

17.4.1973

Groupe de Travail sur l'Aimant CPS

Compte-Rendu No. 9

Séances du 4 et 5 Avril 1973

Présents : A. Asner, D. Bloess (seulement le 4.4.), C. Germain, R. Gouiran
M. Gyr, W. Hardt, R. Holsinger, U. Jacob, P. Lefèvre, C. Mazeline
F. Rohner (seulement le 5.4.), Ch. Rufer (seulement le 4.4.)

1. Commentaires sur le Compte-Rendu de la Réunion Partielle du 27.2.73, no.8

Page 2, ligne 18 - lire : $p \leq k + 1$

Page 3, ligne 20 - lire : $n \leq k + 1$

2. Arrêts Eventuels du CPS

Les dates les plus probables (pour l'instant) des grands arrêts du CPS seraient : Janvier - Février 1974 / Septembre - Octobre 1975 (avant le démarrage du SPS) / début 1977.

Compte tenu des projets de réparation des blocs endommagés et du stock actuel de PFW, il semble très probable que nous puissions tenir jusqu'au début de 1977 sans être obligés de posséder de nouveaux PFW. Certains PFW

en bon état, mais ayant une géométrie défectueuse, pourraient être utilisés grâce à une modification du support de bobines situé près du bloc à cercler. Mais il serait imprudent de dépasser la date ci-dessus. Un ensemble de nouveaux PFW pourrait être disponible vers mi-1976, ce qui assurerait la soudure.

3. Justifications Eventuelles pour un Choix

Un tableau détaillé, montrant un essai de classification des arguments pour un choix sera établi par P. Lefèvre. Il montrera quand et pourquoi des améliorations sont ou ne sont pas nécessaires en fonction des opérations et des intensités prévues. Mais d'ores et déjà il semblerait, en toute première approximation, qu'une amélioration radicale du système des PFW ne serait pas indispensable avant 1977, ce qui confirme la possibilité d'attendre jusqu'à cette date pour procéder à un changement de PFW (moyennant la mise en service de quelques éléments de correction).

Nous pouvons estimer qu'il faudra réparer environ 60% des unités avant 1985. Le remplacement des PFW actuels par des copies conformes est le minimum requis pour assurer la survie du CPS. Même dans cette hypothèse il serait néanmoins préférable de procéder plus rapidement pour renforcer préventivement les unités et remplacer les PFW actuels par des copies de fabrication moderne bénéficiant d'une qualité, aussi bien que d'une géométrie, meilleure.

Un jeu de 4 PFW pour une unité avait coûté, en 1970, 24'000 Frs. Compte tenu de la nécessité éventuelle de nouvelles alimentations, le coût de l'opération pourrait atteindre 5 MFr, que nous pouvons comparer aux 7 MFr. estimés approximativement pour un nouveau système de PFW à multipôles indépendants.

4. Considérations sur l'Arrêt Nécessaire pour le Changement des PFW

Les hypothèses de base pour un tel arrêt sont :

- a) pas de modification systématique des chambres à vide pendant l'arrêt afin de limiter l'importance du travail de ce côté là et de ne pas allonger l'arrêt
- b) conservation de l'équipement des sections droites (quadrupôles d'injection, skew quadrupôles etc...)
- c) dose de radiation limitée à 2 rems par personne, ce qui correspond à une moyenne de 130 à 150 heures de travail sur les unités. Les équipes devront être multipliées en conséquence
- d) nécessité de s'accomoder de 31 mm pour loger la plaque de serrage des tôles et un éventuel talon de PFW
- e) nécessité d'avoir déjà préparé les coffrets de connexions et leur câblage (pour les nouveaux enroulements pôlaires), lors d'un arrêt précédent. D'où la nécessité d'avoir les renseignements à temps pour préparer ce travail.

Dans ces conditions nous pouvons faire apparaître l'intérêt et la possibilité de procéder aux réparations des unités et aux changements de PFW en un seul arrêt qui ne serait pas d'une durée excessive. C'est pourquoi la compatibilité des nouveaux PFW avec les anciens ne semble pas être un argument très important.

5. Possibilités d'Améliorer le Système Actuel

Il ne s'agit pas, dans les considérations qui suivent, d'une intervention sur les PFW actuels, car cela ne paraît guère concevable dans l'état où ils se trouvent, mais plutôt de l'étude des possibilités de refaire des PFW identiques aux enroulements actuels. Nous essayons alors d'envisager quelques modifications désirables qui conserveraient la compatibilité totale sans augmenter sensiblement le coût de l'opération. Il est évident qu'à partir

d'une certaine complexité dans les modifications, il vaut mieux étudier un modèle entièrement nouveau. M. Gyr présente quelques améliorations possibles et donne les courbes et tableaux correspondants.

a) "Trimming" entre deux parties droite et gauche

En coupant le circuit entre les conducteurs 4 et 10 pour isoler deux demi-enroulements droite et gauche, on peut envoyer des courants différents dans chacune de ces deux boucles grâce à un shunt "dynamique" sur une des moitiés. Il devient ainsi possible de découpler l'effet sextupolaire de l'effet quadropolaire, mais au détriment des composants dipolaires et octupolaires qui sont alors mal maîtrisées. Cette modification est la plus simple et la plus économique, et il faudra savoir si elle est suffisamment intéressante.

A titre d'exemple, pour un courant principal de 300 A et un courant de "trimming" de 1A, les variations relatives des composantes multipolaires du champ sont 0,023% pour le quadropôle et - 0,572% pour le sextupôle. Mais en même temps le dipôle varie de - 0,224% et l'octupôle de - 7,014%.

b) Division des conducteurs en 4 groupes et un retour

Dans ce cas, de bons réglages indépendants des champs d'ordre $n = 2, 3$ et 4 sont possibles dans un rayon de 3 cm. Mais c'est une solution plus coûteuse et plus difficile à exécuter. Elle suppose l'adjonction de deux conducteurs supplémentaires et semble dépasser déjà le seuil de la complication admissible.

c) Division des conducteurs en 5 groupes et un retour extérieur
ou en 6 groupes et un retour extérieur

Différentes possibilités d'optimisation sont présentées. Ces solutions laissent inutilisés les conducteurs de retour habituels dans les PFW, après la période de compatibilité, ce qui semble une perte d'espace et d'argent.

Ensuite M. Gyr présente les variations des champs multipôlaire pour une erreur de 0,1 et 1 mm sur la position des conducteurs, pour les solutions c), dans le cas le plus défavorable des erreurs et pour les courants correspondant à l'optimisation respective des champs quadrupôlaire, sextupôlaire et octupôlaire.

Ces résultats sont assez généraux pour pouvoir être utilisés dans la proposition de nouveaux PFW.

6. Projet de nouveaux PFW à 4 conducteurs

R. Holsinger et A. Asner présentent quelques données nouvelles pour le projet à 4 conducteurs déjà exposé à la réunion précédente.

D'une part l'optimisation des courants tenant compte de la perméabilité réelle est donnée pour deux cas (compensation de la saturation seule ou avec un champ sextupolaire supplémentaire de 4 Tm^{-2}). D'autre part, deux tableaux donnent les valeurs relatives des composantes multipôlaire (n = 1 à 6) par rapport aux composantes dipôlaire, quadrupôlaire et sextupôlaire respectivement, aussi pour les deux cas (saturation seule ou avec 4 Tm^{-2} supplémentaires).

7. Couplages mutuels entre les différents champs

Dans le nouveau projet, les conducteurs principaux sont subdivisés en brins pour limiter les courants de Foucault. C. Germain souligne qu'il faut non seulement compenser les courants de Foucault dans les brins en les permutant régulièrement, mais aussi minimiser le couplage magnétique entre chaque conducteur actif des PFW et l'enroulement principal en répartissant judicieusement les retours entre les côtés droite et gauche. Ceci paraît facilité si les brins de chaque conducteur sont mis en série et non en parallèle avec une répartition convenable des retours.

8. Possibilités Pratiques de Connexions

Abordant les problèmes pratiques de construction, C. Germain montre qu'au milieu de l'unité (à la fonction entre les demi-unités) il semble assez difficile de faire passer les conducteurs entre les blocs 5 et 6, d'une part à cause de la présence d'une cale entre ces blocs et d'autre part à cause de l'étroitesse de cet espace. Néanmoins il faudra regarder ce qui est possible pour ce genre de connexion. La cale à cette jonction est nécessaire pour éviter que les tôles puissent se décoller sous l'effet des radiations.

Il est plus facile d'imaginer une sortie latérale des conducteurs, tous du côté opposé à la culasse. Ils se raccorderaient ensuite à un coffret de connexion fixé sur les blocs 5 ou 6. Mais alors la longueur efficace des conducteurs est diminuée considérablement et le champ magnétique se trouve fortement perturbé à cet endroit. Le même problème se pose à l'entrée de l'unité. Nous aimerions disposer la sortie des conducteurs latéralement du côté opposé à la culasse afin d'avoir plus d'espace disponible pour loger la plaque de serrage des tôles. Mais une telle sortie à nouveau réduit la longueur efficace et introduit des effets de bout. Si nous voulons conserver la disposition actuelle des sorties dans un talon, sans excéder les 31 mm disponibles pour conserver les lentilles d'injection, il faudra se contenter d'une plaque de cerclage des blocs de 8 à 10 mm.

Quant aux conducteurs de retour et à la boucle de compensation, nous envisageons de les faire passer sous les bobines du côté extérieur et sur les bobines du côté intérieur, avec une fixation à étudier. Ces câbles seraient connectés au coffret intermédiaire sur les blocs 5 ou 6 et rejoindraient l'intérieur de l'unité en passant entre ces deux blocs.

9. Préparation de la Prochaine Réunion

Il faudrait étudier la possibilité de minimiser les courants de Foucault par permutation des filaments actifs et de minimiser le couplage magnétique des PFW avec les bobines principales par une judicieuse répartition des retours des filaments entre la droite et la gauche. En même temps il faudrait s'attacher à simplifier au maximum les problèmes d'installation, de fixation et de connexion des conducteurs. On examinera en même temps les avantages et les inconvénients de mettre tous les brins en série.

Il faudrait aussi étudier les effets de bout dans le cas des sorties latérales des connexions. Ces problèmes seront discutées à la prochaine réunion qui aura lieu début Mai.

R. Gouiran

Distribution : CPS Magnet Working Group

D. Bloess
M. Gyr
R. Holsinger
C. Mazeline
G.L. Munday
C.J. Zilverschoon
Chefs de Groupe MPS