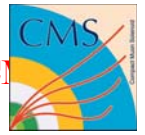




ACCELERATEUR DE PARTICULES LHC CONTACTEURS BARREAUX LENOIR ELEC POUR LE PROJET CMS



Connu pour la fiabilité de ses contacteurs, Lenoir Elec est un partenaire privilégié des donneurs d'ordres ayant des exigences élevées. Une fois de plus son savoir faire a été retenu dans le cadre d'une mission prestigieuse : la fourniture de trois contacteurs à barreaux pour le détecteur CMS (Compact Muon Solenoid) installé au CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire).

Le projet CMS

Les accélérateurs de particules ont permis à l'homme d'avancer dans la connaissance de la matière et de la formation de l'univers, depuis leur utilisation dès le milieu du XXe siècle. Le LEP (Grand collisionneur électron/positon) mis en service dès 1989 fut le plus grand accélérateur jamais construit, près de Genève sur la frontière franco-suisse. Dans le domaine de la physique des particules, disposer d'énergies plus élevées est un facteur clé pour de nouvelles découvertes afin de sonder la matière plus profondément que jamais auparavant.

Depuis le début des années 90, le CERN prépare la mise en place d'un accélérateur d'une nouvelle génération : un Grand Collisionneur de Hadrons (LHC) qui est installé à l'intérieur même du tunnel souterrain du LEP à 100 m sous terre. Ce sera l'instrument le plus puissant jamais construit pour l'investigation des propriétés des particules.

Le LHC permettra l'étude des collisions de deux faisceaux de protons à une énergie record de 14 TeV. Des faisceaux de noyaux de plomb seront également accélérés, entrant en collision avec une énergie de 1150 TeV. De puissants aimants supraconducteurs seront disposés tout au long des 27 km de circonférence de l'accélérateur afin d'amener les faisceaux de protons à entrer en collision au centre des détecteurs 800 millions de fois par seconde. Le LHC changera la compréhension de l'univers en permettant d'apporter des réponses sur les questions fondamentales concernant les masses des particules, leurs interactions, les forces existant dans l'univers, le déséquilibre entre matière et anti-matière. L'environnement existant à l'origine de l'univers, un bref instant après le Big Bang, y sera reproduit à une échelle infime.

Quatre détecteurs, parmi lesquels CMS, permettront l'étude des particules issues des collisions. Le détecteur CMS est financé et construit par un consortium de 147 instituts de physique des hautes énergies, dont le CERN, dans 35 pays.

Au sein du détecteur CMS, un aimant formé par un solénoïde supraconducteur, dont l'inductance propre est de 14 H, fournira un champ magnétique d'une intensité de 4 Tesla, soit 100 000 fois le champ magnétique terrestre, dans un volume de 6 mètres de diamètre pour 12 mètres de long. L'énergie magnétique stockée est de 2.7 GigaJoule, suffisante pour faire fondre 18 tonnes d'or solide. La culasse ferromagnétique représente une masse de fer équivalente à celle utilisée pour la Tour Eiffel à Paris. Les données seront enregistrées par les systèmes de détection à un taux de 500Gbit/s, équivalent à la quantité d'informations échangées actuellement par les opérateurs de télécommunication dans le monde.

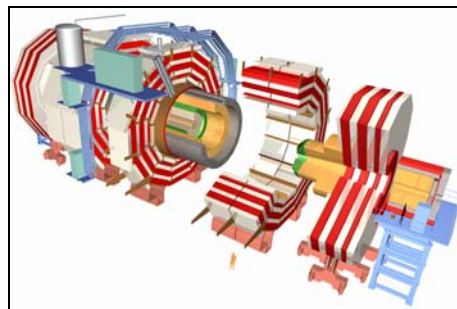


Fig. 1. Vue de la structure interne du détecteur CMS



Fig. 2. Le détecteur CMS en cours d'assemblage.

Le problème à résoudre : commuter des énergies colossales

Compte tenu de l'importance des énergies à commuter et de la valeur des enjeux, le CERN cherchait un partenaire à même de lui fournir des contacteurs fiables et robustes. Le Commissariat à l'Energie

Atomique de Saclay (CEA), membre de la collaboration CMS, avait élaboré avec le CERN les spécifications concernant les contacteurs.

Les contacteurs doivent pouvoir ouvrir le circuit d'alimentation du solénoïde sous une tension résistive suffisante afin de permettre la décharge de l'énergie magnétique du solénoïde sur une résistance externe. Parmi les exigences du CERN, il fallait que l'un des pôles au moins puisse supporter 20 000 Ampères sous 600 Volts - durant quelques secondes.

Le CERN ayant connaissance de contacteurs Lenoir Elec de 25 000 Ampères en fonctionnement, l'entreprise fut contactée dès le premier audit lancé à l'échelle mondiale. Cette première recherche s'est poursuivie par un appel d'offre international auprès d'entreprises situées dans 20 états membres du CERN.

La solution Lenoir Elec retenue pour sa fiabilité, sa simplicité et sa robustesse.

Parallèlement aux critères financiers, d'autres facteurs ont déterminé le choix de Lenoir Elec. En effet, les contacteurs étant des composants de sécurité, d'autres paramètres essentiels sont intervenus dans le choix final du CERN, notamment la capacité de coupure des contacteurs sous le niveau de tension requis, la mise en parallèle des pôles, la disposition des composants, la durée de vie...

Ainsi, la capacité d'effectuer la mise en parallèle des pôles et leur accrochage sur barreaux a joué en faveur de Lenoir Elec. L'entreprise est la seule à proposer une gamme de contacteurs sur barreaux constitués de pôles supportant des courants jusqu'à 6200 Ampères.

La prestation de Lenoir Elec :

L'entreprise a fourni 3 contacteurs :

. Deux contacteurs principaux de 25 000 ampères – 600 volt. Leur rôle est de déconnecter l'aimant du circuit de puissance pour le laisser en série avec la résistance de décharge.

. Quatre contacteurs de décharge de 11000 A.

Compte tenu des intensités à commuter, la taille des contacteurs est impressionnante, étant implantés dans des armoires

de 2,50 m de haut pour 3,5 m de longueur
et 1,5 m de largeur !



Une fabrication spéciale à partir d'éléments standard

L'installation faite par Lenoir Elec a été réalisée à partir de composants standard, déjà testés et disponibles sur catalogue.

Cela a permis au CERN d'avoir très rapidement en main une offre précise et détaillée, basée sur des rapports de qualification complets, étayée de plans et de documents exploitables. La réactivité dans la réponse et la fiabilité des dossiers techniques fournis ont séduit le CERN autant que le sérieux de l'entreprise.

Lenoir Elec adapte son projet aux besoins du CERN

En raison du niveau élevé du champ magnétique créé par l'aimant CMS dans l'environnement des contacteurs (200 fois le champ terrestre) et par souci de sécurité, le CERN, après avoir testé les relais utilisés par Lenoir Elec, souhaitait que les circuits de commande soient éloignés des contacteurs, contrairement aux pratiques habituelles. Lenoir Elec a donc modifié son projet initial et les a déportés dans une armoire spécifique installée dans une zone à plus faible champ.

12 barres de 20 kA intégrées dans les armoires

Afin de limiter les séquences de montage sur le site du CERN et de simplifier la connexion au circuit de puissance, le CERN souhaitait que les barres électriques soient intégrées à l'intérieur des armoires avant livraison. Pour limiter la dissipation thermique, la section de cuivre nécessaire s'élève à $24\,000\text{ mm}^2$ (0.024 m^2) obtenue par 12 barres placées en parallèle ! L'entreprise lorraine a donc pris en charge l'étude, la fabrication et l'installation dans les armoires de contacteurs des jeux de barres en cuivre étamées en y incluant les supports et isolants complémentaires.

Grâce à ses compétences en matière de supports isolants, Lenoir Elec a également intégré des capteurs de courant de 4 kA de capacité chacun, suivant la demande du CERN, permettant de mesurer l'équilibrage des courants entre les pôles. Compte tenu des puissances en jeu et de la durée de vie de l'installation (environ 15 à 20 ans) cela permet au CERN d'avoir un suivi dans le temps du comportement des contacteurs.

Ainsi, une fois encore Lenoir Elec s'est montré à la hauteur des souhaits de son

client en traitant le problème dans sa globalité depuis l'étude, la réalisation des plans, la fabrication des contacteurs, leur installation jusqu'aux tests finaux. Dans un premier temps, l'intégration des barres s'est faite en simulation par CAO sur la base d'un schéma de montage initial.

Les 3 contacteurs ont été livrés dans le courant du mois de juillet 2003 où des tests ont été faits in situ. Tout au long de cette installation, le CERN a particulièrement apprécié la qualité du partenariat qui s'est établi avec Lenoir Elec, tant sur le plan humain que technique.

Tous nos remerciements au CERN et notamment à Monsieur B. Curé qui a bien voulu répondre à nos questions pour la rédaction de cet article.

Pour plus d'informations :

- sur le projet cms : <http://www.cern.ch>

- sur les contacteurs lenoir-elec : <http://www.lenoir-elec.com>