



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH  
ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

## **CERN - TS Department**

EDMS Nr: 473736  
Group reference: TS-EL

TS-Note-2004-025  
5 May 2004

### **CONTRAT D'INSTALLATION DES CABLES C171: METHODOLOGIE ET EXPERIENCES**

J-C. Guillaume

#### **Abstract**

Depuis l'été 2001, le contrat C171 intervient dans tous les accélérateurs du CERN pour le tirage des câbles, le montage des connecteurs et le test des liaisons installées. Les interventions sur le terrain se font principalement sous la forme de campagnes de tirage, ce qui permet de limiter les interventions dans le temps et dans l'espace.

Après avoir rappelé les caractéristiques principales de ce contrat, la méthodologie utilisée, le rôle des différents protagonistes et le travail effectué en 2003, on abordera les problèmes rencontrés durant les premières campagnes du LHC. Afin d'apporter des solutions et d'augmenter la qualité de la prestation, le Plan Qualité, déjà en place depuis 2002, a été enrichi de procédures et modes opératoires supplémentaires.

**Presented at the TS Workshop  
Archamps, France, May 4 – May 6, 2004**

## **1 INTRODUCTION**

Depuis les origines du CERN, le câblage a toujours fait partie intégrante de l'installation des accélérateurs et des arrêts machines. La préparation et les études ont toujours été réalisées par le personnel CERN et le travail sur place réalisé par des contractants. Le C171 n'échappe pas à cette règle.

Les travaux de câblage étant très faibles en dehors des arrêts machines, cette activité était incluse dans le contrat d'installation électrique générale. Mais le volume de câblage prévu pour le LHC, les autres projets LEIR, CTF3 et CNGS ainsi que le remplacement périodique des câbles irradiés au SPS ont poussé les responsables à élaborer un contrat très spécialisé dans ce domaine.

L'expérience acquise lors de l'installation du LEP et des arrêts machines successifs a largement été bénéficiaire dans l'élaboration des spécifications. Le développement constant des outils informatiques a permis d'automatiser au maximum les procédures de préparation et de suivi. GESMAR constitue aujourd'hui notre outil quotidien de travail et de gestion administrative des travaux.

Arrivé à mi-parcours de la durée maximum de vie du contrat, il était utile de faire le point.

## **2 OBJET DU CONTRAT C171**

### **2.1 Domaines de compétence**

Ce contrat de service est à disposition de tous les utilisateurs du CERN et est spécialisé dans le tirage ou le retrait de câbles signaux de tous types (multiconducteurs, coaxiaux) et de puissance (courant continu et plus rarement distribution). Certains petits travaux de serrurerie liés aux cheminements de câbles, fixations de boîtiers ou racks peuvent également être réalisés.

Le montage des connecteurs, la vérification des conventions de raccordement standardisées ou spécifiques et les tests des câbles installés fait partie intégrante de ce contrat.

Entre également dans sa compétence, la gestion du matériel tel tourets de câbles, connecteurs, coffrets de distribution électriques, prévu pour l'installation et stocké au parc à câbles et bâtiment 904.

### **2.2 Caractéristiques**

Mis en place en juin 2001, il a été signé par un groupement Fabricom, Pré-Electromontaz et INEO pour une durée de 3 ans + 1 an soit jusqu'à fin juin 2005. A partir du premier juillet 2005, le CERN a le droit de demander un renouvellement du contrat pour un an.

C171 est un contrat basé sur l'utilisation de codes bordereaux. Chaque action a un prix prédéfini et le métré définitif d'une affaire est constitué par la somme des actions effectuées pondérée par des facteurs d'adaptation.

Le point fort est la structure de rabais évolutif avec le volume de l'affaire. Au maximum, il peut atteindre 9% et est parfaitement adapté pour les campagnes de tirages de câbles. A cela vient se cumuler un rabais supplémentaire de groupement d'affaires, également fonction du volume.

Le personnel est totalement géré par le contractant. Il prévoit le nombre de personnes nécessaire pour les campagnes planifiées.

### **2.3 Intérêts du CERN**

L'intérêt financier du CERN est de grouper le maximum de volume de travail dans un espace donné durant une période déterminée. Les campagnes de câblage regroupent les besoins de plus de 20 utilisateurs. La méthodologie de financement des campagnes est essentielle.

L'intérêt du groupement est aussi grand, en terme d'efficacité, dans les phases préparatoires et de suivi car il permet de concentrer au maximum les énergies.

### 3 RELATIONS CERN - C171

D'un côté la communauté des utilisateurs composée de membres issus de cinq départements ; de l'autre côté le contractant C171 qui, pour l'exercice de son travail, a besoin d'une documentation structurée qui est préparée par les membres de la section TS-EL-CC.

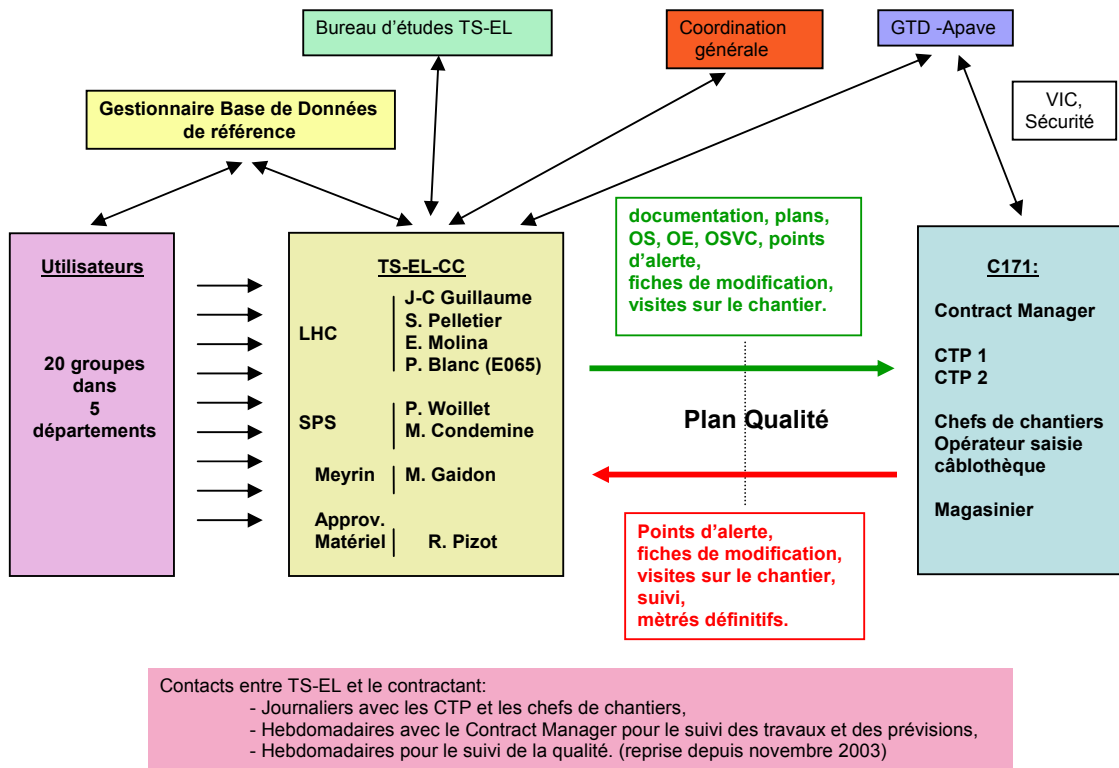


Fig. 1: Relations CERN – C171

Les relations entre C171 et TS-EL passent obligatoirement par le Plan Qualité élaboré par le contractant. Chaque information/modification émise est soigneusement répertoriée sous la forme de fiches adéquates (points d'alerte, modification ou information générale). Il n'y a pas de contacts directs formels entre les utilisateurs et le contractant.

### 4 TRAVAUX EFFECTUES

Prévu de commencer en janvier 2002, le câblage du LHC a démarré en mars 2003. Jusque-là, le volume de travail est resté faible en comparaison avec ce qui avait été prévu et s'est limité aux travaux d'arrêts machines.

#### 4.1 LHC

Après l'installation des câbles dans les arcs 7-8 et 2-3 en 2003, ont été entamés en 2004 les arcs 8-1, 1-2, 3-4 et 4-5. La courbe de charge maximum de travail montre que le volume va s'accroître dans la deuxième partie de l'année 2004 et ce, jusqu'en août 2005.

N'ont pas encore été abordées les grandes campagnes de câbles comprenant le point 6 (kickers), le point 5 (CMS), les zones de collimation (points 3 et 7) ainsi que le puits PM45 (RF). Le planning de charge dépend du moment de démarrage de ces campagnes.

#### 4.2 Non LHC

Il faut en plus ajouter les campagnes CNGS, LEIR, le remplacement probable des câbles irradiés au SPS ainsi que le câblage des expériences LHC. Celui-ci se limite, pour l'instant, aux liaisons externes entre les racks et les patchs panels situés à l'entrée du détecteur CMS.

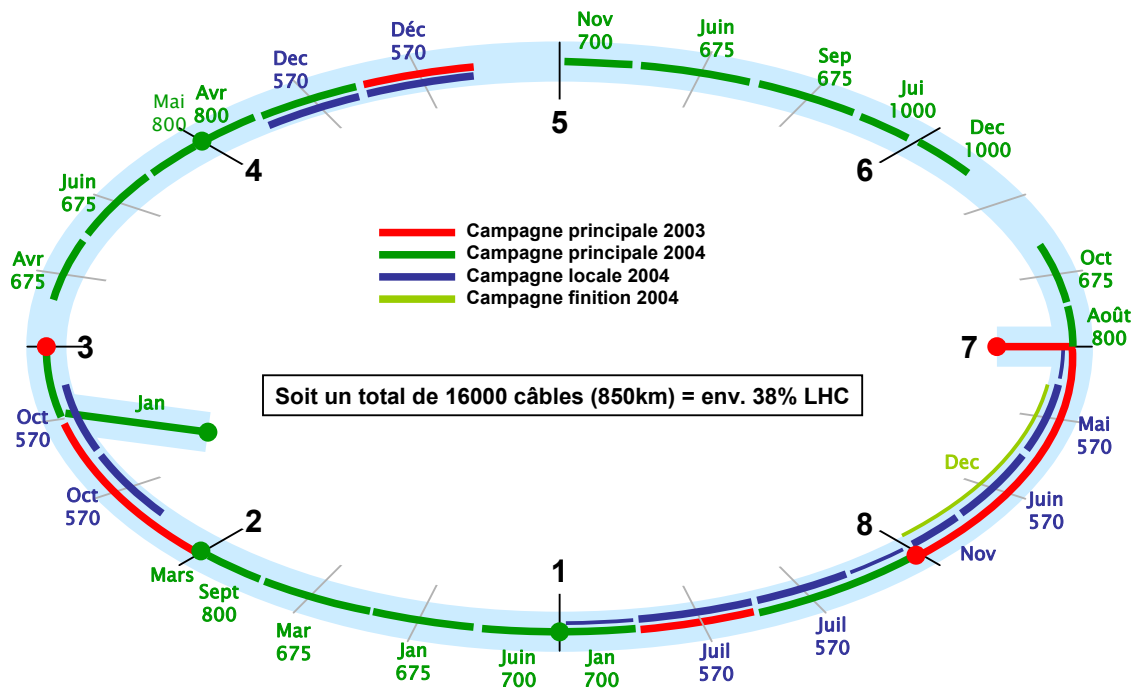


Fig. 2: Campagnes de câblage du LHC prévues en 2004

## 5 ELABORATION ET DEMARRAGE DES TRAVAUX

La phase d'élaboration des campagnes est réalisée par le CERN et est transmise en général 3 semaines avant le démarrage effectif des travaux. Les campagnes sont annoncées au moins 6 mois à l'avance en réunion de coordination permettant ainsi au contractant de se préparer. Les quantitatifs (câbles, connecteurs) sont transmis 1 mois environ avant le début de la campagne. La date de démarrage précise est convenue et confirmée après la Visite d'Inspection Commune. Le volume des campagnes principales se situe entre 500 et 1000 câbles et peut aller jusqu'à 60 kilomètres de câbles. La durée varie entre 10 et 16 semaines selon les quantités.

Dans le cas de travaux moins importants, les procédures sont allégées et l'annonce des travaux peut se faire avec un délai de trois semaines.

## 6 METHODOLOGIE GENERALE

Lorsque le dossier d'une campagne est remis au contractant, la phase de démarrage du chantier est mise à profit pour vérifier tous les points de détails concernant le cheminement précis des câbles, la présence du matériel en stock, la définition des moyens utilisés pour le tirage des câbles et l'élaboration des modes opératoires de tirage et de réalisation de la connectique. Cette phase essentielle permet de contrôler si toutes les informations contenues en câblotèque et ses compléments sont exacts, complets et bien compris par le contractant.

La quantité de campagnes à mener en parallèle étant importante, nous avons défini avec notre contractant des points de contrôle spécifiques communs et obligatoires. Le contrôle systématique sur le terrain du repérage des positions fonctionnelles dans le tunnel, de la présence des racks et des cheminements et des abaques de tirages de câbles en fait partie. Nous avons également défini avec lui des 'feux rouge' ; limite au-delà de laquelle les conventions de raccordement doivent être définies.

Le suivi des travaux se limite à l'éclaircissement de certains points de détails, visites sporadiques sur le terrain, avancements et relation avec l'équipe de coordination CERN.

La réception des campagnes se déroule en présence du chef de chantier, du responsable qualité du contractant et du chargé d'affaire CERN. Elle consiste en une vérification visuelle de la qualité du travail et notamment de la présence de chacun des câbles, connecteurs, coffrets, étiquettes et fixations.

La correspondance entre repères métriques effectifs des câbles et ceux introduits en base de données est vérifiée de manière sporadique. Cette phase est essentielle car elle permet, par la suite, le contrôle rapide des métrés.

La qualité du travail est complétée par la remise des feuilles de test signées par le contractant pour chacun des câbles tirés. De plus, une garantie de deux ans est octroyée par le contractant sur le travail accompli.

## **7 EXEMPLES DE PROBLEMES RENCONTRES ET SOLUTIONS ADOPTEES**

L'expérience réalisée sur l'arc 7-8 fut l'occasion, d'une part, pour le CERN, de juger de la qualité du travail du contractant et d'autre part, pour le contractant, de s'adapter aux exigences de la demande.

### **7.1 Constatation**

Tous les câbles de l'arc 7-8 ont été contrôlés et les remarques suivantes ont fait l'objet d'un point d'alerte :

- Le non respect des directives concernant les longueurs des câbles à laisser aux positions fonctionnelles.  
*La solution adoptée a été la création systématique d'abaques de longueurs de câbles pour chaque type d'équipement.*
- Les procédures de tests de câbles non établies pour ce qui est spécifique au LHC.  
*Toutes les procédures de tests ont été établies par le contractant et validées par le CERN.*
- L'inexactitude des longueurs des câbles introduites dans la câblodthèque et les repères métriques relevés sur place ; conduisant à un surcoût pour le CERN.  
*Les relevés que nous avons effectués lors des réceptions récentes par la suite sont corrects. Les écarts abusifs seront facturés au contractant.*
- La qualité très moyenne des feuilles de tests remises au CERN.  
*Les feuilles de tests ne nous sont pas encore parvenues. Tous les tests des câbles vont être refaits durant la phase locale.*
- Qualité inégale des chantiers.  
*Création d'une synergie interne conduisant à une meilleure communication entre chefs de chantier au sein du contractant.*

### **7.2 Travail de fond**

Depuis novembre 2003, des réunions 'qualité' hebdomadaires ont été organisées avec le contractant. Un travail de fond a consisté à reprendre dans le détail les procédures de mise en route et de clôture d'une affaire. A suivi ensuite la reprise, dans le détail, de tous les tests des associations câbles/connecteurs (tests effectués, tensions d'isolement, appareil utilisé, résultats), les détails de raccordement des réseaux Worldfip, Profibus, VDSL et haute tension BLM. Toutes les interfaces de tests manquants ont été créés. Une clarification de toutes les conventions de raccordement a été effectuée. Toutes ces procédures ont été rédigées par le contractant et font maintenant partie intégrante du Plan Qualité.

### **7.3 Améliorations**

Nous avons pu constater sur le terrain, une nette amélioration concernant la préparation des chantiers, les longueurs à laisser aux abords des positions fonctionnelles, une meilleure compréhension de ce qui était demandé, des finitions en progrès et une prise de conscience de la qualité minimum attendue.

### **7.4 Problèmes non encore résolus**

Nous devons encore poursuivre nos efforts dans la phase de fin de campagne au niveau de la transmission des installations au CERN, la remise des métrés et des feuilles de tests.

## 8 POINTS SATISFAISANTS

Il n'y a pas eu de problèmes particuliers pour les points concernant la date de démarrage des travaux, la précision des repérages de positions fonctionnelles, l'adaptabilité et la souplesse du contractant en cas de cohabitation sur le terrain avec d'autres corps de métiers, la réactivité du contractant dans le cadre des campagnes de tirage, la bonne tenue du parc à câbles ainsi que les opérations de gestion.

## 9 REMISE DES INSTALLATIONS AU CERN

Il est, en principe, prévu de remettre les installations de câbles au CERN en fin de campagnes lorsque la réception est terminée et les corrections éventuelles exécutées. Les utilisateurs recevront la liste des câbles terminés. Notre câblodthèque est disponible pour consultation et tirage de listes. Des circonstances particulières et retards n'ont pas permis la remise de câbles aux utilisateurs rapidement. Ce point devrait être résolu rapidement.

Une fois celle-ci opérée, il est conseillé aux utilisateurs de vérifier si le travail effectué correspond à leur attente car il sera très difficile, par la suite, de pouvoir répondre aux modifications multiples, le cas échéant.

## 10 BESOINS FUTURS

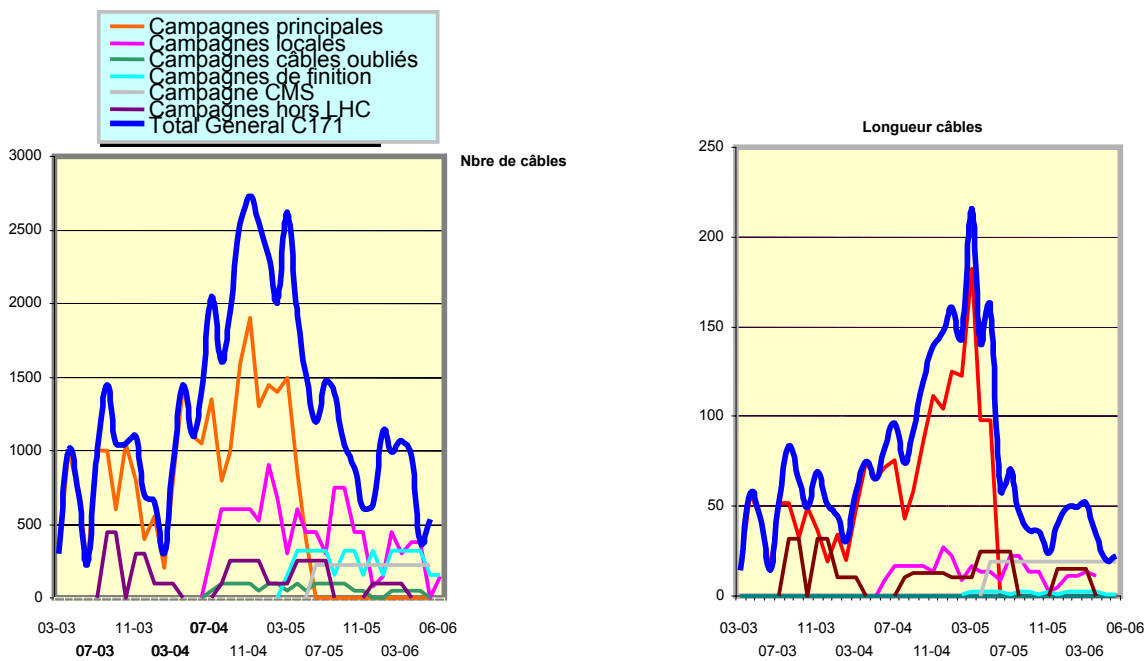


Fig. 3: Besoins futurs

## 11 CONCLUSIONS

Le graphique précédent montre clairement que le volume des travaux sera à son maximum entre juin 2004 et juillet 2005. Des efforts ont été entrepris pour améliorer la qualité de la prestation et le contractant a démontré ses aptitudes dans son domaine de compétence. Nous attendons avec impatience la remise des installations aux utilisateurs pour confirmer cette impression à 100%.

Références : Bilan Contrat C171.