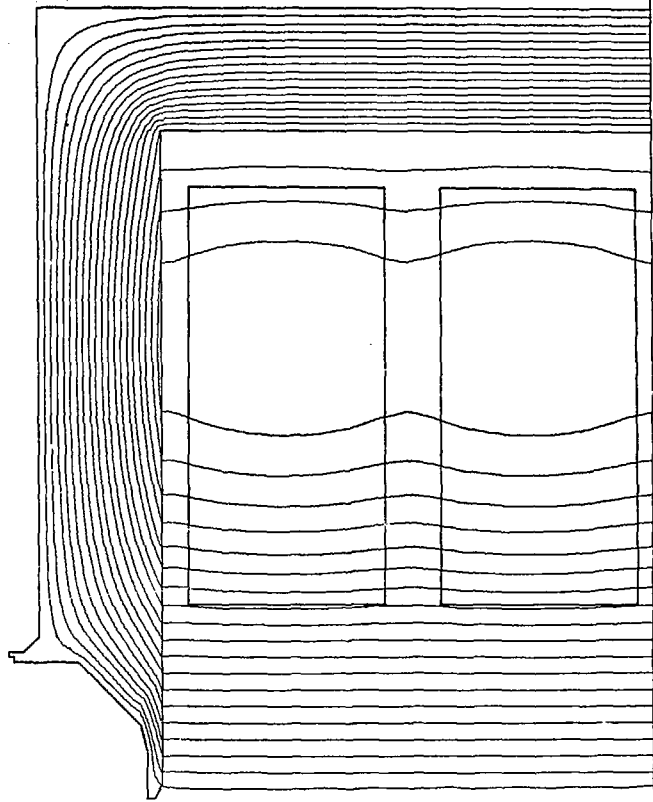


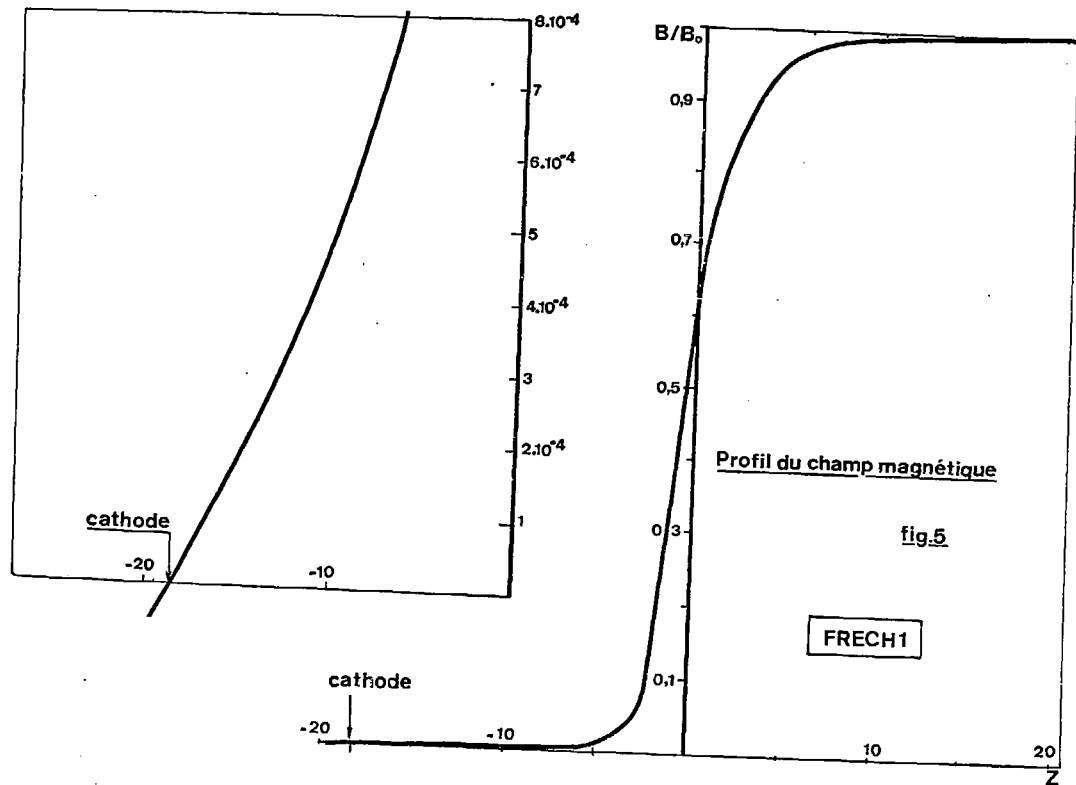
Fig. 3

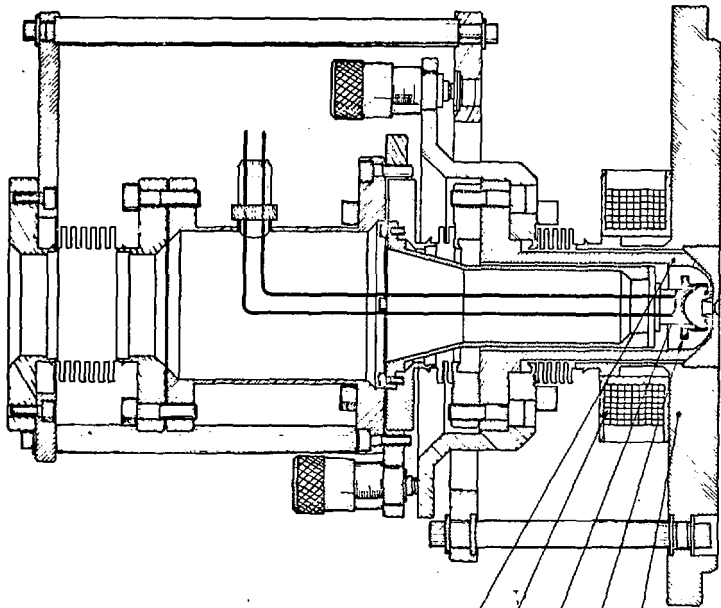
Influence du champ magnétique

Blindage de FRECH1

Fig.4







- 1. Blindage
- 2. Wehnelt
- 3. Cathode
- 4. Bobines de correction
- 5. Anode



Fig.6

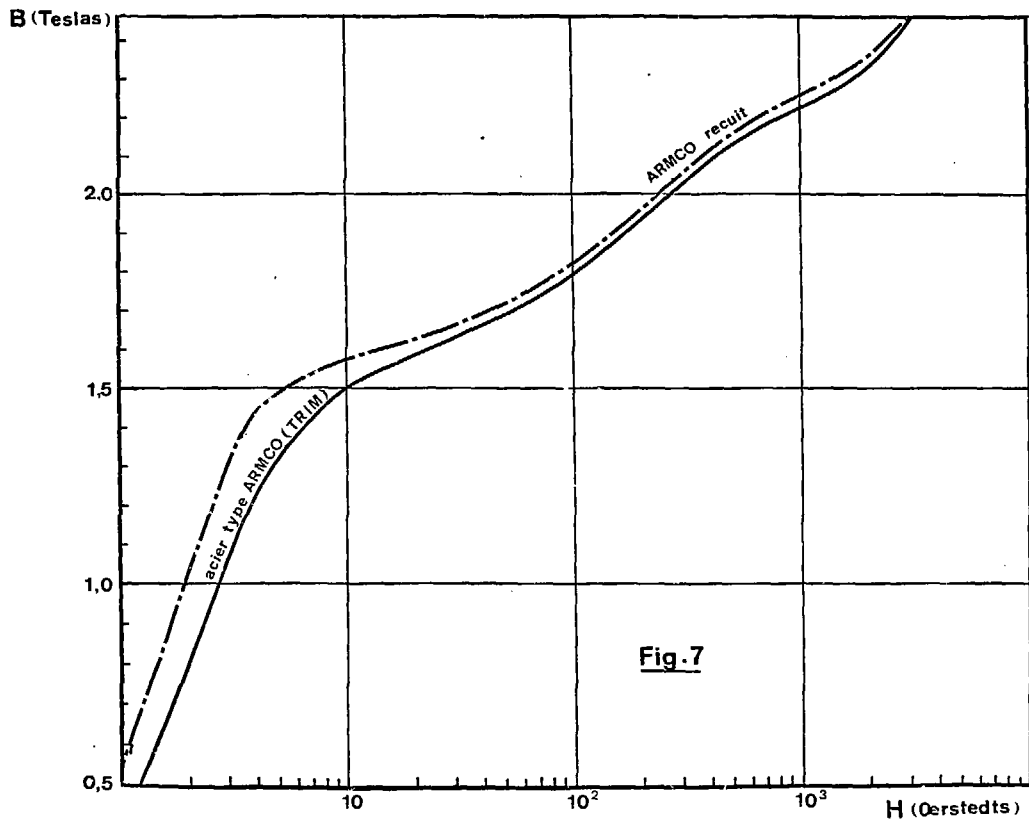


Fig.7

Degrés C.

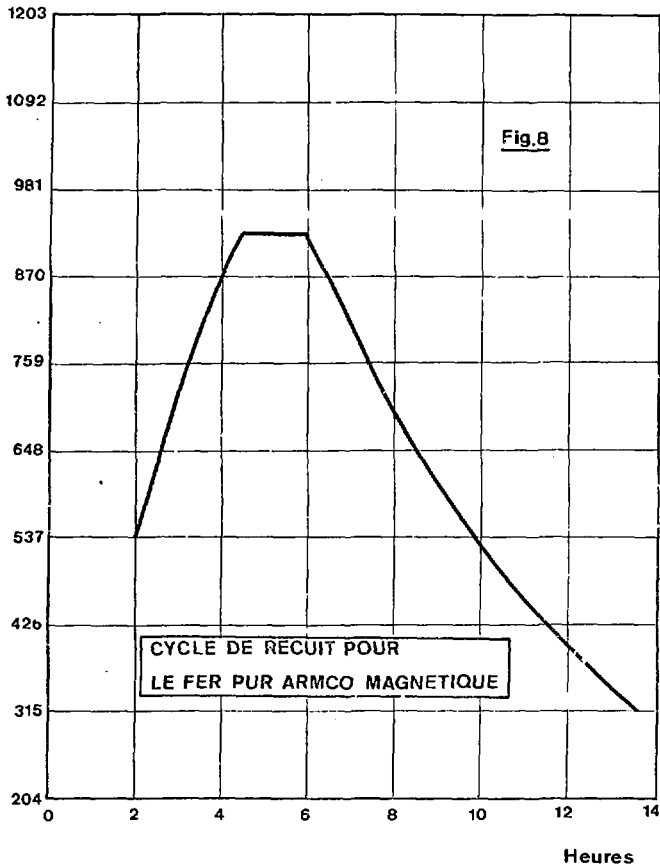




fig. 9



fig. 10

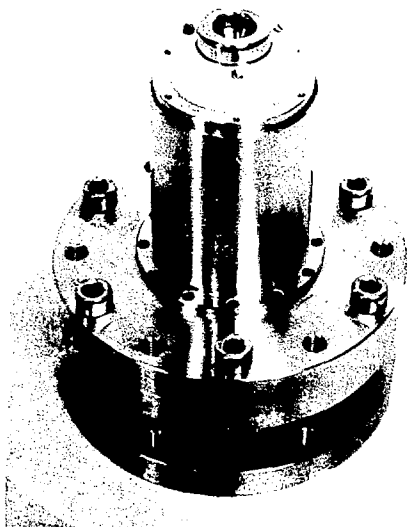
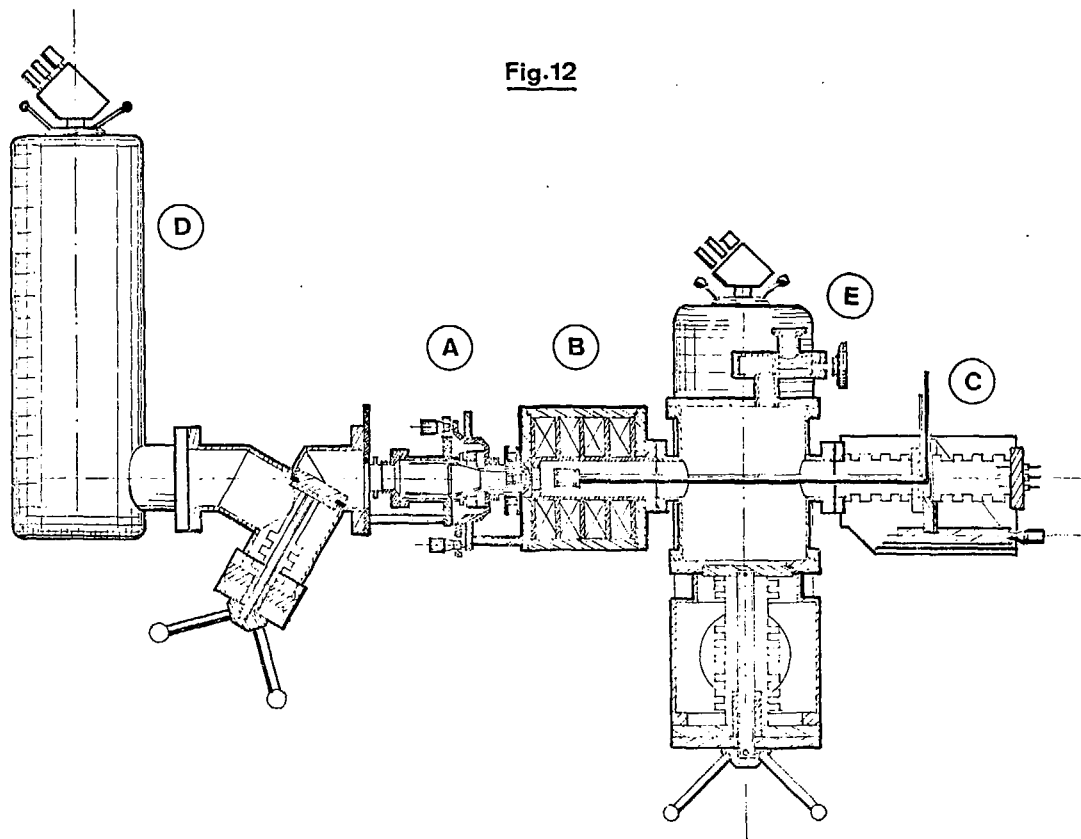


fig. 11

Fig.12



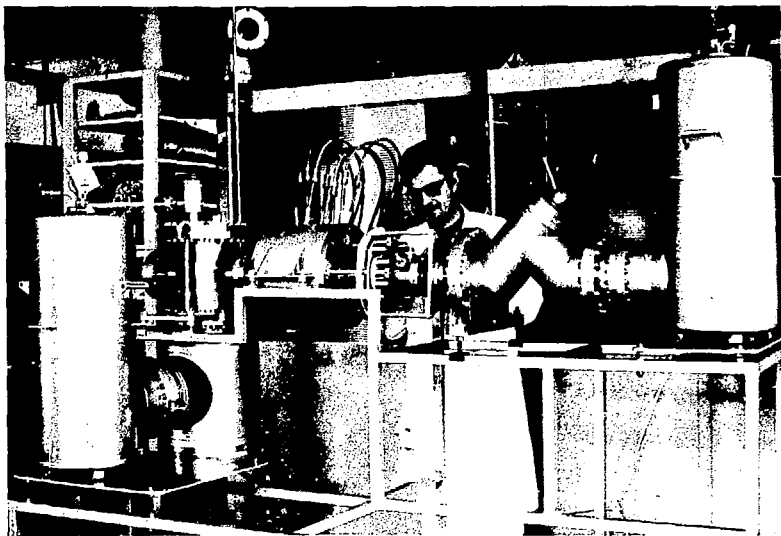


fig. 13

Schéma de principe: Impulsions 100 ms

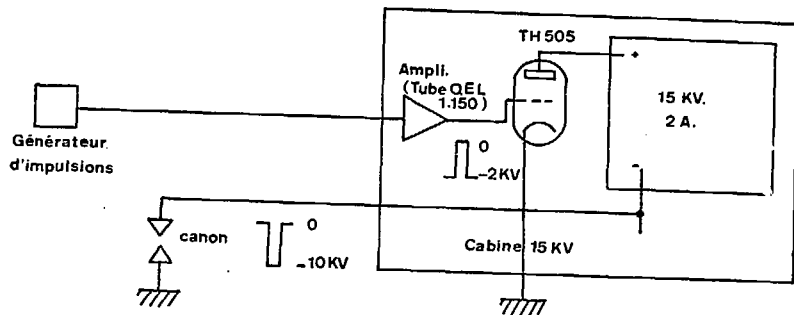


Fig.14 a

Cabine 15 KV

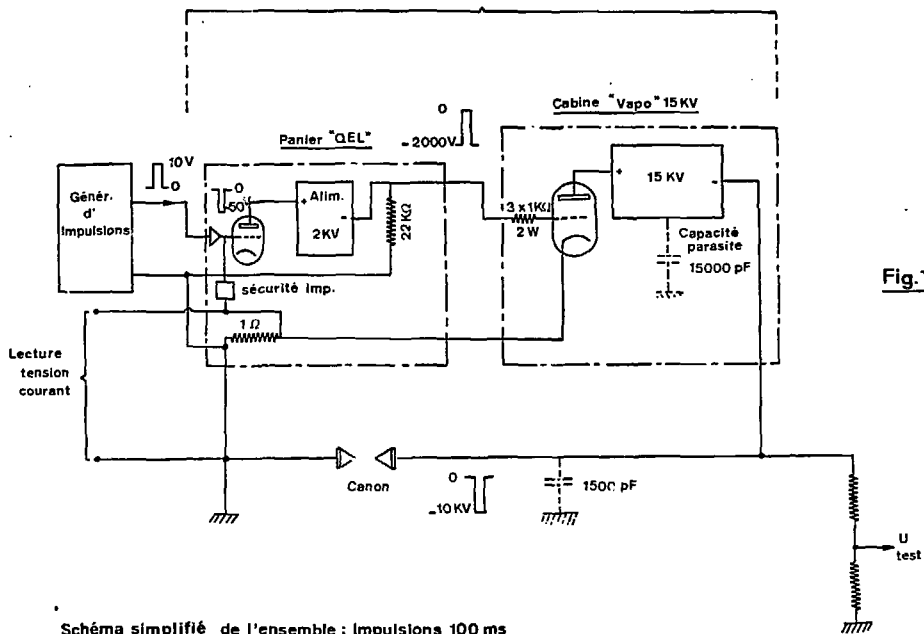


Fig.14 b

Schéma simplifié de l'ensemble : impulsions 100 ms

Schéma de principe : Impulsions 5 μ s

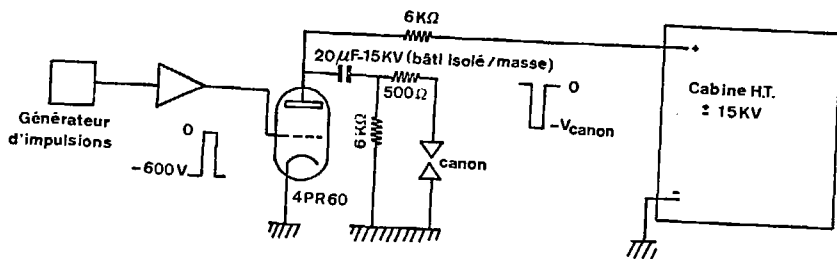


Fig. 15a

Fig. 15 B

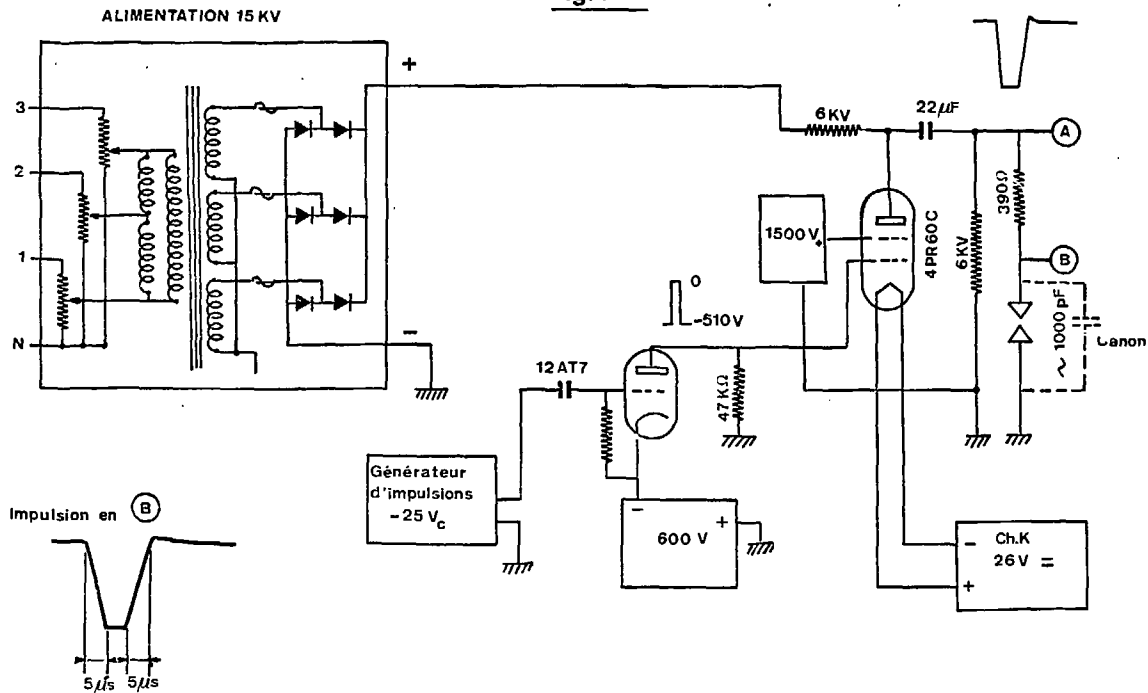


Schéma simplifié de l'ensemble: Impulsions 5 μ s

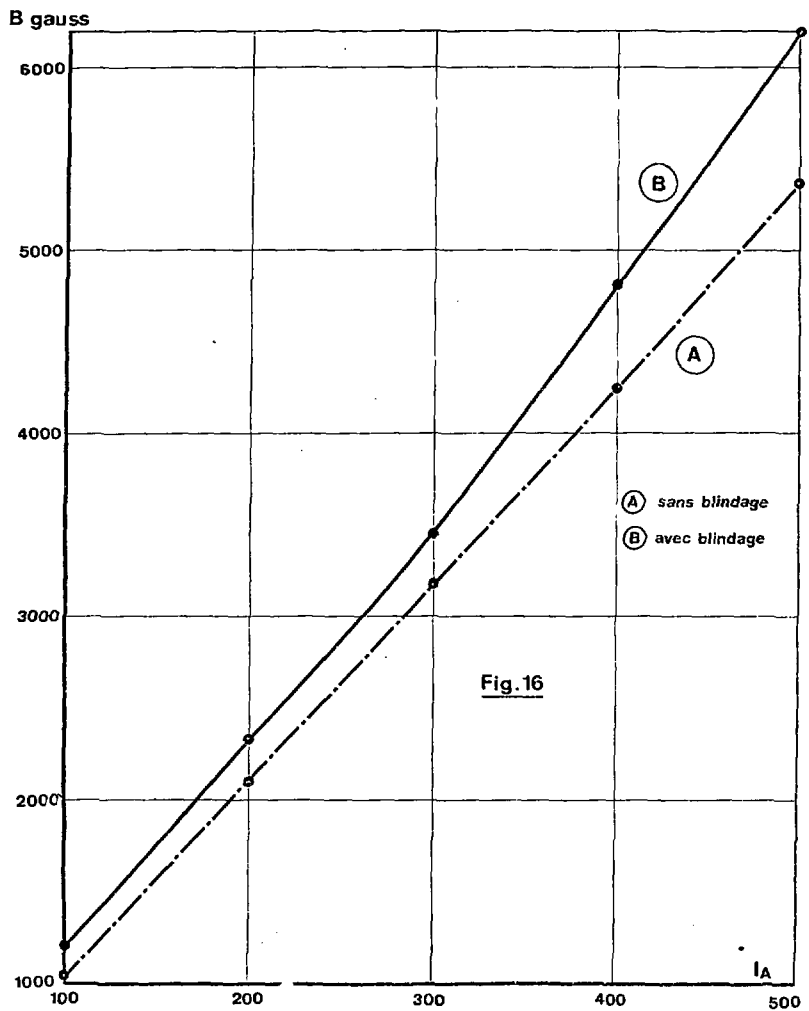


Fig. 16

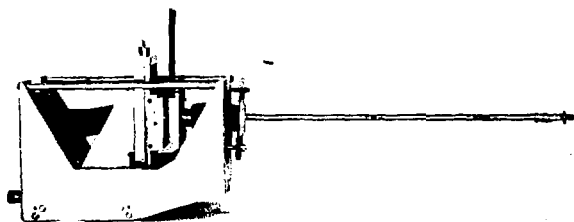


fig. 17

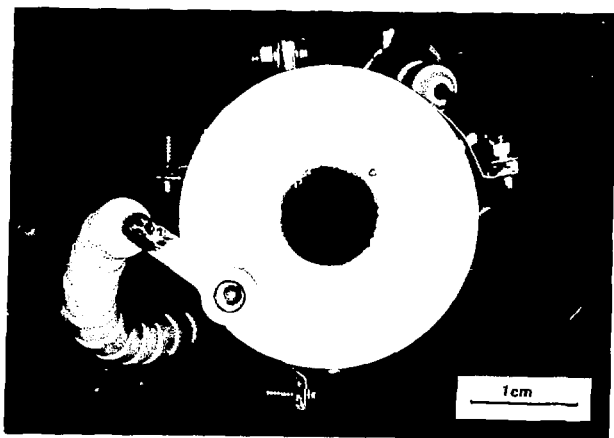
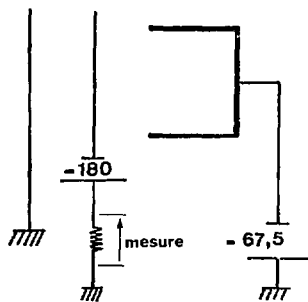


fig. 18



Polarisation de la cage de Faraday

Fig. 19

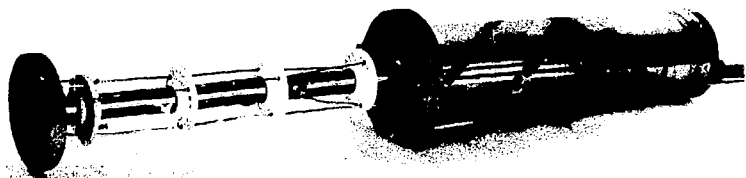
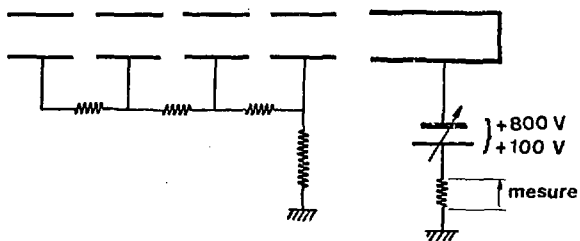
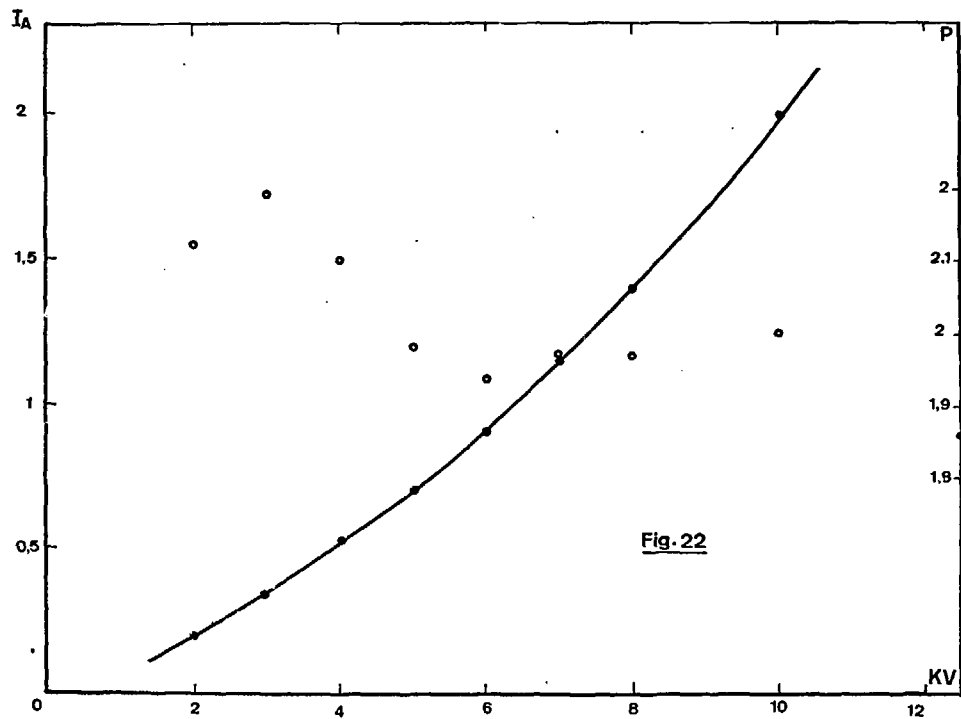


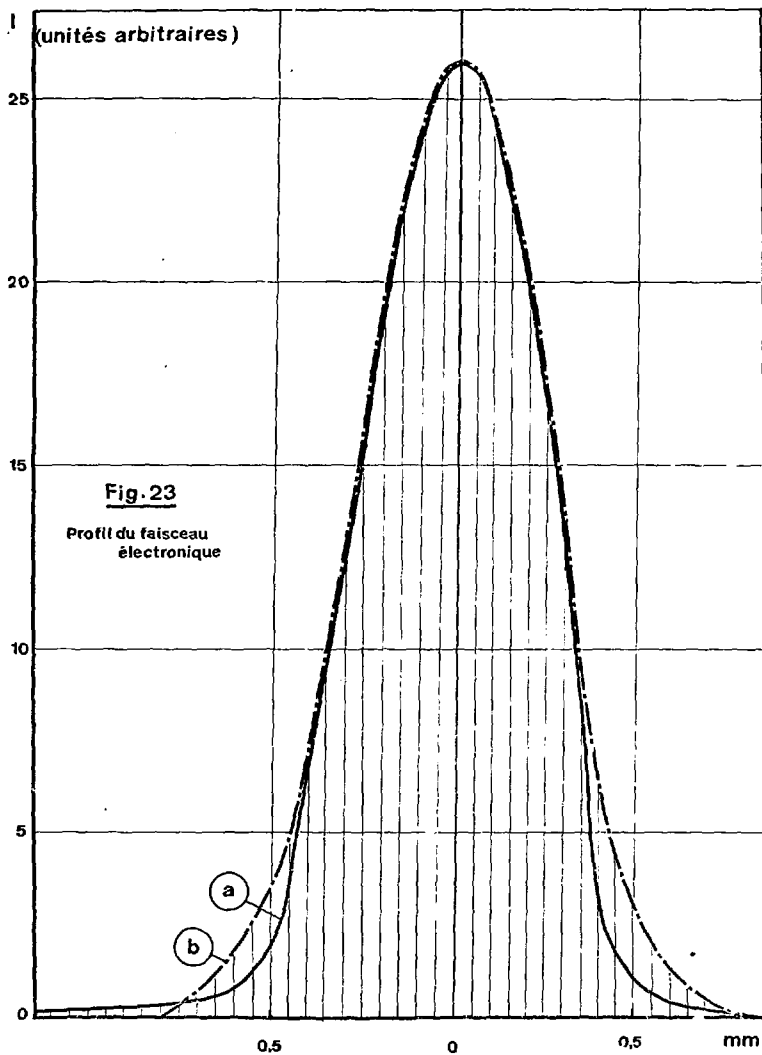
fig. 20

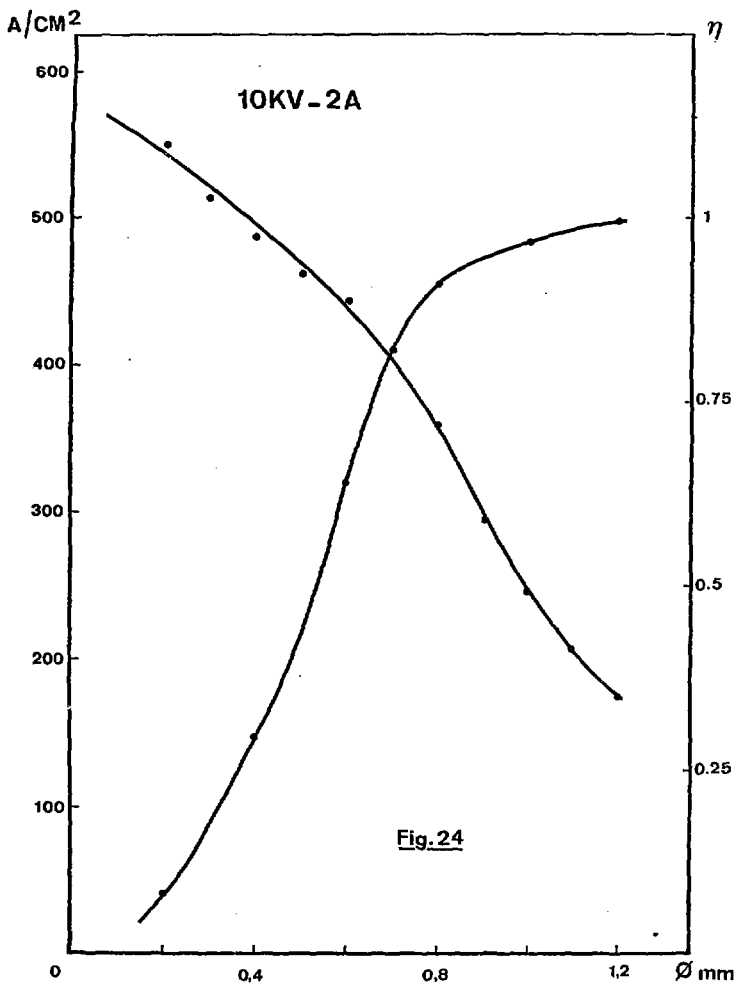


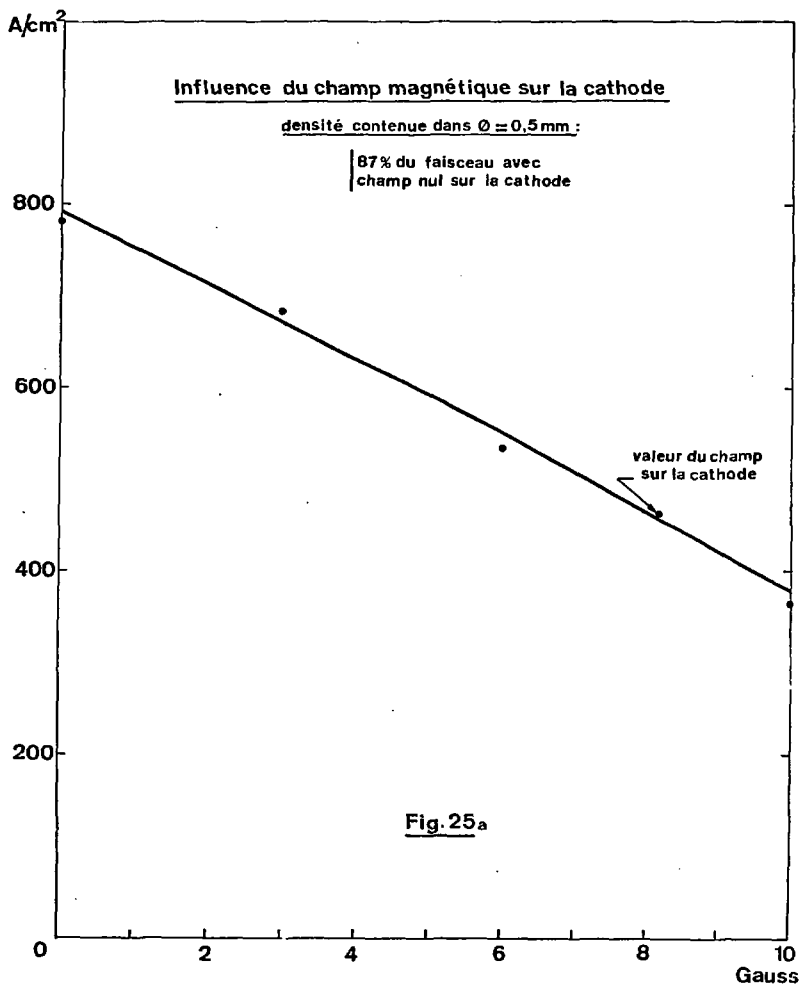
Polarisation du système collecteur

Fig.21

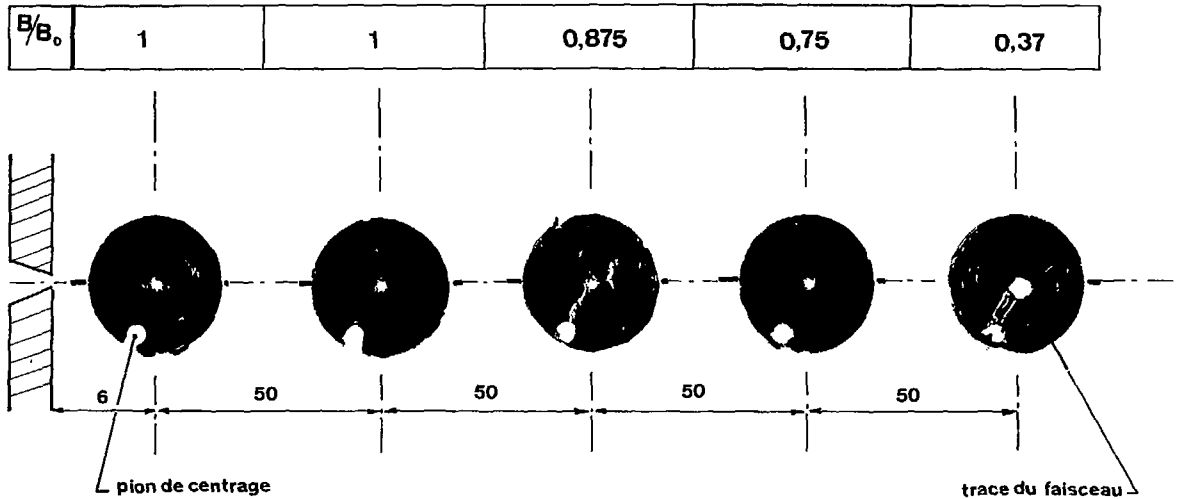








feuille : éch. 2



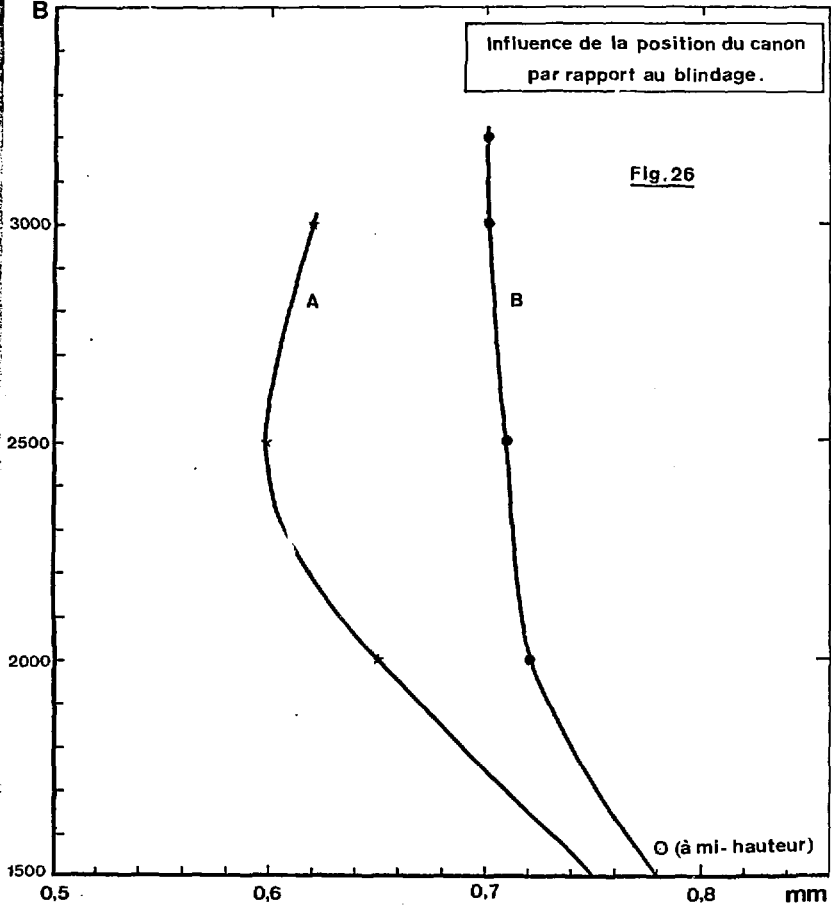
Trace du faisceau dans les feuilles minces
d'aluminium

FIG. 25b

B

Influence de la position du canon
par rapport au blindage.

Fig. 26



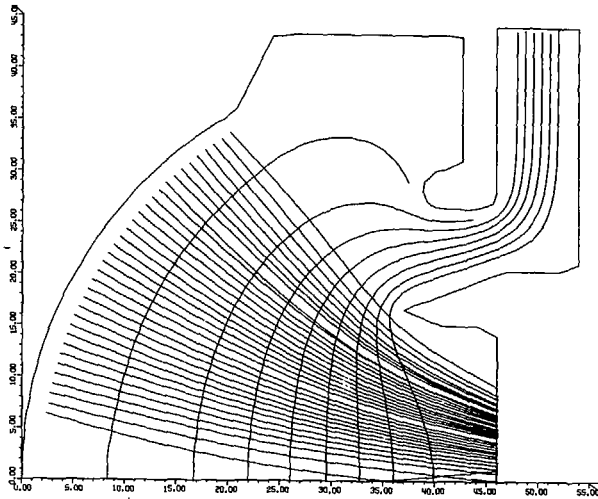


Fig.27a - Compression électrostatique

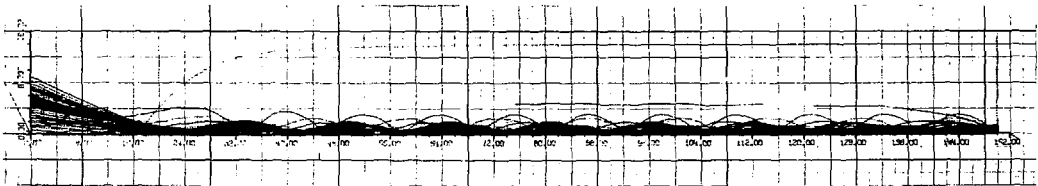
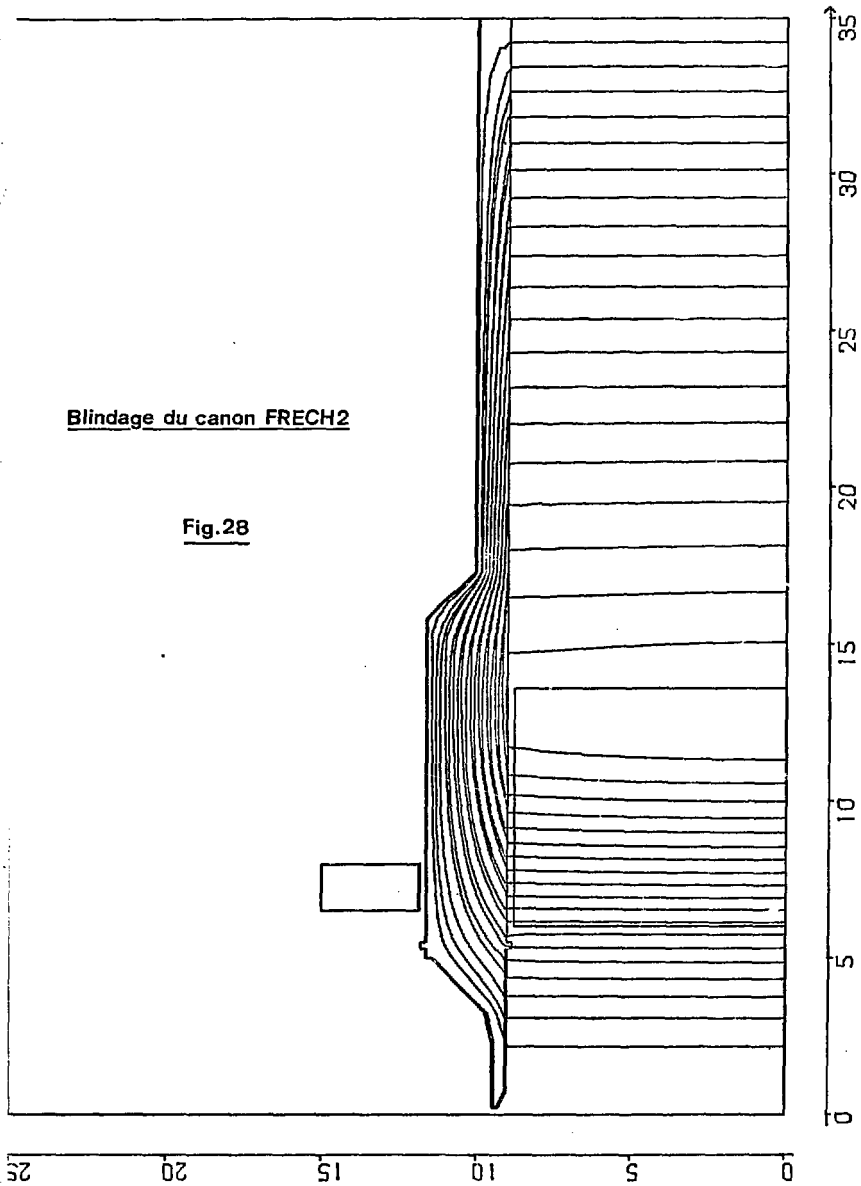
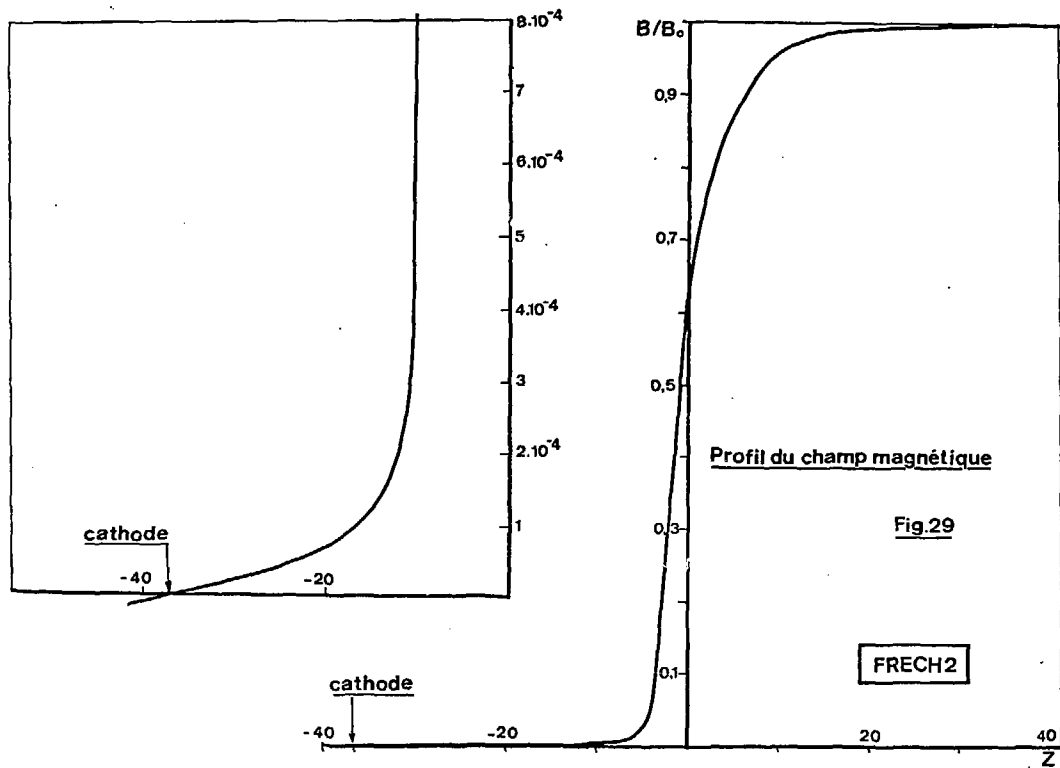


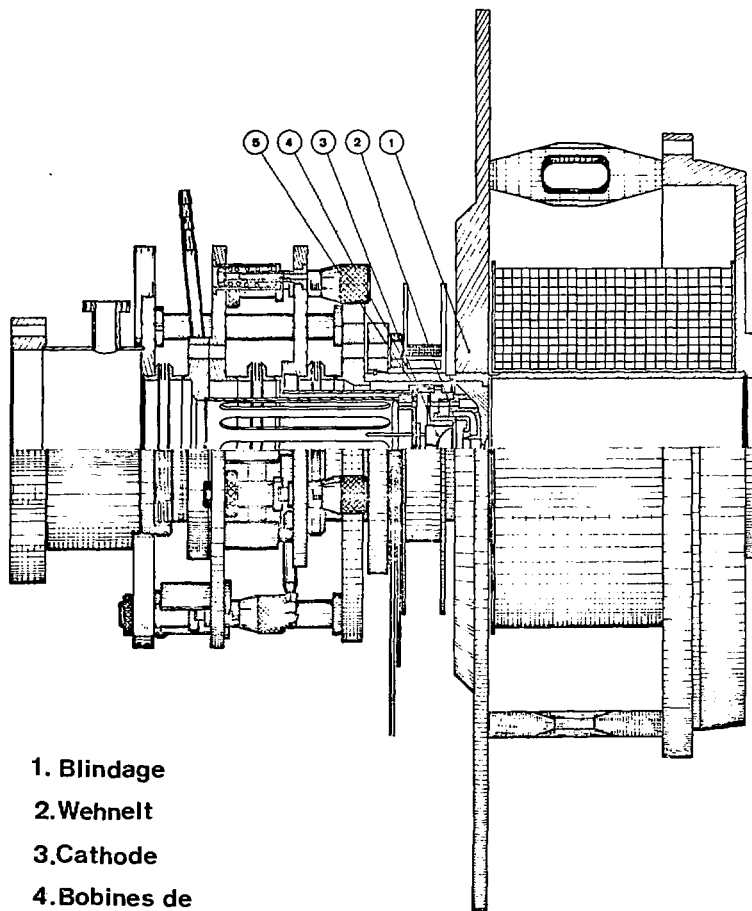
Fig.27b - Compression magnétique

Blindage du canon FRECH2

Fig.28







- 1. Blindage
- 2. Wehnelt
- 3. Cathode
- 4. Bobines de correction
- 5. Anode

Fig.30

