

# Plan de la présentation Powerpoint



## Objectifs

- Mettre en place une formation aux risques d'origine électrique intégrée au sciences expérimentales.
  - Etre apte à veiller à sa propre sécurité et à celle des personnes placées sous sa responsabilité.

## Education à la prévention des risques électriques

### Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

### Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

### Introduction 1/3

- " L'école n'a pas forcément la responsabilité de tous les apprentissages. Elle ne peut cependant l'éluder en ce qui concerne l'éducation relative à l'environnement, à la santé et à la sécurité. Les sciences expérimentales doivent contribuer avec leurs moyens à construire les savoirs pertinents, par exemple pour identifier et analyser les facteurs de risques dans des situations complexes.

### Introduction 2/3

- L'éducation à la sécurité est une partie constitutive des sciences expérimentales : elle est rendue nécessaire par les activités expérimentales que font les élèves, la responsabilité qui leur est confiée dans les investigations et les réalisations. Ces activités ne peuvent être rendues totalement exemptes de risques,

pour soi, les autres, les biens ou l'environnement.

## Introduction 3/3

- Il est souhaitable qu'un thème concernant la sécurité puisse faire l'objet d'un projet au Collège et au Lycée pour mettre en place les notions fondamentales (risques, erreur, défaillance et leurs conséquences, prévention et protection, coûts) et réfléchir aux comportements individuels et collectifs. » *Extrait de la déclaration du Conseil National des Programmes en date du 13 novembre 1991 sur l'enseignement des sciences expérimentales*

## Q C M Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

## Textes réglementaires et normes

- LA LOI : votée par l'assemblée nationale, elle définit des objectifs à atteindre.
- LE DECRET : il découle d'une loi et est signé par le ministre du gouvernement concerné, il précise les buts à atteindre.
- L'ARRETE : il est signé par le ministre du gouvernement concerné, il précise les moyens.
- LA CIRCULAIRE : émise par les ministères, elle est destinée aux fonctionnaires; elle analyse les textes et détermine une ligne d'action.
- LA NOTE TECHNIQUE : émise par les ministères, elle donne une interprétation technique d'un point particulier.

## Textes réglementaires et normes

### Décret du 14 novembre 1988

- 62 articles répartis en 7 sections
- Les sections 3, 4 et 5 qui sont les parties maîtresses du décret, traitent de la prévention des risques d'électrocution, des risques de brûlure, incendie et explosion d'origine électrique.
- Les sections 2 et 6, contribuent à éviter l'apparition du risque et traitent l'exécution, la surveillance, l'entretien et la vérification des installations électriques.
- Les sections 1 et 7 contiennent des mesures plus générales ou administratives.

## Les normes

Il existe trois normalisations en électricité:

- Internationale : la **CEI** Comité Electrotechnique Internationale
- Européenne : le **CENELEC** Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
- Française : l'**UTE** Union Technique de l'Electricité

## Sommaire

- Objectifs
- Introduction

- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

## Généralités

- L'électricité, la plus répandue des sources d'énergie, est devenue familière par son utilisation en milieu industriel ou domestique.
- L'électricité est par contre pour beaucoup de personnes une notion abstraite car elle est invisible.
- Les risques liés à une mauvaise utilisation sont par conséquent mal perçus, ce qui se traduit malheureusement par de nombreux accidents plus ou moins graves chez les personnes averties ou non de ces dangers.

Accidents du travail d'origine électrique chaque année en France  
 Accidents du travail mortels d'origine électrique chaque année en France  
 Risque relatif d'accident avec arrêt par âge des salariés et par secteurs d'activité

### Différents risques d'accidents d'origine électrique.

- Généralités Les sources de courants :

### Cas particulier de la distribution électrique : Schéma de Liaison à la Terre : TT

- Le neutre est relié à la terre. La terre est très bonne conductrice du courant électrique, sa résistance est faible.
- Le potentiel de la terre est partout présent : terre battue à l'extérieur, sol en béton armé dans les bâtiments, charpente métallique, éléments conducteurs reliés intentionnellement ou de fait au potentiel de la terre.
- Le corps humain est donc fréquemment en contact avec le potentiel de la terre ; c'est pour cela qu'il est important de contrôler l'apparition sur certains éléments conducteurs accessibles d'un potentiel différent de celui de la terre.
- TENSION DE CONTACT : Différence de potentiel apparaissant lors d'un défaut d'isolement entre des parties simultanément accessibles.

### Accidents d'origine électrique Causes d'accident

- L'origine de l'accident dépend des types de contact entre la personne et l'élément sous tension. Ces types de contact sont de deux sortes : - Contact direct : contact de personne avec une partie active d'un circuit électrique. - Contact indirect : contact de personnes avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.
- Parfois il n'est pas nécessaire d'établir un contact physique pour causer un accident.
- Court-circuit : contact réalisé par un objet métallique entre une masse et une partie active sous tension ou entre deux parties actives sous tension.

#### Contact direct :

- Contact entre une partie active sous tension et un élément conducteur relié à la terre.
  - **TRÈS FRÉQUENT**

## Contact direct :

- Contact entre une partie active sous tension et une autre partie active sous tension. **FRÉQUENT**

## Contact indirect

- Contact entre une masse mise accidentellement sous tension et un élément conducteur relié à la terre.

**RELATIVEMENT FRÉQUENT**

## Contact indirect

- Contact entre une masse mise accidentellement sous tension et une autre masse mise accidentellement sous tension. **TRÈS RARE**

## Court-circuit

## Formes d'électrisation

### Origine des risques :

- Les risques sont différents suivant :
- Les caractéristiques du courant,
- Les conditions d'humidité, le temps de passage,
- Le trajet du courant dans le corps,
- L'état physiologique de la personne.

## Rôle de la tension

- Le début du processus d'électrisation n'est perceptible qu'à partir d'une certaine valeur de tension. Un contact entre deux bornes d'une batterie de voiture (12 ou 24 V) n'occasionne aucune sensation au niveau du corps humain. Par contre, un même contact aux bornes d'une prise de courant (240 V) se traduira par une sensation douloureuse, voire un coma.
- En fait, notre corps est protégé par la peau, qui représente une barrière physiologique s'opposant aux sensations de l'électricité.
- L'augmentation de la tension appliquée au niveau de la peau entraîne la perforation de celle-ci.

## Tension limite conventionnelle de contact

### Impédance du corps humain

- Les tissus du corps humain peuvent être représentés par une succession de résistances R et de réactances X, le tout constituant une impédance Z :
- L'impédance :  $Z^2 = R^2 + X^2$

## Variation de la résistance du corps humain en fonction de la tension de contact et de l'état de la peau

### Valeurs moyenne de la résistance du corps humain en fonction de la tension de contact et des différentes conditions d'humidité de la peau

### Rôle de l'intensité

- L'intensité est déterminée par la tension et l'impédance du corps humain.
- Effets physiques (brûlures)
- Effets sur les muscles
- Effets sur le cœur
- Effets sur le système nerveux

## Brûlures par arc

- Les brûlures par arc sont dues à l'intense chaleur dégagée par effet Joule au cours de la production de

l'arc électrique ainsi qu'aux projections de particules métalliques en fusion. Ce sont les plus fréquentes tant en basse tension, qu'en haute tension.

- En basse tension elles sont localisées aux parties découvertes (mains et faces).
- Les arcs peuvent entraîner également des conjonctivites, des brûlures cornéennes.

### **Brûlures électrothermiques**

- Les brûlures électrothermiques sont provoquées par l'énergie dissipée par effet Joule tout le long du trajet du courant.
- Ces brûlures sont toujours plus étendues qu'elles n'apparaissent lors d'un premier examen, car aux brûlures superficielles s'associent des brûlures profondes, le long du trajet du courant, et en particulier au niveau des masses musculaires.
- Dans les heures qui suivent ce type de brûlure, un blocage temporaire des reins (parfois mortel) peut apparaître dû à de la libération dans le sang de myoglobine, libération causée par la brûlure des tissus musculaires internes.

### **Effets sur les muscles**

- L'intensité est déterminée par la valeur de la tension de contact et l'impédance du corps humain.
- Pour ce qui nous concerne, on distingue, au niveau du corps humain :
- les muscles moteurs commandés par le cerveau (cas des muscles des membres)
- les muscles auto réflexes qui fonctionnent automatiquement, tels la cage thoracique et le cœur.

### **Muscles moteurs**

- Les muscles assurent par leur contractibilité et leur élasticité les mouvements du corps. Les muscles antagonistes par leurs actions opposées permettent la flexion et l'extension des membres. C'est le cas du biceps et du triceps du bras.
- Le cerveau ne contrôle plus les muscles parcourus par un courant électrique, ce qui a pour effet de provoquer de violentes contractions.
- Ces conditions, générant des mouvements intempestifs, se traduisent par le non lâcher de la pièce, objet de contact, ou par répulsion, compte tenu de la nature du muscle sollicité (fléchisseur ou extenseur).

### **Muscles cages thoracique**

- La cage thoracique fonctionne automatiquement sous le contrôle du cervelet qui commande les nombreux muscles concernés par la fonction respiratoire (diaphragme notamment).
- L'asphyxie d'origine respiratoire peut donc être due à l'action du courant électrique au niveau :
- des muscles thoraciques provoquant la tétanisation,
- du cervelet entraînant l'arrêt respiratoire pur et simple.

### **Cycle cardiaque et fibrillation**

- Le cœur possède ses propres systèmes de commande automatique. C'est durant la phase de repolarisation ventriculaire que le cœur est le plus vulnérable

### **Cycle cardiaque et fibrillation (suite)**

- Le seuil de fibrillation ventriculaire dépend :
- des paramètres physiologiques (anatomie du corps, état des fonctions cardiaques, etc.)
- des paramètres électriques (durée et parcours du courant, forme de courant, etc.)
- En courant alternatif (50 ou 60 Hz), le seuil de fibrillation décroît considérablement si la durée de passage du courant est prolongée au-delà d'un cycle cardiaque.

### **Effet du courant électrique**

- Les effets se manifestent différemment à partir de seuils qui sont fonction :
  - du type de courant : alternatif ou continu,
  - du domaine de fréquence de la tension,
  - du type d'onde de courant.
- Le choc électrique peut avoir des effets secondaires, parfois plus dangereux que l'électrisation
  - traumatisme suite à une chute,
  - troubles auditifs, de la vue,
  - troubles nerveux, etc.

### **Cycle zone temps /courant des effets du courant alternatif (15 à 100 Hz) sur des personnes.**

#### **Effets du passage du courant alternatif 50/60 Hz**

- Les données présentées proviennent d'expérimentations faites directement sur l'homme jusqu'au seuil de contraction. Les autres phénomènes ont été provoqués sur des animaux. Elles résument les effets produits par un courant alternatif (50/60 Hz) suivant l'intensité du courant et son temps de passage.

#### **Impédance de la peau pour des fréquences supérieures à 100 Hz**

- L'impédance de la peau est pratiquement inversement proportionnelle à la fréquence pour des tensions de contact de quelques dizaines de volts.
- 
- On estime qu'à 500 Hz, l'impédance de la peau est environ le dixième de celle à 50 Hz, elle peut donc être négligée dans beaucoup de cas.
- 
- l'impédance totale du corps humain peut être assimilée à son impédance interne Zi.

#### **Effets du courant alternatif passant dans le corps humain pour les fréquences supérieures à 100 Hz**

- L'énergie électrique sous la forme de courant alternatif de fréquence supérieure à 50/60 Hz est de plus en plus utilisée dans les matériels électriques modernes :
- Aviation (400 Hz),
- Les outils portatifs et le soudage électrique (100, 200, 300 Hz et jusqu'à 450 Hz),
- L'électrothérapie (quelques kHz),
- Les alimentations de puissance de 20 kHz à 1 GHz.

#### **Seuil de lâcher en fonction de l'intensité et de la fréquence du courant.**

#### **Autres effets du courant pour des fréquences supérieures à 10 000 Hz.**

- Pour des fréquences comprises entre 10 kHz et 100 kHz, le seuil de perception s'élève approximativement de 10 mA à 100 mA.
-

- A des fréquences supérieures à 100 kHz, une sensation de chaleur au lieu de picotement caractérise le seuil de perception pour des courants de quelques centaines de milliampères.
- 
- Avec des courants de quelques ampères, l'apparition de brûlures est probable en fonction du temps de passage du courant.

### Les effets du courant continu

- Le courant continu entraîne les mêmes conséquences que le courant alternatif de 50 Hz avec un facteur d'équivalence en ce qui concerne les seuils de 4.

### Autres effets du courant continu

- Pour des courants inférieurs à 300 mA environ, une sensation de chaleur est sentie dans les extrémités pendant le passage du courant.
- Les courants transversaux d'intensité au plus égale à 300 mA passant à travers le corps humain pendant plusieurs minutes peuvent provoquer des arythmies cardiaques réversibles, des brûlures, des vertiges et parfois l'inconscience.
- Au dessus de 300 mA, l'inconscience se produit fréquemment.

### Effets de l'électrisation en fonction du type et de la valeur de la tension

- En courant alternatif
  - en dessous de 50 V absence d'accident mortel ;
  - entre 50 et 500 V, on constate de plus grand pourcentage de fibrillation cardiaque ;
  - pour des tensions de l'ordre de 500 à 1 000 V il y a principalement syncope respiratoire et brûlures ;
  - à partir d'environ 1 000 V les brûlures internes de type hémorragique avec libération de myoglobine (blocage des reins).

### Effets de l'électrisation en fonction du type et de la valeur de la tension

- En courant continu
  - en dessous de 120 V absence d'accident mortel ;
  - entre 120 et 750 V, tensions peu répandues, où l'on constate des effets d'électrolyse et des brûlures par effet Joule ;
  - à partir d'environ 750 V les accidents entraînent surtout des brûlures internes et externes.

### Conclusions

- Tous les divers aspects du risque électrique et les gravités engendrées ont amené le législateur à créer des domaines de tension afin de définir ensuite la prévention à mettre en œuvre.

### DOMAINE DE TENSION

## Plan d'intervention d'un S S T

### Prévention des risques électriques

### Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique

- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

Prévention des risques électriques

Prévention des risques électriques

Schémas des liaisons à la terre

Schémas des liaisons à la terre

Schémas des liaisons à la terre

## **Le régime TT**

Le dispositif différentiel

Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

## **Réinvestissement**

Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

Sommaire

- Objectifs
- Introduction
- Législation
- Sensibilisation aux risques électriques
- Prévention des risques électrique
- Réinvestissement
- Evaluation
- Bibliographie, ressources

Pour en savoir plus

- L'Institut National de Recherche et de Sécurité a édité plusieurs publications relatives au risque électrique

et à sa prévention :

- ED1501 Le risque électrique
- ED723 Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
- ED017 La nouvelle publication UTEC18-510
  
- Catalogue des publications ED318
- Catalogue des affiches ED390
- Catalogue des audiovisuels et aides pédagogiques ED492
- Catalogue général (CD-Rom) CD1

## Pour en savoir plus

Centre Ressources  
Prévention des risques professionnels

Lycée J.B. Delambre  
3, Rue Montaigne  
80084 Amiens Cedex 2

Tel, fax, Répondeur : 03 22 66 30 94

Adresse électronique : CENTRE-RESSOURCES.PRP.AMIENS@wanadoo.fr

## LES CAISSES REGIONALES D'ASSURANCE MALADIE

- Les Caisses régionales d'assurance maladie disposent, pour diminuer les risques professionnels dans leur région, d'un service prévention. Les ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité sont à même non seulement de déceler les risques professionnels, mais également de préconiser les mesures préventives les mieux adaptées et d'apporter, par leurs conseils, par la diffusion de la documentation éditée par l'institut national de recherche et de sécurité, une aide particulièrement efficace à l'action des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

## L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE

- L'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) est une association déclarée sans but lucratif (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901) L'INRS recueille, élabore et diffuse toute documentation intéressant l'hygiène et la sécurité du travail
- Il forme des techniciens de la prévention et procède en son centre de recherche de Nancy aux études permettant d'améliorer les conditions de sécurité et l'hygiène de travail

<http://www.ac-amiens.fr/>

### Impédance de contact

- L'impédance de la peau varie pour chaque individu en fonction, essentiellement, des paramètres suivants :

### Tétanisation des muscles respiratoires

- Lorsque que le trajet du courant intéresse les muscles respiratoires (intercostaux, pectoraux et diaphragme) il se produit une asphyxie ventilatoire avec cyanose (syncope bleu). La mort peut survenir en trois minutes environ si le courant n'est pas interrompu.

### Définition : Impédance interne

- L'impédance interne ( $Z_i$ ) est sensiblement toujours la même pour un même individu, sauf si la surface de contact est très faible, auquel cas elle augmente.

## Schéma équivalent

## Définition : Défaut d'isolement

- Défaillance de l'isolation d'une partie active d'un circuit électrique entraînant une perte d'isolement de cette partie active pouvant aller jusqu'à une liaison accidentelle entre deux points de potentiels différents (défaut franc).

## Définition : Masse

- Partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée par une personne, qui n'est pas normalement sous tension mais peut le devenir en cas de

### **défaut d'isolement**

- des parties actives de ce matériel.

## Définition : Partie active

- **Toute partie conductrice destinée à être sous tension en service normal.**

## Définition : Conditions BB1

- **Condition BB1** (article 322.2 NF C 15-100)
- La peau est sèche, le sol présente une résistance importante, y compris la présence de chaussures, et les personnes se trouvent dans des locaux (ou emplacements) secs ou humides (condition d'influences externes AD1, AD2 et AD3).

## Définition : Conditions BB2

- **Condition BB2** (article 322.2 NF C 15-100)
- La peau est mouillée, le sol présente une résistance faible, et les personnes se trouvent dans des locaux (ou emplacements) mouillés (condition d'influences externes AD4, AD5 et AD6).

## Définition : Conditions BB3

- **Condition BB3** (article 322.2 NF C 15-100)
- La peau est immergée dans l'eau, il existe une infinité de points de contact et la résistance totale du corps humain se réduit à la résistance interne.

## Secousse électrique

- C'est le résultat de la contraction du muscle provoqué par une excitation unique et brève. Le mouvement de réflexe peut entraîner des dangers secondaires tels que le lâcher d'un outil, la chute d'une échelle ou d'un échafaudage, l'accrochage par des parties de machines en mouvement.

## Contraction musculaire

- Si l'on interrompt rythmiquement le passage du courant continu dans un muscle, on observe une série de secousses successives qui se rapprochent quand la fréquence des interruptions s'élève. Lorsque le muscle n'a plus le temps de se relâcher ( $f = 50$  Hz), c'est le phénomène de contracture permanente ou tétanos électrique.
- Suivant le type de muscle mis en jeu :
- muscle fléchisseur : le sujet est incapable de lâcher prise.
- muscle extenseur : le sujet peut être projeté.

## La très basse tension TBT

La très basse tension de sécurité TBTS

La très basse tension de sécurité TBTP

La très basse tension de sécurité TBTF

Classe d'isolation

Classe I  
Classe II  
Classe III

Les catégories de surtension ou d'installation  
**LA PRATIQUE DES CATEGORIES DE SURTENSION**

Protection contre les contacts directs

Indice de protection

Protection contre les contacts indirects

Coupure automatique

Séparation des circuits

Protection contre les contacts indirects

Pour en savoir plus

Centre Ressources  
Prévention des risques professionnels

Lycée J.B. Delambre  
3, Rue Montaigne  
80084 Amiens Cedex 2

Tel, fax, Répondeur : 03 22 66 30 94

Adresse électronique : [CENTRE-RESSOURCES.PRP.AMIENS@wanadoo.fr](mailto:CENTRE-RESSOURCES.PRP.AMIENS@wanadoo.fr)