

## **Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique**

### **IV. Les incendies et les explosions d'origines électriques**

Un défaut électrique peut entraîner la production d'étincelles et l'échauffement anormal d'un système électrique parcouru alors par un courant incompatible avec ses caractéristiques. Ces effets peuvent conduire à un incendie généralisé ou à une explosion, si des matières inflammables se trouvent à proximité. Les incendies et explosion sur le lieu de travail sont souvent spectaculaires et parfois mortels. Leur prévention fait l'objet d'une réglementation spécifique.

#### **IV.1. Les explosions**

La principale manifestation d'une explosion est l'augmentation brutale de pression qui provoque un effet de souffle et une onde de pression, accompagnée de flammes et de chaleur. De plus, les effets d'une explosion se combinent toujours avec un dégagement de chaleur important, et une zone de flammes peut envahir un volume dix fois supérieur à celui de l'« espace d'atmosphère explosible initiale ».

##### **IV.1.1. Les causes de l'explosion**

Il ne peut y avoir explosion que sous certaines conditions, après formation d'une atmosphère explosible, résultant d'un mélange avec l'air de substances inflammables dans des proportions telles qu'une source d'inflammation d'énergie suffisante produise son explosion. Six conditions à réunir simultanément pour qu'une explosion ait lieu

- Présence d'un comburant (en général l'oxygène de l'air)
- Présence d'un combustible
- Présence d'une source d'inflammation
- Etat particulier du combustible, qui doit être sous forme gazeuse, d'aérosol ou de poussières en suspension
- Obtention d'un domaine d'explosivité (domaine de concentration du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles) ;  
Confinement suffisant ;

La source d'inflammation dans le cas des explosions d'origine électrique se limite à l'étincelle et l'arc électrique.

## **Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique**

En milieu de travail, des atmosphères explosibles peuvent se former à la présence de :

- **Gaz et vapeurs** : combustibles pour les installations de chauffage, de séchage, etc., gaz combustibles stockés, vapeurs de solvants inflammables stockés ou manipulés.
- **poussières combustibles** : susceptibles de constituer avec l'air des nuages explosifs lors d'opérations courantes, telles que la farine, le sucre, le lait, le charbon, le soufre, l'amidon, les céréales, le bois, les matières plastiques, les métaux...).

### **IV.1.2 La prévention contre les explosions**

#### **❖ Eviter la formation d'atmosphères explosives**

##### **➤ Mesures relatives aux produits**

- Tests préliminaires pour déterminer les caractéristiques d'explosivité du combustible, et tout particulièrement pour les poussières.
- Diminution de la teneur en oxygène (comburant) de l'air, au moyen de gaz inerte (azote par exemple)

##### **➤ Mesures relatives aux procédés**

- Refroidissement
- Contrôle des températures et des pressions

#### **❖ Identifier les sources d'inflammation**

- Instauration de la procédure du permis de feu pour les travaux par points chauds (interdiction des flammes et feux nus, limitation de la température des surfaces chaudes)
- Interdiction de fumer dans les zones à risque.
- Contrôle et/ou suppression des sources d'étincelles d'origines mécanique, électrique, et électrostatique

#### **❖ Limiter les effets des explosions**

- Éloignement ou séparation des installations
- Construction résistant à l'explosion
- Décharge de la pression d'explosion (mise en place d'évents)
- Dispositifs permettant d'arrêter le développement d'une explosion dans une enceinte (arrêt de l'explosion) ou une canalisation (découplage technique comme les arrêtes flammes, les vannes à fermeture rapide, les extincteurs déclenchés...) avant que la surpression ait atteint une valeur dangereuse pour l'installation

❖ **Adopter des mesures organisationnelles**

- Formation et sensibilisation de l'ensemble du personnel au risque « explosion »
- Établissement de procédures d'intervention
- Information des entreprises extérieures
- Nettoyage
- Balisage

**IV.2. Les incendies d'origine électrique**

Pour que survienne un incendie d'origine électrique, il faut qu'il y ait simultanément :

- une source de chaleur ou une étincelle (énergie d'activation nécessaire au démarrage de la combustion) ;
- un comburant (l'oxygène de l'air qui entretient la combustion).
- un combustible (corps qui brûle composés du carbone et de l'hydrogène).



Figure IV.1 : Triangle du feu

➤ **Les dangers des incendies résident dans :**

- la fumée (toxicité, opacité, Température élevée),
- Le Gaz de combustion (toxicité)
- Les flammes (Brûlure)

**IV.2.1. Les principales causes d'incendies d'origine électrique**

**1- Les surintensités**

**1-1-Surcharge :**

- Section inadaptée des câbles (échauffement, perte en isolement).
- Mauvais serrage des bornes, existence d'un jeu.
- Mauvais sertissage des cosses ou un mauvais fixation.
- Fusibles inadaptés (réponse de coupure).

## *Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique*

- Prises multiples surchargées

### **1-2- courts-circuits :**

- Sectionnement des câbles (Arc électrique).
- Contact avec des pièces nues sous tension.

### **1-3- défauts d'isollements :**

- Mauvais raccordement des masses métalliques.
- Mauvaise équipotentialité des masses métalliques.
- Usures ou détériorations des isolants.

### **2- Surtensions**

On trouve fréquemment les effets directs et indirects des foudres.

### **3- zone environnante : décharge électrostatique.**

L'électricité statique est une cause indirecte d'incendies. En effet, elle peut provoquer des étincelles qui interviennent comme énergie d'activation.

## **IV.3. Prévention Usage des systèmes de sécurités**

- **Contrôle Thermographique Infrarouge :** C'est un moyen d'identification des composants électriques et mécaniques qui sont plus chauds qu'ils ne devraient l'être. Un excellent outil pour la maintenance industrielle, il permet de réduire les arrêts de production dus aux pannes.
- **Un Système de sécurité incendie (SSI) :** Se prévoit dès la conception d'un local ou d'un bâtiment. Il se compose d'un système de détection incendie (SDI) et d'un système de mise en sécurité incendie (SMSI).

**1- Système de détection incendie (SDI) :** Il faut choisir judicieusement les types de détecteurs (certifiés NF ou agréés APSAD...) adaptés au local, aux personnes et aux biens à protéger et les implanter en quantité suffisante.

**2- Système de mise en sécurité incendie (SMSI) :** Ce système regroupe un organe de signalisation et de commande, ainsi que les dispositifs actionnés de sécurité (portes coupe feu, systèmes de désenfumage mécanique).

**3- Implantation des matériels d'extinction :** Ces moyens à mettre en place ne s'improvisent pas ; les matériels de première et deuxième intervention ainsi que les installations fixes d'extinction doivent être choisis judicieusement pour qu'ils soient adaptés et suffisants. Ils doivent être contrôlés régulièrement.

## Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique

- A. Percuteur
  - B. Poignée de percussion et de transport
  - C. Emplacement de la goupille de sécurité
  - D. Corps de robinet
  - E. Sparklet (cartouche de gaz propulseur)
  - F. Tube d'injection du gaz
  - G. Tube plongeur
  - H. Corps d'extincteur
- 
- a. Buse
  - b. Prolongement
  - c. Gâchette
  - d. Tuyau souple

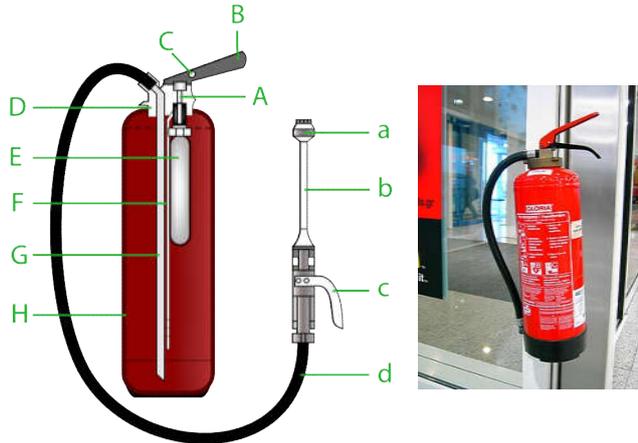


Figure IV. 2 : Schéma d'un extincteur à eau.

### IV.3.2. Les agents de lutte contre le feu

Agent extincteur	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	Feu d'origine électrique	Portée en mètres
Eau pulvérisée	Très efficace	Inefficace	Inefficace	DANGER !	2 à 3 m
Eau pulvérisée +additif	Très efficace	Peu efficace	Inefficace	DANGER !	2 à 3 m
Poudre BC	Inefficace	Très efficace	Très efficace	DEGATS	3 à 4 m
Poudre polyvalente ABC	Peu efficace	Très efficace	Très efficace	DEGATS	3 à 4 m
CO2	Inefficace	Efficace	Efficace	Très efficace	Environ 0.5m m
Halons	Inefficace	Efficace	Inefficace	Très efficace	Environ 0.5m

Tableau IV.1 : Agents de lutte contre le feu.

### IV.3.4 Conduite à tenir face à un incendie d'origine électrique

- Donner l'alerte.
- Mettre hors tension l'installation, et éventuellement les installations voisines (couper l'arrivée de gaz s'il ya lieu).
- Fermer les portes et les fenêtres.
- Attaquer le feu à la base à l'aide d'un extincteur adapté (dioxyde de carbone, eau en jet pulvérisé, poudre).
- Après l'extinction de l'incendie, évacuer les gaz toxiques en aérant.

#### IV.4. Les effets des bruits et vibrations

Certains engins, machines et outils électriques génèrent beaucoup de bruit et/ou émettent des vibrations. Compte tenu de leur intensité et du nombre d'heures d'exposition, le bruit et les vibrations sont néfastes pour la santé et sont reconnus comme source de maladies professionnelles qui se manifestent avec une certaine latence. La période entre le début de l'exposition aux facteurs de risques et la maladie déclarée peut varier entre quelques mois et plusieurs années.

##### IV.4.1 Les effets du bruit

Le bruit peut provoquer des troubles de la santé, des maladies, dont l'hypoacousie ou la surdité, mais aussi d'autres pathologies (stress, fatigue...), ainsi que des accidents du travail est. Il est reconnu comme source de maladie professionnelle.

##### IV.4.1.1 Le niveau de bruit

50 dB(A) = niveau habituel de conversation, **85 dB(A) = seuil de nocivité (pour une exposition de 8h/j)**, 120 dB(A) = bruit provoquant une sensation douloureuse, Un bruit de 150 dB entraîne la rupture du tympan. L'échelle de décibels représentée dans le tableau (IV.2) suivant donne un aperçu des différents niveaux sonores rencontrés dans la vie de tous les jours et sur chantier.

Vie de tous les jours	Niveau	Vie sur chantier
	150 dB (A)	Dynamite
Perte d'équilibre	140 dB (A)	Perte d'équilibre
Tonnerre	130 dB (A)	Pistolet de scellement
Seuil de douleur	120 dB (A)	Seuil de douleur
Réacteur d'avion	110 dB (A)	Marteau piqueur
	100 dB (A)	Pistolet de peinture
Train sur un pont	90 dB (A)	Banc de scie
Carrefour urbain	80 dB (A)	Foreuse
Usage difficile du téléphone	70 dB (A)	
Voiture	60 dB (A)	
Conversation	50 dB (A)	
Musique douce	40 dB (A)	
Murmure	20 dB (A)	
Bruissement d'une feuille	10 dB (A)	
Seuil d'audibilité	0 dB (A)	

Tableau IV.2 : Niveaux sonores rencontrés dans la vie de tous les jours et sur chantier.

- **Les bruits intenses peuvent être la cause de :**

- gêne pour le travail (mauvaise communication, ordres mal compris, signaux de danger non perçus) ;
- accidents (le bruit exerce un effet de masque sur les signaux d'alerte, perturbe la

## **Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique**

communication verbale, détourne l'attention) ;

- troubles physiologiques tels que :
  - l'accélération du rythme cardiaque,
  - une augmentation de la tension, du rythme respiratoire,
  - la dilatation des pupilles,
  - des vertiges,
  - une certaine fatigue,
  - des maux de tête,
  - de l'agressivité, l'insatisfaction, l'irritabilité, l'anxiété ;
  - des troubles du sommeil,
  - etc.
- fatigue auditive
- surdité permanente causée par des lésions de l'oreille interne (destruction des cellules ciliées) en cas d'exposition prolongée à un bruit intense. Cette perte auditive est irréversible.

**La fréquence, le type et la durée du bruit affectent le degré et l'étendue de la perte auditive:**

- Les bruits aigus sont plus dangereux que les bruits graves étant donné la position des cellules ciliées réceptrices des hautes fréquences (nuisances au niveau de l'oreille interne) ;
- Un bruit continu (bruit qui se prolonge dans le temps à une fréquence supérieure à une par seconde) est mieux supporté qu'un bruit discontinu tel que le bruit d'impact (tout bruit formé par des chocs mécaniques de corps solides ou par des impulsions répétées ou non à une fréquence inférieure ou égale à une par seconde);
- les bruits d'une intensité donnée deviennent nocifs si la durée d'exposition dépasse un certain nombre d'heures par journée.

Le tableau (IV.3) ci-contre donne les durées d'exposition par rapport à la valeur d'action inférieure de 80 dB (A) stipulée dans la directive européenne 2003/10/CE.

Heures d'exposition par jour	dB (A)
8h	80
4h	83
2h	86
1h	89
0h30	92
0h15	95
0h08	98
0h04	100

Tableau IV.3 : Durées d'exposition par rapport à la valeur d'action inférieure de 80 dB (A) stipulée dans la directive européenne 2003/10/CE

Pour une **journée de travail (8 heures)**, on considère que **l'oreille est en danger à partir de 85dB(A)**. Si le niveau de bruit est supérieur, l'exposition doit être de plus courte durée. Si le niveau est extrêmement élevé (supérieur à 130 dB(A)), toute exposition, même de très courte durée, est dangereuse.

#### IX.2.1.2 Mesures de prévention contre le bruit

- **Éviter le risque** en utilisant des méthodes de travail dont l'exposition au bruit ne dépasse pas 80 dB (A).

- **Évaluer le risque** par une estimation du niveau sonore.

- S'il faut élever la voix pour communiquer c'est qu'il est élevé : à 2 mètres de distance, s'il faut crier, c'est qu'il est d'au moins 85 dB(A).
- Il faut procéder au mesurage.

**Combattre le risque** ; remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins

- choix d'équipements de travail émettant le moins de bruit possible ;
- entretien des équipements, remplacement des pièces usées ;
- localiser les bruits dans un espace déterminé isolé du reste ;
- éviter la propagation du bruit par des montages antivibratiles.
- **Prévoir des équipements de protection collective**
- Capotage d'une source de bruit (enveloppe complète ou partielle d'une source de bruit destinée à réduire la propagation du bruit)



Figure IV.3 : Capotage d'une source de bruit

### **Prévoir des équipements de protection individuelle**

- Utiliser des protecteurs auditifs individuels, appropriés et correctement adaptés (norme NBN-EN 458 Protecteurs contre le bruit) tels que les bouchons d'oreilles (NBN-EN 352-2), qu'ils soient jetables, réutilisables, prémodelés ou réalisés sur mesure.
- Utiliser des coquilles sur serre-tête ou casque (NBN-EN 352-1 et 3). Il existe certains modèles qui laissent passer la voix grâce à une membrane dite vocale.



Figure IV.4 : Protections auditives individuelles

### **IV.2.2 Les effets des Vibrations sur le corps humain**

Une vibration est le mouvement périodique d'une masse autour de son point d'équilibre. Les vibrations sont caractérisées par :

- leurs fréquences mesurées en Hertz (Hz) : nombre de vibrations par seconde;
- leurs amplitudes mesurées en  $m/s^2$ , c'est-à-dire l'accélération ;
- leurs directions ;

## Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique

- suivant 3 axes par rapport au corps : l'axe vertical, l'axe horizontal ou l'axe gauche-droite par rapport au corps ;
- suivant 3 axes par rapport aux mains : axe poignet-doigts, axe horizontal et axe vertical de la main à plat (voir figure IV.5) ;

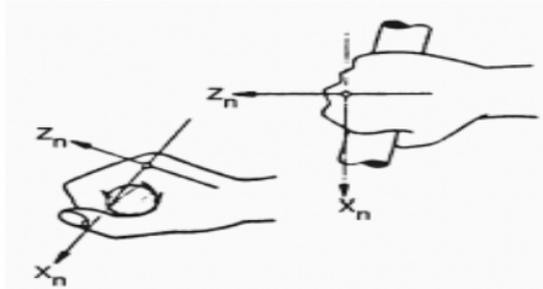


Figure IV.4 : Les axes par rapport aux mains

### IV.2.2.2 Mesures de prévention contre les vibrations

➤ **Mesures de prévention concernant le système main-bras**, les solutions suivantes sont à adopter :

- **Isolation contre les vibrations** ; cela consiste à placer en dessous de la machine à isoler des amortisseurs sur un point d'appui fixe sur le bâtiment ;
- **Réduction active à la source** qui vise une réduction de la charge occasionnée par les vibrations à l'apport d'énergie. La source ajoutée doit pour cela être en contre-phase avec la source d'origine ;
- **L'utilisation d'équipements de protection individuelle** : Poignées et gants anti-vibrations ;
- **Mesures organisationnelles** : consiste à réduire le temps d'exposition.

### Mesures de prévention concernant l'ensemble du corps

- **Sièges réglables** : diminution des vibrations grâce à l'utilisation de sièges à suspension, voire d'une cabine de commande à suspension.

**Engins téléguidés** : la charge due aux vibrations peut être réduite en utilisant un robot ou un outil téléguidé.



Figure IV.10 : Réduction des vibrations par utilisation d'engins téléguidés