



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH
ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

CERN - TS Department

EDMS Nr: 473755
Group reference: TS-MME

TS-Note-2004-042
6 May 2004

LE BUREAU D'ETUDES MECANIQUES DU GROUPE TS-MME

C. Menot

Résumé

Le bureau d'études du groupe MME représente le principal support d'ingénierie mécanique pour le LHC et quelques projets autres. Il est constitué de trois sections au mandat distinct. Ses activités couvrent le design des divers équipements : des aimants supraconducteurs du LHC et leur alimentation électrique, le design pour le système vide et de l'instrumentation et calibration de faisceau. Le groupe a aussi en charge le design de tout système se rapportant aux complexes PS et SPS

Les principaux sujets présentés dans ce rapport concernent la structure du bureau d'études et son effectif, les ressources à disposition, son domaine d'activité, son mode de fonctionnement, les outils et les méthodologies développés. La coordination entre sections du groupe, qui apportent chacune son expertise, sera mise en évidence. Une vision du futur avec les besoins en ressources liés aux activités vitales pour le CERN est abordée en conclusion.

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

1 ACTIVITES

Les activités du bureau d'études mécaniques couvrent le design des composants des systèmes d'un accélérateur pour le LHC et le complexe PS et SPS. Le groupe MME fournit aussi le support d'ingénierie pour d'autres projets (LINAC, Low Energy Ion Ring (LEIR), expériences du LHC, CNGS, CAST, ...).

Les activités sont orientées vers les études pour :

- Le système magnétique : aimants chauds et supraconducteurs avec leur alimentation électrique (amenées de courant, DFB ...), outillages de mesures magnétiques, etc.
- Le système vide : chambres à vide machine et expériences, système de pompage, interconnexions, écrans de faisceau, outillages divers de soudure et de déposition, etc.
- L'instrumentation de faisceau : mesures, détections et calibrage (moniteurs TV , beam loss, collimateurs).
- Le système radio-fréquence : cavités, klystrons, RFQ, guides ondes.

2 RESSOURCES

Le support d'ingénierie que le bureau d'études mécaniques fournit représente actuellement 89000 heures de travail par année pour le groupe TS-MME. Afin de satisfaire cette demande, le bureau d'études a à disposition plusieurs catégories de personnel et de sous-traitance:

- Personnel Staff CERN : actuellement 21 projeteurs et ingénieurs (2 postes ouverts)
- Appui industriel sous contrat sur le site : actuellement 32 personnes pour MME sur 46 au total
- Personnel PJAS (Collaboration avec Russie et Pologne): actuellement 8 personnes (7 projeteurs + 1 programmeur)
- Personnel temporaire sous contrat de 3 à 9 mois: actuellement 6 personnes
- Sous-traitance externe : actuellement trois contrats qui équivalent à 5 hommes plein temps / année, un seul contrat est prévu à partir de juin 2004.

3 STRUCTURE

Le bureau d'études est composé de trois sections avec chacune un mandat spécifique :

MME-DEA : Supervisée par M. Genet, cette section est chargée du système « magnétique » du LHC et tout ce qui s'y rapporte.

MME-DEB : Supervisée par C. Menot, cette section est chargée des systèmes « vide » et « instrumentation de faisceau » du LHC et tout ce qui s'y rapporte.

MME-DEC : Supervisée par P. Bourquin, cette section est chargée de toutes les études se rapportant au complexe PS et SPS, au LINAC, au LEIR, et les études du LHC n'étant pas couvertes par les deux autres sections.

4 FONCTIONNEMENT

4.1 Jobs

Une demande d'études et de dossiers de fabrication passe par une ouverture de job auprès d'un superviseur d'une section du bureau d'études ou un projeteur qui fait remonter la demande au superviseur. La description du job comprend des informations techniques et administratives. Ce document est présenté au comité de planification « Design Office Planning » (DOP) pour analyse et attribution des responsabilités.

Les informations techniques consistent en une description du travail demandé et en un résumé du cahier des charges avec les échéances souhaitées du projet. Il faut noter qu'il est parfois difficile

d'obtenir des spécifications techniques claires de la part du requérant. Pour garder une traçabilité de l'activité, ces informations sont complétées si besoin durant le projet par les demandes de modifications et les étapes d'avancement du dossier. Pour les projets de longue durée difficiles à estimer, il est demandé au préalable d'ouvrir un job pour la réalisation d'un avant-projet qui permettra, par la suite, une meilleure analyse et évaluation de l'ensemble.

Les informations administratives indiquent le nom du requérant, le code budgétaire sur lequel sera facturé le job. Suite à la réunion du Design Office Planning, le nom du projeteur CERN en charge du projet et les ressources nécessaires pour la réalisation du dossier sont mentionnés. Sont indiqués également quelles sont les personnes habilitées aux contrôles pour l'archivage et sur quel logiciel devra être fait le projet. Une estimation du temps nécessaire à la réalisation du projet est mentionnée, ce qui permet d'évaluer son coût et de lancer le processus d'acceptation financière.

4.2 Planification et coordination des ressources

La totalité des jobs des trois sections est regroupée dans un même fichier pour planification et suivi. Le comité «Design Office Planning» composé des trois superviseurs P. Bourquin, M. Genet, C. Menot, de l'adjoint au chef de groupe pour la partie technique T. Kurtyka, du coordinateur pour les accélérateurs M. Mayer et du responsable de l'appui industriel (KA) P. Guillemin se réunit 2 fois par mois pour orienter les jobs suivant leurs spécificités, les planifier dans le temps et prévoir les ressources pour leur réalisation.

4.3 Facturation

Le département n'ayant pas de budget propre, pour financer l'appui industriel et ce qui sort d'un fonctionnement normal, le bureau d'études a recours à un système de facturation. Le système de facturation se dirige vers une forfaitisation des travaux. Actuellement, les jobs sont facturés au temps réellement passé par le bureau d'études.

Le taux horaire pratiqué prend en compte des dépenses suivantes :

- Le coût de l'appui industriel sur site assuré par quatre contrats avec les sociétés Kraftanlagen & Assystème (KA), DCS , Fabricom, GEC Alstom
- Le coût de la sous-traitance externe assurée par trois contrats avec les sociétés Acrotecna, (France), Hebron et Medlock (Grande Bretagne), et Sener (Espagne).
- Le coût du personnel temporaire à disposition
- Le coût du personnel des collaborations (PJAS)
- Une participation aux frais de reproduction (location et entretien du matériel + consommables + investissement)
- L'amortissement du matériel informatique (stations de travail)

Le coût de formation n'entre pas dans ces calculs.

La somme de toutes ces dépenses divisée par le nombre d'heures globales effectuées par le personnel des contrats, les PJAS et le personnel CERN donne un taux horaire unique. Le taux horaire actuel de facturation s'élève à 51.00 CHF. Pour comparaison, le taux horaire moyen de l'appui industriel sur site s'élève à 64.60 CHF.

4.4 CAO

Les deux logiciels officiellement utilisés sont Autocad (version 2002) et Euclid (version 2.3-2001). Tous les composants installés dans le LHC doivent être modélisés en 3D avec Euclid afin d'être utilisés pour l'intégration numérique assurée par le groupe IC.

Pour les deux logiciels, des cahiers de méthodologie CERN ont été écrits au fil du temps pour uniformiser le travail des dessinateurs et projeteurs au sein des groupes MME et IC (voir réf. 1 à 5). Un accès contrôlé aux bases de données de production a été nécessaire pour une raison de sécurité et pour faciliter la tâche de notre support informatique.

Pour remplacer Euclid dans les prochaines années, un comité « CAD 2000 » a été mandaté pour trouver le meilleur logiciel du marché pouvant répondre aux besoins du CERN. Plusieurs représentants de notre département participaient à ce comité qui a remis son rapport au « Computer Aided Engineering Committee » (CAEC) l'année dernière avec comme recommandation l'acquisition du système CATIA.

Un projet pilote CATIA a été mis en œuvre cette année autour du projet Low Energy Ion Ring (LEIR). Cette activité devra permettre d'établir en collaboration avec le groupe TS-CSE des méthodologies spécifiques au CERN et de valider un type de formation avant de commencer une campagne de migration qui devrait débuter en 2005.

4.5 Qualité et archivage

Tous les plans d'assemblage et de fabrication des trois sections sont soumis aux règles de qualité imposées par le QAP (Quality Assurance Plan) du LHC. Les plans de fabrication suivent les nouvelles normes de cotation ISO en vigueur en Europe. Pour cela, un large programme de formation a été réalisé ces trois dernières années auprès des bureaux d'études et des ateliers. Des règles pratiques d'exécution des plans au CERN ont été établies sous forme d'un manuel rédigé par le groupe d'aide à la cotation (GRACQ) (voir réf. 6).

La numérotation des plans est gérée par le logiciel d'archivage CDD (CERN Drawing Directory). La numérotation des plans se fait automatiquement à travers une interface commune aux deux logiciels (CARTWEB). Cette interface facilite aussi le remplissage des nomenclatures en donnant des liens à des bases de données spécifiques telles que celle des magasins CERN. CARTWEB a aussi le gros avantage d'être indépendant du logiciel utilisé. Ainsi, cette application sera rapidement disponible pour l'utilisation de CATIA.

Un archivage informatisé de tous les plans du SPS et prochainement du PS est prévu cette année tout en conservant les microfilms. Une consultation de tous les plans sera alors possible à partir d'un PC.

4.6 Expertise et de Coordination entre sections du groupe MME

Certaines études font appel à des solutions mettant en œuvre des technologies spécifiques dont l'expertise est dans notre département. Un groupe interne appelé Comité d'Expertise et de Coordination (CEC) est chargé d'organiser régulièrement des rencontres entre le projeteur responsable de l'étude et les spécialistes concernés. Certains aspects comme le tolérancement, le choix des techniques de fabrication, le choix de matériaux peuvent être abordés. Ces réunions permettent un échange constructif et guident le projeteur dans son choix et dans son travail. Une unité de calculs performante est aussi à la disposition des projeteurs pour les cas difficiles.

Les contacts, ainsi établis, demeurent jusqu'à la fabrication du produit. Cette approche a contribué à trouver des solutions pour des sujets délicats, par exemple les DFB, les collimateurs, les cryostats de connexion, les pots romains, etc.

5 FUTUR

Après la fin des études pour le LHC, le support en appui industriel sur site devrait diminuer fortement.

Les séminaires de Morges II et III ont mis en évidence le fait que nos bureaux d'études devront d'une part garder la maîtrise des spécialités CERN décrites dans le paragraphe 1 et d'autre part garder la mémoire de notre patrimoine pour les développements futurs.

Il a été estimé que pour assurer cette mission, le bureau d'études aura besoin d'un effectif stable d'une trentaine de personnes staff, effectif qui pourra être atteint après la fin des activités d'intégration et d'installation du groupe TS-IC.

6 REFERENCES

- [1] Base de données Euclid pour le projet LHC (MT-CAO 95-07)
- [2] Euclid 3 Recommandations I - Modelisation 3D (MT-CAO 95-01)
- [3] Euclid 3 Recommandations II - Mise en plan (MT-CAO 95-02)
- [4] Méthode de réalisation et de gestion de plans d'ensembles complexes (ESTT-CAO 96-02)
- [5] Méthodologie Autocad mechanical 6 power pack au CERN (EDMS 339469)
- [6] Règles pratiques d'exécution des plans au CERN (EDMS 369374)