



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH  
ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

**CERN - ST Division**

ST-Note-2002-023

15 janvier 2002

## **SÛRETE ET SECURITE D'ACCES AU LHC**

E. Cennini, F. Balda

### **Résumé**

L'identification des besoins, des contraintes et des performances pour le projet des systèmes d'accès du LHC étant pratiquement achevée, la phase de design est actuellement en cours et elle mènera à la rédaction des spécifications techniques. L'objet de ce document consiste à présenter les aspects principaux (fonctions, composantes, caractéristiques, phases) des systèmes d'accès du LHC. Ces aspects découlent notamment de l'analyse des besoins requis et identifiés lors des études et des discussions au sein du LHC-AIWG. Les directives issues de la norme IEC 61508 concernant l'élaboration de systèmes électriques et électroniques dédiées à la sûreté ont été considérées. La méthode d'évaluation (préconisée par la norme) des différents paramètres de sûreté (disponibilité, défaillance, SIL) est brièvement rappelée et, plus concrètement, les valeurs obtenues pour la fonction de sûreté principale des systèmes d'accès du SPS sont présentées.

Présenté au 5<sup>ème</sup> ST Workshop  
Echenevex, France, 28-30 janvier 2002

## 1 INTRODUCTION

Ce document constitue un compte-rendu d'avancement du projet visant à élaborer, prototyper, fournir, installer, mettre en service, valider, et maintenir (pendant la période de garantie), les systèmes d'accès du LHC. Il est important de préciser que ces systèmes sont dédiés à la protection des personnes vis-à-vis des risques liés au fonctionnement de l'accélérateur. Les systèmes d'accès du LHC sont en réalité deux systèmes distincts interdépendants : l'un assurant la sûreté d'accès (le système de sûreté d'accès du LHC), et l'autre, la sécurité d'accès (le système de contrôle d'accès du LHC)

## 2 FONCTIONS PRINCIPALES

### 2.1 Fonctions principales du système de sûreté d'accès du LHC

Le système de sûreté d'accès du LHC doit agir sur les équipements de l'accélérateur impliqués dans la protection du personnel afin d'établir et maintenir les conditions autorisant la fréquentation des zones souterraines et des secteurs spécifiques (i.e. établir les modes d'exploitation *Accès*). Il doit également délimiter et verrouiller l'enveloppe et les différents secteurs des zones souterraines du LHC afin d'établir et maintenir les conditions autorisant la levée des protections. Par conséquent, il autorise ou non la mise en route de l'accélérateur (i.e. autorise ou non le basculement vers les modes d'exploitation *Machine* et *Physique*)

### 2.2 Fonctions principales du système de contrôle d'accès du LHC

Le système de contrôle d'accès du LHC doit vérifier la (les) autorisation(s) d'accès des utilisateurs souhaitant accéder aux zones souterraines de l'accélérateur, limiter la fréquentation de ces dernières, aider la patrouille des zones et secteurs du LHC afin de garantir leur complète évacuation et enfin satisfaire les besoins des utilisateurs (responsables de sécurité, responsables d'équipements, opérateurs, physiciens, etc.).

## 3 COMPOSANTES PRINCIPALES

Le respect des règles de sûreté pour la protection collective du personnel vis-à-vis des risques intrinsèques du fonctionnement de l'accélérateur LHC (radiation induite, risques électriques, magnétiques, etc.), est assuré par les équipements et systèmes définis ci-après et représentés en annexe :

- a) Les équipements dédiés à l'accès (portes, grilles, murs de blindage mobiles ...), déterminent l'enveloppe et la sectorisation des *zones verrouillées du LHC* (zones devant être vides de toutes personnes pour autoriser la mise en route de l'accélérateur) et sont appelés ***Éléments Importants de Sûreté de l'accès – EIS-accès.***
- b) Lorsque les faisceaux sont absents, les équipements de la machine LHC devant impérativement être arrêtés et maintenus à l'arrêt pour autoriser l'accès à certaines ou à toutes les *zones verrouillées*, sont appelés ***Éléments Important de Sûreté de la machine – EIS-machine.***
- c) Les équipements de la machine LHC impliqués dans l'élimination des faisceaux injectés et circulants sont appelés ***Éléments Importants de Sûreté de la machine dédiés à l'inhibition des faisceaux – EIS-faisceaux.***
- d) Le ***Système de Contrôle des Éléments Importants de Sûreté de l'accès – SCEa*** est chargé de la génération, l'acquisition et le traitement des signaux et commandes de sûreté qui proviennent et qui agissent sur les *EIS-accès*. Le *SCEa* garantit la présence ou l'absence de personnes ainsi que le verrouillage ou le déverrouillage des *zones verrouillées du LHC*.
- e) Le ***Système de Contrôle des Éléments Importants de Sûreté de la machine – SCEm*** est le système chargé de l'acquisition et le traitement des signaux et commandes de sûreté qui garantit l'activation ou l'arrêt et le maintien à l'arrêt de tous les *EIS-machine*.

- f) Le *Système de Contrôle des Eléments Importants de Sûreté impliqués dans l'inhibition des faisceaux – SCEf* est chargé de l'acquisition et le traitement des signaux et commandes de sûreté qui garantissent l'activation ou l'arrêt et le maintien à l'arrêt de tous les *EIS-faisceaux*.
- g) Le *Système de Gestion et de Configuration de l'Interverrouillage – SGCI* caractérise l'ensemble des chaînes de verrouillage du LHC. Une chaîne de verrouillage associe des *EIS-machine/faisceaux* aux *EIS-accès* qui délimitent l'espace où les premiers sont localisés. Pour chaque chaîne de verrouillage, le *SGCI* gère les modes d'exploitation (*Accès* et *Machine/Physique*) ainsi que les transitions entre ceux-ci, il génère les commandes de sûreté qui agissent sur les systèmes *SCA*, *SCEa*, *SCEm*, *SCEf* en fonction de du mode d'exploitation choisi ou imposé.
- h) Le *Système de Supervision et d'Informations de Sûreté – SSIS*, permet d'informer les responsables de l'opération de l'accélérateur sur l'état précis de tous les éléments impliqués dans la sûreté d'accès (*EIS-accès*, résultantes de sûreté, etc.), ainsi que l'état des équipements de la machines impliqués dans la protection du personnel.

**Les équipements et systèmes énumérés ci-dessus constituent le système de sûreté d'accès du LHC.**

- i) Les équipements classiques utilisés dans le domaine du contrôle d'accès tels que les lecteurs de cartes, les intercoms, les moniteurs d'assistance à l'utilisateur, les sas d'accès, etc. feront partie des points d'accès du LHC et l'ensemble de ce type d'équipements sont appelés *Equipements de Contrôle d'Accès – ECA*.
- j) Lorsque les conditions de sûreté aux *zones verrouillées* du LHC autorisent le mode d'exploitation *Accès* (voir g), le *Système de Contrôle d'Accès - SCA* est chargé de vérifier les autorisations d'accès et la détention de l'identifiant pour toute personne souhaitant accéder à ces zones. Le *SCA* permet également de comptabiliser/limiter la fréquentation des *zones verrouillées*.
- k) Le programme permettant d'exploiter le *SCA* et l'intégration des communications audio et vidéo à ce dernier constituent le *Système de Supervision et d'Informations d'Accès du LHC – SSIA*.

**Le système de contrôle d'accès du LHC comporte les équipements et systèmes définis aux points i) à k) ci-dessus.**

## **4 CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

### **4.1 Caractéristiques du système de sûreté d'accès du LHC**

Il s'agit d'un système de protection de personnes développé suivant des normes de sûreté (IEC61508 ou équivalent) et fonctionnant de manière autonome. La sûreté d'accès passe par la gestion/traitement de signaux de sûreté et la génération automatique de commandes d'inhibition/d'activation d'équipements impliqués dans la protection de personnes.

Ce système est soumis à la réglementation INB et, à ce titre, nécessite la présentation aux autorités de sûreté des conclusions de l'étude de sûreté de fonctionnement (comportant l'analyse quantitative des risques), ainsi qu'une description détaillée des fonctions du système. Ces documents seront soumis aux autorités INB pour expertise afin d'obtenir l'approbation d'exploiter l'accélérateur.

Enfin les matériels hardware et software sont spécifiques de sorte à satisfaire les standards dictés par les normes et ainsi assurer le niveau de fiabilité requis et imposé.

### **4.2 Caractéristiques du système de contrôle d'accès du LHC**

Il s'agit d'équipements et de fonctions de contrôle d'accès classiques adaptés à l'environnement et aux contraintes du CERN. Ces équipements doivent être hautement disponibles et doivent pouvoir être opérés à distance, localement ainsi que de manière automatique.

Ce système doit satisfaire les différentes consignes et procédures d'accès à savoir identifier (+ authentifier ?) les utilisateurs, gérer les *ECA* et enfin (dé)verrouiller les points d'accès.

Le système de contrôle d'accès n'est pas réglementé mais il est toutefois décrit et présenté aux autorités INB comme système de sécurité en complément à la sûreté du LHC.

Les éléments constitutifs du système de contrôle d'accès sont des matériels hardware et software répandus sur le marché ayant comme caractéristiques principales la robustesse et la disponibilité.

## 5 PHASES PRINCIPALES DU PROJET

Les phases principales du projet des systèmes d'accès du LHC sont énumérées dans la table ci-dessous :

**Table A.1**  
Phases principales du projet des systèmes d'accès du LHC

PHASES	Période
LANCEMENT DU PROJET	Juin 2001
ETUDES (Définition des besoins, contraintes, performances)	Juin 2001 – Décembre 2001
DESIGN	Août 2001 – Août 2002
OUTSOURCING	Septembre 2001 – Mars 2003
EXECUTION, REALISATION	Mars 2003 – Mars 2006
VALIDATION	Mars 2006 – Février 2007
VALIDATION FINALE	Mars 2007

### 5.1 Phase de lancement (Juin 2001)

La phase de lancement du projet est achevée et comporte un avant projet sommaire [1], qui précise les objectifs, l'organisation, les phases, les ressources et les différents documents associés au projet des systèmes d'accès du LHC.

Les milestones principaux pour les systèmes de sûreté du LHC, du SPS et du CNGS [2], ont également été fixés ainsi qu'un planning général des phases du projet [3]

### 5.2 Phase d'études (Juin 2001 – Décembre 2001)

En ce qui concerne l'identification des besoins, les groupes d'équipements et de services impliqués dans le projet LHC ont été interrogés et l'ensemble des besoins exprimés est compilé dans un fichier File Maker.

Cette définition des besoins a généré plusieurs contraintes notamment pour l'opération du système de contrôle d'accès donc pour la sécurité. A titre d'exemple, le fait de pénétrer le tunnel principal du LHC avec un tracteur complique la fonction de comptabilisation des personnes présentes simultanément dans le tunnel lors d'un accès automatique !!!

D'autre part, au sein du groupe de travail AIWG, la commission TIS a rapporté une estimation des débits de doses (sûreté radiation), ainsi que les règles de sécurité générales pour autoriser l'accès et la fréquentation des zones souterraines.

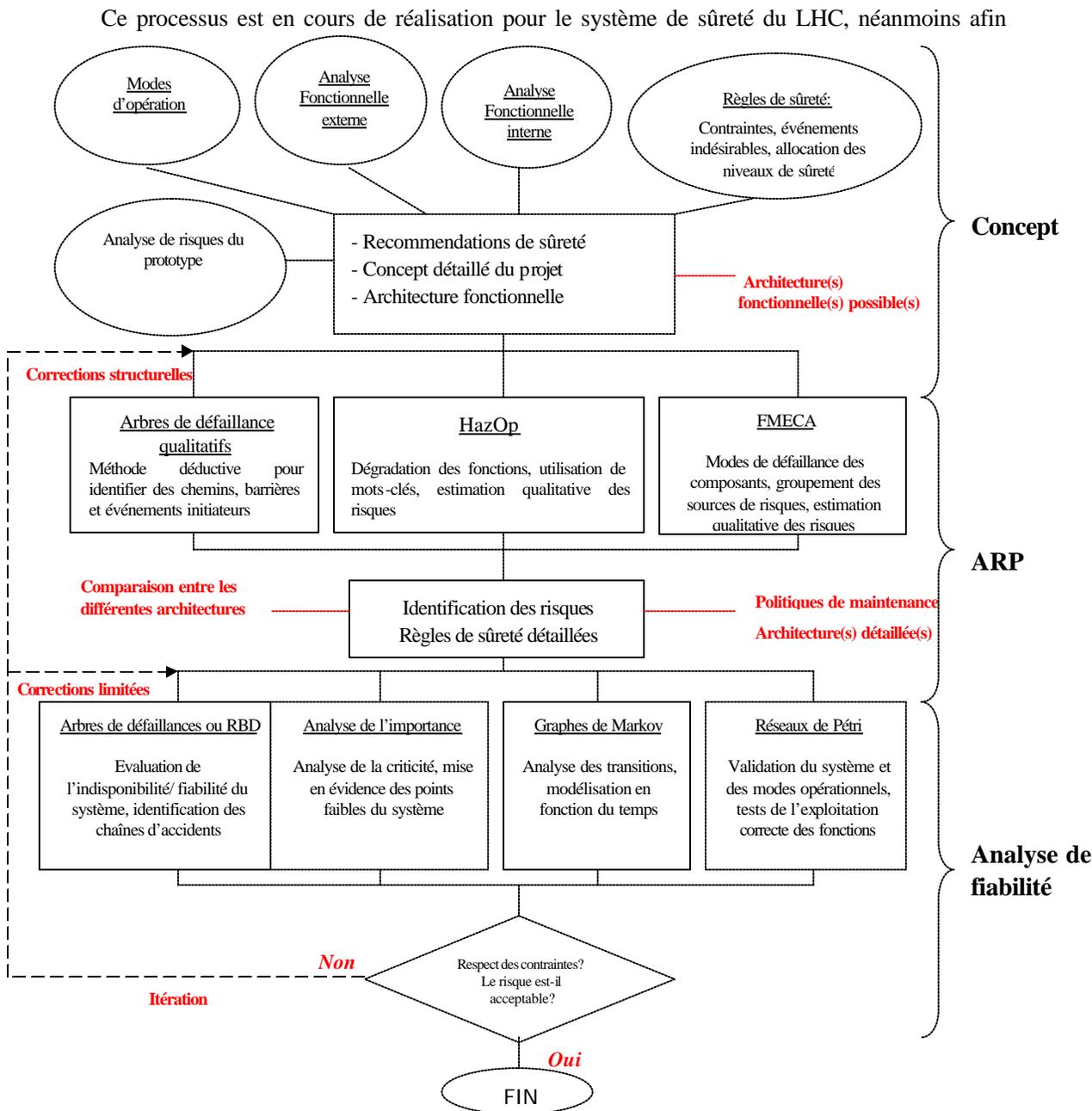
En terme de performances, pour le système de sûreté d'accès, elles seront adaptées aux scénarios d'arrêt d'urgence lors d'une rupture intempestive de l'enveloppe des zones souterraines. Pour le système de contrôle d'accès, elles dépendront du nombre et de la nature des contrôles à effectuer au niveau des différents points d'accès à la machine.

### 5.3 Phase de design (Août 2001 – Août 2002)

Conformément à la norme IEC 61508 ainsi qu'à la réglementation des autorités INB, une *Etude de sûreté de fonctionnement* [4], est actuellement en cours pour valider le design du système de sûreté

d'accès du LHC. Pour mémoire, le diagramme illustré à la figure 1 représente les grandes lignes du processus d'analyse des risques.

Figure 1: Processus de l'analyse des risques



d'illustrer concrètement cette démarche et les résultats inhérents à celle-ci, une étude similaire a été réalisée pour qualifier le niveau de sûreté des systèmes de sûreté de l'accélérateur SPS [5]

En résumé, l'application de ce processus d'analyse de risque au système de sûreté d'accès du SPS et plus particulièrement l'analyse de sa fonction de sûreté principale à savoir la *Génération de la commande d'inhibition (VETO) vers les EIS-faisceaux du SPS suite à une intrusion (porte forcée) en mode machine*, a mené à la caractérisation de la disponibilité du système ainsi que du niveau de sûreté de la fonction concernée (SIL), conformément aux directives de la norme IEC 61508. Pour information, l'occurrence d'une intrusion en mode machine au SPS a été estimée par le groupe SL-OP à 1 fois par an.

Pour effectuer ces calculs, il a fallu prendre en considération le taux de défaillance de chaque composant, le temps nécessaire à la réparation de ce dernier (si possible), ainsi que l'intervalle de temps entre chaque inspection. Toutes les redondances et les connexions hardware ont été également considérées.

Ainsi, pour la fonction de sûreté principale citée plus haut, la disponibilité calculée est de l'ordre de **91,1%**, la fréquence de défaillance y associée est environ  **$1,5 \cdot 10^{-5}$ /heure** et sa qualification selon IEC61508 correspond à une *faible sollicitation*. En conclusion, suivant la classification IEC61508, le niveau de sûreté de la fonction analysée correspond à SIL1.

#### **5.4 Remerciements**

A ce stade du projet des systèmes d'accès du LHC, nous tenons à remercier tout particulièrement les membres de l'équipe du projet ainsi que les personnes qui ont contribué à la définition des besoins, contraintes et performances c'est-à-dire à la phase délicate des études. Plus particulièrement MM. S. Di Luca, JF. Juget, T. Riesco, L. Hammouti, G. Roy, G. Robin ainsi que les membres de l'AIWG et son chairman A. Faugier.

#### **5.5 Références**

- [1] E. Cennini - *LHC Project Document No. LHC-P-QA-AAA.00 – référence à confirmer*
- [2] E. Cennini - *LHC Project Document No. LHC-P-QA-BBB.00 – référence à confirmer*
- [3] E. Cennini - *LHC Project Documents No. LHC-P-QA-DDD.00 – référence à confirmer*  
*LHC-P-QA-DDD.01 – référence à confirmer*  
*LHC-P-QA-DDD.02 – référence à confirmer*
- [4] E. Cennini, F. Balda - *LHC Project Document No. LHC-P-ES-GGG.00 – référence à confirmer*  
F. Balda – ST-2001-036 – *Risk Analysis: an approach for safety-related projects at CERN*; Geneva, Switzerland - May 2001
- [5] F. Balda, T. Riesco Hernandez – *Quantitative reliability assessment of a safety chain of the SPS Access System with a new RAMS software package*

ANNEXE: COMPOSANTES PRINCIPALES DES SYSTEMES D'ACCES DU LHC

SYSTEMES DE PROTECTION DU PERSONNEL POUR L'ACCES AU LHC

