



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH  
ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

**CERN - ST Division**

CERN-ST-2000-055

February, 2000

**VENTILATION ET SECURITE INCENDIE  
D'UNE ZONE EXPERIMENTALE**

C. Martel

**Résumé**

La procédure d'approche des risques contre l'incendie implique dès la conception des installations de ventilation LHC, de prendre en compte la fonction désenfumage. La détermination des solutions techniques est étroitement liée à la prévention de la propagation d'un éventuel incendie, sa détection, sa signalisation, et la protection des personnes et des biens. Une méthodologie basée sur l'expérience du LEP et sur l'étude des contextes spécifiques au CERN, mettant en oeuvre un grand nombre d'intervenants, débouche inévitablement sur des solutions techniques de type sur mesure. Si de telles solutions ne sont pas des applications directes des réglementations des pays hôtes, elles doivent toutefois en respecter les objectifs. Des installations, conçues en partenariat avec les différents groupes de travail EST, LHC, ST, TIS et utilisateurs, sont présentées ici pour la zone expérimentale ATLAS. Elles consistent, suivant le type d'ouvrage, à extraire les fumées dans les zones sinistrées ou à mettre en surpression les zones protégées.

## 1 INTRODUCTION

Au même titre que les systèmes de détection et d'extinction, la ventilation joue un rôle important dans la lutte contre l'incendie. Elle permet non seulement l'évacuation des fumées, mais aussi celle des gaz de distillation imbrûlés et de la chaleur. Cela a pour effet d'inhiber la propagation du feu et d'améliorer les conditions des voies d'évacuation ainsi que l'accès par les équipes de secours. Le groupe ST-CV est chargé de concevoir les installations de ventilation du projet LHC. La complexité du contexte souterrain et l'implication de la ventilation avec les autres corps d'états du projet, a conduit à de nombreuses itérations techniques selon une méthodologie rigoureuse. La présente publication se limite aux principes retenus actuellement pour le traitement des cavernes souterraines et puits d'accès des expériences ATLAS et CMS, en mode de fonctionnement normal LHC.

## 2 LES FUMÉES

Les fumées sont souvent à l'origine, directes ou indirectes, de la plupart des décès survenus lors d'un incendie. Elles obligent aussi dans certains cas, les pompiers à porter des appareils respiratoires et rendent difficile la localisation de l'origine du sinistre et des éventuelles victimes.

### 2.1 Quelques caractéristiques des fumées

La fumée produite au cours d'un incendie est une combinaison des trois états de la matière : l'état solide (particules solides imbrûlées riches en carbone), l'état gazeux (gaz de combustion, hydrocarbures, etc.) et l'état liquide en suspension dans la phase gazeuse (aérosols, condensats divers, vapeur d'eau, etc.). La taille des particules de fumée peut varier entre 0,01 et 10  $\mu$ . La couleur résultante nous renseigne sur la composition : fumée blanche révélatrice d'aérosols et de vapeur d'eau, fumée grise pour les mélanges d'aérosols et de particules solides, enfin fumée noire pour les grosses particules solides. Le débit des fumées dépend de la surface du feu, de la température et de la hauteur des flammes, et de l'épaisseur de la couche de fumée. La vitesse horizontale du front de fumées est de l'ordre de 0,20 m/s à 1 m/s. Les fumées ont tendance à occuper le maximum de volume et à créer une légère surpression dans le local incendié. Elles sont sujettes à un tirage thermique vertical favorisant leur migration dans les étages supérieurs. Si ces paramètres influent directement sur l'opacité et le mode de déplacement des fumées, ils ne donnent aucune information sur des dangers réels dus à la température et la présence de gaz toxiques associés à un éventuel manque d'oxygène.

### 2.2 Les dangers des fumées

L'augmentation de la concentration des fumées peut créer rapidement des conditions impropres à la survie des personnes. En effet, leur opacité diminue la visibilité ce qui gêne l'évacuation des occupants et l'intervention des services de secours. Des gaz dangereux (CO, HCl, etc.) résultant de la combustion, auxquels s'ajoutent le manque éventuel d'oxygène, rendent cette ambiance rapidement mortelle. Enfin, l'élévation de la température constitue un obstacle infranchissable. Ces dangers concernent les occupants des lieux sinistrés, temporaires ou permanents, les personnes situées dans les locaux communiquant avec la zone incendiée, et les équipes de secours venus lutter sur place contre l'incendie.

Les fumées sont aussi un facteur important de propagation de l'incendie en raison de leur température qui favorise la pyrolyse et l'inflammation des matériaux combustibles. De plus, l'aspect corrosif de certains de leurs composants (HCl par exemple) représente aussi bien un danger pour les éléments du bâtiment que pour les biens stockés à l'intérieur (structures métalliques, informatiques, électroniques, etc.).

## 3 LES OBJECTIFS DU DESENFUMAGE

Au sens de la réglementation, le *désenfumage* a pour objet d'extraire des locaux incendiés une partie des fumées et gaz de combustion afin de rendre praticable les voies pour l'évacuation et l'intervention des secours, et de limiter la propagation du feu hors du volume sinistré.

Pour maintenir de bonnes conditions dans ces cheminements, le désenfumage doit : maintenir une visibilité suffisante, diminuer la teneur des gaz toxiques, conserver un taux d'oxygène acceptable et empêcher l'élévation de température, par apport d'air frais.

## **4 PROCEDURE D'APPROCHE DES RISQUES INCENDIE**

### **4.1 La méthodologie**

*L'Etude d'Impact du projet LHC* précise que les risques éventuels doivent être pris en compte dès la phase d'étude du projet et que les principes de prévention soient arrêtés et mis en oeuvre dès la conception des installations.

La coordination entre tous les intervenants CERN du projet en matière de sécurité est assurée au sein de groupes de travail tels que le *Safety Co-ordination Meeting for LHC Experiments*, le comité SAPOCO<sup>1</sup>, le *Fire Prevention Working Group*, le *Gas Prevention Working Group*, et les différents groupes du TIS.

Pour garantir la sûreté des installations du LHC sur le territoire français, le CERN appliquera les réglementations en vigueur relatives à la sûreté des installations nucléaires de base. *Le Rapport Préliminaire de Sûreté du projet LHC* définit au chapitre « Incendie » les points essentiels de cette approche, à savoir : l'inventaire des risques d'origine électrique, l'inventaire des risques d'origine non électrique, la prévention incendie, les moyens d'intervention contre le feu, le désenfumage, l'évacuation et la formation du personnel intervenant en milieu souterrain. Ce type de rapport, contenant les caractéristiques des installations projetées, est soumis à l'approbation des autorités françaises, en conformité avec la procédure INB<sup>2</sup>.

### **4.2 La détermination des solutions techniques**

Si les solutions minimales préconisées découlent d'une analyse préalable de risque incendie, il n'est pas possible de trouver une solution unique dans les installations vastes et complexes du projet LHC. Il est aussi difficile de trouver des réglementations des pays hôtes directement applicables compte tenu de la spécificité du projet et l'existence de réseaux d'extraction de gaz. En conséquence, l'expérience acquise avec le LEP, renforcée d'une démarche ingénierie, a conduit à la détermination de solutions de type sur mesure, au cas par cas, en respectant les objectifs de la réglementation.

## **5 DES PRECAUTIONS PARTICULIERES**

En plus des précautions habituelles de prévention contre l'incendie, le CERN a pris ses propres dispositions pour améliorer les conditions de sécurité.

### **5.1 Des réglementations CERN spécifiques**

Des restrictions applicables à tous les équipements quels qu'ils soient, portent sur le comportement au feu des matériaux, la densité des fumées produites, la toxicité et la corrosivité des gaz de combustions ainsi que la résistance aux radiations (Instruction de sécurité N°41, Code de sécurité E Rev. 1995, Note de Sécurité N°3, etc.).

### **5.2 Le choix des composants électriques**

Le feu d'origine électrique est probablement le risque le plus sérieux que l'on court dans les installations souterraines. Les câbles de puissances, comme les câbles de contrôle, doivent être conformes à l'Instruction de Sécurité N°23. Ces câbles sont donc exigés dépourvus d'halogènes, non propagateurs de flammes et producteurs de fumées en quantités limitées. Les transformateurs placés en souterrain sont moulés dans des résines en epoxy et les éléments à très haute tension sont enfermés dans des locaux coupe feu injectables.

---

<sup>1</sup> SAPOCO : Safety Policy Committee

<sup>2</sup> INB : Installations Nucléaires de Base

### 5.3 La protection individuelle

Le contexte de travail en milieu souterrain a conduit au port obligatoire d'un équipement respiratoire autonome (générateur d'oxygène par voie chimique) qui permettra de quitter les lieux dans les pires circonstances.

### 5.4 La formation du personnel

Toute personne appelée à se rendre en milieu souterrain suit une formation de sécurité comprenant une initiation de base à la prévention incendie, des notions élémentaires de secourisme, des exercices pratiques d'utilisation d'extincteurs sur feux réels, une audition du signal émis par les sirènes d'évacuation, et une formation pratique d'utilisation des appareils auto-sauveteurs.

### 5.5 Les procédures

En plus des mesures citées précédemment, des procédures supplémentaires ont été établies notamment sur les permis de feu, les alarmes de niveau 3, l'utilisation et le stockage des bouteilles inflammables et produits chimiques, la constitution des baraques des physiciens et les règles d'évacuation.

## 6 EXEMPLE DE L'EXPERIENCE ATLAS

L'objectif de la ventilation est de mettre en oeuvre tous les moyens nécessaires pour l'évacuation des cavernes UX15 et USA15 dans des conditions maximales de sécurité. Les équipements de ventilation liés à la sécurité sont alimentés en courant secouru.

### 6.1 Le puits d'accès PX15 (figure 1)

Les modules béton, contenant les escaliers de secours et l'ascenseur, présents dans le puits d'accès, sont mis en surpression par une amenée d'air mécanique. L'air frais est distribué sur toute la hauteur du puits par l'intermédiaire d'une gaine avec grilles de pulsion. La zone de survie située en partie basse du puits permettant l'attente de l'ascenseur, est également pressurisée.

L'air pulsé servant à la pressurisation est utilisé en régime normal pour la ventilation et le refroidissement de la machinerie ascenseur. En cas d'incendie, un jeu de registres permet l'évacuation des fumées éventuelles directement vers l'extérieur du bâtiment situé en tête de puits.

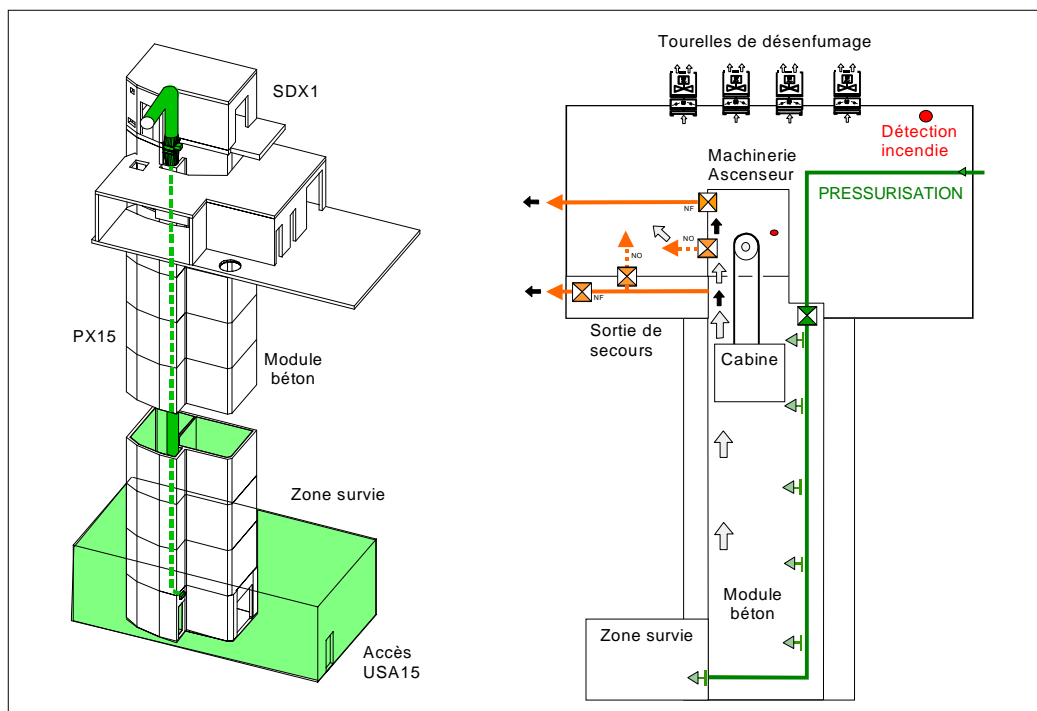


Figure 1 : Schéma de principe du puits d'accès PX15.

## 6.2 La caverne technique USA15 (figure 2)

La caverne technique contient toutes les infrastructures nécessaires au fonctionnement et au contrôle du détecteur. Elle est subdivisée en différentes entités, post-ventilées individuellement. L'ensemble de ces zones est mis en surpression par rapport à la caverne expérimentale par l'intermédiaire d'une amenée d'air frais primaire. Un réseau de désenfumage dessert les différentes zones. Un jeu de registres permet la sélection de la zone à désenfumer par extraction mécanique. En cas de détection incendie, il est prévu un arrêt automatique de la ventilation dans la zone sinistrée. Le système de désenfumage est actionné manuellement une fois que le personnel est évacué et que l'incendie est maîtrisé par le système d'extinction. Des commandes manuelles pompier prioritaires sont prévues à cet effet en surface et en souterrain.

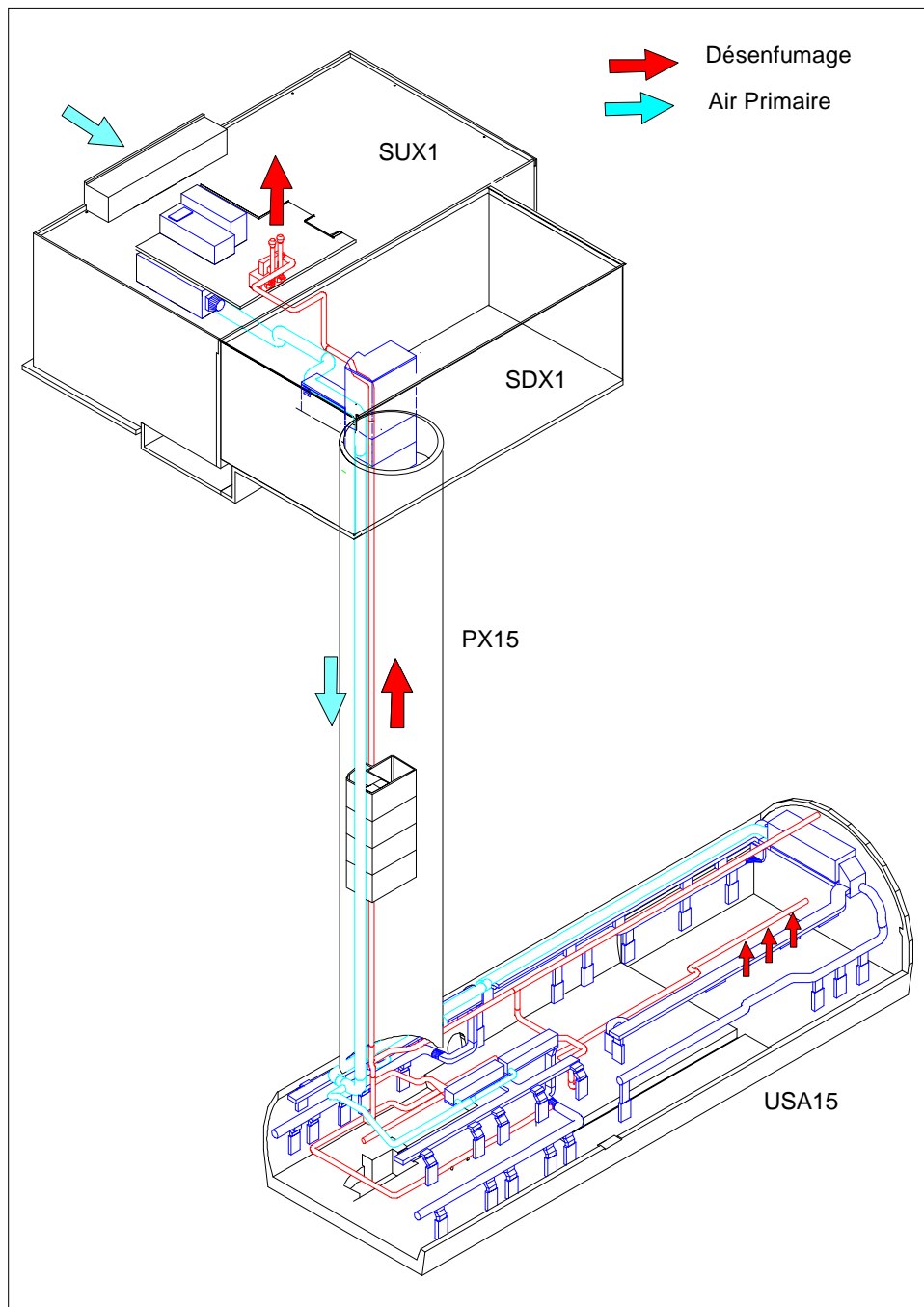


Figure 2 : La caverne technique USA15 – Point 1.

### 6.3 La caverne expérimentale UX15 (figure 3)

La caverne expérimentale UX15 contient le détecteur. Elle est ventilée et climatisée mécaniquement par amenée et extraction d'air. Les débits varient suivant deux régimes : 60 000 m<sup>3</sup>/h en régime normal et 120 000 m<sup>3</sup>/h en cas d'urgence. Les unités de pulsion, comme les unités d'extraction, sont redondantes et elles servent aussi au désenfumage.

La caverne UX15 est maintenue en dépression par rapport à sa voisine USA15, par l'intermédiaire d'un réseau permanent d'extraction gaz, favorisant la migration de l'air primaire de surpression venant de la caverne technique.

En cas de détection incendie, ou de détection gaz, il est prévu un doublement automatique des débits pour garantir un niveau de visibilité maximum dans les zones de circulations inférieures permettant au personnel de gagner la zone protégée. Le principe retenu pour la climatisation de la caverne UX15 est le système à déplacement. En cas d'incendie, il favorisera le cheminement des fumées vers le plafond où elles seront évacuées par les plenums d'extraction situés en voûte.

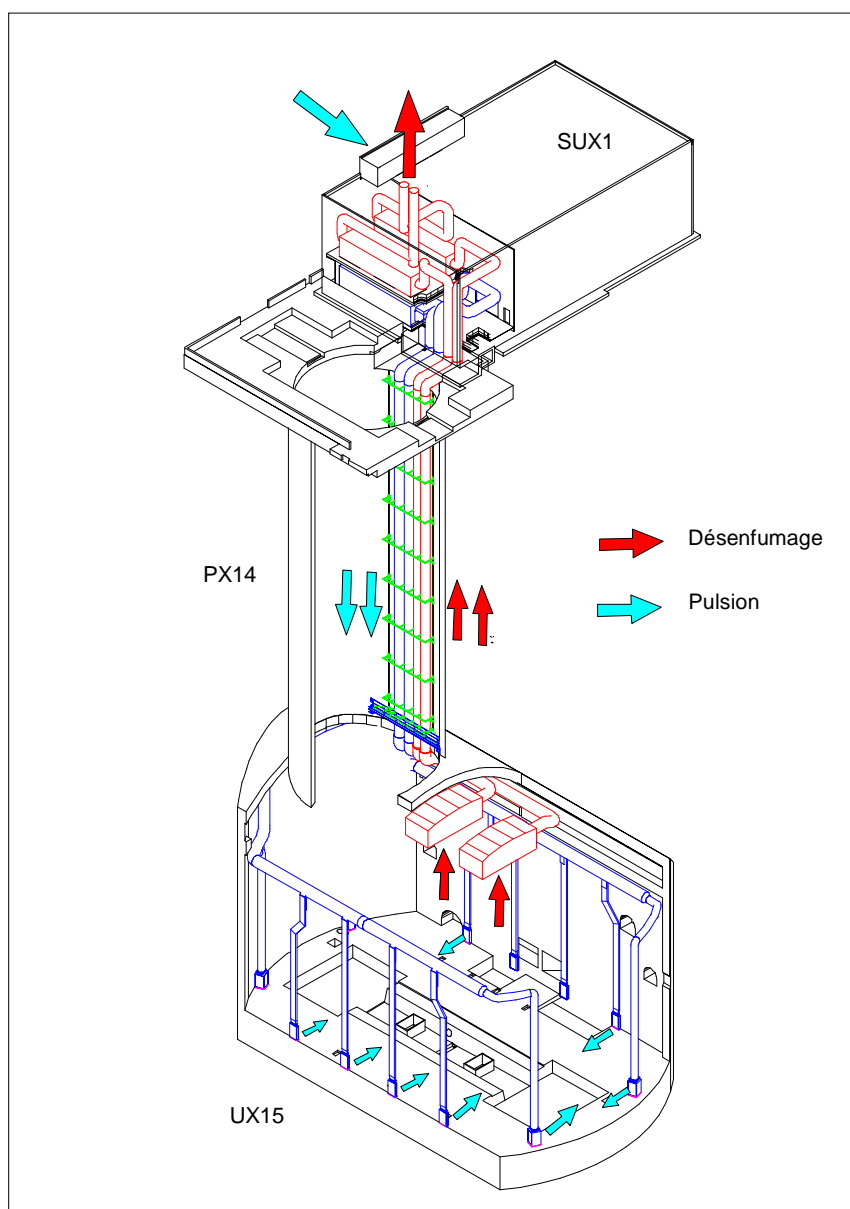


Figure 3 : La caverne expérimentale UX15 – ATLAS.

## **7 CONCLUSIONS**

Suite à l'analyse de risque qui a été conduite pour le projet LEP, et malgré la validation de ses résultats après dix années d'exploitation, le CERN attache toujours une grande importance aux moyens mis en oeuvre pour la sécurité dans les nouvelles installations et en particulier au niveau de la prévention incendie.

Sur le plan des dispositifs techniques, les solutions sont maintenant bien avancées. Il reste encore à réaliser encore un certain nombre de tâches pour la définition des procédures de fonctionnement des installations en cas d'incendie, et pour la formation du personnel d'exploitation et de la brigade des pompiers.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Le guide du désenfumage, Paul Chardot, CNPP, 1998.
- [2] Publications du CSTB.
- [3] CERN LEP NEWS N°12.
- [4] Le désenfumage, COSTIC, JE731.
- [5] Le rapport Préliminaire de Sûreté du LHC, 1999.