

NPA/Int. 68-12  
I-5762  
18.4.68

APPEL D'OFFRES POUR LA FABRICATION D'AIMANTS A PROFIL  
BIPOLAIRE ET QUADRUPOLAIRE

---

I) Introduction

L'installation considérée est constituée d'aimants bipolaires et quadrupolaires. Les champs magnétiques nécessaires qui doivent être très précis sont obtenus en déchargeant dans chacun de ces aimants l'énergie emmagasinée dans un banc de condensateurs chargé préalablement par une alimentation stabilisée jusqu'à 6 kV. L'impulsion de courant qui en résulte est une alternance sinusoïdale d'amplitude 3,5 kA et de période  $T = 20$  ms. Pour chaque aimant, le cycle d'utilisation est de 8 s et consiste à produire 4 impulsions de courant espacées de 500 ms et suivies d'un temps de repos de 6.0 s. Nous donnons en annexe 1 un schéma qui définit ce cycle.

L'installation doit être capable d'effectuer des millions de cycles consécutifs pour pouvoir être utilisée de façon satisfaisante au sein d'expériences de physique nucléaire.

Les aimants doivent avoir en particulier une isolation H.T. qui soit résistante aux radiations. Pour cette raison nous spécifions l'isolation mica-fibre de verre-polyester. Néanmoins nous sommes prêts à discuter d'autres possibilités proposées par le fournisseur.

Des tolérances strictes en ce qui concerne les profils polaires et les enroulements d'excitation doivent être respectées. L'appel d'offres sera relatif à trois types d'aimants que nous définissons ci-dessous et pour lesquels nous fournissons les dessins de la section du circuit magnétique avec l'arrangement des conducteurs dans les encoches.

- A) type L 70-1500 : aimant quadrupolaire ayant une ouverture de diamètre 70 mm et un circuit magnétique de longueur 1500 mm.

- B) type L 30 - 750 : aimant quadrupolaire ayant une ouverture de diamètre 30 mm et un circuit magnétique de longueur 750 mm.
- C) type D 60 - 400 : aimant bipolaire ayant un entrefer de 60 mm et un circuit magnétique de longueur 400 mm.

L'installation comprend :

- L 70 - 1500 : 1 prototype + 1 série finale de 5 unités
- L 30 - 750 : 1 prototype + 1 unité
- L 60 - 400 : 1 prototype + 1 série finale de 5 unités

Le présent appel d'offres comporte les chapitres suivants :

- II) Spécifications techniques des différents aimants,
- III) Délais de livraison et accords généraux,
- IV) Présentation de l'offre

## II) Spécifications Techniques

Tous les aimants ont un circuit magnétique constitué par un empilement de tôles laminées et des enroulements à refroidissement par eau.

### A) Aimant quadrupolaire type L 70 - 1500 (dessins NPA 224-167-0 et 224-172-2)

#### a) Circuit magnétique

Le circuit magnétique doit être construit soigneusement pour éviter les courants de Foucault et pour éviter tout mouvement relatif de chacune de ses pièces constitutives sous l'action des forces magnétiques pulsées.

L'assemblage de l'aimant doit être suffisamment rigide pour supporter le transport et de fréquentes manipulations sans se tordre.

Il est essentiel pour obtenir une répartition du champ magnétique précise que les tolérances sur les profils polaires et sur l'assemblage soient stricts.

Par ailleurs des surfaces de référence précises verticale et horizontale doivent être usinées sur les plaques d'extrémité de chaque aimant pour pouvoir localiser à  $\pm 0.1$  mm les plans de symétrie horizontal et vertical dans le but d'un alignement optique sur la trajectoire des particules.

- |  |   |
|--|---|
| 1. Méthode de construction et d'assemblage | sur proposition   |
| 2. Longueur du paquet de tôles             | 1500 mm   |
| 3. Largeur externe                         | 280 mm  |
| 4. Hauteur externe                         | 300 - 360 mm  |
| 5. Tôles magnétiques                       | laminées, épaisseur 0,5 mm  |
| 6. Isolation des tôles                     | minimum 1 $\Omega$ pour 1 cm de tôles laminées.   |
| 7. Caractéristiques du matériau magnétique | Le contractant devra fournir toutes les caractéristiques du matériau proposé (composition chimique et courbe de magnétisation jusqu'à 500 At/cm) ainsi que des échantillons pour tests. |

8. Qualité du matériau : faible teneur en impuretés et en particulier faible teneur en carbone et en silicium. L'induction magnétique de saturation doit être aussi élevée que possible pour permettre un fonctionnement satisfaisant à 2 Tesla.
9. Profil polaire hyperbole pure
10. Tolérances sur le profil polaire  $\pm 0.05$  mm
11. Tolérances sur les surfaces de référence (pour l'alignement) par rapport au profil polaire  $\pm 0.1$  mm
12. Tolérances sur l'assemblage  $\pm 0.1$  mm pour 0.5 m de longueur
13. Tolérances sur la torsion  $\pm 8$  ' / m
14. Des mesures de tôles échantillons seront effectuées par le contractant en présence d'un représentant du CERN pour vérifier que les erreurs sur le profil polaire sont en accord avec les tolérances demandées. On propose une comparaison avec un dessin précis à grande échelle (de préférence sur verre) au moyen d'une projection optique ce qui paraît être la méthode la mieux adaptée.
15. Dispositifs de levage l'utilisation de bittes de levage doit être prévue

#### b) Enroulements d'excitation

Les enroulements d'excitation seront faits avec des conducteurs en cuivre à refroidissement par eau et devront être montés dans le circuit magnétique d'une façon suffisamment compacte pour éviter tout mouvement des conducteurs sous l'action des forces magnétiques pulsées.

L'isolation doit satisfaire aux tests demandés et convenir à un régime pulsé nominal de 6 kV. Elle doit supporter les forces dues aux expansions et compressions thermiques.

Il est essentiel que la position des conducteurs soit précise et que leur stabilité soit assurée.

Les connecteurs spéciaux pour le raccord sur le circuit d'eau extérieur seront fournis par le CERN.

Tous les connecteurs auxiliaires ainsi qu'un "arrêt d'urgence" et une lampe de présence de tension seront placés sur la partie supérieure de l'aimant.

1. Fonctionnement nominal : Le cycle d'une durée de 8 s comporte 4 impulsions de courant (1 alternance sinusoidale d'amplitude 3.5 kA et de période 20 ms) espacées de 500 ms et se reproduit régulièrement. La valeur de la tension de charge des condensateurs est 6 kV.
2. Nombre de bobines  
par aimant : 4
3. Nombre de spires : 7 par bobine, 4 x 7 = 28 par aimant
4. Conducteur : Cuivre électrolytique de conductivité au moins égale à 57 Siemens de section carrée 5 mm x 5 mm avec une voie interne de refroidissement de diamètre 3 mm.
5. Refroidissement : 4 voies d'eau en parallèle, une par bobine, prévues pour de l'eau déminéralisée à 25 kg/cm<sup>2</sup>.  
température minima à l'entrée: 20° C  
Température maxima à la sortie  
80° C - 100° C
6. Filtrage de l'eau  
de refroidissement : un filtre devra être monté sur l'entrée d'eau de chaque aimant
7. Isolation : Mica renforcée fibre de verre.  
Imprégnée sous vide et moulée dans de la résine époxyde.

8. Protection thermique : un contact bimétal monté sur la sortie de chaque circuit de refroidissement fermé en fonctionnement normal et ouvert pour une température d'eau à la sortie de 80° - 90° C.
9. Essais thermiques : 10 cycles 20° C - 95° C - 20° C pour la température d'eau à la sortie avec une température d'eau constante de 20° C à l'entrée.  
Tous les contacts bimétal doivent fonctionner durant cet essai et leurs températures de fonctionnement limites seront notées.
10. Essais de débits : Le débit de chaque voie d'eau doit être vérifié et relevé pour différentes pressions (1 - 5 - 10 atm).
11. Indicateur de débit : L'aimant doit posséder un contact électrique qui s'ouvre si le débit total tombe en dessous d'une certaine valeur réglable et qui est fermé lorsque le débit est normal. (On pourra utiliser le matériel Eletta standard CERN ou tout autre indicateur mieux adapté).
12. Indication de la température : Un thermomètre placé sur la sortie d'eau commune.
13. Essais de pression : Essai à - 50 kg/cm<sup>2</sup> pendant 30 minutes sur l'aimant terminé  
- 60 kg/cm<sup>2</sup> sur les joints brazés avant assemblage
14. Essai d'isolation entre spires : Un pulse de 13 kV crête appliqué : 10 fois entre les bornes terminales.  
La durée du pulse correspond à 1 - 10 kc/s.
15. Essai d'isolation entre bobines et masse : 13 kV crête 50 c/s pendant 60 s suivi par un essai 6 kV crête 50 c/s pendant 30 minutes.

16. Résistance d'isolement : Elle doit être relevée avant et après chaque série de tests.
17. Résistance électrique de l'enroulement : Elle sera mesurée avant et après les essais thermiques (b8).
18. Inductance de l'enroulement : Elle sera mesurée à la fin de toute la série de tests.

Pour les 2 autres types d'aimants qui suivent, nous indiquons seulement les spécifications qui ont changé, toutes les autres restant valables.

B) Aimant quadrupolaire type L 30 - 750 (dessins NPA 224-168-1 et 224-169-2)

a) Circuit magnétique

- 2. longueur du paquet de tôles : 750 mm
- 3. largeur externe : 175 mm
- 4. hauteur externe : 220 - 280 mm

b) Enroulements d'excitation

- 3. nombre de spires : 3 par bobine,  $3 \times 4 = 12$  par aimant

C) Aimant bipolaire type D 60 - 400 (dessins NPA 224-170-2)

a) Circuit magnétique

- 2. longueur du paquet de tôles : 400 mm
- 3. largeur externe : 362 mm
- 4. hauteur externe : 300 - 390 mm
- 9. profil polaire : fenêtre rectangulaire 60 mm x 200 mm  
trous de correction :  
4 trous de diamètre 20 mm  
trous de fixation: sur demande
- 10. tolérances sur le profil polaire :  $\pm 0.05$  mm pour chaque point du profil polaire
- 15. Dispositifs de fixation : du point de vue fixation, il est à prévoir que l'aimant sera utilisé aussi bien avec champ magnétique horizontal que vertical

b) Enroulements d'excitation

- 2. nombre de bobines par aimant: 2
- 3. nombre de spires : 20 par bobine,  $20 \times 2 = 40$  spires par aimant
- 5. refroidissement : 4 voies d'eau en parallèle une voie d'eau étant constituée de 2 couches de conducteurs (10 spires).



III) Délais de Livraison et Accords Généraux

1. Le contractant devra présenter les dessins complets et détaillés pour chaque type d'aimant selon le programme suivant

L 70 - 1500 : 15.8.68

D 60 - 400 : 1.9.68

L 30 - 750 : 15.9.68

2. Le CERN donnera son accord pour la fabrication correspondant aux dessins ou, si nécessaire, fera part au contractant des corrections et modifications nécessaires dans un délai de 10 jours.

3. Les aimants prototypes devront être livrés au CERN selon le programme suivant :

L 70 - 1500 : 15.12.68

D 60 - 400 : 25. 1.69

L 30 - 750 : 25. 2.69

4. Le CERN effectuera des tests et des mesures sur les prototypes et fera part de ses conclusions dans un délai de 3 semaines suivant la réception de l'aimant prototype considéré.

5. Si les conclusions n'appellent pas de sérieuses modifications à la construction, les aimants restants seront livrés dans un délai de 9 à 12 mois à compter à partir de la réception du prototype L 70 - 1500 en respectant la priorité suivante :

L 70 - 1500

D 60 - 400

L 30 - 750

L'ensemble des aimants devra donc être livré au CERN à la date du 15.12.69.

Si un nouveau profil polaire s'avérait nécessaire ou si une autre modification importante s'imposait, le délai de livraison des aimants intéressés pourra être prolongé de 2 mois.

6. La commande des aimants "prototype" est indépendante de la commande des aimants de série finale. Le CERN se réserve donc, si nécessaire, la liberté de faire appel à un autre constructeur pour la fabrication des aimants de série finale.
7. Les matrices d'estampage pour les tôles laminées deviendront la propriété légale du CERN à la date prévue pour la livraison de l'aimant prototype correspondant.
8. Pour des raisons de programme budgétaire, la commande des aimants de série finale sera passée au début de 1969.
9. Garantie : 12 mois contre tout défaut du matériel et de fabrication avec une garantie bancaire s'élevant à 10 % du prix total de la commande et valable pour la période de garantie.
10. Pénalité : 1 o/oo du prix total de la commande par jour de retard pour la livraison, force majeure exclue.
11. Modifications aux spécifications : Les offres admettront que les présentes spécifications sont finales. Toutefois des améliorations ou des modifications proposées par le contractant ou le CERN pourront entraîner des modifications de prix.
12. Accès à information :
  - a) Visites en usine  
Le CERN se réserve le droit d'avoir libre accès à l'usine et d'observer les procédés de fabrication ainsi que tous les tests demandés.
  - b) Rapport mensuel de l'avancement de la construction  
Indépendamment de tout autre échange d'informations, un rapport mensuel complet sur l'avancement de la construction sera soumis à chaque fin de mois dès réception de la commande.

#### IV) Présentation des Offres

La date de clôture pour la réception des offres au CERN est fixée au 10.6.68.

Elles doivent comprendre 2 parties :

- a) fabrication des aimants prototypes : prix unitaire et délai de livraison
- b) fabrication des aimants de série finale : prix unitaire et délai de livraison

Des prix détaillés devront être spécifiés séparément pour :

1. Matières de fabrication
2. Outil d'estampage pour la fabrication des tôles laminées + moules d'imprégnation (à ne pas inclure dans 1)
3. Tests, mesures et travail d'études
4. Emballage, assurance et transport

Les offres devront contenir une information complète en ce qui concerne les questions techniques suivantes :

- a) Isolation, matière et procédés,
- b) Imprégnation, matière et procédés,
- c) Composition chimique et propriétés magnétiques des tôles laminées.
- d) Quelle est l'isolation utilisée pour les tôles ?
- e) Chaque tôle laminée est-elle faite d'une pièce ou de 2 pièces raccordées ?
- f) Comment sera faite la vérification des profils polaires ?
- g) Comment le circuit magnétique sera-t-il assemblé de façon à garder une grande précision et une rigidité absolue ?
- h) Comment seront imprégnés les enroulements et comment seront-ils moulés dans la résine époxyde ?
- i) Quels seraient les prix des aimants si au lieu d'utiliser un conducteur carré 5 x 5 mm, on utilisait un tube avec diamètre extérieur 5 mm et diamètre intérieur 3 mm ?

/fv  
Distribution : (closed)

J.M. Maugain

PS/6502