



1.3.1. LES SECTIONS DROITES COURTES DU LHC

J.B. BERGOT, E. COUSSY, P. DAMBRE, Y. OLLIVIER, D. REYNET, P. ROHMIG^a, D. VINCENT

The short straight sections for the LHC

In 1995, a close collaboration between CERN, CEA and CNRS has been established for the design, the prototyping and the follow-up of industrial series production of a sub-assy of the Large Hadron Collider (LHC). In this frame, the design office of IPN's Accelerator R&D group has in charge of one of these contracts concerning the 386 Short Straight Sections (SSS) and particularly :

- *the cryostat design ;*
- *the study of procedures and tools assembly ;*
- *the construction of two prototypes during the year 1999 ;*
- *the industrialisation and the production follow-up for the series SSS.*

This collaboration will last until the year 2004.

Introduction :

Dans le cadre de la contribution exceptionnelle de la France à la construction du Large Hadron Collider (LHC), le CERN, le CEA et le CNRS ont exprimé en 1995, leur volonté de collaborer étroitement pour l'étude, le suivi de fabrication et la participation aux essais de sous ensembles de ce qui sera le plus grand collisionneur de protons du monde.

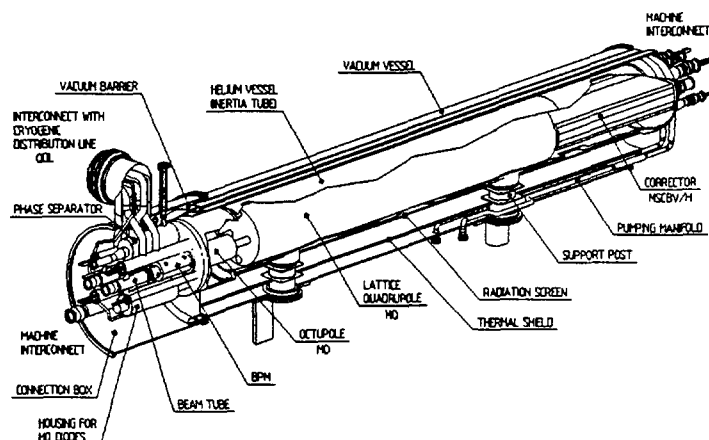
Dans ce cadre, le service R&D Accélérateurs / Faisceaux exotiques de l'IPN a pris la responsabilité de l'exécution de l'un des accords techniques portant sur les sections droites courtes « Short Straight Section » (SSS) et plus particulièrement sur :

- l'étude de détails des cryostats ;
- l'étude des procédures et des outillages d'assemblage des SSS ;
- la réalisation de deux prototypes à la fin de l'année 1998 et au cours de l'année 1999 ;
- l'industrialisation et le suivi des fabrications et des assemblages des SSS de série ;
- la mesure des moniteurs de faisceaux avant leur montage dans les SSS.

Cette collaboration a débuté dans le courant de l'année 1995 et devrait se poursuivre jusqu'à la fin de l'année 2004.

Présentation des Sections Droites Courtes :

Le LHC se compose de demi-cellules de 53 m de long formées de 3 dipôles de 15 m et d'une SSS de 8 m. L'ensemble du collisionneur contient 386 SSS.



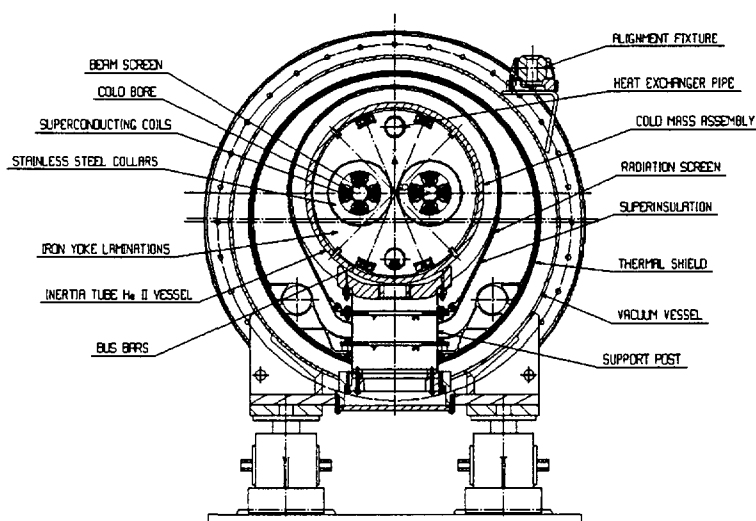
Vue générale d'une SSS

Une section droite courte regroupe :

- Une enceinte à hélium appelé *masse froide* contenant un quadrupole supraconducteur à deux ouvertures et deux paires d'aimants correcteurs supraconducteur fonctionnant dans un bain d'hélium II à 1,9 K ;
- Deux supports en matériaux composites assurant le transfert de poids et le positionnement de la masse froide ;
- Une barrière à vide également en matériaux composites permettant une sectorisation du vide d'isolement ;
- Un système d'isolation thermique constitué d'écrans thermiques actifs et de matelas préfabriqués de superisolation ;
- Deux sous-ensembles identiques permettant un pompage individuel des tubes de faisceaux ;
- Un module de connexion cryogénique (QCS) qui relie une SSS sur deux à la ligne de distribution des fluides cryogéniques (QRL) et qui permet donc, le refroidissement d'une cellule complète de 107m. Ce module contient également un pot séparateur de phase de l'hélium, les deux moniteurs de position de faisceaux attachés aux écrans de faisceaux, les diodes de protection des aimants, les alimentations électriques ainsi que les passages pour la sortie des câbles d'instrumentation.

Etude du cryostat de la section standard des SSS :

Le cryostat des sections droites courtes a été conçu en même temps que celui des dipôles.



Coupe transverse d'une SSS

Le système d'isolation thermique est constitué de deux écrans actifs froids, l'un à une température comprise entre 4,5 et 20 K et le second entre 50 et 75 K. Les profils extrudés en aluminium permettent d'intégrer, pour un faible coût de production, les lignes de circulation d'hélium ainsi que les gorges d'emboîtement des tôles supérieures. Celles-ci sont ensuite soudées pour des raisons thermiques sur les profilés.

Le choix des matelas de superisolation multicouches préfabriqués avec fermeture Velcro™ a été confirmé comme étant la solution la plus économique (reproductibilité de la qualité et minimisation des temps d'assemblage).

L'enceinte à vide est un tube standard de diamètre extérieure 914 mm (36''). Les calculs par éléments finis ont permis d'optimiser l'épaisseur (8mm) et le module de supportage externe tout en respectant les déplacements admissibles, de l'ordre de 0,04 mm, par le système d'alignement des cryo-aimants. Par ailleurs, une étude comparative des coûts de fabrication des fournisseurs

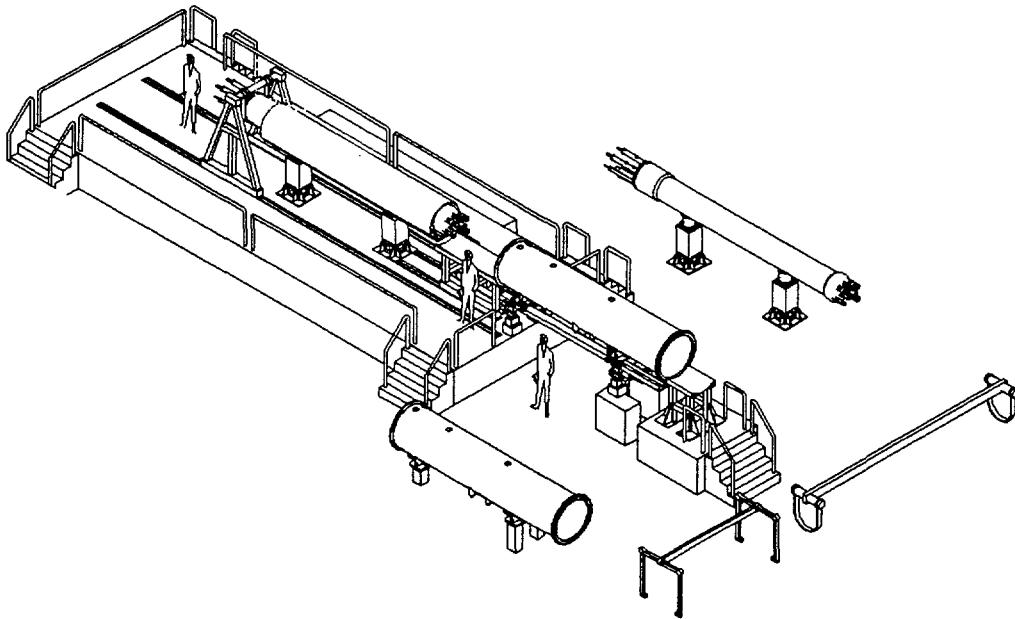
potentiels a montré qu'il était possible de réduire le coût de 30 % pour une version en acier avec protection des surfaces contre une version en acier inoxydable. Cette étude a également montré que le choix entre un module de supportage externe moulé contre une version mécano-soudé est fortement dépendant du coût du travail du fabricant. Au mois d'Août 1997, nous avons commandé les deux enceintes à vide des prochains prototypes.

L'implantation du côté du passage du tunnel des deux tubes de pompage du vide faisceau permet une installation et une maintenance aisée des pompes ioniques. Ces tubes de diamètre 34/36, thermalisé à 80 K et superisolé, permettent d'obtenir la conductance demandée de 2 l/s.

Etude des procédures et outillages d'assemblage :

Cette activité concerne l'assemblage des 386 SSS de la série qui doit se dérouler sur une période d'environ quatre ans. Par conséquent, la cadence moyenne prévue de montage s'évalue à deux unités par semaine avec la possibilité de doubler celle-ci.

Nous allons assembler, en 1999, deux prototypes qui doivent nous permettre de valider les choix technologiques liés au montage des divers composants. Dans ce contexte, nous avons défini une procédure d'assemblage, en y incluant l'ensemble des tests qui permettront de garantir la conformité des éléments, et conçu, dans la perspective de la série, un banc de montage en ligne. Cette activité englobe également la rédaction des spécifications techniques d'assemblages et le transfert des solutions technologiques vers les industriels qui seront chargés de ce contrat.



Etude d'ensemble de la station de montage des SSS