

المسيلة في : 2022/10/25

رقم: 2022/GE/294

مستخلص من محضر اجتماع اللجنة العلمية لقسم الهندسة الكهربائية  
المنعقد بتاريخ 2022-10-19  
- بخصوص مطبوعة الدروس

بخصوص مطبوعة الدروس المنجزة من طرف الأستاذ بلخيري صالح أستاذ محاضر قسم "أ" بالقسم تحت عنوان: "Sécurité Industrielle et Habilitation" فقد اطلعت اللجنة على التقارير الواردة من طرف لجنة الخبراء المكونة من الأستاذ بلحمدي ساعد أستاذ بجامعة المسيلة، الأستاذ شقرون سليم أستاذ بجامعة المسيلة و الأستاذ دندوقة عبد الحكيم استاذ بجامعة محمد خيضر ببسكرة و التي كانت كلها ايجابية، لهذا فان اللجنة لا ترى مانعا أن تتخذه سندا في تدريس طلبة السنة الثانية ماستر، تخصص كهروميكانيك و أن تعتمد في أي تقييم للمسار العلمي للأستاذ المعني.

رئيس اللجنة العلمية

بوقرة عبد الرحمان

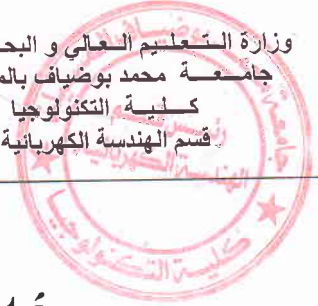
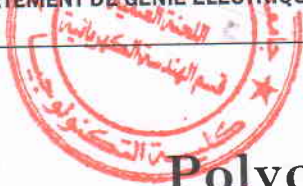


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF DE M'SILA  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
جامعة محمد بوضياف بالمسيلة  
كلية التكنولوجيا  
قسم الهندسة الكهربائية



## Polycopié de cours Sécurité Industrielle et Habilitation

2ème Année Master: Électromécaniques



Elaboré par Dr : BELKHIRI SALAH  
2021/2022

## SOMMAIRE

AVANT – PROPOS

### ***CHAPITRE I: Risques électriques***

I.1. Introduction .....	01
I.2. La notion du risque .....	02
I.2.1. Accident de travail.....	03
I.2.2. Maladies professionnelles.....	03
I.3. Principaux facteurs d'accidents d'origine électrique.....	04
I.4. Les différents risques électriques.....	04
I.5. Les différents organismes de normalisation.....	10
I.6. Autres risques et dommages.....	11
I.7. Conclusion .....	12

***Chapitre II :***

***Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique***

II.1. Introduction .....	13
II.2. Origine des risques électriques .....	15
II.3. Nature des risques électriques .....	17
II.4. Les différents types de défaut .....	20
II.4. 1. La surcharge .....	21
II.4. 2. Le court-circuit .....	21
II.4. 3. La surtension .....	23
II.4. 3.1. Surtension par défaut d'isolement avec des installations à tension plus élevée .....	23
II.4. 3.2. Surtension de manœuvre .....	23
II.4. 3.3. Surtension d'origine atmosphérique.....	23
II.4. 4. La baisse ou le manque de tension.....	23
II.5. Conclusion.....	24

### ***CHAPITRE III: Mesures de protection***

III.1.Introduction.....	25
III.2. Grands axes de la prévention du risque électrique.....	25
III.3. L'importance de l'évaluation des risques.....	39
III.4. Fiches de danger.....	46
III.4.1. Risque lie au bruit.....	46
III.4.2. Risque lié à l'éclairage.....	47
III.4.3. Risque lié à l'ambiance thermique.....	47
III.4.4. Risque lié aux vibrations.....	48
III.4.5. Risque lié aux produits chimiques.....	48
III.4.6. Risque d'origine biologique.....	49
III.4.7. Risque lié à la manutention et à l'activité physique.....	49
III.4.8. Risque lié à la manutention mécanique.....	50
III.4.9. Risque lié aux déplacements et à la circulation.....	50

III.4.10. Risque lié à l'organisation de travail.....	50
III.4.11. Risque lié aux chutes.....	51
III.4.12. Risque lié aux chutes d'objets.....	52
III.4.13. Risque lié aux machines et outils.....	52
III.4.14. Risque lié aux équipements sous pression.....	52
III.3.15. Risque lié à l'incendie et à l'explosion.....	53
III.3.16. Risque lié au travail sur écran.....	54
III.3.17. Risque lié au manque d'hygiène.....	54
III.5. Conclusion.....	55

***CHAPITRE IV:***

***Mesure de sécurité contre les effets indirects du courant électrique***

IV.1. Introduction.....	56
IV.2. Les conséquences de l'incendie.....	59
IV.3. Les risques et leurs conséquences.....	60
IV.4. Les installations de sécurité.....	60
IV.5. Habilitation électrique.....	62
IV.5.1. Habilitations électriques du domaine BT et HT .....	66
IV.6. Les équipements de protection.....	73
IV.7. Conclusion.....	76

---

***CHAPITRE V: Mesure de secours et soins***

V.1. Introduction.....78

V.2. L'exposition aux champs électromagnétiques.....101

V.3. Conclusion.....106

**AVANT – PROPOS**

*Ce support de cours s'adresse aux étudiants en Master II de l'ELM - Semestre 3 du département Génie électrique à l'université de Mohamed Boudiaf de M'sila.*

*Il a pour but :*

- ✓ *De voir tous les problèmes liés à l'électricité notamment les chocs électriques (contacts directs, contacts indirects).*
- ✓ *De savoir les dangers et les mesures préventives dans les installations électriques.*
- ✓ *De considérer les causes des incendies et explosions d'origine électrique dans installations électriques.*
- ✓ *D'assurer une veille réglementaire efficace et évaluer la conformité de l'entreprise par rapport aux normes et réglementations en vigueur.*
- ✓ *De sensibiliser et faire adhérer chacun aux politiques de gestion des risques.*
- ✓ *D'initier les étudiants aux notions de base de l'habilitation électrique.*

*Il s'inspire de nombreux ouvrages et références bien plus complets, ainsi que divers documents de collègues universitaires. Ce document est bien sur incomplet : il manque des chapitres entiers, des démonstrations, des exemples, etc. Toute remarque est la bienvenue, même en ce qui concerne les probablement nombreuses fautes d'orthographe.*

*Pour enfoncer plus profondément veuillez revoir les références.*

## **I.1. Introduction**

Chaque entreprise doit s'efforcer d'être exemplaire en matière de sécurité dans son propre monde de contraintes. Assurer les hommes et plus particulièrement les travailleurs contre toutes les menaces risquant d'atteindre leur vie, leur santé comme aussi leur bien-être est un souci pour les responsables de l'exploitation des usines. La sécurité au travail touche directement chacun d'entre nous, un accident de travail ou une maladie professionnelle peut engendrer souvent des pertes économiques ainsi que des souffrances physique et psychologique dont les effets se font sentir non seulement au sein de l'entreprise mais aussi dans des différents aspects de vie sociale.

La pratique s'est établie de distinguer en ce domaine :

- d'une part, ce qui touche plus particulièrement les accidents du travail dus par principe même à des causes souvent non permanentes et difficiles à prévoir. La notion de sécurité y a été, à plus ou moins juste titre, attachée ;
- d'autre part, les gravités à caractère plus permanent apportées par les produits manipulés, par les machines ou appareillages ou par les conditions physiques découlant de l'activité au poste de travail.

La gestion des risques professionnels consiste à la fois à se doter d'une stratégie de gestion des risques, d'une politique de prévention, de méthodes pour identifier les risques, les évaluer et les hiérarchiser, de choix de moyens de maîtrise et de contrôle, d'allocations des ressources budgétaires et humaines correspondantes aux plans d'action à mettre en œuvre, mais aussi de formation, d'information et de sensibilisation aux risques de la structure managériale et de tout le personnel.

Dans les sociétés industrielles, l'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. Les travailleurs sont guidés à utiliser du matériel électrique. Cela implique que toute entreprise peut être confrontée à un accident d'origine électrique. Si le nombre d'accidents liés à l'électricité diminue régulièrement, ceux-ci sont souvent très graves.

Les risques liés à l'électricité, pour l'homme, sont de différentes natures. Il s'agit principalement des risques d'électrisation, d'électrocution et de brûlure. Ces risques ont pour origines des contacts directs ou indirects et des arcs électriques. Le passage du courant électrique à travers le corps, même de faible intensité, est dangereux, provoquant des excitations musculaires violentes pouvant entraîner des séquelles temporaires ou permanentes, ou pire, la tétanisation et la mort immédiate. Les accidents d'origine électrique, s'ils sont relativement plus rares et en

diminution par rapport à d'autres risques, sont beaucoup plus souvent mortels que tous les autres types d'accidents répertoriés.

Outre les dangers des contacts électriques (électrisation/électrocution), les blessures par brûlures occasionnées par l'exposition aux arcs électriques, les dangers d'incendie et d'explosion, les chutes de hauteur entraînées par les contractions musculaires aggravent les effets du risque d'origine électrique.

## **I.2. La notion du risque**

Les termes « danger » et « risque » sont communs dans le langage courant mais leurs significations ne sont pas toujours correctement connues.

- Le danger : C'est une situation, une condition ou une pratique qui comporte en elle-même un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement.
- Le risque : Est la probabilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à un danger. Le risque est la composante de deux paramètres : la gravité et la probabilité. Plus la gravité et la probabilité d'un événement sont élevées plus le risque est important.
- Exposition : il s'agit du contact entre le danger et une personne, pouvant dès lors entraîner un dommage.
- Facteurs de risques : sont des éléments qui peuvent augmenter ou diminuer la probabilité de survenance d'un accident ou la gravité d'un événement.

A défaut de pouvoir utiliser une solution radicale qui supprime le danger, on peut agir sur les deux paramètres du risque.

Réduire la gravité, c'est effectuer une action de protection, alors que réduire la probabilité, c'est faire une action de prévention.

Dans le monde industriel l'objectif est de réduire le risque à un niveau acceptable. Ce niveau d'acceptabilité du risque est d'ailleurs très variable et il est fonction des différences culturelles, la mortalité étant par exemple, très différemment perçue par rapport au traumatisme qu'elle engendre au monde.

### **I.2.1. Accident de travail**

L'entreprise plus au moins importante, plus au moins bien insérée dans son tissu industrielle, urbain et social peut avoir des finalités différentes. Quelque soit le moteur par laquelle est perçus (patron, syndicat, employés ou l'administration). Elle doit être également considérée comme un système conçu et animé par l'homme qui reçoit, transforme et émet des produits ou des services. Ce dernier rencontre différents risques et perturbation telles que : les accidents de travaux et se sont les plus courant, des maladies du a la pollution et aux produits chimique, non-qualité des produits, des pannes...que nous appelons le dysfonctionnement.

Le travail au sein des entreprises est devenu une activité multidimensionnelle qui Veil sur les bien être des salaries. Le travail comme source de satisfaction, de réalisation personnelle et de sécurité financière peut représenter à coter de ses bienfaits beaucoup de risques qui produisent d'importante dégâts touchant la sécurité des travailleurs. Les situations de travail actuel sont susceptibles d'exposer le travailleur à des différents risques comme l'utilisation de nouveaux produits et équipements. Ses dangers qui se manifestent essentiellement sous le forme d'accidents corporels et de maladies de gravités variées, sont appelés risques professionnels. Ses risques dus aux activités rémunérées font partie des dangers les plus importants qui guettent les travailleurs de notre époque.

Il est considéré comme accident de travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit pour un ou plusieurs employeurs ou chef d'entreprise.

Pendant longtemps la jurisprudence a statué que l'accident de travail est caractérisé par l'action soudaine et violente d'une cause extérieure provoquant une lésion sur l'organisme humain.

Dans la mesure où elle admet que le préjudice occasionné par un effort du travailleur, par un faux mouvement de sa part, etc. doit être réparé comme accident du travail, la condition d'extériorité de la cause semble perdre de son importance. Il en est de même de la condition de

violence. Finalement, le critère permettant de caractériser l'accident, de le distinguer d'une maladie, est la soudaineté et la localisation dans le temps.

### **I.2.2. Maladies professionnelles**

Une maladie est professionnelle si elle est la conséquence de l'exposition plus ou moins prolongée à un risque qui existe lors de l'exercice habituel de la profession : ce risque peut être d'origine physique, chimique, biologique ou résulter d'attitudes particulières nécessitées par l'exécution de travaux limitativement énumérés.

Malgré l'apparente simplicité de cette définition, la preuve d'une relation de cause à effet entre une maladie constatée et une exposition professionnelle à un risque est difficile si non impossible à apporter.

### **I.3. Principaux facteurs d'accidents d'origine électrique**

Les principaux facteurs d'accidents d'origine électrique sont :

- Non respect des règles de sécurité lors de la conception ou modification d'une installation électrique
- Mauvais état du matériel et des isolants en particulier (détérioration, coupure ...)
- Utilisation inappropriée du matériel (appareil portatif, prolongateur ...)
- Habilitation électrique non adaptée à l'opération à réaliser.
- Non-respect des distances de sécurité par rapport aux pièces nues sous tension

### **I.4. Les différents risques électriques**

- Risque de contact direct avec une pièce normalement sous tension.
- Risque de contact indirect avec une pièce conductrice mise accidentellement sous tension.
- Risque d'électrisation « à distance » (sans contact), par amorçage.
- Risques d'incendies et explosions, dus notamment aux arcs électriques lors d'un court-circuit, et à l'accumulation d'électricité statique provoquant des étincelles.

Effets de l'électricité sur l'organisme

- Brûlures internes (le courant pénètre dans le corps). Les brûlures causées par un contact avec une source de haute tension peuvent attaquer les tissus internes et ne laisser que de très petites lésions sur la peau.
- Brûlures externes par l'arc électrique ou la projection de métal en fusion
- Contraction involontaire des muscles (choc électrique) pouvant entraîner des phénomènes de « collage » aux conducteurs ou de chute associée à l'effet de surprise par rejet de la victime sur une échelle, un échafaudage... (ce genre de chute totalement incontrôlée entraîne généralement de graves blessures).
- Arrêt respiratoire ou cardiaque par électrocution (fatale)
- Séquelles neurologiques (lésions de la moelle épinière, du plexus et des nerfs périphériques...)
- Séquelles cardio-vasculaires
- Séquelles sensorielles (oculaires, auditives : surdité, vertiges)

Intensité	Perception des effets (variables suivant les personnes et circonstances)
0,5 à 1mA	seuil de perception suivant l'état de la peau
8mA	choc au toucher, réactions brutales (« secousse électrique »)
20mA	début de téτανisation de la cage thoracique et des muscles, contracture
30mA	(incapacité de lâcher prise)
40mA à 80mA	paralysie ventilatoire
1000mA	fibrillation ventriculaire (dépendant du temps d'exposition)
2000 mA	arrêt cardiaque
	Inhibition des centres nerveux atteints instantanée

- la téτανisation est une paralysie des muscles. Le sujet peut succomber par asphyxie du fait du blocage de sa cage thoracique.
- la fibrillation ventriculaire est la contraction anarchique du muscle cardiaque. Elle ne cède jamais spontanément, mais seulement grâce à des contre-chocs électriques appliqués par un défibrillateur.
- La résistance du corps humain varie en fonction de l'état de la peau (sèche, humide, mouillée) et de la tension de contact.

### Les situations à risques

- Les travaux électriques : Ces travaux ont pour but de réaliser, de modifier, d'entretenir, de réparer un ouvrage électrique. Ils font l'objet d'une étude préalable générale, ou au coup par coup, définissant la succession des opérations et les consignes de sécurité. Pour participer à un travail, il faut être habilité et désigné.
- Les interventions électriques : Ces interventions sont des opérations de courte durée et n'intéressant qu'une faible étendue d'un ouvrage. Elles font l'objet d'une analyse sur place. Elles sont limitées aux domaines BT. Une intervention de dépannage a pour but de remédier rapidement à un défaut susceptible de nuire à la sécurité des personnes, à la conservation des biens, au bon fonctionnement d'un équipement.

### Les obligations, réglementations et habilitations

La gestion du risque constitue un volet important pour un industriel dans la mesure où il vise à assurer à la fois la sécurité des personnes et de l'environnement. Les divers accidents industriels ou encore les crises de santé publique contribuent à faire évoluer la réglementation en matière de prévention des risques.

"L'employeur ne peut confier les travaux ou opérations sur des installations électriques ou à proximité de conducteurs nus sous tension qu'à des personnes qualifiées pour les effectuer et possédant une connaissance des règles de sécurité en matière électrique adaptée aux travaux ou opérations à effectuer." (Article 48 du décret du 14 novembre 1988).

Les installations électriques de toute nature doivent être conçues en vue de préserver la sécurité des personnes et la prévention des incendies et explosions :

#### Protection contre les contacts directs : mise hors de portée des personnels

- par éloignement (respect des distances de voisinage)
- au moyen d'obstacles (présence d'écran, armoires électriques fermées)
- par isolation (gainage des câbles)

#### Protection contre les contacts indirects

- par l'emploi de matériel à double isolation (protection de l'utilisateur en cas de défaillance de la première enveloppe)

- par l'utilisation de la très basse tension (réduction du courant à un niveau non dangereux)
- par l'utilisation de dispositifs à coupure automatique type disjoncteur (mise hors tension rapide de l'installation en cas de défaut)

#### Prévention des brûlures, incendies et explosions d'origine électrique

- par l'emploi de matériels conformes aux normes
- par le respect des règles d'installation

La réglementation impose également une vérification générale périodique (annuelle) des installations électriques.

Les installations électriques doivent être réalisées conformément aux règles de l'art et répondre aux prescriptions des normes françaises en vigueur (NFC 15-100, NFC 17-200), notamment en ce qui concerne la protection contre les surintensités et contre les contacts indirects mettant en jeu la sécurité des personnes.

Les installations et appareils qui pourraient être à portée du public doivent être alimentés sous tension au plus égale à 24 volts dans les conditions prévues par la norme précitée pour les installations à très basse tension de sécurité (TBTS).

Protéger l'installation à son origine par un disjoncteur à courant différentiel résiduel au plus égale à 300 mA si l'installation n'est pas accessible au public (> 3 mètres) ou au plus égale à 30 mA si l'installation est accessible au public (< 3 mètres ou distance horizontale inférieure à 1 mètre d'un balcon ou d'une terrasse accessible).

Les mesures de protection contre les contacts indirects par coupure automatique reposent sur l'emploi de matériel de classe 2, matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale mais qui comporte des mesures supplémentaires de sécurité telles que la double isolation ou l'isolation renforcée.

L'habilitation électrique au sens de la publication UTE C 18-510 est la reconnaissance de la capacité d'une personne à accomplir en sécurité les tâches fixées. Elle doit être matérialisée par un document établi par l'employeur, signé par ce dernier et par la personne habilitée.

- Le titre d'habilitation comporte une codification symbolique formée de lettres et de chiffres.
- La première lettre indique le domaine de tension: B (BT et TBT), H (HT).
- Le chiffre indique la qualité de la personne : 0 (non électricien), 1 (exécutant électricien), 2 (chargé de travaux électriques).
- La deuxième lettre précise la nature des opérations pouvant être réalisées: V (travail au

voisinage), N (nettoyage sous tension), T (travail sous tension), C (chargé de consignation), R (chargé d'interventions en BT).

Exemples:

B1V : exécutant électricien avec travail au voisinage en BT  
BC : chargé de consignation en BT

Toutes les habilitations doivent être précédées d'une formation aux risques électriques. L'habilitation doit être révisée en cas de changement de fonction, d'entreprise ou de restriction médicale.

Avant de délivrer tout titre d'habilitation électrique à un employé, il est nécessaire de :

- recenser les différentes tâches à accomplir (nature des travaux, des interventions, lieux, circonstances...) et évaluer les risques induits afin de définir le niveau d'habilitation requis ;
- faire suivre à l'employé concerné une formation à la sécurité électrique ; cette formation a pour objectif de faire acquérir au personnel la capacité de mettre en application les prescriptions de sécurité de la publication UTE C 18-510.

Le matériel de protection collective

- Le tapis ou le tabouret isolant :  
L'isolation par rapport au sol doit être assurée en fonction de la tension nominale des ouvrages. Il doit être conforme à la norme NF C 18-420
- Le vérificateur d'absence de tension : Les vérificateurs d'absence de tension et détecteurs unipolaires doivent répondre aux prescriptions des normes en vigueur (NF C 18-310 et NF C18-311).

Les appareils de mesure ne doivent pas être utilisés à cet usage, pas plus que les vérificateurs d'absence de tension ne peuvent être considérés comme des appareils de mesure. Ils peuvent être du type lumineux ou du type sonore, mais dans tous les cas ils doivent être adaptés à la tension des installations sur lesquelles ils sont utilisés. La vérification d'absence de tension sur tous les conducteurs actifs (neutre compris) est obligatoire avant toute opération sur une installation qui a été mise hors tension. En effet, un disjoncteur (ou un interrupteur) peut avoir été soumis à des arcs électriques importants lors d'ouvertures précédentes: les pôles peuvent restés soudés ou avoir une mauvaise résistance d'isolement à cause de la métallisation des chambres de coupure.

- Les dispositifs mobiles de mise à la terre et en court-circuit MALT et CCT  
Cette opération permet de se prémunir contre les risques dus aux tensions induites, aux condensateurs chargés, aux ré alimentations éventuelles.
- Les cadenas et étiquettes de consignation, dispositifs permettant de respecter la norme C18-510 en matière de le verrouillage et de signalisation et d'avertissement.
- Les écrans de protection (nappe isolante, tôle épaisse mise à la terre...)

#### Les Equipements de Protection Individuelle de l'électricien

L'utilisation d'EPI (Equipements de Protection Individuelle) est obligatoire lors d'interventions réalisées à proximité de lignes et d'installations ou d'appareillages électriques et pour les travaux sous tension.

De plus, il convient de ne pas porter d'objets personnels métalliques (bracelet, chaîne...).

Le degré de protection d'un EPI et le domaine de tension pour lequel il est conçu est souvent signalé par une classe. Chaque type d'EPI peut avoir des classes différentes : par exemple il existe 6 classes de gants isolants.

Les outils aussi doivent être isolés et isolants. Les outils à main isolés ou isolants utilisés en basse tension doivent être conformes à la norme NF EN 60 900.

- combinaison de travail en coton ignifugé ou en matériau similaire
- écran facial anti-UV (ultraviolet) pour la protection contre les arcs électriques et les courts-circuits (norme NF EN 166)

Lors d'un arc électrique, les yeux et le visage doivent être protégés par un écran facial spécifique. Il existe des écrans faciaux en polycarbonate légers, transparents, à mettre directement sur la tête sans utiliser de casque.

Les écrans anti-UV doivent être portés obligatoirement :

- lors des étapes sous tension des interventions
  - lors des opérations de contrôle, essais, mesurages
  - lors de la mise en place des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit.
- casque isolant et antichoc (norme NF EN 397)  
Il doit être porté dans les zones où il y a risques :
    - de chute d'objet (matériaux)
    - de choc à la tête (obstacle à hauteur d'homme)
    - de chute de hauteur (plus de 3 mètres)
    - de contact électrique au niveau de la tête

- gants isolants (norme NF EN 60 903) et marqués d'un triangle double. Le risque le plus courant est de toucher par inadvertance un conducteur ou une partie métallique sous tension. Le courant passe alors par les mains, et pour s'en protéger, il faut porter des gants isolants adaptés au niveau de tension. Ces gants sont par exemple en latex spécialement traité pour l'obtention de hautes caractéristiques diélectriques L'intérieur des gants est recouvert de talc et en complément, il existe des sous-gants fins en coton, lavables, qui absorbent la sueur et offrent une meilleure hygiène.
- protège-bras isolants (norme NF EN 60 984)
- chaussures ou bottes électriquement isolantes de sécurité (norme NF EN 50321)  
Par exemple, réalisées avec un caoutchouc diélectrique, sans accessoire métallique

### I.5. Les différents organismes de normalisation

La normalisation existe à l'échelon international, National et Européen. La tendance est de parvenir à un langage commun des électriciens qui facilite l'écriture, la lecture et la compréhension des schémas électriques.

En France, c'est l'AFNOR (Association Française de Normalisation) qui publie toutes les normes françaises : la mécanique, le textile... Pour l'électricité c'est l'UTE (Union Technique des Electriciens) et en Europe c'est le CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrique)

#### - Norme Française des schémas électriques

#### Repérage :

Exemple : NF - C - 03 - 103

NF : Norme Française

C : Electricité

03 : Symboles et schémas

103 : Numéro de la norme (ici appareils électriques et dispositifs de protection)

**Exemples**

NF C 03 000 : Symboles littéraux à utiliser

NF C 03 101 : Symboles Elémentaires

NF C 03 106 : Electronique

NF C 03 190 : Symboles graphiques du GRAFCET

NF C 03 211 : Plans architecturaux

NF C 15 100 : Alimentation et distribution électrique BT

**I.6. Autres risques et dommages**

Outre les atteintes corporelles supportées par les salariés, les mauvaises conditions de sécurité peuvent être à l'origine d'autres dommages importants :

- détérioration ou destruction d'installations industrielles (machines, immeubles, etc. ), notamment en cas d'incendie ou d'explosion ;
- dégâts causés au voisinage, à l'environnement : détérioration ou destruction d'installations proches, accidents, nuisances pour les habitants, pollution de l'eau, de l'air et du sol.

Ainsi les mesures prises pour la protection des personnes se confondent souvent avec celles destinées à protéger des biens de production et l'environnement.

Sur le plan des conséquences indirectes, les accidents de travail peuvent :

- causer des pertes de temps et de production ;
- constituer un risque financier pour l'entreprise et un risque juridique pour ses dirigeants ou d'autres membres de son personnel dans la mesure où leur responsabilité peut être engagé ;
- détériorer le climat social dans l'entreprise et nuire à son image de marque.

## **I.7. Conclusion**

La qualité croissante des matériels, évolution des normes et des réglementions, compétence des spécialistes, ont fait de l'énergie électrique l'énergie la plus sûre aujourd'hui. Cependant, dans tous les projets, la prise en compte des risques demeure indispensable et nécessite des connaissances très diverses, tant ils sont complexes et variés.

Les accidents et incidents d'origine électrique appellent des conclusions enluminées : si les accidents du travail d'origine électrique sont en constante diminution, le risque électrique demeure une des causes principales d'incendie.

Certes, le savoir-faire, le bon sens, l'organisation et le comportement seront toujours les piliers de la sécurité mais les connaissances nécessaires sont devenues si spécifiques et si nombreuses qu'il faut bien souvent l'aide de spécialistes.

II.1. Introduction

Pour les accidents d'origine électrique, il faut distinguer :

- L'électrisation : mise sous tension d'une partie du corps ou de son ensemble
- L'électrocution : une électrisation dont l'issue est fatale

Les risques de contacts électriques sont de deux ordres. D'une part il y a les contacts directs où l'opérateur touche une partie sous tension avec son corps. Deux cas de figure se présentent alors : soit le courant électrique traverse le corps pour rejoindre la terre (entre une phase et la terre), soit le courant électrique traverse le corps pour faire un court-circuit (entre deux phases).

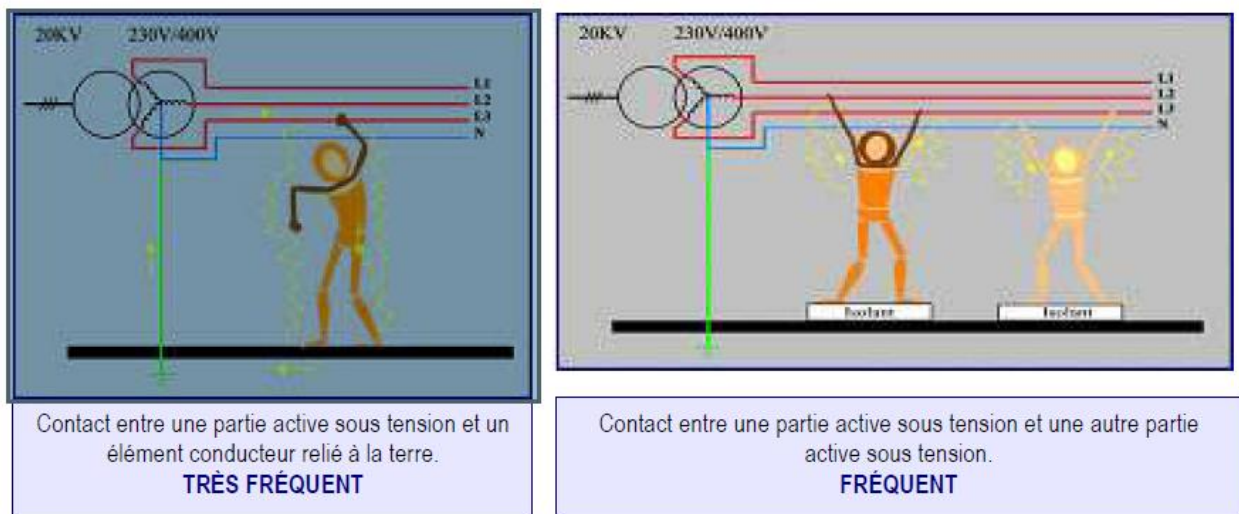


Fig. II.1 : Contact direct

D'autre part, il y a les contacts indirects, plus pernecieux, où l'opérateur touche une masse conductrice (métallique ou autre) non reliée à la terre qui est accidentellement mise sous tension. Le courant traverse alors le corps pour rejoindre la terre.

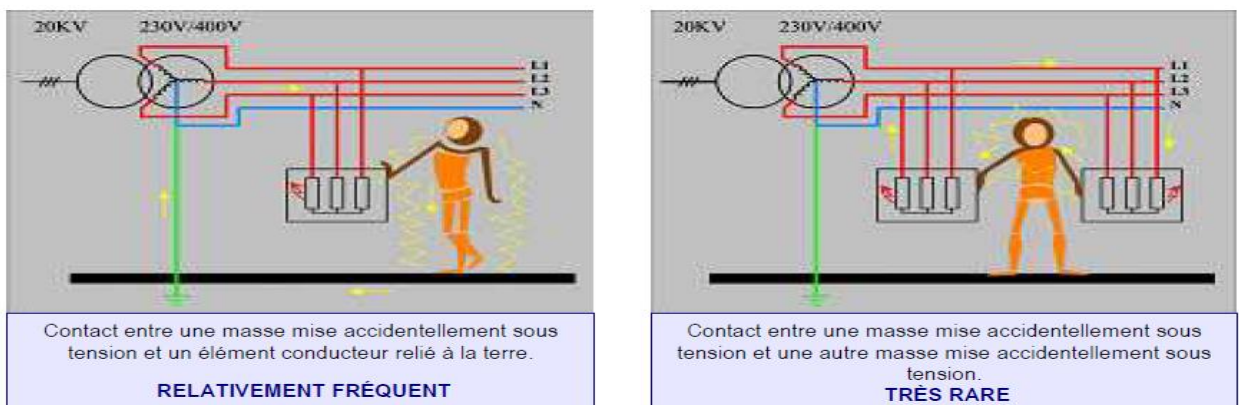


Fig. II.2 : Contact indirect

Dans les deux cas, il existe un risque d'électrisation voire d'électrocution. Les conséquences sont variables en fonction d'un certain nombre de paramètres liés, par exemple, à la présence d'humidité qui favorise le passage du courant, la nature des contacts, l'état de santé de l'opérateur et de l'intensité du courant (A : en ampères) qui traverse l'organisme ainsi que la différence de potentiel (la tension V : en volts).

Suivant les individus, les seuils de danger varient, mais on peut estimer qu'à partir de 5 mA, il peut y avoir des répercussions sur l'homme. Il s'agit le plus souvent de lésions qui touchent principalement la main, les membres supérieurs et les yeux (brûlures, contusions, commotions, plaies).

À partir de 30 mA (seuil de déclenchement des dispositifs différentiels à haute sensibilité), on assiste à une tétanisation des muscles respiratoires qui peut aboutir au bout de quelques minutes à une asphyxie.

Au delà de 30 mA, on parle de "fibrillation ventriculaire" affectant les organes vitaux, à commencer par le cœur. Le seuil de tension dangereuse s'établit, quant à lui, à 50 V (12 V en environnement humide).

➤ Les phénomènes d'amorçage

Sur des tensions élevées (haute tension), il n'y a pas besoin d'entrer en contact avec la pièce nue : dès l'approche, un amorçage peut avoir lieu ; cet amorçage permet le passage du courant. Plus la tension est élevée, plus ce phénomène est amplifié.

➤ Les chocs électriques

Les chocs électriques (le courant traverse le corps) peuvent avoir différents effets sur l'homme : électrisation, électrocution et brûlures internes et superficielles. Les brûlures internes sont le plus souvent invisibles, seules apparaissent des marques aux points de contact. Elles peuvent donc être plus graves que ce que laissent supposer les blessures extérieures. À noter : plus le courant est élevé et plus le risque de mort subite est grand. De même, plus la tension et la durée du contact sont importantes et plus les dommages ne sont graves.

➤ Les brûlures

Il existe deux types de brûlures causées par l'électricité.

Les brûlures électrothermiques sont provoquées par l'énergie dissipée par l'effet Joule tout le long du trajet du courant dans le corps. Ces brûlures aboutissent à des nécroses internes situées plus particulièrement au niveau des muscles.

Les brûlures par arc et rayonnement lumineux sont des brûlures provoquées par la projection de particules métalliques en fusion au cours de la production de l'arc électrique ou provoquées par la proximité du corps avec l'arc. La force de la lumière émise brûle les cellules oculaires.

➤ Les courts-circuits

Principaux effets :

- brûlures par projection de matière en fusion ;
- rayonnement ultraviolet intense ;
- dégagement de gaz toxiques.

➤ Les incendies d'ordre électrique

Si un incendie d'ordre électrique se déclare, celui-ci crée un risque d'électrisation pour les personnes qui viennent le combattre. C'est pourquoi, on ne peut combattre le feu que si l'on a reçu une formation adaptée et que si l'on a été désigné par son employeur afin d'éviter, par exemple, l'utilisation d'un agent d'extinction inadapté.

La personne qui constate l'incendie et qui donne l'alarme doit préciser le lieu de l'incendie et, si possible, la nature du risque électrique. De manière générale, il faut mettre hors tension, chaque fois que possible, le matériel en feu et, éventuellement, les ouvrages ou les installations voisins.

Ces opérations ne peuvent être réalisées que par une personne qualifiée et désignée par son employeur.

L'intensité représente le débit de courant dans un conducteur, exprimé en ampère (A). La tension représente la différence de potentiel entre deux pôles soit phases (cas du triphasé) ou entre phase et neutre ou phase et terre, exprimée en volt (V). Ces deux grandeurs sont liées par la loi d'Ohm  $U = RI$ , R étant la résistance du circuit exprimée en Ohms ( $\Omega$ ).

## **II.2. Origine des risques électriques**

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.
- ✓ paramètres électriques.

Il est clair que l'intensité du courant est la cause essentielle du danger :

La résistance du corps humain est définie suivant des valeurs conventionnelles :

- Local ou emplacement non mouillé : 5000 ohms
- Local ou emplacement mouillé : 2500 ohms
- Local ou emplacement immergé : 1200 ohms

Cette résistance peut être augmentée par le port de vêtements, de gants et de chaussures.

Le courant est dangereux à partir de : 10 mA en courant alternatif 40 mA en courant continu.

- En milieu sec, en courant alternatif, la tension de contact dangereuse est de :  
 $U = R \times I = 5000 \times 0.01$  donc  $U = 50$  Volts.
- En milieu mouillé, en courant alternatif, la tension de contact dangereuse est de :  
 $U = R \times I = 2500 \times 0.01$  donc  $U = 25$  Volts.
- En milieu immergé, en courant alternatif, la tension de contact dangereuse est de :  
 $U = R \times I = 1200 \times 0.01$  donc  $U = 12$  Volts.

La résistance varie selon plusieurs paramètres :

La peau qui est le principal obstacle au déplacement des électrons dans le corps a une résistance évaluée entre 600 et 6000  $\Omega$ . (selon les études internationales).

La résistance de la peau varie en fonction :

- De la surface de contact : plus la surface augmente, plus la résistance diminue,
- De la pression : plus la pression augmente, plus la résistance diminue,
- De l'épaisseur : peau épaisse des talons, surface calleuse, peau mince du nourrisson...
- De la sudation : chaleur, absorption d'alcool, boissons chaudes, médicaments,...
- De la présence d'humidité : la résistance d'une peau sèche est nettement plus importante que celle d'une peau humide,
- De la durée de contact : lorsque le temps de contact augmente, la résistance diminue,
- De la tension de contact : plus cette tension est élevée, plus la résistance diminue.

D'autres paramètres tels que l'état de fatigue, le poids, la taille, sont des paramètres variables très difficile à évaluer avec précision.

La résistance du corps humain varie en fonction de l'état de la peau (sèche, humide, immergée) et de la tension de contact la résistance du milieu interne est relativement fixe : 750 ohms (mains-pied) et 500 ohms (main-main).

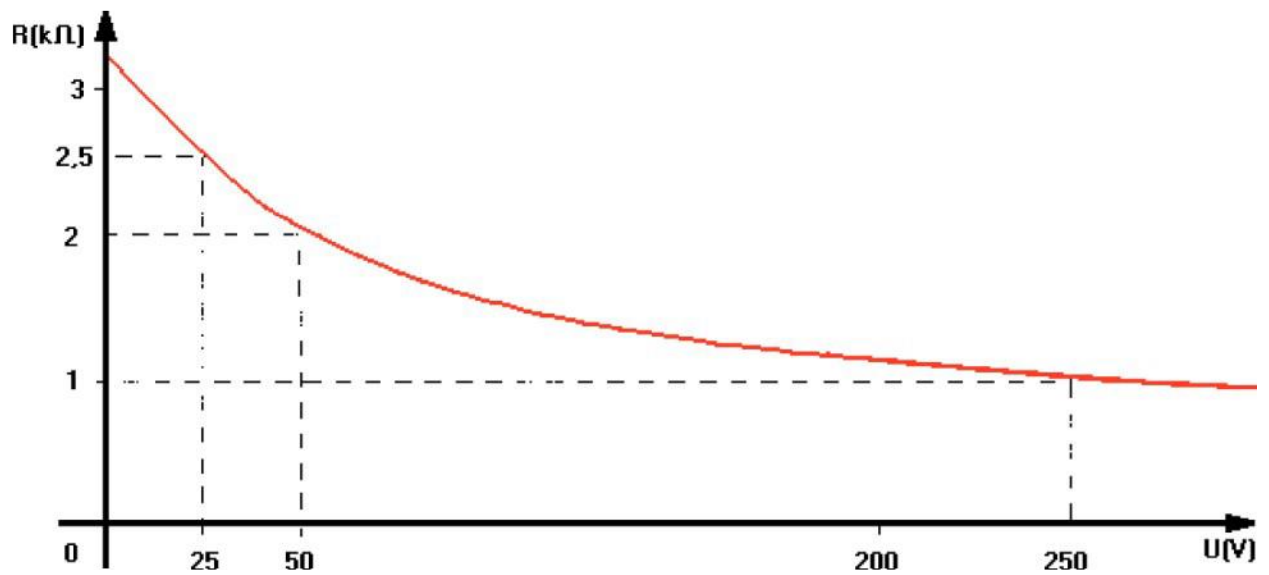


Fig. II.3 : Evolution de la résistance du corps humain en fonction de la tension de contact.

### II.3. Nature des risques électriques





Fig. II.4 : Nature des risques électriques.

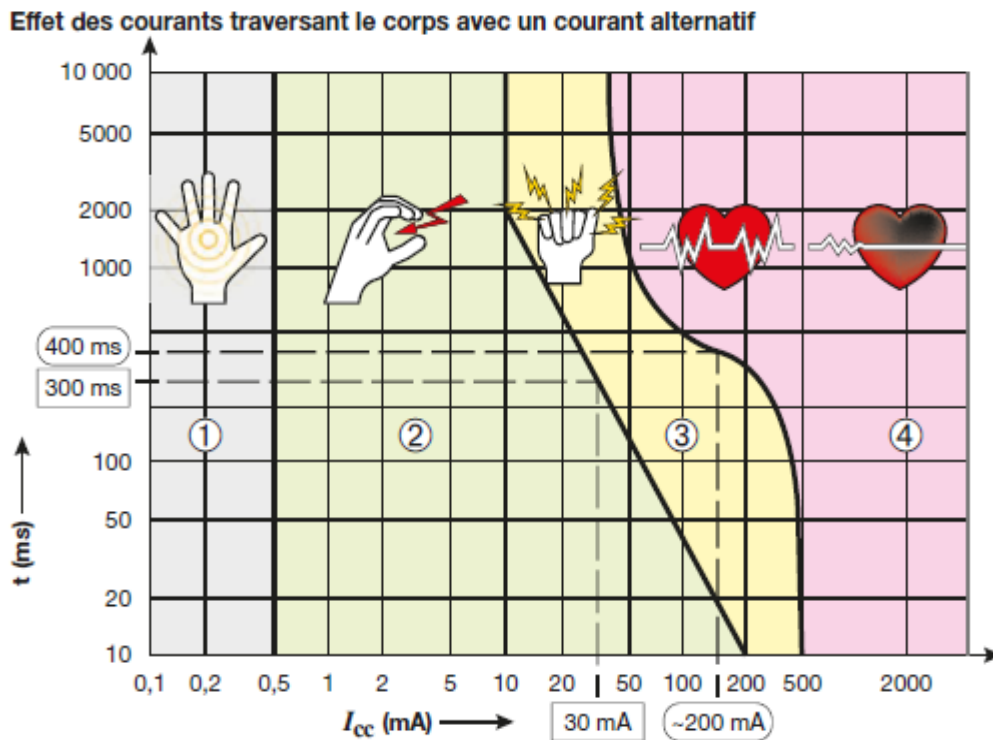
Depuis quelques années, le nombre d'accidents du travail, ainsi que les accidents graves dus à l'électricité diminuent régulièrement. Toutefois, ces derniers restent particulièrement graves. Chaque année, une dizaine de travailleurs meurent électrocutés. Les premières minutes qui suivent un accident sont très importantes pour les chances de survie : il faut agir très vite, d'une part en coupant le courant sans toucher au corps de la victime, d'autre part en prévenant immédiatement les secours. De plus, les accidents liés à l'électricité peuvent être à l'origine d'incendies ou d'explosions.

Les accidents d'origine électrique se produisent surtout lors d'opérations sur des installations fixes basse tension (armoires, coffrets, prises de courant...) au cours de l'utilisation de machines-outils portatives, ou lors d'interventions sur ou au voisinage de lignes aériennes, de postes de transformation et de canalisations enterrées.

Les paramètres qu'il faut tenir compte dans l'évolution des risques d'ordre électriques sont :

- Courant qui circule dans le corps humain
- Tension appliquée au corps humain
- Résistance du corps humain
- Temps de passage du courant dans le corps humain

L'effet physiologique d'un courant traversant notre corps dépend de l'intensité et de la durée. Dès l'apparition de contractions musculaires, on doit pouvoir compter sur la coupure de l'appareillage de protection sélectif avant que ne se présente une fibrillation ventriculaire.



Légende	Val. indicatives	Effet
① En général pas d'effet.	jusqu'à 1 mA	Seuil de perception. Le courant n'est pratiquement pas perceptible.
② En général pas d'effets physiologiques nuisibles.	5 mA	Fourmillement, picotement. Il est encore possible de relâcher la pièce sous tension par ses propres moyens.
③ Effets physiologiques. En général augmentation de la pression artérielle, contraction musculaire et dyspnée. Danger minime de fibrillation ventriculaire.	15 mA	Seuil de contraction. Contractions musculaires et tétanisation des muscles respiratoires sont possibles. Le seuil de relâchement est éventuellement déjà dépassé. La tétanisation des muscles respiratoires peut, dans certains cas très rares, entraîner la mort par asphyxie.
④ Effets physiologiques renforcés avec risque élevé de fibrillation ventriculaire à partir d'env. 200 mA et une durée d'application de 400 ms.	50 mA	Seuil d'alarme. Difficultés respiratoires, évtl. arrêt cardiaque ou fibrillation ventriculaire après une courte durée. Sans aide immédiate, la mort s'ensuit après quelques minutes.
	à partir de 80 mA	Seuil mortel. Effet mortel (fibrillation ventriculaire) probable après 0,3 à 1 s.

#### II.4. Les différents types de défaut

Une augmentation ou une diminution anormale des grandeurs nominales dans un circuit électrique constitue un défaut ou une perturbation. Ce sont le plus souvent les variations anormales de la tension, de l'intensité et de la fréquence qui sont à l'origine de ces perturbations.

Les défauts les plus courants sont :

- Surintensité par surcharge.
- Surintensité par court-circuit.
- Surtension.
- Baisse ou manque de tension.

#### **II.4. 1. La surcharge**

C'est une surintensité circulant en l'absence de défaut électrique dans un circuit. Elle est due à un sous-dimensionnement de la canalisation pour la charge alimentée (ou réciproquement à une charge trop importante pour la canalisation).

Des dispositifs de protection doivent être prévus pour interrompre tout courant de surcharge avant que l'échauffement du conducteur ne nuise à son isolation, à ses connexions et aux matériaux environnants. L'intensité de surcharge est de l'ordre de 1 à 3  $I_n$  elle est jamais dépassée 10  $I_n$  d'un circuit due par exemple à une surabondance momentanée des récepteurs en service.

##### **Moyens de protection**

La protection contre les surcharges peut être assurée par des fusibles (type gG), des disjoncteurs avec relais thermique, des disjoncteurs avec relais électronique, des contacteurs avec relais de mesure.

Les fusibles aM ne protègent pas contre les surcharges.

Les dispositifs de protection des circuits de l'installation ne sont pas prévus pour assurer la protection des circuits internes des appareils ni celle des conducteurs souples (câbles d'alimentation d'appareils mobiles) connectés sur des prises de courant. L'étude de protections indépendantes et adaptées peut être nécessaire si le risque de surintensités le nécessite (surcharge sur moteurs par exemple).

#### **II.4. 2. Le court-circuit**

C'est une surintensité produite par un défaut d'impédance négligeable entre conducteurs de potentiel différent. Il est d'origine accidentelle et peut être dû à une maladresse (chute d'outil, coupure d'un câble) ou à une défaillance du matériel.

Des dispositifs de protection doivent être prévus pour limiter et couper les courants de courts-circuits avant que leurs effets thermiques (échauffement des conducteurs, arc électrique) et mécaniques (efforts électrodynamiques) ne soient nuisibles et dangereux.

L'élévation brutale de l'intensité est de 10 à 1000 In dans un circuit due à une liaison accidentelle de deux points de potentiel différents (PH et N).

L'arc électrique et ses conséquences est susceptible d'apparaître lorsque il y a un court-circuit. En effet, sous l'influence de la tension électrique créée entre les extrémités des conducteurs que l'on sépare ou que l'on approche, les électrons libres sortent du métal et heurtent violemment les molécules d'air de l'espace interstitiel. Cela a pour conséquence d'arracher des électrons aux atomes de l'air et de le rendre subitement conducteur. Ce phénomène s'accompagne d'une projection de particules métalliques en fusion (plus de 3 000°C). C'est l'arc électrique.

D'une manière générale, les arcs électriques peuvent jaillir entre deux conducteurs ou deux récepteurs voisins portés à des potentiels différents lorsque la couche qui les sépare n'est pas assez épaisse ou que sa qualité d'isolation a été diminuée. La liaison qui en découle est d'abord invisible (courant de fuite) puis visible (arc électrique). Les éclairs qu'on observe pendant les orages sont des arcs électriques entre deux nuages ou entre un nuage et la Terre.

Dans les installations électriques, un court-circuit provoque un arc pouvant avoir des conséquences importantes.

L'arc électrique peut être, pour l'homme, à l'origine de brûlure plus ou moins graves et pour les installations d'incendies ou d'explosion.

### **Moyens de protection**

La protection contre les courts-circuits peut être assurée par des fusibles (type gG ou aM), par des disjoncteurs avec relais magnétique, par des disjoncteurs avec relais électronique (maximum de courant).

Leur pouvoir de coupure et leur temps d'ouverture du circuit doivent être adaptés au circuit protégé.

Par principe, toutes les lignes doivent être protégées contre les courts-circuits.

Des associations d'appareils sont autorisées pour augmenter le pouvoir de coupure. Des dispenses de protection sont également possibles dans certains cas. La protection de conducteurs en parallèle pour un même circuit, doit faire l'objet de précautions de câblage particulières.

**II.4. 3. La surtension**

On distingue :

**II.4. 3.1. Surtension par défaut d'isolement avec des installations à tension plus élevée**

En règle générale, les surtensions de ce type ne sont considérées que pour des défauts entre la haute tension et les masses du poste HT/BT. La nature de la liaison entre ces dernières et la haute tension est déterminée par un schéma particulier.

Comme conséquences on peut citer : Claquage des isolants avec pour conséquence des courts-circuits éventuels.

**II.4. 3.2. Surtension de manœuvre**

Pratiquement toutes les commutations sur les réseaux industriels, et particulièrement celles de forte puissance, produisent des surtensions.

Elles sont provoquées par la rupture brusque du courant. Les lignes et les transformateurs se comportent alors comme des self-inductions. L'énergie mise en œuvre sous forme de transitoires dépend des caractéristiques du circuit commuté. Le temps de montée est de l'ordre de quelques dizaines de microsecondes et la valeur de quelques kV.

**II.4. 3.3. Surtension d'origine atmosphérique**

Elles prennent trois formes :

- les surtensions propagées sur les lignes d'alimentation
- les surtensions par élévation du potentiel de référence (remontées de terre)
- les surtensions induites dans l'installation par le champ magnétique de la décharge de foudre (éclair ou descente de paratonnerre).

**Moyens de protection**

La protection contre la surtension peut être assurée par : limiteur de surtension, relais de surtension, parafoudre.

L'installation de parafoudres destinés à protéger contre les surtensions d'origine atmosphérique (foudre) permet en général de se prémunir contre les surtensions de manœuvre.

**II.4. 4. La baisse ou le manque de tension**

C'est une chute de tension, trop importante dans un réseau, déséquilibre d'un réseau triphasé de distribution.

Comme conséquences on peut citer : Mauvais fonctionnement des récepteurs.

### **Moyens de protection**

La protection contre la baisse ou le manque de tension peut être assurée par : Relais à minimum de tension, alimentation autonome.

## **II.5. Conclusion**

Le courant électrique reste dangereux par son caractère invisible. Les effets sur l'homme en sont aujourd'hui suffisamment bien connus pour s'en protéger efficacement.

Les risques pouvant affectés l'installation elle-même et les biens qui l'entourent doivent faire l'objet d'une analyse conduisant à l'adoption des solutions de protections les mieux adaptées.

Les accidents électriques provoquent une centaine de victimes par an, professionnelles et non professionnelles. Environ la moitié de ces accidents est liée aux installations basse tension intérieures. L'autre moitié a des causes diverses dont le contact avec des lignes aériennes ou la foudre. Le passage du courant électrique dans le corps a pour effet de "coller" la victime (tétanisation des mains sur la zone de contact) ou au contraire de créer une détente des muscles qui va la rejeter avec le risque de traumatisme associé (chute d'échelle...). Des accidents sont liés à l'imprudence mais le plus souvent c'est le mauvais état d'installations ou d'appareils qui provoque un choc électrique inattendu. Le respect des obligations légales de protection (norme, matériel agréé) est un gage de sécurité sous réserve que la maintenance et la mise à niveau soit parfaitement assurées; ce que ne garantit aucune obligation légale à ce jour.

D'où l'importance de la sensibilisation des utilisateurs que nous sommes tous.

### **III.1. Introduction**

Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit, et le risque d'arc électrique. Ses conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, l'incendie, l'explosion...

La prévention du risque électrique repose, d'une part, sur la mise en sécurité des installations et des matériels électriques et, d'autre part, sur le respect des règles de sécurité lors de leur utilisation ou lors d'opération sur ou à proximité des installations électriques.

### **III.2. Grands axes de la prévention du risque électrique**

➤ **Mise en sécurité des installations et des matériels**

- Respecter les règles de conception et d'installation
- Faire vérifier périodiquement les installations

➤ **Utilisation des installations : opérations sur ou à proximité des installations électriques**

- Privilégier les opérations hors tension (installation consignée) et respecter les distances de voisinage
- Préparer et organiser les opérations
- Former le personnel : l'habilitation est obligatoire pour les travailleurs réalisant des opérations sur ou à proximité d'installations électriques

Comme on a signalé précédemment que, les effets du courant électrique sur le corps humain dépendent de deux facteurs essentiels:

- le temps de passage du courant à travers le corps.
- l'intensité du courant et sa fréquence.

Ces deux facteurs sont indépendants l'un de l'autre mais le niveau du risque sera plus ou moins élevé, en fonction de la valeur de chaque facteur.

L'intensité du courant dangereux pour l'être humain va dépendre de la tension et de la tolérance du corps humain. Dans la pratique, on définit l'intensité du courant à partir d'une tension limite  $U_L$  prise égale à 50 V. Cette tension tient compte du courant maximum que peut supporter un être humain ayant une résistance électrique interne minimum, dans des conditions déterminées. Elle tient également compte de la durée maximale admissible du temps de passage du courant à travers le corps, sans effets physiopathologiques dangereux (fibrillation cardiaque).

Lorsqu'il est soumis à une tension, le corps humain réagit comme un récepteur classique ayant une résistance interne donnée. Il est parcouru par un courant électrique avec trois risques graves :

- la téτανisation : le courant maintient contractés les muscles traversés, s'il s'agit de la cage thoracique, cela peut entraîner un blocage respiratoire
- la fibrillation ventriculaire : c'est une désorganisation complète du rythme cardiaque
- les effets thermiques provoquant des lésions tissulaires plus ou moins graves, voire des brûlures profondes dans le cas de courants importants.

L'objectif de la sécurité est d'éviter tout contact, qu'il soit direct ou indirect, avec des pièces nues sous tension ou mises accidentellement sous tension. En outre, le matériel doit être conforme à la réglementation en vigueur afin de protéger les utilisateurs.

#### ➤ **Protection contre les contacts directs**

Un contact direct est un contact entre une partie du corps humain et une partie active (pièce normalement sous tension) d'une installation électrique. Pour prévenir les contacts directs il existe plusieurs moyens :

- **Protection par isolation**

Les parties actives sont recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée que par démontage ou destruction.

Les matériels fabriqués en usine, les câbles, et plus généralement les appareils d'utilisation (outillage, luminaire...) sont protégés par isolation.

- **Protection par barrières et enveloppes**

Les parties actives sont placées derrière des barrières ou à l'intérieur d'enveloppes qui assurent un degré de protection, elles constituent un obstacle (écran, boîtiers, armoires...) possédant un degré de protection minimal et ne pouvant être ouverts qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil.

- **Protection par obstacles**

Les obstacles sont constitués de rambardes, grillages... qui empêchent l'accès aux parties sous tension. Si le contournement intentionnel ou le passage d'éléments conducteurs reste possible, l'usage de ce moyen de protection sera limité aux locaux électriques.

- **Protection par éloignement**

Si des parties se trouvent à des potentiels différents (circuits distincts, parties actives et masses), celles-ci doivent être suffisamment distantes pour ne pas être simultanément accessibles.

La distance minimale d'éloignement doit être de 2,5 m, éventuellement augmentée si des objets conducteurs (échelles...) peuvent être manipulés à proximité, elle dépend aussi de l'environnement (chantier, locaux réservés à la production...) et de la valeur de tension. Ce moyen de protection qui peut être combiné avec des obstacles est réservé aux locaux électriques et aux lignes aériennes.

- **Protection par très basse tension**

La protection est assurée par l'utilisation d'une tension non dangereuse délivrée par une source de sécurité. Celle-ci peut être de type très basse tension de sécurité (TBTS) ou de type très basse tension de protection (TBTP).

La limite supérieure de tension est de 50 V (valeur limite conventionnelle) mais des valeurs plus basses de tension d'alimentation, 25 V ou 12 V, sont utilisées pour des conditions d'emploi en milieu humide ou immergé. Si la très basse tension n'est pas fournie par une source de sécurité

(autotransformateurs, alimentation électronique, variateur), le circuit concerné doit faire l'objet d'autres mesures de protection que la TBT, (généralement les mêmes que celles du circuit d'alimentation BT).

La très basse tension de sécurité peut assurer conjointement la protection contre les contacts directs mais aussi contre les contacts indirects.

- **Protection par limitation de l'énergie de décharge**

Cette mesure s'applique uniquement à des appareils répondant à des exigences spécifiques et n'est pas applicable à l'ensemble d'une installation. L'énergie et le courant de décharge sont limités selon les cas (interrupteurs à effleurement, appareils d'électrothérapie, clôtures électriques...) à des valeurs pouvant induire des réactions sensibles variables mais non dangereuses.

- **Protection par dispositif différentiel à haute sensibilité**

L'emploi de dispositifs différentiels n'excédant pas un seuil de fonctionnement de 30 mA permet une protection complémentaire contre les contacts directs en cas de défaillance des moyens conventionnels, de maladresse ou d'imprudence des utilisateurs.

Ce moyen n'est pas reconnu à lui seul comme suffisant, d'autant qu'il ne protège que des contacts entre masse et conducteurs actifs (ph/PE) mais pas d'un contact entre conducteurs actifs (ph/ph ou ph/N). Les cas d'utilisation recommandés (en complément des régimes de neutre) ou exigés par la réglementation (prises de courant, salles de bains...).

- **Protection contre les contacts indirects**

Un contact indirect est un contact entre une partie du corps humain et une masse conductrice mise accidentellement sous tension. Pour prévenir les contacts indirects il existe plusieurs moyens :

- Mise à la terre des masses avec coupure automatique de l'alimentation : les schémas de liaison à la terre sont aussi appelés « régimes du neutre ».
- Double isolation ou isolation renforcée,
- Très basse tension comme pour la protection contre les contacts directs.

○ **Les classes de protection contre les contacts indirects**

**Classe 0** : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'isolation principale. Ceci implique qu'aucune disposition n'est prévue pour le raccordement des parties conductrices accessibles (masses). La protection repose alors sur l'impossibilité d'établir un contact avec un autre potentiel : condition qui ne peut être établie que dans les emplacements non conducteurs (locaux isolants) ou si l'appareil de classe 0 est alimenté par une source de séparation de circuit.

**Classe I** : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale mais qui comporte une mesure de sécurité supplémentaire sous forme de moyens de raccordement des parties conductrices accessibles (masses). La sécurité repose sur le raccordement des masses ou parties métalliques accessibles à un conducteur de protection. Ce conducteur fait partie de l'installation et est relié à la terre.

La conception de classe I suppose l'équipotentialité des masses simultanément accessibles, la continuité des masses entre elles, la fiabilité des dispositifs de connexion et une conductivité suffisante pour la circulation des courants de défaut.

Les appareils, matériels et équipements de classe I n'assurent pas seuls la sécurité contre les contacts indirects. Celle-ci est indissociable des mesures mises en œuvre au niveau même de la structure de l'installation : création d'une boucle de défaut, détection de ce défaut et coupure ou limitation selon le régime de neutre.

**Classe II** : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale mais qui comporte des mesures supplémentaires de sécurité telle que la double isolation ou l'isolation renforcée.

Contrairement à la classe I, la protection par la classe II ne dépend pas des conditions d'installation. La sécurité est basée sur la faible probabilité d'un défaut simultané des deux isolations qui constitue la double isolation.

Par principe, la double isolation est obtenue par construction en ajoutant à la 1<sup>re</sup> isolation (l'isolation principale), une seconde isolation (dite isolation supplémentaire). Les deux isolations doivent normalement pouvoir être testées indépendamment.

Si des parties métalliques accessibles existent, elles ne doivent en aucun cas être reliées à un conducteur de protection.

**Classe III** : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité TBTS.

La sécurité d'un appareil de classe III ne peut être assurée que s'il est alimenté par une source de sécurité TBTS (Très Basse Tension de Sécurité) tel qu'un transformateur de sécurité.

✓ **Une installation TBTS répond à deux conditions :**

1 - toutes les parties actives sont séparées des parties actives de toute autre installation, par une isolation double ou renforcée

2 - les parties actives sont isolées de la terre ainsi que de tout conducteur de protection appartenant à une autre installation.

✓ **Une installation TBTP (Très Basse Tension de Protection) :**

Est une installation du domaine TBT répondant seulement à la première condition.

✓ **Une installation TBTF (Très Basse Tension Fonctionnelle) :**

Est une installation du domaine TBT qui n'est ni TBTS ni TBTP.




CLASSE	SYMBOLE	UTILISATION
0	Pas de symbole	Interdite dans l'industrie
I		Matériel devant être relié obligatoirement à la terre
II		Matériel à double isolation, <u>jamais relia à la terre</u>
III		Lampe baladeuse alimentée en TBTS, non reliée à la terre

Tableau. III.1 : classes des matériels électriques.

➤ **Les degrés de protection :**

La protection doit être assurée compte tenu des contraintes auxquelles sont soumis les obstacles par leurs :

- nature
- étendue
- disposition

- stabilité

Les obstacles sont constitués :

- soit de paroi pleine ou percée de trous
- soit de grillage

Tous les obstacles, coffret d'appareillage, armoires de tableaux, cache-bornes de moteurs, portes en tôle ou en grillage dans les postes HT, doivent être maintenus en place et en bon état.

### **Remarque importante**

La suppression des obstacles, quelle qu'en soit la classe de tension, ne sera réalisée que par des électriciens.

Les indices minima de protection du matériel sont **IP 2X** en Basse Tension et **IP 3X** en Haute Tension. Ils assurent la protection contre les contacts directs.

L'isolation doit être adaptée à la tension de l'installation et conserver à l'usage ses propriétés, eu égard aux risques de détérioration auxquels elle peut être exposée.

Les degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques de tension assignée inférieure ou égale à 72,5 kV sont définis par la norme française NF EN 60529.

Pour symboliser le degré de protection procuré par une enveloppe, il est fait usage des lettres « IP » (International Protection) suivies de 2 chiffres et d'une ou plusieurs lettres. Plus un chiffre du code IP est grand, meilleure est la protection.

- ✓ 1er chiffre (compris entre 0 et 6) : protection contre les corps solides.
- ✓ 2e chiffre (compris entre 0 et 8) : protection contre l'eau.
- ✓ Lettre additionnelle (A, B, C ou D) : accès aux parties dangereuses.
- ✓ Lettre(s) supplémentaire(s) (H, M, S ou W) : informations supplémentaires spécifiques.

### **Exemple : signification du degré de protection « IP 34 C »**

IP : « Appareil protégé contre »

3 : « La pénétration de corps solides d'un diamètre supérieur ou égal à 2,5 mm »

4 : « La pénétration des projections d'eau (dans toutes les directions) »

C : « Les contacts directs avec un outil d'un diamètre de 2,5 mm et de 100 mm de long »

Le degré de protection contre les chocs mécanique est symbolisé par le code IK.
























PREMIER CHIFFRE Protection contre les objets solides		SECOND CHIFFRE Protection contre les liquides		CODE IK Protection contre les chocs mécaniques	
IP	TEST	IP	TEST	IK	TEST
0	 Pas de protection	0	 Pas de protection	00	 Pas de protection
1	 Protection contre les objets solides de plus de 50 mm, par ex. contact accidentel des mains.	1	 Protection contre les gouttes d'eau tombant à la verticale.	01-05	 choc < 1 joule 100 g 15 cm, 100 g 20 cm, 175 g 20 cm
2	 Protection contre les objets solides de plus de 12 mm, par ex : doigt de la main.	2	 Protection contre les projections directes d'eau jusqu'à 15° de la verticale.	06	 choc de 1 joule
3	 Protection contre les objets solides de plus de 2,5 mm (outils + petits fils).	3	 Protection contre les projections jusqu'à 60° de la verticale.	07	 choc de 2 joules
4	 Protection contre les objets solides de plus de 1 mm (outils, petits fils).	4	 Protection contre les projections d'eau dans toutes les directions admission limitée permise.	08	 choc de 5 joules
5	 Protection contre la poussière admission limitée permise (pas de dépôts nocifs).	5	 Protection contre les jets d'eau de faible pression de toutes les directions admission limitée permise..	09	 choc de 10 joules
6	 Protection totale contre la poussière.	6	 Protection contre les jets d'eau forts, par ex. utilisation sur les ponts de navires admission limitée permise.	10	 choc de 20 joules
		7	 Protection contre les effets de l'immersion entre 15 cm et 1 m.		
		8	 Protection contre les longues périodes d'immersion sous pression.		

Tableau. III.2 : Tableau des indices de protection IP et IK.

➤ protection des conducteurs et câbles

Les canalisations souples doivent être raccordées aux appareils mobiles de façon à exclure :

- ✓ toute flexion nuisible de l'isolant à l'entrée de l'appareil,

- ✓ tout effort de traction ou de tension sur les conducteurs à leur point de connexion.

Pour les canalisations enterrées, la limite d'incertitude est de 1,5 m. Une canalisation électrique souterraine se reconnaît par le grillage rouge placé au dessus d'elle (au minimum à 20 cm) et aux indications données par l'exploitant.

#### ✓ **Analyser le risque électrique**

L'ignorance du risque électrique, principalement lors de travaux non électriques, est aujourd'hui encore source d'accidents. Une analyse systématique du risque permet de prévoir les éventuelles situations dangereuses et de planifier au mieux la prévention.

Les principaux éléments à prendre en compte dans l'analyse du risque électrique sont : les caractéristiques de l'installation électrique (domaines de tension, sources primaires et secondaires, positionnement des câbles et canalisations isolées...), l'environnement de l'opération (proximité ou voisinage de pièces sous tension, possibilité de chutes d'outils, déplacement d'engins...), les tâches à accomplir par les opérateurs (position de l'opérateur, gestes normaux à accomplir et gestes réflexes possibles, port des équipements de protection...).

L'analyse du risque électrique doit être réalisée avant chaque opération et actualisée si nécessaire tout au long de celle-ci.

C'est l'employeur qui a la responsabilité de la mise en œuvre de cette analyse du risque. Cependant, cette analyse concerne également chaque acteur, dans la mesure de ses attributions, de ses compétences et de ses responsabilités. Dans la phase préparatoire du travail, l'employeur peut désigner une personne pour élaborer les prescriptions et procédures de sécurité. Dans la phase de réalisation des opérations, les chargés de travaux ou de chantier sont responsables de l'exécution des travaux et de la mise en place des mesures de sécurité prévues. Les exécutants et les chargés d'intervention sont quant à eux responsables de leur propre sécurité.

#### ✓ **Mesures générales de prévention pour assurer la sécurité du personnel**

Une personne réalisant une opération sur un matériel ou une installation électrique doit être formée et habilitée par son employeur. Différentes mesures de protection doivent être mises en œuvre afin qu'elle puisse travailler en sécurité : signaler le local ou l'opération, isoler l'installation électrique, mettre en place des mesures de protection pour les travaux sur ou au

voisinage des installations, vérifier les installations, fournir des équipements de protection individuelle si nécessaire...

Pour toute opération exposant à un risque électrique, des mesures de prévention sont à mettre en œuvre pour supprimer ou réduire les risques électriques.

Les locaux ou emplacements présentant un risque de choc électrique doivent être délimités aux moyens d'obstacles et signalés au moyen d'un panneau d'avertissement réglementaire du danger électrique. L'accès à ces locaux ou emplacements est réservé aux personnes habilitées.

Lors de l'ouverture d'une armoire électrique présentant des pièces nues sous tension accessibles, il faut installer un balisage de sécurité. Ce balisage ne doit pas pouvoir être franchi par inadvertance.

Les seules manœuvres autorisées par le personnel de production non habilité mais formé sont celles : qui sont prévues à l'extérieur de locaux ou emplacements à risques spécifiques électriques, dont les risques inhérents à l'opération sont éliminés par construction (IP2X en basse tension ou IP3X en haute tension).

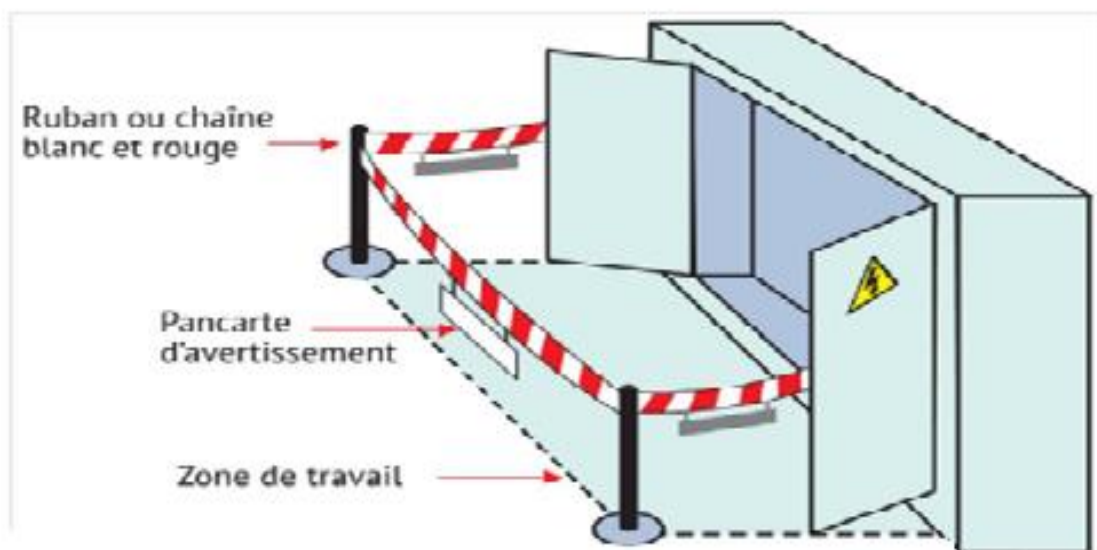


Fig. III.1 : Balisage autour d'une armoire électrique ouverte.

Les travaux effectués hors tension sont les seuls présentant une sécurité totale vis-à-vis du risque électrique, à condition d'être sûr que toute tension est effectivement supprimée et

qu'elle le reste. Pour cela, il faut appliquer la procédure de consignation définie dans la norme recommandée.

✓ **Procédure de consignation d'une installation électrique**

- Séparer l'installation de toute source d'énergie électrique concernée et préalablement identifiée.
- Condamner les organes de séparation en position ouverte afin d'interdire toute remise sous tension.
- Identifier la partie de l'installation concernée afin d'être certain que les travaux seront bien exécutés sur l'installation prévue.
- Vérifier l'absence de tension.
- Mettre à la terre et en court-circuit.

✓ **Travaux au voisinage de pièces nues sous tension**

Si la mise hors tension par consignation n'est pas possible, des mesures de protection particulières doivent être prises pour supprimer le voisinage électrique et donc, éviter les conséquences d'un contact accidentel avec une pièce nue sous tension.

✓ **Principales mesures de protection pour les travaux à proximité de pièces nues sous tension**

- Interposer des obstacles efficaces entre l'opérateur et les pièces nues sous tension.
- Isoler les pièces nues sous tension.
- Confier les travaux à un personnel habilité disposant de l'outillage et de l'équipement de protection individuelle nécessaires.
- En cas de voisinage avec des pièces nues sous tension du domaine haute tension, surveiller en permanence les travaux par une personne habilitée.

✓ **Travaux sous tension**

Les travaux sous tension doivent rester exceptionnels. Ils ne sont autorisés qu'en cas d'impossibilité technique ou lorsque les conditions d'exploitation rendent dangereuse la mise

hors tension. Ces travaux ne peuvent être entrepris que sur un ordre écrit du chef de l'établissement dans lequel ils sont effectués et justifiant la nécessité de travailler sous tension. Ils doivent respecter les mesures de prévention définies dans des normes homologuées.

✓ **Mesurer les grandeurs électriques**

Le personnel devant mesurer une ou plusieurs grandeurs électriques doit :

- être habilité pour réaliser des mesures,
- utiliser les équipements de protection individuelle adaptés,
- ne pas porter d'objets métalliques,
- utiliser des appareils de mesure adaptés aux tensions qui peuvent être rencontrées,
- choisir l'échelle de mesure la plus grande (sauf si la valeur approximative est connue).

✓ **Équipements de protection individuelle (EPI)**

La protection individuelle n'est envisageable que lorsque toutes les autres mesures d'élimination ou de réduction du risque électrique ne permettent pas d'assurer la sécurité des personnes. C'est à l'employeur de choisir et fournir les équipements de protection individuelle et les vêtements de travail adaptés aux travaux à effectuer.

Aucun objet ou pendentif conducteur (bijou, montre, chaîne...), pouvant entrer en contact avec des pièces nues sous tension, ne doit être porté lors d'une opération électrique. De même les vêtements de travail ne doivent pas comporter de pièces conductrices.

✓ **Principaux équipements de protection individuelle contre le risque électrique**

- Casque isolant.
- Casque de protection contre les projections de particules en fusion.
- Protection oculaire et faciale.
- Gants en matériaux isolants.
- Chaussures isolantes.
- Vêtements de protection isolants.

**✓ Outils**

Les outils utilisés lors d'une opération électrique doivent être isolés ou isolants. Les outils à mains isolés ou isolants utilisés en basse tension doivent être conformes aux normes. Ils ne font pas l'objet d'un marquage réglementaire mais normatif.

Le matériel électrique doit toujours être utilisé avec soin, en veillant à ne pas le détériorer par des chocs, une immersion, un échauffement excessif... Le salarié utilisant ce matériel doit respecter les consignes fournies par son employeur. Il est tenu d'en vérifier l'état et de signaler toute détérioration à son encadrement.

**✓ Précautions concernant les fils et les prises électriques**

- Protéger les fils conducteurs du risque d'écrasement en ne les déroulant pas en travers du passage d'un véhicule.
- Débrancher les appareils en tirant sur la fiche et non sur le fil.
- Ne jamais bricoler une prise électrique endommagée.
- Ne jamais laisser une rallonge branchée à une prise sans qu'elle soit reliée à un appareil électrique.
- Ne jamais utiliser un fil pour tirer ou déplacer un appareil électrique.
- Ne jamais toucher à un fil dénudé dont on ne perçoit qu'une extrémité.
- Ne jamais toucher une prise avec les mains mouillées.

**✓ Vérification des installations**

La vérification est une opération destinée à contrôler la conformité d'une installation électrique aux exigences réglementaires et normatives en vigueur. Elle doit avoir lieu :

- au moment de la mise en service,
- périodiquement,
- sur mise en demeure par l'inspection du travail.

Ces vérifications sont réalisées par des organismes accrédités. Pour certaines, l'employeur peut faire appel à une personne compétente de l'entreprise remplissant certains critères.

Les résultats des vérifications sont consignés dans un registre, avec en annexe les rapports des organismes accrédités.

✓ **La conduite à tenir en cas d'accident d'origine électrique**

Il ne faut jamais se précipiter sur la victime. Il est nécessaire avant toute intervention, de procéder à l'analyse de la situation afin de déterminer l'origine de l'accident. Ce sont les règles générales du Pr. E.F.A.S : Protéger, Examiner, Faire Alerter, Secourir.

❖ *Protéger :*

But : soustraire les personnes présentes et l'accidenté de tous conducteurs ou pièces sous tension

Moyens : couper ou faire couper l'alimentation en énergie électrique. S'assurer que la remise sous tension ne pourra être effectuée

❖ *Examiner :*

But : Informer les secours sur l'état de la victime

Moyens : Visuels, auditifs tactiles, etc.

❖ *Alerter :*

But: prévenir les secours à l'aide d'un message d'alerte

Moyens : par téléphone

Les pompiers, police secours et *un médecin*, etc.

Il est impératif de préciser

- le lieu précis
- la nature de l'accident
- le nombre de victimes
- l'état apparent des victimes
- les risques particuliers et les moyens à mettre en

❖ Secourir :

But : assister la victime dans l'attente de l'arrivée des secours

Moyens : gestes enseignés lors des formations des secouristes, suivant le plan d'intervention

### **III.3. L'importance de l'analyse et d'évaluation des risques**

L'analyse préliminaire de risques (APR) est une démarche, un processus dont l'objectif est d'évaluer les problèmes à résoudre en matière de maîtrise des risques. La méthode APR est dédiée à cette démarche. Cette démarche peut prendre des formes très différentes dans sa mise en œuvre suivant le domaine technique ou la filière industrielle considérée. Dans bien des cas une analyse préliminaire de risques met en œuvre des méthodes plus connues dans les phases ultérieures de l'analyse de risques comme l'arbre de défaillance.

L'analyse préliminaire de risques est essentielle et très structurante, surtout en matière de sécurité, pour tout projet innovant, qu'il s'agisse de modifications de systèmes connus ou de nouveaux systèmes. Comme son nom le suggère, l'APR est une démarche qui commence dès qu'une démarche de maîtrise des risques apparaît nécessaire dans un projet avant qu'il soit question de méthodes d'évaluations de risques (AMDE, AMDEC, arbres de défaillance et autres...).

Le gros de cette démarche se déroule au début du projet et peut inclure l'utilisation de méthodes comme les arbres de défaillance. Ensuite l'APR accompagne toute la vie du projet et peut être révisée et complétée au fur et à mesure que le projet se précise, les méthodes comme l'arbre de défaillance étant utilisées au cours des études précises et détaillées que la maîtrise des risques du projet va nécessiter. La démarche d'APR est très utilisée dans les domaines où les préoccupations de sécurité sont les plus présentes comme les transports et la chimie.

L'évaluation des risques est un test systématique de toutes les apparences du travail.

Elle sert à établir:

- les causes potentielles d'accidents (et/ou de blessures) ou de maladies;
- les possibilités d'élimination de dangers;

- les mesures de prévention ou de protection à mettre en place pour maîtriser les risques.

Lorsqu'un risque a pu être identifié, la première chose à faire est de voir si ce risque peut être éliminé. Si une élimination du risque s'avère impossible, le risque devra être maîtrisé, c'est-à-dire réduit à un minimum et gardé sous contrôle.

Si une évaluation des risques n'a pas été réalisée, un processus convenable de gestion des risques ne pourra être mis en place et les mesures appropriées de prévention ne pourront être adoptées.

De plus, les mesures de prévention mises en place suite à une évaluation des risques peuvent servir à diminuer les coûts engendrés par les accidents et les maladies professionnelles.

S'y ajoute qu'une évaluation des risques appropriée s'avérera avantageuse pour les entreprises, vu que les coûts engendrés par les accidents et les maladies seront diminués, de même que le taux d'absence pour cause de maladie. Des salariés en bonne santé sont plus productifs et efficaces et peuvent ainsi mieux contribuer à la compétitivité des entreprises.

La démarche APR peut prendre des formes extrêmement diverses. Néanmoins, sous des apparences variées, on retrouve systématiquement trois phases qui sont aussi trois objectifs :

- identification des dangers, des événements appréhendés à prendre en compte;
- évaluation et classement des risques associés ;
- propositions des mesures de couverture des risques.

L'Analyse globale des risques (AGR) est une méthode globale d'analyse semi qualitative ou probabiliste qui permet d'apprécier et de maîtriser les risques d'activités de nature différente, tels que les risques d'entreprise, les risques projet ou les risques produit suivant un processus invariant. La spécificité tient à la nature du système considéré et de la cartographie des dangers considérés (structurels, conjoncturels ou fonctionnels) et non au processus d'analyse proprement dit. Cette technique (AGR) consiste à regrouper l'identification, l'évaluation et la gestion des risques structurels, des risques fonctionnels et des risques conjoncturels pendant tout le cycle de vie du système étudié, depuis le début de sa conception jusqu'à la fin de son démantèlement.

L'AGR est applicable à l'analyse des risques de projet, des risques d'entreprise ou des risques produits.

Les quatre catégories de dangers génériques prises en compte sont :

- les dangers extérieurs au système ;
- les dangers liés à la gouvernance du système ;
- les dangers liés aux moyens techniques du système ;
- les dangers liés aux études et production du système.

Le but de l'AGR est :

- d'identifier les principaux risques pendant l'activité du système à partir des dangers, des situations dangereuses, des événements redoutés ou accidents consécutifs et de leurs conséquences ;
- de caractériser les scénarios d'accident à partir des trois facteurs de risques : facteur d'exposition, facteur déclenchant et facteur aggravant ;
- d'élaborer les cartographies des risques ;
- d'identifier les risques majeurs ;
- d'évaluer les bilans efforts/pertes en termes financiers ;
- d'élaborer le plan d'actions en réduction des risques ;
- d'élaborer le catalogue des paramètres de sécurité correspondant aux activités de sécurisation ultérieures.

De plus, l'AGR prend en compte la gestion financière du traitement des risques et permet la réalisation d'allocations d'objectifs de risques sur la performance et la sécurité (allocations de sûreté de fonctionnement).

L'AMDE et l'AMDEC sont si connues et utilisées qu'elles sont pratiquement devenues le symbole de la sûreté de fonctionnement. L'AMDE (analyse des modes de défaillance et de leurs effets) étant incluse dans l'AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité), nous discuterons dans ce texte généralement d'AMDEC ou d'AMDE(C).

Cette démarche est effectivement très utilisée et très utile dans toute approche des risques. Pourtant, il ne faudrait pas confondre « analyse des risques » et AMDE(C) ou croire que toute analyse de risque passe par une AMDE(C).

L'AMDE est une méthode inductive qui part des défaillances élémentaires des composants pour en déduire ce qui en résulte et donc à quelles situations, dues à ces défaillances, il faut s'attendre.

Elle se base sur :

- ✓ Point de départ : décomposition du système en composants.
- ✓ Étape 1 : recensement des modes de défaillance des composants.
- ✓ Étape 2 : effets et conséquences des modes de défaillance des composants.
- ✓ Sortie : risques découlant des défaillances des composants

Alors que L'AMDEC ajoute une dimension d'évaluation de la gravité de ces situations. Elle consiste aussi à identifier et évaluer l'impact des défaillances des éléments du système sur celui-ci, ses fonctions, son environnement.

L'AMDE(C) identifie les problèmes auxquels exposent les défaillances internes du système étudié. En tenant compte des limites de la méthode auxquelles nous reviendrons plus tard, cela permet :

- d'évaluer la gravité des situations auxquelles il faudra peut être faire face ;
- d'évaluer globalement les risques auxquels les défaillances des composants exposent ;
- d'identifier et de hiérarchiser les faiblesses du système ;
- de prévoir la maintenance corrective nécessaire ;
- d'évaluer l'intérêt de modifications de la conception ou de maintenance préventive pour réduire ces risques ;
- de prévoir des mesures d'exploitation adaptées aux situations à venir ;
- de hiérarchiser l'importance des règles d'exploitation et de maintenance ;
- d'intégrer dans une vision globale du système les compétences des diverses sciences et techniques sollicitées par le système en faisant dialoguer les spécialistes de celles-ci.

L'AMDE, appliquée à un produit destiné au grand public, incluant comme « composant » l'utilisateur et lui associant comme « modes de défaillance » les mauvais usages, erreurs ou manques de soin auxquels il peut raisonnablement soumettre son appareil, permet d'imaginer les risques (dysfonctionnements ou accidents) auxquels il s'expose du fait des défaillances, intrinsèques ou induites par son action, de l'appareil. Sur cette base, l'entreprise, qui commercialise le produit, peut ajouter une dimension criticité à ces événements (responsabilité du constructeur du fait du produit en cas d'accident, perte de clientèle, perte d'image, coût d'après-vente...) et évaluer l'intérêt de mesures de réduction de risque (avertissements sur la notice, indications sur le produit, ajout de protections ou de détrompeurs, modification de la conception ou de la fabrication, voire retrait du marché...).

L'AMDEC, appliquée à une chaîne de production, permet de hiérarchiser et de valoriser les conséquences des défaillances des pièces composant la chaîne et, en conséquence, d'évaluer l'intérêt :

- des stocks de pièces de rechange ;
- de modifications de la chaîne pour réduire les temps de remplacement de certaines pièces ;
- de renforcer ou d'alléger la maintenance préventive sur telle ou telle pièce ;
- de choisir tels ou tels points de contrôle pour garantir la qualité du produit fini de façon optimale ;
- de payer plus cher des pièces plus fiables ;
- de doubler tout ou partie de la chaîne ;
- de privilégier une série ou un fournisseur pour telle ou telle pièce...

L'évaluation des risques mène donc aussi à une meilleure organisation de l'entreprise, ce qui signifie un gain de productivité et une augmentation de la qualité.

L'évaluation des risques est le processus consistant à évaluer les risques pesant sur la sécurité et la santé des salariés du fait des dangers présents sur le lieu de travail.

L'évaluation des risques est la première étape du processus de gestion des risques qui permet de faire comprendre aux personnes concernées, employeur et salariés, quelles sont les mesures à prendre afin d'améliorer la sécurité et la santé sur le lieu de travail.

Il va de soi que dans toutes les étapes de l'évaluation des risques, la concertation avec les salariés concernés reste un point important à ne pas négliger.

L'information, la formation ainsi qu'une bonne instruction jouent un rôle majeur.

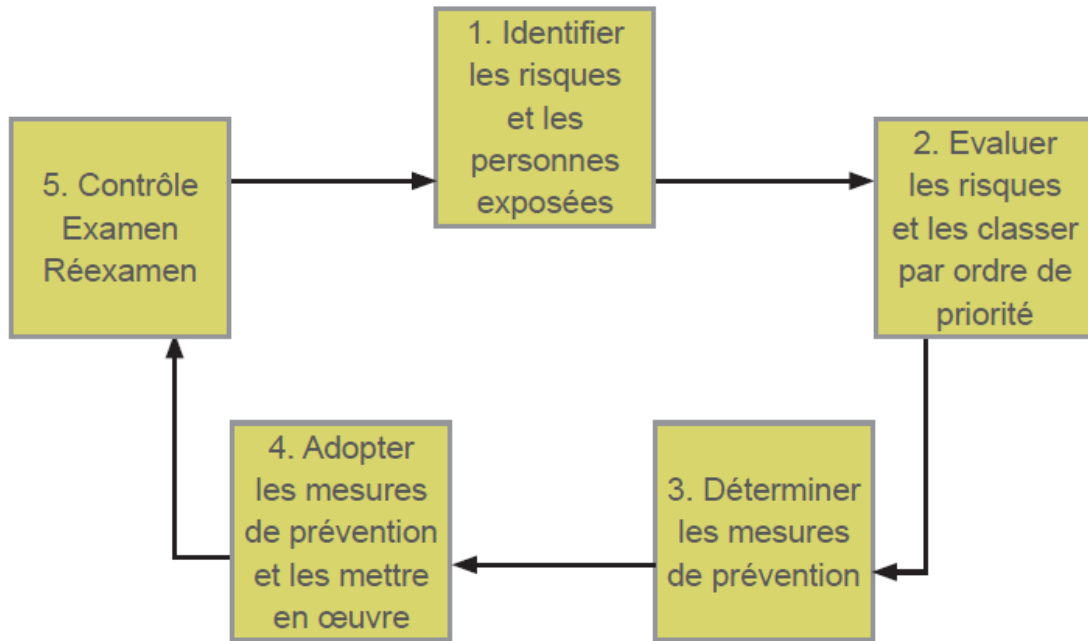


Fig. III.2. Les cinq étapes nécessaires pour l'évaluation des risques.

**Etape 1:** Identification des risques et des personnes exposées

Cette étape consiste à dépister sur le lieu de travail les sources possibles d'accidents et à identifier les personnes qui peuvent y être exposées.

**Etape 2:** Evaluer les risques et les classer par ordre de priorité

Dans cette deuxième étape, on évalue les risques liés à chaque danger. On vérifie donc à quel niveau le salarié est exposé au danger. Il faut évaluer dans quelle mesure le danger peut provoquer un accident ou une maladie, le niveau de gravité de cet accident ou de cette maladie et la fréquence à laquelle les salariés y sont exposés.

**Etape 3:** Déterminer les mesures de prévention

La troisième étape consiste à déterminer les mesures afin d'éliminer les risques ou, au moins, à les maîtriser. Il faut pouvoir déterminer si un risque peut être éliminé complètement ou dans le cas contraire mettre en place des mesures de façon à le contenir et s'assurer qu'il ne compromet pas la sécurité et la santé des salariés.

Il faut également tenir compte du fait que les risques détectés peuvent s'additionner ou combiner leurs effets. Il est important de prendre en compte le résultat de l'évaluation des risques et de classer les mesures par ordre de priorité, de manière à appliquer en premier lieu les mesures de prévention qui sont les plus efficaces.

Les principes généraux sont:

- éviter / écarter le risque;
- s'adapter au progrès technique;
- améliorer le niveau de protection.

**Étape 4:** Adopter les mesures de prévention et les mettre en œuvre

La quatrième étape consiste à mettre en œuvre les mesures de prévention déterminées auparavant.

Il va de soi que toutes les mesures ne pourront être mises en œuvre simultanément: il faut donc établir un ordre de priorité en tenant compte de la gravité du risque et de ses conséquences.

Il faut aussi déterminer les personnes pouvant s'occuper de la mise en œuvre, le temps que cela va prendre et déterminer un délai de mise en œuvre.

Parmi les mesures à réaliser, on pourra ainsi distinguer:

- les mesures applicables de suite et à moindres frais;
- les mesures provisoires à mettre en place en attendant les mesures applicables à plus long terme et plus coûteuses;
- les mesures applicables à terme et représentant des frais plus élevés.

**Étape 5:** Contrôle - Examen - Réexamen et Enregistrement

Après que les mesures de prévention aient été mises en œuvre, il faut contrôler si elles ont été exécutées et si les délais d'exécution des mesures ont été respectés.

Il s'agit non seulement de vérifier si les risques ont pu être éliminés ou écartés entièrement ou s'ils ont pu être diminués de façon à pouvoir les maîtriser mais aussi si aucun nouveau risque n'a été créé suite à l'application des mesures.

De plus, il est recommandé de réaliser régulièrement une nouvelle évaluation des risques, afin de déterminer si les risques ont bien pu être éliminés définitivement ou si d'autres risques sont apparus depuis la dernière évaluation.

Il est indispensable d'effectuer à nouveau une évaluation des risques chaque fois qu'il y a eu un changement dans l'entreprise. Ce changement peut se situer au niveau organisationnel, au niveau du personnel ou être de nature technique. Il peut s'agir, par exemple, de la création d'un nouveau poste de travail, l'engagement de nouveaux salariés, l'installation d'une nouvelle machine, l'introduction d'un nouveau procédé ou l'introduction d'un nouveau produit.

Finalement, avoir enregistré l'évaluation des risques est toujours avantageux lors des contrôles et des examens. Un bon enregistrement peut servir en tant que:

- base pour les réexamens et les évaluations des risques à venir;
- preuve destinée aux organismes de contrôle;
- information à transmettre aux personnes concernées.

Afin de bien servir de base pour des évaluations futures, il est recommandé que l'enregistrement contienne:

- les noms et fonctions des personnes effectuant les contrôles et examens;
- la date du contrôle;
- les risques qui ont pu être dépistés;
- les groupes de personnes pouvant être menacés par les risques dépistés;
- les mesures de prévention mises en œuvre;
- les informations concernant des contrôles et examens futurs;
- les informations concernant la participation des travailleurs dans l'évaluation des risques.

Dans cette dernière partie, on va présenter les différents risques industriels, leurs dangers et les mesures de protection nécessaires qu'on doit prévoir.

### **III.4. Fiches de danger**

Les différentes catégories de risques suivantes servent d'exemple :

#### **III.4.1. Risque lié au bruit**

##### **Les conséquences :**

- Atteinte de l'acuité auditive maladie.
- Difficultés de concentration pour l'exécution de travaux précis.
- Gêne à la compréhension de certains ordres pouvant rendre dangereuses certaines tâches.

**Conseils de prévention :**

- Mesure du niveau sonore reçu par les salariés.
- Réduction du bruit des machines : contrôle et entretien régulier.
- Limitation du temps d'exposition des salariés.
- Eloignement des salariés des sources de bruit.
- Mise en place de protection collective : capotage, traitement acoustique des locaux.
- Mise à disposition et port des équipements de protection individuelle.
- information et formation des salariés.

**III.4.2. Risque lié à l'éclairage :****Les conséquences :**

- Fatigue visuelle liée à un éclairage inadapté.
- Erreur dans l'exécution de travaux précis.
- Risque de chute, d'accident dans les allées de circulation.

**Conseils de prévention :**

- Eclairage suffisant et adapté au travail à réaliser : précision, détail...
- Eclairage naturel suffisant.
- Eclairage individuel possible.
- Vérification régulière des lampes, néons...
- Installation d'éclairages de secours.
- Information des salariés.

**III.4.3. Risque lié à l'ambiance thermique :****Les conséquences :**

Troubles occasionnés par le froid :

- Localement : engourdissement avec perte de dextérité, gelures et engelures, ...
- Général : hypothermie (température < 3°C avec trouble de la conscience, comas, décès)

Troubles indirect : glissades, risques liés à la perte de dextérité, à la pénibilité accrue, troubles musculo-squelettiques, acrosyndromes

**Conseils de prévention :**

- Limiter la durée de l'exposition en continu au froid
- Pauses de récupération en atmosphère chauffée (et non surchauffée) avec boissons chaudes
- Armoires chauffées pour les vêtements de rechange
- Diminuer les cadences élevées ou le travail physique intense générant de la transpiration
- Vêtements adaptés au froid avec isolement thermique suffisant
- Isoler les surfaces métalliques froides pour éviter le contact direct avec la peau
- Utiliser des gants adaptés à la tâche
- Information des salariés sur les facteurs de risque individuels (alcool, médicaments, fatigue, alimentation, ...)

#### **III.4.4. Risque lié aux vibrations :**

##### **Les conséquences :**

Risque de lésion tendineuse, musculaire, neurologique ou vasculaire suite à l'utilisation d'outils vibrants, à la conduite d'engins.

##### **Conseils de prévention :**

- Diminution des vibrations sur outils par mise en place de protection mousse
- Choisir des outils antivibratoires.
- Installation de sièges confortables, suspendus dans les engins de chantier ou PL.
- Diminuer la durée d'exposition au risque : alternance des tâches, pauses, ...
- Diminuer l'intensité des vibrations : vitesse, état des sol, ...
- Assurer la maintenance et le remplacement des équipements
- Information des salariés.

#### **III.4.5. Risque lié aux produits chimiques :**

##### **Les conséquences :**

Risque d'irritation, d'allergie, de brûlure, d'intoxication, de décès par inhalation, d'ingestion de produits chimiques ou d'exposition cutanée.

##### **Conseils de prévention :**

- Etude des fiches de sécurité mises à jour
- Contrôle du stockage et de l'évacuation des déchets
- Prévoir les modalités d'action en cas d'accident

- Ventilation correcte des locaux
- Mise à disposition et port des équipements de protections
- Diminution des quantités de produit sur les postes
- Information et formation des salariés

**III.4.6. Risque d'origine biologique :****Les conséquences :**

Risque d'infection, d'intoxication, de réaction allergique ou de cancer suite à l'exposition à des agents biologiques par inhalation, ingestion, contact ou pénétration suite à une lésion.

**Conseils de prévention :**

- Respect des précautions d'hygiène.
- Confinement des zones à risque.
- Organisation de la manipulation, du transport des produits contaminants.
- Procédure d'élimination des déchets réalisée et suivie.
- Ventilation correcte des locaux
- Protocole de la conduite à tenir en cas d'accident avec exposition au sang affiché.
- Port effectif des équipements de protection adaptés : gants, lunettes, blouse
- Soins corrects de toutes les blessures.
- Matériel à usage unique privilégié
- Vaccination des salariés exposés en règle. Information et formation des salariés.

**III.4.7. Risque lié à la manutention et à l'activité physique :****Les conséquences :**

Risque d'atteinte musculaire, tendineuse, vertébrale suite à des traumatismes, efforts physiques, posture incorrecte, gestes répétitifs.

**Conseils de prévention :**

- Supprimer ou diminuer les manutentions manuelles au poste.
- Diminuer le poids des charges, les déplacements, la répétitivité des déplacements
- Utilisation de transpalette, chariots roulants...
- Mise des charges à niveau : table élévatrice, quai de chargement, hayon...
- Utilisation de moyens de préhension adaptés : poignées...
- Formation du personnel à la manutention

- Mise à disposition et port d'équipements de protection individuelle : gants, chaussures.

**III.4.8. Risque lié à la manutention mécanique :****Les conséquences :**

Risque de blessure souvent grave lié à la circulation d'engins, à la nature de la charge, aux moyens de manutention...

**Conseils de prévention :**

- Vérifications périodiques obligatoires
- Utilisation d'engins conformes à la réglementation.
- Respect de la vitesse et de la signalisation.
- Entretien régulier du matériel de manutention.
- Conduite des engins exclusivement par des salariés formés, habilités et aptes médicalement.
- Entretien des voies de circulation.

**III.4.9. Risque lié aux déplacements et à la circulation :****Les conséquences :**

Risque de blessure lors d'un accident de circulation dans l'entreprise ou à l'extérieur.

**Conseils de prévention :**

- Mise en place d'un plan de circulation.
- Eclairage et signalisation des voies de circulation.
- Entretien régulier et réparation des véhicules.
- Organisation du travail limitant les déplacements.
- Respect du code de la route.
- Laisser un temps suffisant pour les déplacements.
- Entretien des voies de circulation, des zones de manœuvre.
- Utiliser des moyens sûrs (train, autoroutes ...)
- Conduite des véhicules par des salariés formés, habilités et aptes médicalement.
- Formation à la conduite en sécurité.

**III.4.10. Risque lié à l'organisation de travail :****Les conséquences :**

Les risques liés à l'organisation du travail ou Risques Psychosociaux (RPS) au travail sont des risques qui sont susceptibles de porter atteinte à l'intégrité physique et à la santé mentale des salariés (stress, harcèlement, épuisement professionnel, violences au travail) et peuvent entraîner des problèmes de sommeil, des maladies psychosomatiques, des dépressions, mais aussi favoriser des troubles musculosquelettiques et des maladies cardio-vasculaires. Ils peuvent être déclarés en accident du travail.

**Conseils de prévention :**

- Identifier des indicateurs (absentéisme, accidentologie, turn-over...) et les suivre qualitativement
- Elaborer des outils de structuration et de positionnement des personnes : fiches de poste, organigramme...
- Sensibiliser et inciter à l'utilisation du Droit Individuel à la Formation (DIF)
- Définir une politique d'intégration des nouveaux salariés : livret d'accueil, tutorat, visite d'entreprise...
- Préparer le retour à l'emploi d'un salarié absent sur une longue période (entretien, information à son entourage professionnel...)
- Elaborer une procédure en cas d'évènement grave (agression, accident, suicide...)
- Former l'encadrement intermédiaire aux techniques de communication et de résolution des conflits
- Réagir rapidement en cas de tension relationnelle entre salariés
- Solliciter un organisme extérieur (service de santé au travail, CARSAT, ARAVIS, cabinet privé...) pour évaluer les risques psychosociaux

**III.4.11. Risque lié aux chutes :****Les conséquences :**

Risque de blessure suite à une chute de plain-pied ou de hauteur d'un salarié.

**Conseils de prévention :**

- Nettoyage immédiatement des sols sales.
- Formation du personnel à la sécurité.
- Entretien des revêtements, suppression des inégalités des sols.
- Organisation de la circulation des personnes dans l'entreprise.
- Dégagement et éclairage suffisant des passages.

- Mise en place de protections antichute : main courante, garde-corps, marche antidérapante.
- Suppression les zones avec des différences de niveau
- Utilisation des protections individuelles ou collectives : harnais, lignes de vie, garde-corps, chaussures antidérapantes.
- Dénéigement l'hiver.
- Libérer les zones de circulation.

**III.4.12. Risque lié aux chutes d'objets :****Les conséquences :**

Risque de blessure suite à la chute d'objets stockés en hauteur ou d'effondrement de moyens de stockage.

**Conseils de prévention :**

- Organisation correcte des stockages : emplacement, accessibilité.
- Utilisation de matériel de stockage adapté aux charges.
- Limitation des hauteurs de stockage.
- Installation de protections pouvant retenir les objets en cas de chute.
- Vérification régulière des palettes.
- Utilisation des protections individuelles : casque, chaussures...

**III.4.13. Risque lié aux machines et outils :****Les conséquences :**

Risque de blessure (coupure - écrasement - fracture ...) par machine ou outil.

**Conseils de prévention :**

- Mise en conformité des machines à la réglementation.
- Information et formation des salariés.
- Utilisation des machines selon les recommandations du fabricant.
- Vérification de l'utilisation, du bon état et du bon fonctionnement
- Contrôle régulier des arrêts d'urgence.
- Port des équipements de protection individuelle : lunettes, gants

**III.4.14. Risque lié aux équipements sous pression :****Les conséquences :**

- Plaie cutané ou sous cutané par infiltration d'air à travers la peau
- Projections de particules délogées par l'air comprimé dans les yeux, la peau
- Baisse de l'acuité auditive et perforation du tympan
- Embolie par bulle d'air dans la circulation sanguine
- Brulure ou engelure suivant la température des flux

**Conseils de prévention :**

- Pas de pression > 3 bar sur les soufflettes à main
- Formation à l'utilisation et aux dangers de l'air comprimé
- Utiliser la plus basse pression d'air possible
- Utiliser une cabine adaptée, avec système d'aspiration
- Porter des EPI (visage, œil, oreilles, mains, voies respiratoires,...)
- Ajustements au pistolet à air (protecteur contre les copeaux, tubes de rallonge, système d'échappement et sacs collecteurs de particules)
- Pour les jets d'eau très HP : pas de jet droit, mais plats ou mieux des jets rotatifs 2 ou 3 bases ou des jets orbitaux
- Porter des EPI adaptés en tissu enduit ou multicouches
- Matérialiser des zone de travail sécurisées
- Dossier de suivi des équipements avec contrôles et inspections périodiques
- Utilisation des appareils par les seules personnes autorisées
- Consignes de sécurité et d'utilisation

**III.3.15. Risque lié à l'incendie et à l'explosion :****Les conséquences :**

Risque de blessure, de brûlure souvent grave de salariés, de dégâts matériels importants.

**Conseils de prévention :**

- Installation et vérification de moyens de détection, d'alarme, d'extinction
- Stockage des produits dangereux hors secteur de production.
- Remplacer les produits inflammables ou explosifs par des moins dangereux.
- Installation de protection mur et porte coupe-feu ...

- Eloignement des sources d'inflammation : soudure, flamme ...
- Signalisation des zones d'interdiction de fumer.
- Installation de matériel électrique antidéflagrant, mise à la terre...
- Formation et entraînement d'évacuation des salariés.

**III.3.16. Risque lié au travail sur écran:****Les conséquences :**

Risque de fatigue visuelle (génératrice de gêne à la vision et d'erreurs dans l'activité), de troubles musculaires, tendineux.

**Conseils de prévention :**

- Réflexion sur l'emplacement des écrans dès la conception des bureaux.
- Prises électriques suffisantes et câblage informatique assez long.
- Fenêtres équipées de stores réglables (intérieurs et/ou extérieurs)
- Qualité du siège réglable, des bureaux.
- Alternance des tâches permettant des interruptions du travail sur écran.
- Utilisation de logiciels à paramètres réglables : couleur et taille des caractères, fond d'écran...,
- Formation des salariés.

**III.3.17. Risque lié au manque d'hygiène:****Les conséquences :**

Risque sanitaire.

Risque de contamination d'individus et de produits dans les professions de la restauration, de la santé.

**Conseils de prévention :**

- Mise à disposition de produits de lavage des mains adaptés.
- Mise à disposition de sanitaires et vestiaires en nombre suffisant, propres, homme/femme.
- Mise à disposition de points d'eau, de vêtements de travail lavés régulièrement.
- Débit d'air

### **III.5. Conclusion**

Une évaluation des risques est une enquête systématique de tous les risques liés aux postes de travail, aux équipements de travail et aux salariés.

L'évaluation des risques est aussi un outil pour l'employeur, afin que ce dernier puisse garantir la sécurité et la santé des salariés sur leurs postes de travail.

## **IV.1. Introduction**

Dans l'industrie, on parle de plus en plus de sûreté de fonctionnement. Cette discipline, qui a acquis ce nom et sa forme actuelle principalement au cours du dernier demi-siècle et dans les secteurs de la défense, de l'aéronautique, de l'espace, du nucléaire, puis des télécommunications et des transports, serait désormais utile, voire indispensable, à tous les secteurs de l'industrie et même d'autres activités.

➤ **SECURITE ET SURETE : NE PAS CONFONDRE**

La sécurité touche à l'atteinte directe ou indirecte des personnes ou des biens suite à une défaillance, à la maladresse, voire à certaines actions volontaires, l'environnement devant être considéré dans les biens.

La sûreté intègre des notions plus mesurables de performances, de durée de vie, de robustesse et particulièrement dans la distribution électrique, de fiabilité et de continuité d'exploitation. La sûreté est un des éléments qui permet d'assurer la sécurité.

Mais c'est un piège de vouloir réduire à une valeur (qui s'appellerait la sûreté de fonctionnement du système) le résultat de ces démarches.

Les accidents et incidents d'origine électrique appellent des conclusions nuancées : si les accidents du travail d'origine électrique sont en constante diminution, le risque électrique demeure une des causes principales d'incendie.

Certes, le savoir-faire, le bon sens, l'organisation et le comportement seront toujours les piliers de la sécurité mais les connaissances nécessaires sont devenues si spécifiques et si nombreuses qu'il faut bien souvent l'aide de spécialistes.

L'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), les CRAM (Caisse Régionale d'Assurance Maladie), la DRTEP (Direction Régionale du Travail et de l'Emploi et de la Formation Professionnelle) et bien sûr les organismes agréés peuvent aider les entreprises.

Les caractéristiques pertinentes pour exprimer les fondements de la confiance que l'on place et que l'on veut transmettre dans son système prennent des formes (des noms et des définitions) propres au système dont il s'agit, aux cultures des acteurs concernés et à leurs vocabulaires. Fondamentalement, il s'agit toujours de disponibilité et de sécurité fondées sur des fiabilités et des maintenabilités élémentaires, mais le foisonnement des vocabulaires en usage

dans les différentes branches de l'industrie (et encore plus si on élargit au-delà du monde industriel) prouve que chacun a besoin de notions propres adaptées à son contexte.

Par contre, les démarches et méthodes, même cachées sous des noms divers et variés, s'avèrent universelles. Plutôt que les caractéristiques, ce sont les méthodes qui seront au cœur de ce premier article. En matière de sûreté de fonctionnement (et pas seulement là), il nous paraît infiniment plus important de comprendre une démarche et un raisonnement, quitte à réinventer le vocabulaire en l'appliquant, que d'apprendre des définitions et des règles, d'utiliser des outils en se laissant guider par eux. Cette dernière pratique, très répandue, conduit malheureusement assez souvent à des conclusions gravement erronées.

La sûreté de fonctionnement n'est que du bon sens organisé et systématisé.

S'en éloigner en se laissant conduire par une recette ou une méthode à l'encontre du bon sens est, à coup sûr, s'exposer aux pires dangers d'erreurs graves.

Maîtriser les risques est une attitude naturelle que chacun pratique ; mettre en œuvre la sûreté de fonctionnement, c'est professionnaliser cette attitude, la systématiser, l'optimiser, l'explicitier. Concrètement, cela peut se limiter à un état d'esprit spécifique, à quelques questions que l'on se pose systématiquement ; cela peut aussi, à l'inverse, mobiliser des équipes hautement spécialisées en calcul de probabilités, essais, modélisations, analyses, recueil et traitement de données... À chacun son activité, son besoin, ses enjeux, à chacun sa sûreté de fonctionnement, mais le principe en est toujours le même.

Si les causes de défaillance électrique sont parfaitement connues (surcharges, courts-circuits, foudre...) il n'en reste pas moins que malgré des produits de protection de plus en plus performants (disjoncteurs, différentiels, parafoudres...), l'électricité reste une cause majeure d'incendie.

Aussi d'autres facteurs parfois oubliés mais très souvent aggravants doivent être considérés : ils tiennent à la fois de l'utilisation et du taux d'occupation des locaux, de la nature des matières traitées ou entreposées, des qualités de construction des bâtiments, de la nature même de l'activité...auxquels il faut, bien sûr, ne pas oublier d'ajouter les risques induits par les comportements humains probables ou prévisibles.

La mise en place d'un Système de Sécurité Incendie (SSI) adapté doit passer par une approche globale et exhaustive où sont évalués à la fois les risques initiaux eux-mêmes (défaillance, malveillance, causes naturelles...) mais aussi les risques induits par les conditions

environnementales (activité, type de bâtiment, proximités...) et enfin les risques complémentaires essentiellement d'origine humaine (panique, encombrement, sur stockage, non entretien).

Les critères permettant d'identifier et de protéger ce type de locaux s'appuient sur des textes différents pouvant relever d'autorités elles-mêmes différentes.

Les conditions et précautions principales d'installation sont prescrites par des normes, relevant le plus souvent de la réglementation des "installations classées", leur identification et l'application des textes réglementaires adaptés sont de la responsabilité du chef d'établissement.

Parmi ces locaux, on cite :

➤ **Les établissements recevant du public (ERP)**

Dits ERP, ils relèvent du "Règlement de Sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public" qui impose des dispositions particulières pour assurer la sécurité. Parmi celles-ci, certaines sont bien sûr spécifiques aux installations électriques.

Avant la mise en service d'un ERP, l'exploitant doit justifier la "sûreté publique" de celui-ci après avis des services officiels compétents : commission de sécurité, services de secours.

➤ **Les immeubles de grande hauteur(IGH)**

Dits IGH, ils sont caractérisés par un risque accru de propagation du feu dû à leur structure, auquel peut s'ajouter des difficultés d'évacuation. Ces locaux, réglementés par le code de la construction, ont des exigences propres rappelées dans des normes pour l'aspect électrique.

➤ **Etablissement Recevant des Travailleurs (ERT)**

➤ **Locaux d'habitation (LH)**

Lorsque des locaux recevant des travailleurs sont situés dans des ERP (cuisines, chaufferies, locaux techniques...) les exigences liées à la réglementation du travail s'ajoutent à celles liées au code de la construction (règlement ERP).

Cette additivité est également vraie pour les IGH.

30 % des incendies seraient d'origine électrique. Les principales causes sont :

- l'échauffement des câbles dû à une surcharge,
- le court-circuit entraînant un arc électrique,

- un défaut d'isolement conduisant à une circulation anormale du courant entre récepteur et masse ou entre récepteur et terre,
- des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant une résistance anormale et un échauffement,
- la foudre,
- une décharge électrostatique.

Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements :

- une ventilation insuffisante,
- l'accumulation de poussières ou de dépôts de graisse,
- le stockage de matériaux inflammables à proximité d'installations électriques,
- l'empilage des câbles empêchant l'évacuation de la chaleur.

## **IV.2. Les conséquences de l'incendie**

Les conséquences affectant les personnes sont bien sûr les plus graves. L'intoxication par le monoxyde de carbone et l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique représentent les causes directes majeures de mortalité. L'exposition au rayonnement thermique et l'inhalation de gaz chauds sont d'autres causes directes invalidantes ou létales. La présence de fumées qui opacifient les lieux et créent la perte des repères, amplifie indirectement le risque. La panique s'ajoute à ces causes avec les risques de chutes, de piétinement, de défenestration voire d'agressivité qu'elle entraîne.

Les conséquences économiques représentent la deuxième dimension de l'incendie par les destructions et les pertes d'exploitation qu'il engendre ; le volet assurance et réassurance risquant de peser lourdement.

Enfin les conséquences induites sur l'environnement doivent bien sûr être évaluées afin de prendre toutes les mesures possibles contre la pollution des nappes et des rivières, la retombée des suies, la phytotoxicité...

Comme dans beaucoup d'accidents, le risque lié à l'incendie est malheureusement souvent augmenté par des facteurs de comportement humain.

Les meilleures précautions techniques seront sans effet si les consignes ne sont pas respectées : portes de sortie verrouillées, portes coupe-feu ouvertes, couloirs d'évacuation encombrés,

dispositifs de signalisation inopérants, couches de poussières recouvrant les appareils, matières dangereuses stockées en quantité irréfléchie...

N'oublions pas que la majorité des éléments combustibles sont apportés peu à peu par les usagers ou les habitants (mobilier, décoration, rideaux, vêtements, appareils, produits divers et leurs emballages...).

### **IV.3. Les risques et leurs conséquences**

Dans cette partie, devront être examinés tous les facteurs qui peuvent être à la source même de l'incendie ou en être une cause d'aggravation.

Toutes les composantes de l'activité concernée doivent être passées en revue :

- les bâtiments : leur nature, leur construction, leur exposition...
- les circulations : des hommes, des véhicules, des secours...
- les stockages : matières premières, combustibles...
- les canalisations : électriques, fluides, gaz, bouches d'incendie...
- les activités : processus industriel, artisanat, tertiaire, école, agricole...
- les déchets : matières premières, emballages...

Un véritable inventaire à la Prévert.

Même si le souci de limitation des dégâts matériels directs et indirects est bien légitime, la finalité de la protection contre l'incendie (on dit aussi Sécurité Incendie) est avant tout la préservation de toutes les personnes : les travailleurs, le public, les visiteurs, les passants, mais aussi les intrus, les populations locales et bien sûr les personnels de secours et d'intervention.

### **IV.4. Les installations de sécurité**

Les installations de sécurité désignent l'ensemble des équipements et installations qui permettent de détecter les risques d'incendie, d'alerter les personnes, de permettre l'évacuation du public dans les meilleures conditions de calme et de sécurité et de sécuriser les bâtiments.

Les installations de sécurité comprennent :

- les fonctions de détection de l'incendie,
- les fonctions d'alarme,
- les fonctions de gestion des issues,

- les fonctions de compartimentage et de désenfumage,
- les fonctions d'extinction automatique,
- les fonctions d'arrêt ou de mise en sécurité de certains équipements.

Corollaire à une approche de la sécurité qui se veut beaucoup plus globale, l'ensemble de ces fonctions ont été regroupées sous l'appellation de Système de Sécurité Incendie ou SSI.

➤ **Que faire face à un incendie d'origine électrique inférieur à 1000 V?**

- Donner l'alerte
- Mettre hors tension l'installation et éventuellement les installations voisines
- 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 puis procéder au contrôle de l'atmosphère : monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone(CO2), oxygène (O2).

Attention à l'eau de ruissellement qui peut être conductrice

Dans les zones à risque d'explosion, les installations électriques, aussi bien de puissance que de commande, constituent une source potentielle d'inflammation pour l'atmosphère explosible. Afin de réduire ce risque, ces installations sont réduites au strict minimum. De plus le matériel électrique utilisé dans ces zones respecte des conditions de construction, montage et fonctionnement définies dans des normes.

Une classification exhaustive des locaux à risque d'explosion est impossible à établir et il appartiendra au maître d'ouvrage de s'assurer que les stockages à toutes les étapes, la fabrication et l'activité considérée totalement, mais aussi particulièrement (par exemple dans un local donné), ne génère pas un risque particulier d'explosion. Dans un hôpital, par exemple, à priori considéré comme un établissement non classé à risque d'explosion, le bloc opératoire fait partie des locaux classés.

Les précautions nécessaires doivent être bien sûr prises dans ce local, mais aussi à proximité, et les effets d'une explosion éventuelle doivent être étudiées dans leurs conséquences à tout l'établissement.

➤ **Prévention des risques incendie-explosion**

Afin de mettre en œuvre les mesures de prévention adaptées, il faut au préalable identifier les atmosphères explosives susceptibles d'apparaître et les types de décharges électrostatiques pouvant se produire, et évaluer leur pouvoir d'inflammation.

Ces mesures dépendent de :

- la nature de l'activité de l'entreprise,
- les matières premières utilisées,
- la conception et l'implantation du matériel de fabrication et de manutention,
- l'atmosphère environnante...

Les installations électriques font l'objet de règles particulières dans un certain nombre de construction ou emplacements parmi lesquels :

- les constructions combustibles (paillotes...)
- les structures souples ou flexibles (chapiteaux...)
- les aires de distribution de carburant
- les parcs de stationnements...

Il y aura lieu de se reporter à ces règles qui fixent, entre autres, des distances de sécurité entre les installations électriques et les zones dangereuses, des limitations sur la nature du matériel (tenue au feu, températures) et sa tenue mécanique jusqu'à 1,50 m au-dessus du sol des parcs de stationnement).

## **IV.5. Habilitation électrique**

➤ Définition

L'habilitation est la reconnaissance par un employeur de la capacité d'une personne à accomplir en sécurité les tâches fixées. Pour être habilité, le personnel doit avoir acquis une formation :

- ✓ A la prévention des risques électriques,
- ✓ A la sécurité des personnes.

Il doit en plus avoir les aptitudes physiques nécessaires. L'habilitation n'est pas directement liée à la classification professionnelle ou hiérarchique. Elle est matérialisée par un document établi par l'employeur et signé par celui-ci et par l'habilité

➤ Domaine d'utilisation

L'habilitation est nécessaire notamment pour :

- Accéder sans surveillance aux locaux réservés aux électriciens.
- Exécuter des travaux ou des interventions d'ordre électrique.
- Diriger des travaux ou des interventions d'ordre électrique.
- Procéder à des consignations d'ordre électrique.
- Effectuer des essais, mesurages ou vérifications d'ordre électrique.
- Assurer la fonction de surveillant de sécurité.

➤ Conditions d'habilitation

L'employeur doit s'assurer que les personnes à habiliter possèdent les connaissances suffisantes sur :

- Une formation relative à la prévention des risques électriques,
- Les instructions nécessaires pour le rendre apte à veiller à sa propre sécurité et à celle du personnel qui est placé éventuellement sous ses ordres,
- La conduite à tenir en cas d'accident,
- Les mesures de prévention vis à vis des autres risques liés à l'activité et à l'environnement de l'entreprise.

Il doit également s'assurer que ces personnes :

- Possèdent les aptitudes nécessaires à la réalisation des tâches visées par l'habilitation,
- Présentent un comportement compatible avec la bonne exécution de ces opérations.

➤ Délivrance du titre d'habilitation

Pour délivrer une habilitation, l'employeur doit s'être assuré que :

- Le salarié a suivi une formation théorique et pratique adaptée aux opérations à effectuer.

- Le salarié a bien assimilé cette formation (savoirs et savoir-faire) en consultant « l’avis après formation » délivré par le formateur ou l’organisme de formation.
- L'aptitude médicale délivrée par le médecin du travail tient compte des risques particuliers auxquels le salarié sera exposé.
- Le salarié possède un carnet des prescriptions, éventuellement complété par des instructions de sécurité particulières au travail effectué.

➤ Symboles des habilitations électriques

L'habilitation est symbolisée de manière conventionnelle par des caractères alphanumériques et si nécessaire un attribut :

- le 1er caractère indique le domaine de tension concerné,
- le 2ème caractère indique le type d’opération ; il s’exprime soit par une lettre soit par un chiffre,
- le 3ème caractère est une lettre additionnelle qui précise la nature des opérations.

SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES HABILITATIONS ÉLECTRIQUES			
1er caractère	2e caractère	3e caractère	Attributs
<b>B</b> : basse tension <b>H</b> : haute tension	<b>0</b> : opération d'ordre non électrique <b>1</b> : exécutant opération d'ordre électrique <b>2</b> : chargé de travaux d'ordre électrique <b>C</b> : consignation <b>R</b> : intervention BT générale <b>S</b> : intervention BT élémentaire <b>E</b> : opérations spécifiques <b>P</b> : photovoltaïque	<b>T</b> : travaux sous tension <b>V</b> : travaux au voisinage <b>N</b> : nettoyage sous tension <b>X</b> : spéciale	<b>Essai</b> <b>Vérification</b> <b>Mesurage</b> <b>Manœuvre</b>

Tableau IV.1 : Classification des Habilitations électriques.

B : ouvrage du domaine BT (Basse Tension) et TBT (Très Basse Tension)

H : ouvrage du domaine HT (Haute tension)

0 : personnel réalisant exclusivement des travaux d'ordre non électrique et / ou des manœuvres permises.

1 : personnel exécutant des travaux d'ordre électrique et / ou des manœuvres.

2 : personnel chargé des travaux d'ordre électrique.

R : le titulaire peut procéder à des interventions de dépannage, de raccordement, mesurages, essais, vérifications (TBT et BT).

T : le titulaire peut travailler sous tension.

N : le titulaire peut effectuer des travaux de nettoyage sous tension.

V : le titulaire peut travailler au voisinage d'installations du domaine indiqué.

S : le titulaire peut procéder à des remplacements et des raccordements.

C : le titulaire peut effectuer des consignations.

E : le titulaire peut effectuer des essais, vérifications, mesurages ou manœuvres.

➤ **Habilitation au voisinage : V**

Le titulaire peut intervenir au voisinage de pièces nues et sous tension. Il a suivi une formation spécialisée et a été jugé médicalement apte.

Les zones dites de voisinage sont délimitées par :

La distance minimale d'approche en HT la distance limite de voisinage.

➤ **Habilitation travaux sous tension : T**

Le titulaire dirige ou exécute des travaux sur des ouvrages électriques maintenus sous tension.

Il a suivi une formation spécialisée et a été jugé médicalement apte. Habilitation spécifique, principalement EDF.

➤ **Habilitation nettoyage sous tension : N**

Le titulaire dirige ou exécute des travaux de nettoyage sur des ouvrages électriques maintenus sous tension. Il a suivi une formation spécialisée et a été jugé médicalement apte.

**Exemples :**

**B1V** : exécutant électricien avec travail au voisinage en BT BC : chargé de consignation en BT

Toutes les habilitations doivent être précédées d'une formation aux risques électriques.

L'habilitation doit être révisée en cas de changement de fonction, d'entreprise ou de restriction médicale.

➤ **Personnel non habilité**

Les personnes non habilitées sont des personnes ordinaires ou des personnes dont la fonction ne nécessite pas d'habilitation électrique mais qui peuvent travailler sous surveillance dans les zones d'environnement ou assumer des responsabilités d'exploitation d'installation utilisant l'énergie électrique.

○ **Personnel ordinaire non formée :**

Le branchement d'un appareil à une prise de courant ne nécessite aucune habilitation électrique.

○ **Chargé d'exploitation électrique :**

Il peut être également l'employeur et n'a pas lieu d'être habilité.

○ **Chargé de chantier non habilité :**

Dans le cadre de travaux du bâtiment, le chargé de chantier n'a pas obligation d'être habilité. Il peut diriger ou effectuer des travaux non-électriques dans la mesure où le risque électrique a été supprimé dans l'environnement de travail.

#### **IV.5.1. Habilitations électriques du domaine BT et HT**

##### **a) Les travaux**

➤ **Personnel non électricien BO / HO ou HOV**

Une personne habilitée BO, HO, HOV peut accéder (en étant désignée et non de sa propre initiative), sans surveillance, aux locaux d'accès réservés aux électriciens et effectuer et diriger des travaux d'ordre non électrique.

Les travaux non-électriques peuvent être très variés :

- travaux de peinture
- travaux de nettoyage de locaux électriques
- travaux à proximité d'une ligne électrique aérienne (élagage, peinture de façade, BTP,...)
- travaux techniques divers dans un environnement à risque électrique (armoires électriques,...)

➤ **Personnel non électricien chargé de nettoyage BN / HN**

Cette personne exécute ou dirige des travaux de nettoyage sur des ouvrages maintenus sous tension.

➤ **Personnel exécutant électricien B1 / H1 ou B1V / H1V**

Une personne habilitée B1 ou H1 est un exécutant électricien qui agit toujours sur instructions verbales ou écrites et veille à sa propre sécurité. Cette personne peut accéder sans surveillance aux locaux réservés aux électriciens. Elle peut effectuer des travaux et des manœuvres hors voisinage de pièce nues sous tension. Elle peut effectuer, sur instruction, des mesures d'intensité à la pince ampère métrique. Elle travaille en équipe sous la direction d'un chargé de travaux (B2 ou H2) ou d'un chargé d'intervention (BR). Cette habilitation entraîne celle d'indice 0. Une personne habilitée B1V ou H1V peut effectuer les mêmes tâches au voisinage de pièces nues sous tension.

Exemple :

Travaux seul en BT sur une installation consignée pour un exécutant électricien B1 (sauf interdictions particulières, par exemple en hauteur), après avoir reçu toutes instructions de son chargé de travaux ou de son chargé d'intervention. Ce titre d'habilitation peut permettre d'exécuter des tâches d'ordre électrique, réarmer des protections sous la responsabilité d'un chargé de travaux habilité.

➤ **Personnel chargé des travaux B2 / H2 ou B2V / H2V**

Une personne habilitée B2 ou H2 assure la direction effective des travaux et prends les mesures nécessaires pour assurer sa propre sécurité et celle du personnel placé SOUS ses ordres. Elle doit veiller à l'application de ces mesures. Elle peut recevoir une attestation de consignation et la signer. Cette habilitation entraîne celles d'indice 0 et d'indice 1. Une personne habilitée peut effectuer les mêmes tâches au voisinage de pièces nues sous tension. Ces habilitations n'entraînent pas les habilitations BC ou HC ni l'habilitation BR.

Exemple 1 :

Remplacement de moteurs électriques avec l'aide de personnels B1. Une personne habilitée B2 ou H2 doit alors assurer la surveillance permanente du personnel dans la mesure où cette surveillance est nécessaire et en cas de difficultés (par exemple, étendue du chantier), elle désigne un surveillant de sécurité électrique pour la suppléer dans sa mission de surveillance.

➤ **Personnel chargé des travaux B2V ESSAI ou H2V ESSAI**

Les essais :

- nécessitent en général la mise sous tension mais pas nécessairement la mise en service.
- un chargé d'essais peut consigner l'ouvrage ou l'installation pour lui-même
- un chargé d'essais peut avoir tout ou partie du rôle du chargé d'exploitation pour la partie en essai.

➤ **Personnel chargé de consignation BC / HC**

Une personne habilitée effectue tout ou partie la consignation électrique d'un ouvrage et est chargée de prendre ou de faire prendre les mesures de sécurité correspondantes. Elle doit avoir l'accord du chargé d'exploitation ou du chef d'établissement. Elle exécute soit les quatre étapes de la consignation, soit seulement les deux premières (les deux dernières étant exécutées par le chargé de travaux de l'entreprise intervenante), dans chaque cas, ces accords donneront lieu à échange de documents. Cette seule habilitation (BC ou HC) ne permet pas d'exercer les fonctions de surveillant de sécurité électrique. Un chargé de consignation habilité BC consigne une installation en vue de travaux d'ordre électrique ou non-électrique.

Exemple :

Consignation d'une armoire électrique pour adjonction d'un départ moteur sur une future ligne de production d'une entreprise. Une habilitation BC ou HC n'entraîne pas l'attribution des autres types d'habilitation et réciproquement.

## **b) Les interventions**

➤ **Personnel chargé d'intervention BR**

Le chargé d'intervention habilité BR assisté, éventuellement par un électricien exécutant habilité B1 sur une installation de production consigné. Le chargé d'intervention habilité BR est désigné. Il intervient sur des installations de faible étendue et pour des opérations de type dépannage ou de courtes durées. Il peut travailler seul. Il peut réaliser la recherche et la localisation du défaut, le contrôle de fonctionnement, les mesurages, la consignation et la déconsignation pour son

propre compte, le remplacement de fusible (BT), des opération de connexion / déconnexion en présence de tension,....

Exemple :

Dépannage d'une armoire électrique défectueuse. Cette personne peut procéder à des interventions de dépannage ou de connexion avec présence de tension, à des mesurages, essais, vérifications. Elle peut remplir les fonctions du chargé de consignation pour son propre compte et celui des exécutants qu'il dirige lors d'une intervention. L'habilitation BR entraîne les habilitations BO et B1 ainsi que B1V. Elle n'entraîne pas B2 et BC.

➤ **Personnel chargé de remplacement et de raccordement BS**

- Remplacement d'une lampe ou d'un fusible.
- Raccordement d'une platine sur un circuit.
- Ne peut pas consigner mais doit mettre hors tension pour lui-même à l'aide de manœuvres simples et sûres.

Changement d'une prise basse tension 230 V par un polyvalent habilité BS lui permettant d'effectuer cette opération hors tension et en sécurité grâce à la mise en sécurité de cette partie d'installation. L'habilitation BS permet de réaliser de petites interventions (remplacement d'appareillage électrique comme les ampoules, fusibles, prises ou interrupteurs muraux,...). Il ne remplacera pas, par exemple, de disjoncteur dans une armoire industrielle. Il peut faire une VAT pour remplacer un petit appareillage. Ce titre d'habilitation électrique est limité à 400 V, limité à des circuits terminaux, limité aux zones de voisinage et de courte durée. C'est une sorte de BR limité, pas de zone de voisinage.

### **c) Les chargés d'opérations**

Les essais, mesurages et vérifications sont des opérations d'ordre électrique effectuées sur des installations TBT, BT, HT. Ces opérations n'impliquent aucune modification d'état de l'installation mais peuvent nécessiter des mesures de prévention du risque électrique.

**Les manœuvres regroupent :**

- Les manœuvres d'exploitation,
- Les manœuvres d'urgence,
- Les manœuvres de consignation.

**Les opérations spécifiques regroupent :**

- Les vérifications (BE vérification, HE vérification) :  
Vérification de bon fonctionnement des dispositifs protection, de sécurité, contrôles des valeurs physiques (isolement, valeur de résistance de terre, équipotent alité,...)
- Les essais (BE essais, HE essais):
  - ✓ Nécessitent en général la mise sous tension mais pas nécessairement la mise en service.
  - ✓ Un chargé d'essais peut avoir tout ou partie du rôle du chargé d'exploitation pour la partie en essai.
- Les mesurages (BE Mesurage, HE Mesurage) :
  - ✓ Concernent les mesures électriques ou non.
  - ✓ La plupart des cas intégrés dans les dépannages, vérifications et essais.
  - ✓ Séparément en tant que tels, réalisés généralement par une personne seule.
- Les manœuvres (BE manœuvre, HE manœuvre) :
  - ✓ Concernent les manœuvres d'exploitation.
  - ✓ Concerne une manœuvre d'urgence sur coup de point suite à un début d'incendie.

**Remarque:**

Les opérations spécifiques : vérifications, essais, mesurages, manœuvres doivent être réalisés par des personnes désignées et habilitées spécifiquement en fonction :

- du type d'opération (mesurage, essai, vérification),
- du niveau de tension,
- des compétences en matière de risques électriques.

Habilitation du personnel	Travaux			Dépannage	opération			
	Hors tension	Au voisinage	Sous tension		Intervention	vérification	Essais	Mesurages
Non électricien	B0 / H0	H0V						
Agent de nettoyage sous tension			BN HN					
Exécutant électricien	B1/ H1	B1V / H1V	B1T H1T					
Chargé de travaux	B2 / H2	B2V / H2V	B2T H2T					
Chargé de travaux essais		B2V essais H2V essais						
Chargé d'intervention				BR				
Chargé de remplacements et raccordements				BS				
Vérifications					BE vérif. HE vérif.			
Essais						BE essais HE essais		
Mesurages							BE Mesure HE Mesure	
Manceuvres								BE manoeuv. HE manoeuv.

Tableau. IV.2. Tableau des habilitations.

➤ Les domaines de tension

Domaine de tension	Courant alternatif	Courant continu
TBT	$U_n \leq 50$ Volts	120 Volts
BT	$50 < U_n \leq 1000$ V	$\leq 1500$ V
HTA	$1000 < U_n \leq 50000$ V	$1500 < U_n \leq 75000$ V
HTB	$U_n > 50000$ V	$U_n > 75000$ V

Tableau. IV.3. les domaines de tension.

TBT : Très Basse Tension

BT : Basse Tension - désignée : BT

HT : Haute Tension - désignée : HT-A et HT-B

NF C15-100 : installations électriques à basse tension

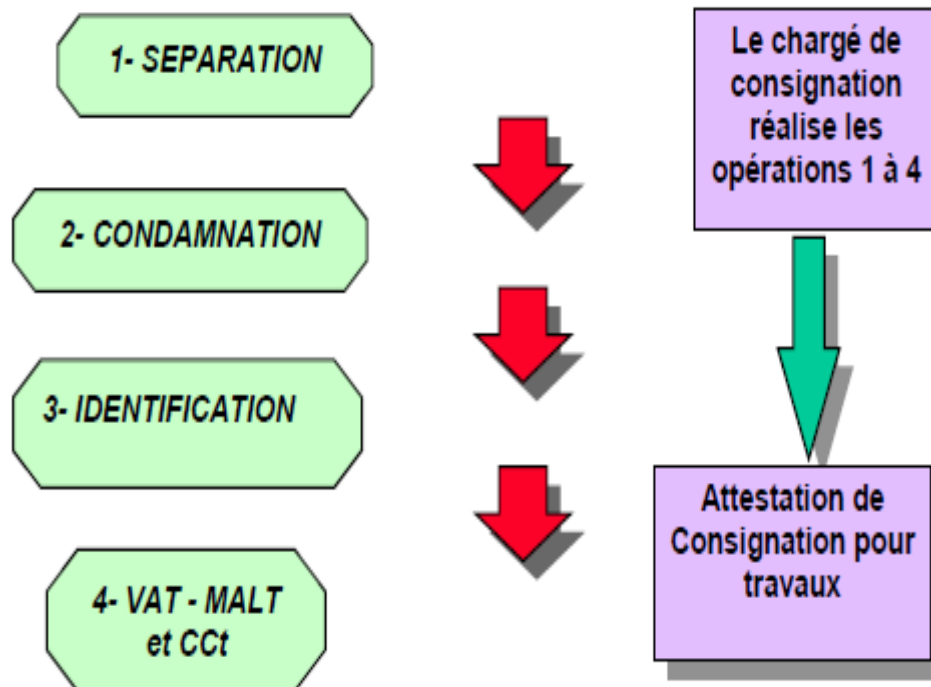
NF C13 100 : postes de livraison

Le courant électrique alternatif est dangereux à partir d'une tension de :

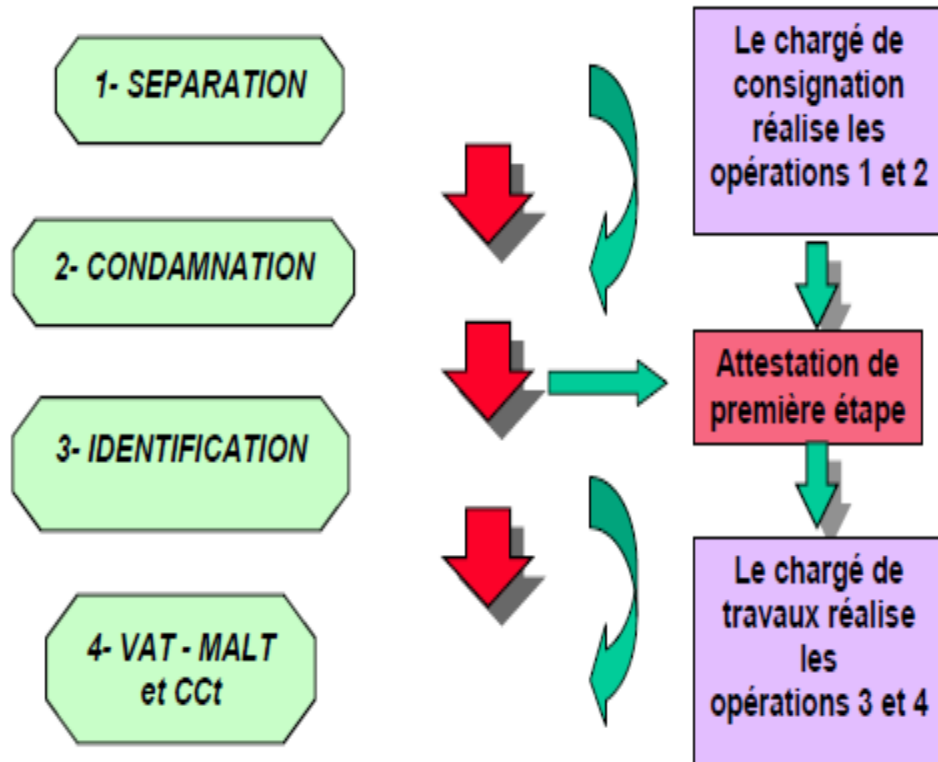
- 50 V en milieu sec,
- 25 V sur un chantier extérieur ou dans une enceinte conductrice exigüe,
- 12 V en milieu immergé.

Sur un chantier, les outils électriques alimentés en 230 V doivent être branchés en aval d'un dispositif différentiel de sensibilité 30 mA. En cas d'orage, il faut arrêter les travaux sur u réseau aérien ou raccordé à celui-ci.

➤ **La consignation électrique réalisée exclusivement par le chargé de consignation**



- La consignation électrique réalisée par le chargé de consignation et le chargé de travaux



VAT : Vérificateur d'Absence de Tension

MALT : Mise à la Terre

CCt : Court Circuit

MALT et CCt Le raccordement se fait d'abord sur le circuit de terre, puis sur tous les conducteurs actifs (neutre compris), au plus près de la zone de travail.

#### IV.5. Les équipements de protection

Les opérations sur les ouvrages électriques nécessitent l'emploi des matériels et outillages préconisés par les textes réglementaires ou les prescriptions de sécurité.

- Tout utilisateur doit vérifier son matériel avant l'emploi,
- Le matériel doit être en bon état,
- Ils sont obligatoires pour les travaux au voisinage et les travaux sous tension.

➤ **Les Equipements de Protection Individuelle (EPI)**

**Utiliser un casque isolant** : il doit être porté dans les zones où il y a risques.

- de chute d'objet (matériaux)
- de choc à la tête (obstacle à hauteur d'homme)
- de chute de hauteur (plus de 3 mètres)
- de contact électrique au niveau de la tête

**Utiliser des gants isolants d'électricien** : Risques au niveau des mains.

- Protection contre les contacts directs.
- doivent être conformes aux normes.
- N'utiliser que les gants adaptés à la tension des installations ou des équipements sur lesquels sont effectués les travaux ou interventions. Ils doivent être utilisés dans les mêmes cas que les visières. Ne pas utiliser de gants présentant des déchirures ou des trous, même petits.
- Les vérifier avant chaque emploi et à la fin du travail ou de l'intervention.
- Remettre les gants dans des boîtes ou sachets de protection.

**Utiliser des écrans faciaux anti – UV** : Risques au niveau des yeux.

- Ultraviolets
- Projections de particules, les écrans faciaux doivent être portés obligatoirement
- lors des travaux ou interventions au voisinage
- lors des étapes sous tension des interventions
- lors des opérations de contrôle, essais, mesurage
- lors de la mise en place des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit.

**Utiliser des vêtements de protection**

- Porter des vêtements de protection,
- Porter des chaussures,
- Ne pas porter d'objets personnels métalliques (bracelet, chaîne...).

➤ **Les Equipements Individuels de Sécurité (EIS)**

**Utiliser un tapis ou tabouret isolant :**

- Attention à la tension nominale des ouvrages,
- L'isolation par rapport au sol doit être assurée.

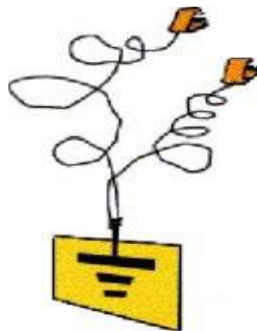
**Utiliser des cadenas et étiquettes de consignation :**

- Utiliser des outils isolants,

**Utiliser un vérificateur d'absence de tension (VAT) :**

- Les appareils de mesurage ne doivent pas être utilisés à cet usage, pas plus que les vérificateurs d'absence de tension ne peuvent être considérés comme des appareils de mesurage.
- Ils peuvent être du type lumineux ou du type sonore, mais dans tous les cas ils doivent être adaptés à la tension des installations sur lesquelles ils sont utilisés. Immédiatement avant chaque opération, effectuée avec ce matériel et immédiatement après cette opération, il est indispensable de vérifier son bon fonctionnement, soit à l'aide de parties actives restées sous tension à proximité, soit à l'aide d'un dispositif à source indépendante prévue par le constructeur. Lors de l'utilisation de ces appareils en BT, l'emploi de gants isolants obligatoire lorsque l'opérateur opère à proximité de pièces nu présentant des risques notables de contact direct en cas de faux mouvement.
- L'utilisation d'une lampe montée sur douille à bouts de fils est formellement interdite.

**Utiliser un dispositif de MALT**



➤ **Les Equipements Collectifs de Sécurité (ECS)**

Utiliser les écrans de protection (nappe isolante, tôle épaisse mise à la terre...) :

- Délimiter l'emplacement de travail par un balisage et une pancarte d'avertissement de travaux (responsabilité du BR, B2, B2V essais, H2V, H2V essais,...).
- Ce balisage est obligatoire dans le cas où l'intervenant ne se sert pas lui-même d'écran de protection.

## **IV.6. Conclusion**

L'évaluation de performance des systèmes industriels est un élément essentiel du pilotage des entreprises dans leur recherche récurrente d'une plus grande compétitivité. La sûreté de fonctionnement est indissociable de cette performance des systèmes.

La sûreté de fonctionnement décrit et analyse les mécanismes qui conduisent aux incidents et défaillances des systèmes et propose et évalue les solutions à mettre en œuvre pour parer à ces problèmes.

Elle rend compte de l'aptitude du système à remplir sa mission et à résister aux défaillances matérielles, logicielles et humaines ainsi qu'aux agressions de son environnement et, en ceci, elle caractérise les performances d'un système, intervenant de façon majeure dans la réalisation de cette performance.

L'ignorance du risque électrique, principalement lors de travaux non électriques, est aujourd'hui encore source d'accidents. Une analyse systématique du risque permet de prévoir les éventuelles situations dangereuses et de planifier au mieux la prévention.

Les principaux éléments à prendre en compte dans l'analyse du risque électrique sont :

- ✓ les caractéristiques de l'installation électrique (domaines de tension, sources primaires et secondaires, positionnement des câbles et canalisations isolées...),
- ✓ l'environnement de l'opération (proximité ou voisinage de pièces sous tension, possibilité de chutes d'outils, déplacement d'engins...),
- ✓ les tâches à accomplir par les opérateurs (position de l'opérateur, gestes normaux à accomplir et gestes réflexes possibles, port des équipements de protection...).

- ✓ L'analyse du risque électrique doit être réalisée avant chaque opération et actualisée si nécessaire tout au long de celle-ci.

C'est l'employeur qui a la responsabilité de la mise en œuvre de cette analyse du risque. Cependant, cette analyse concerne également chaque acteur, dans la mesure de ses attributions, de ses compétences et de ses responsabilités. Dans la phase préparatoire du travail, l'employeur peut désigner une personne pour élaborer les prescriptions et procédures de sécurité. Dans la phase de réalisation des opérations, les chargés de travaux ou de chantier sont responsables de l'exécution des travaux et de la mise en place des mesures de sécurité prévues. Les exécutants et les chargés d'intervention sont quant à eux responsables de leur propre sécurité.

## **V.1. Introduction**

Dans l'industrie, on parle de plus en plus de sûreté de fonctionnement et la sécurité des personnes. Cette discipline, qui a acquis ce nom et sa forme actuelle principalement au cours du dernier demi-siècle et dans les secteurs de la production, du transport, de l'utilisation puis de la gestion de l'énergie électromagnétique, serait désormais utile, voire indispensable, à tous les secteurs de l'industrie et même d'autres activités.

Même dans les entreprises qui semblent ordonnées et sûres, il peut se produire de nombreux types d'accidents. Des lésions graves peuvent résulter de chutes, de heurts contre des objets ou de contact avec des objets tranchants ou des véhicules en mouvement. Les besoins spécifiques en ce qui concerne les premiers secours varieront selon les accidents:

- chutes;
- coupures profondes, blessures graves des membres (amputations);
- lésions par écrasement et happement;
- risques élevés d'incendie et d'explosion;
- intoxication par des substances chimiques pendant le travail;
- autres expositions à des substances chimiques;
- électrocution;
- exposition à des températures extrêmes;
- manque d'oxygène;
- exposition à des agents infectieux, à des morsures d'animaux ou à des piqûres d'insectes.

Les remarques que nous venons de faire ne sont qu'un guide général. L'évaluation détaillée des risques encourus dans l'environnement professionnel contribue grandement à déterminer les besoins dans le domaine des premiers secours.

Les premiers secours doivent être assurés dans toutes les entreprises, indépendamment de leur taille, sans oublier toutefois que la fréquence des accidents est souvent inversement proportionnelle à la dimension de l'entreprise.

Dans les grandes entreprises, la planification et l'organisation des premiers secours peuvent être conçues de manière plus méthodique que dans les petits établissements, d'une part, parce que les différents ateliers ont leur activité propre et, d'autre part, parce que la main-d'œuvre y est répartie en fonction des spécialités (alors que dans les petites entreprises, on mélange les activités et les travailleurs à l'intérieur d'un même local). Ainsi, le matériel, les fournitures et les locaux destinés aux premiers secours, de même que les sauveteurs-secouristes et leur formation peuvent, en principe, être prévus en relation plus étroite avec les dangers potentiels de l'activité dans une grande entreprise que dans une petite. Ce qui ne veut pas dire que l'on soit incapable de bien organiser les premiers secours dans une petite entreprise.

Chaque pays applique des critères différents pour planifier les premiers secours en fonction de la taille et d'autres caractéristiques de l'entreprise. Aucune règle générale ne peut être établie. Au Royaume-Uni, les entreprises à faible risque employant moins de 150 personnes, ou les entreprises à plus haut risque employant moins de 50 personnes, sont considérées comme de petits établissements; on leur applique d'autres critères, dans la mise en place des premiers secours, qu'aux entreprises à effectifs plus nombreux. La politique est différente en Allemagne: tant que l'on a affaire à moins de 20 travailleurs, on applique certains critères; si le nombre dépasse 20, on en applique d'autres. En Belgique, un premier ensemble de critères s'applique aux entreprises industrielles comptant 20 travailleurs ou moins, un deuxième à celles qui

emploient 500 personnes, et un troisième pour celles qui emploient 1 000 personnes ou davantage.

✓ **Les premiers secours**

Une personne est électrisée lorsqu'un courant électrique lui traverse le corps et provoque des blessures plus ou moins graves. On parle d'électrocution lorsque ce courant électrique provoque la mort de la personne.

L'électrisation peut se produire par contact direct (avec une partie active) ou indirect (avec une masse mise accidentellement sous tension). Le courant ne passe que si le circuit est fermé c'est-à-dire s'il y a :

- soit deux points de contact avec des pièces nues sous tension de potentiel différent,
- soit un point de contact avec une pièce nue sous tension et un autre avec la terre.

Les premières minutes qui suivent l'accident sont très importantes pour les chances de survie de la victime : il faut donc agir très vite. De plus, le temps d'intervention des premiers secours est déterminant dans l'évolution de l'état de santé des accidentés. Il est donc important que les personnes travaillant à proximité d'installations électriques sous tension aient des notions de secourisme.

L'homme, en marchant ou en se mouvant, transmet des électrons aux surfaces en contact (moquette, mobilier...). Un équilibre s'établit après plusieurs mouvements et la charge peut alors atteindre quelques micro coulombs et plusieurs dizaines de kV.

Le contact avec un élément relié à la terre va provoquer une décharge brutale susceptible de perturber ou de détruire la plupart des composants électroniques.

Les effets sont directs (claquage diélectrique) ou indirects (champ magnétique induit par la circulation du courant de décharge pouvant atteindre plusieurs dizaines d'ampères).

Les premiers secours sont les soins immédiats apportés aux victimes d'accidents avant l'intervention d'un personnel médical compétent. Ils ont pour but d'empêcher l'aggravation des lésions. Ils consistent en un certain nombre de mesures rapides et simples: dégager les voies respiratoires, comprimer une plaie qui saigne, rincer les brûlures chimiques des yeux ou de la peau, etc.

L'aménagement des installations de premiers secours dans un lieu de travail dépend des risques inhérents au travail et de la disponibilité d'un médecin. Soigner une plaie occasionnée par une scie puissante est évidemment tout autre chose que soigner les lésions dues à l'inhalation de substances chimiques.

S'agissant des premiers secours, une plaie grave à la cuisse survenant à proximité d'un hôpital ne requiert guère qu'un simple transport, alors que la même blessure occasionnée en zone rurale, à huit heures de route de l'établissement médical le plus proche exige, entre autres, un parage, une ligature des vaisseaux lésés et l'administration d'immunoglobulines antitétaniques et d'antibiotiques.

La notion de premiers secours est fluctuante, non seulement quant à l'intervention elle-même (rapidité, durée, complexité), mais aussi en ce qui concerne *la personne responsable*. En dépit de la prudence qui s'impose, tous les travailleurs peuvent apprendre les principales choses à *faire*

*ou à ne pas faire* en matière de premiers soins. Dans certains cas, une intervention immédiate peut sauver une vie, un membre ou la vue. Les collègues de travail des victimes ne doivent pas rester inactifs en attendant l'arrivée d'un personnel compétent. De plus, la liste des «dix commandements» peut varier selon le lieu de travail.

En cas d'arrêt cardiaque, la pratique d'une défibrillation dans les quatre minutes donne un taux de survie de 40 à 50% contre moins de 5% si elle a lieu plus tard. Cinq cent mille personnes meurent d'arrêt cardiaque chaque année aux Etats-Unis seulement. En ce qui concerne les lésions oculaires chimiques, le rinçage immédiat à l'eau peut sauver la vue. Pour les lésions médullaires, une immobilisation correcte peut faire toute la différence entre une récupération complète et la paralysie. Dans le cas des hémorragies, une simple pression du doigt sur un vaisseau qui saigne peut mettre fin à une perte de sang engageant le pronostic vital.

Même les soins médicaux les plus attentifs ne sauraient corriger les effets de premiers secours erronés.

Les premiers secours doivent toujours être étroitement liés à l'organisation générale de la prévention, car ils ne constituent qu'une toute petite partie de l'ensemble de l'assistance médicale apportée aux travailleurs. En pratique, la manière dont ils sont administrés dépendra, pour une large part, des personnes présentes au moment de l'accident, qu'il s'agisse de collègues de travail ou d'un personnel médical compétent. Cette intervention immédiate doit être suivie, si besoin est, de soins médicaux spécialisés.

Les premiers secours et le traitement d'urgence des accidents ou malaises sur le lieu de travail sont cités comme formant une partie importante des fonctions des services médicaux. Ces instruments contribuent au développement progressif des services médicaux dans l'intérêt de tous les travailleurs.

Tout programme complet de prévention doit comporter des premiers secours propres à minimiser les conséquences des accidents; ils forment donc une composante de la prévention tertiaire. Il y a tout un enchaînement d'événements: mise en évidence des risques professionnels, prévention contre ces risques, intervention des premiers secours, traitement d'urgence, prise en charge médicale à long terme, introduction de traitements spécifiques conduisant à la réadaptation et à la reprise du travail.

C'est tout au long de ce processus continu que les différents partenaires de la santé au travail sont appelés à intervenir et à jouer un rôle important.

Il n'est pas rare que des incidents mineurs et des quasi-accidents se produisent, avant que survienne un accident grave. Les accidents qui ne nécessitent que des secours d'urgence constituent un signal qu'il convient d'entendre et qui doit être mis à profit par le personnel des services médicaux pour guider et mettre en œuvre une action préventive.

#### ✓ **Les autres services s'occupant de la santé**

Les organismes qui peuvent participer à l'organisation des premiers secours et fournir une aide à la suite d'un accident du travail ou d'une maladie professionnelle sont les suivants:

- le service médical de l'entreprise elle-même ou d'autres services de santé au travail;
- certains organismes ou personnes pouvant fournir des services: ambulances; services publics d'urgence et de sauvetage; hôpitaux; cliniques et centres de soins, tant publics que privés; médecins privés; centres antipoison; protection civile; sapeurs-pompiers et police.

Tous ces services et toutes ces personnes ont un certain nombre de fonctions et de capacités, mais il faut bien comprendre que ce qui est valable pour un certain type d'organisme — par exemple, un centre antipoison — dans un pays donné ne s'applique pas obligatoirement à un

centre antipoison dans un autre pays. L'employeur doit notamment s'assurer, en collaboration avec les médecins de l'entreprise ou des conseillers médicaux extérieurs, que les établissements médicaux voisins ont les capacités et les moyens techniques voulus pour prendre en charge des accidents graves. Cette évaluation est essentielle pour la décision d'intégrer tel ou tel établissement dans le plan d'évacuation des blessés.

La coopération de ces divers services est très importante pour que les premiers secours soient correctement administrés, en particulier dans les petites entreprises. Beaucoup d'entre eux peuvent donner des conseils sur l'organisation des premiers secours et la planification des urgences. Il existe un certain nombre de méthodes très simples et efficaces; ainsi, même un commerce ou une petite entreprise peuvent inviter les sapeurs-pompiers à visiter leurs locaux. L'employeur ou le propriétaire des lieux recevront des conseils sur la prévention des incendies, la lutte contre le feu, les interventions d'urgence, les extincteurs, la boîte de premiers secours, etc. De ce fait, la brigade des sapeurs-pompiers connaîtra l'entreprise et pourra intervenir plus rapidement et plus efficacement.

Bien d'autres établissements peuvent jouer un rôle, comme les associations professionnelles, les organismes de prévention, les compagnies d'assurances, les organisations de normalisation, les syndicats et d'autres instances non gouvernementales. Certaines de ces institutions peuvent être très bien informées sur les problèmes de sécurité et de santé et leurs avis peuvent être précieux pour planifier et organiser les premiers secours.

Les premiers secours ne constituent pas une opération isolée. Ils exigent une planification systématique faisant intervenir des personnes, du matériel et des fournitures, des installations et des dispositions pour l'évacuation des victimes et d'autres personnes hors du lieu de l'accident. L'organisation des premiers secours doit faire appel à la collaboration de l'employeur, des services de santé au travail et de santé publique, de l'inspection du travail, des cadres de

l'entreprise et d'organisations non gouvernementales. Il est indispensable que les travailleurs y soient associés: ils sont souvent la meilleure source d'information sur les risques d'accidents dans des situations données.

Quel que soit le degré de perfectionnement des installations (lorsqu'elles existent), il convient de déterminer à l'avance la succession des mesures à prendre en cas d'incident. Il faut pour cela tenir compte des risques existants ou potentiels, professionnels ou extraprofessionnels, et des différentes manières d'obtenir une aide immédiate et appropriée. Les situations ne varient pas seulement avec la taille de l'entreprise, mais aussi avec son emplacement (dans une ville ou une zone rurale) et avec l'état d'avancement du système de santé et de la législation nationale du travail.

L'organisation des premiers secours doit tenir compte de plusieurs variables essentielles:

- le type de travail et le niveau de risque correspondant;
- les risques potentiels;
- la taille et la disposition de l'entreprise;
- les autres caractéristiques de l'entreprise (par exemple, sa configuration);
- l'existence d'autres services de santé au travail.

Les risques d'accidents varient beaucoup d'une branche à l'autre et d'une activité à l'autre. Au sein d'une même entreprise, en métallurgie par exemple, les risques changent suivant les opérations effectuées par les travailleurs: manutention et emboutissage des tôles (où les coupures sont fréquentes); soudage (on connaît les brûlures et le danger d'électrocution); assemblage ou encore galvanoplastie (avec son risque potentiel d'intoxication et de lésions cutanées). D'autres

facteurs jouent aussi un rôle, comme la conception et la vétusté des machines, l'entretien du matériel, les mesures de sécurité en application et leur validation.

La manière dont les premiers secours doivent être organisés, pour répondre aux risques inhérents aux différentes activités professionnelles, se reflète dans la réglementation de la plupart des pays.

Le matériel et les fournitures nécessaires aux premiers secours, le nombre de sauveteurs-secouristes et leur formation, doivent effectivement s'ajuster au type de travail et à ses dangers.

C'est pourquoi les pays établissent divers systèmes de classes de risque pour déterminer les niveaux d'exigence requis en matière de premiers secours. Les échelles comportent parfois les types d'activité auxquels correspondent les niveaux de risque:

- risques faibles: bureaux et commerces, par exemple;
- risques plus élevés: entrepôts; exploitations agricoles; certains chantiers et usines, etc.;
- risques spécifiques ou exceptionnels: aciéries (surtout travail devant les hauts fourneaux), cokeries, fusion et traitement des métaux non ferreux, forges, fonderies; constructions navales; carrières, mines et autres travaux souterrains; travaux en milieu hyperbare et opérations de plongée; construction et travail du bois (abattage, charpenterie, menuiserie); abattoirs et équarrissoirs; entreprises de transport par terre et par mer; industries utilisant des substances nocives ou dangereuses.

Le niveau de la formation du personnel et le degré d'organisation des premiers secours sont dictés par la proximité de services de santé au travail facilement accessibles et disponibles. Un soutien rapproché, évitant tout retard dans le transport des victimes ou dans l'acheminement de l'assistance peut s'avérer plus utile et plus efficace que le traitement médical lui-même. Les premiers secours, adaptés à chaque poste de travail, doivent être conçus comme un prolongement de l'activité du service médical qui donnera les soins aux blessés.

Bien que la responsabilité première de la mise en œuvre d'un programme de premiers secours incombe à l'employeur, un tel programme ne saurait être efficace sans l'entière participation des travailleurs. Par exemple, il peut se faire que le personnel doive collaborer aux opérations de sauvetage et de premiers secours; il doit donc être informé des dispositions pertinentes et pouvoir formuler des suggestions fondées sur sa connaissance des lieux. Des instructions écrites sur les premiers secours, de préférence sous la forme d'affiches, doivent être placées en des endroits stratégiques de l'entreprise. De plus, l'employeur doit organiser des réunions d'information pour tout le personnel; voici quelques informations cruciales qui doivent être fournies au cours de ces réunions:

- organisation des premiers secours dans l'entreprise et, notamment, possibilité d'accès à des services médicaux;
- nom des collègues faisant office de sauveteurs-secouristes;
- communication des informations relatives aux accidents et destinataires de ces informations;
- emplacement de la boîte de premiers secours;
- emplacement du local de premiers secours;
- emplacement du matériel de sauvetage;
- conduite à tenir en cas d'accident;
- voies d'évacuation;
- conduite à tenir après un accident;
- aide aux sauveteurs-secouristes dans leur tâche.

✓ **Les sauveteurs-secouristes**

Les sauveteurs-secouristes sont sur place et sont généralement des travailleurs bien au courant des conditions de travail propres à l'entreprise et qui, quoique sans qualifications médicales, doivent être formés et préparés à des tâches très spécifiques. Tous les travailleurs ne sont pas aptes à être sauveteurs-secouristes. Ceux-ci doivent être sélectionnés avec soin, en prenant en considération des qualités telles que le sens des responsabilités, la motivation et l'aptitude à faire face à des situations d'urgence.

En pratique, on peut distinguer deux catégories de sauveteurs-secouristes:

- le sauveteur-secouriste de base qui reçoit la formation élémentaire et qui est qualifié pour intervenir en cas d'accident léger.
- le sauveteur-secouriste de niveau supérieur qui reçoit une formation approfondie, en plus de la formation de base, et qui sera qualifié pour intervenir en cas d'accident plus grave, particulier ou inhabituel.

Le but est de dispenser des connaissances de base sur l'administration des premiers soins. Au niveau élémentaire, il peut s'agir des lésions et cas suivants:

- plaies;
- saignements;
- fractures ou luxations;
- lésions par écrasement (par exemple, thorax ou abdomen);
- perte de connaissance, surtout si elle est accompagnée de difficultés ou d'un arrêt respiratoires;
- lésions oculaires;
- brûlures;
- hypotension ou état de choc;
- hygiène individuelle pour le traitement des plaies;

- conduite à tenir en cas d'amputation de doigts.

✓ **Le matériel, les fournitures et les installations**

- Matériel permettant de porter secours à la victime sur le lieu de l'accident, de façon à prévenir toute aggravation (par exemple, en cas d'incendie, d'asphyxie ou d'électrocution);
- boîtes de premiers secours, trousse d'urgence ou matériel analogue, avec des quantités suffisantes de fournitures et d'accessoires pour administrer les premiers soins;
- matériel et fournitures spécialisés et adaptés aux entreprises à risques spécifiques ou inhabituels;
- infirmerie bien signalée, ou local analogue, où les premiers soins peuvent être administrés;
- moyens d'évacuation et de transport d'urgence des blessés jusqu'à l'infirmerie ou aux services de soins médicaux;
- systèmes d'alarme et d'alerte.

✓ **Les ressources humaines**

- Sélection, formation et perfectionnement de personnes aptes à administrer les premiers soins; affectation de ces personnes à des postes stratégiques dans l'entreprise; assurance que ces personnes sont constamment disponibles et accessibles;
- stages de recyclage, comportant des exercices pratiques de simulation de situations d'urgence, priorité étant donnée aux risques propres à l'entreprise.

✓ **Les autres dispositions**

- Etablissement d'un plan prévoyant la liaison avec les services médicaux et de santé publique compétents, afin d'assurer le suivi médical après les premiers secours;
- formation et information de tous les travailleurs en matière de prévention des accidents et des lésions; mesures que les travailleurs doivent prendre eux-mêmes après un accident (douche immédiate après une brûlure chimique, par exemple);
- information sur les dispositions en matière de premiers secours et mise à jour périodique de cette information;
- affichage d'informations et d'instructions relatives aux premiers secours et de plans d'orientation vers les services médicaux après les premiers soins;
- établissement de dossiers (le compte rendu des premiers soins est un rapport interne fournissant des informations sur l'état de santé de la victime et contribuant à la sécurité au travail; il comprend des informations sur l'accident (heure, lieu, circonstances), sur le type et la gravité des lésions, sur les premiers soins administrés, sur les soins médicaux nécessaires, le nom de la victime et des témoins et celui des autres travailleurs en cause, en particulier de ceux qui ont transporté la victime).

✓ **La formation de base**

Les programmes de formation de base durent généralement une dizaine d'heures au minimum. Ils peuvent être divisés en deux parties: les tâches de caractère général à effectuer et l'administration des premiers soins. Ils couvriront les domaines indiqués ci-dessous.

✓ **La problématique des tâches à accomplir**

- Comment les premiers secours doivent-ils être organisés;
- comment évaluer la situation, l'importance et la gravité des blessures, ainsi que la nécessité d'une assistance médicale supplémentaire;
- comment protéger la victime contre de nouvelles blessures sans se mettre soi-même en danger; comment entreposer et utiliser le matériel de sauvetage;
- comment conduire l'observation de l'état général du blessé et comment interpréter ces signes (par exemple, perte de connaissance, détresse respiratoire ou insuffisance cardiaque, hémorragie);
- comment mettre en place, utiliser et entretenir le matériel et les installations de premiers secours;
- comment planifier l'accès à des soins médicaux supplémentaires.

✓ **La formation supérieure**

Il s'agit d'une formation spécialisée plutôt que polyvalente. Elle revêt toute son importance dans les situations suivantes (les programmes portent généralement sur certains types de formation, selon les besoins, et leur durée est très variable):

- réanimation cardio-respiratoire;

- intoxications;
- lésions provoquées par le courant électrique;
- brûlures graves;
- lésions oculaires graves;
- lésions cutanées;
- contamination (interne, de la peau ou de plaies) par des substances radioactives;
- protocoles spécifiques (lésions dues à des températures extrêmes, accidents de plongée, etc.).

✓ **Le matériel, les fournitures et les installations de premiers secours**

L'employeur doit mettre à la disposition des sauveteurs-secouristes le matériel, les fournitures et les locaux adéquats.

✓ **Les boîtes de premiers secours, les trousseaux d'urgence ou le matériel analogue**

Dans certains pays, seules les obligations fondamentales sont définies dans les réglementations (certaines quantités de produits et de matériel devant être fournies et l'employeur devant déterminer avec précision ce qui peut être nécessaire en fonction du type de travail, des risques correspondants et de la configuration de l'entreprise). Dans la plupart des pays cependant, des obligations plus détaillées ont été établies, compte tenu de la taille de l'entreprise, du type de travail et des risques.

✓ **Le contenu des boîtes de premiers secours**

Le contenu de ces boîtes doit évidemment être conçu en fonction des compétences des sauveteurs-secouristes, de l'éventuelle présence sur place d'un médecin ou de personnel infirmier et de la disponibilité d'une ambulance ou d'un service d'urgence. Plus les tâches des sauveteurs-secouristes sont complexes, plus le contenu des trousse d'urgence doit être complet.

Une boîte de premiers secours relativement simple contient généralement:

- des pansements adhésifs stériles sous conditionnement individuel;
- des bandages (éventuellement des compresses);
- différentes sortes de pansements;
- des champs stériles pour les brûlures;
- des tampons oculaires stériles;
- des triangles;
- des épingles de sûreté;
- une paire de ciseaux;
- une solution antiseptique;
- des boules de coton;
- une fiche d'instructions pour les premiers soins;
- des sacs stériles en plastique;
- de la glace devra être également tenue à disposition.

#### ✓ **L'emplacement des boîtes de premiers secours**

Les boîtes de premiers secours doivent toujours être placées à proximité des zones où des accidents peuvent survenir. On doit pouvoir les atteindre en une ou deux minutes. Elles doivent

être constituées d'un matériau approprié et leur contenu doit être protégé contre la chaleur, l'humidité, les poussières et l'effraction. Elles doivent être bien identifiées comme «matériel de premiers secours»; dans la plupart des pays, elles sont marquées d'une croix blanche ou d'un croissant blanc, selon le cas, sur fond vert bordé de blanc.

Si l'entreprise est subdivisée en services ou ateliers, chaque unité doit posséder au moins une boîte de premiers secours. Cependant, leur nombre sera déterminé en fonction d'une évaluation des besoins faite par l'employeur. Dans certains pays, le nombre de boîtes de premiers secours et leur contenu sont fixés par la loi.

✓ **Les trousseaux auxiliaires**

De petites trousseaux d'urgence doivent toujours être disponibles quand les travailleurs sont éloignés de l'entreprise: bûcheronnage, travaux agricoles ou travaux publics; quand ils travaillent seuls, en petits groupes ou dans des endroits isolés; quand leur travail implique des déplacements dans des régions éloignées; ou quand ils utilisent des outils ou des accessoires dangereux. Le contenu de ces trousseaux, également accessibles aux personnes travaillant à leur compte, dépendra des circonstances, mais elles doivent toujours inclure:

- quelques champs stériles de taille moyenne;
- des bandages;
- des triangles;
- des épingles de sûreté.

✓ **Le matériel et les fournitures spécialisés**

Un matériel supplémentaire peut être nécessaire en cas de risques inhabituels ou spéciaux. Par exemple, s'il y a un risque d'intoxication, des antidotes doivent se trouver dans une boîte distincte,

mais il doit être bien précisé que leur administration ne peut se faire que sur prescription médicale. Il existe de longues listes d'antidotes, dont un grand nombre ont des indications particulières. Les antidotes seront choisis en fonction des risques.

Du matériel et des produits spécialisés doivent toujours être disponibles à proximité des lieux à risques et dans l'infirmerie. Le transport du matériel d'un endroit central, tel que le service médical jusqu'au lieu de l'accident, peut prendre trop de temps.

#### ✓ **Le matériel de sauvetage**

Dans certaines situations d'urgence, un matériel de sauvetage spécial peut être nécessaire pour évacuer ou dégager la victime d'un accident. Bien que ce ne soit pas facile à prévoir, certaines conditions de travail (par exemple, travail en espace confiné, en hauteur, ou au-dessus de l'eau) présentent de nombreux risques d'accidents de ce type. Le matériel de sauvetage peut comprendre des vêtements de protection, des couvertures pour combattre le feu, des extincteurs, du matériel de ventilation et de ventilation assistée, des appareils de découpage et des crics mécaniques ou hydrauliques, ainsi que des cordes, des harnais ou des brancards spéciaux pour déplacer la victime, et également tout ce qui est nécessaire à la protection des secouristes eux-mêmes pour qu'ils ne soient pas blessés en administrant les premiers soins. Ce matériel doit être apporté avant de déplacer la victime, mais des moyens simples devraient aussi être prévus pour transporter les personnes blessées ou malades du lieu de l'accident jusqu'au poste de secours. Des civières doivent toujours être disponibles.

#### ✓ **Le poste de secours**

Une pièce ou un coin de pièce équipée pour les premiers secours doivent être aménagés. Ces locaux sont exigés par la réglementation dans de nombreux pays. Normalement, les postes de

secours sont obligatoires quand il y a plus de 500 travailleurs ou quand il existe des risques sévères ou spéciaux. Dans d'autres cas, un local doit être disponible, même s'il ne s'agit pas nécessairement d'une pièce distincte, par exemple, un coin aménagé, muni au moins du mobilier minimum d'un véritable poste de secours, ou même le coin d'un bureau avec un siège, un lavabo et une trousse d'urgence dans les petites entreprises. En principe, le poste de secours doit:

- être accessible aux civières et disposer d'une ambulance ou d'autres moyens de transport vers un hôpital;
- être suffisamment vaste pour que l'on puisse y installer une table d'examen;
- être propre, bien ventilé, bien éclairé et bien rangé;
- être réservé aux premiers secours;
- être clairement identifié et signalé et être placé sous la responsabilité des sauveteurs-secouristes;
- avoir l'eau courante, de préférence chaude et froide, du savon et une brosse à ongles. Faute d'eau courante, de l'eau doit être mise en réserve dans des récipients jetables à proximité de la boîte de premiers secours pour les rinçages et irrigations oculaires;
- être équipé de serviettes, d'oreillers et de couvertures de survie, de vêtements propres pour les sauveteurs-secouristes et d'un récipient destiné aux déchets.

#### ✓ **Les moyens de donner l'alerte**

En cas d'accident ou de maladie soudaine, il est important de contacter immédiatement les sauveteurs-secouristes. Cela implique l'existence de moyens de communication entre les secteurs de travail, les secouristes et le poste de secours. Les communications téléphoniques sont peut-être préférables, en particulier si les distances dépassent 200 m, mais elles ne sont pas toujours possibles. Les moyens de communication acoustiques (sirènes, sonneries) peuvent les remplacer

si l'on est certain que les sauveteurs-secouristes arriveront rapidement sur les lieux de l'accident. Les voies de communication doivent être décidées par avance. S'il s'agit de demander des soins médicaux plus compliqués ou spécialisés, de faire venir une ambulance ou d'obtenir l'intervention d'un service d'urgence, on fait habituellement usage du téléphone. L'employeur doit s'assurer que toutes les adresses, noms et numéros de téléphone indispensables sont clairement affichés dans toute l'entreprise et au poste de secours, et qu'ils sont toujours à la portée des sauveteurs-secouristes.

✓ **L'accès à des soins plus importants**

Il faut toujours prévoir la nécessité d'un transfert de la victime en vue de soins médicaux plus importants ou spéciaux. L'employeur doit établir un plan pour un tel transfert, de sorte que toutes les personnes responsables sachent exactement ce qu'elles ont à faire. Parfois, les systèmes de transfert seront relativement simples, mais ils peuvent aussi être complexes, surtout si les risques encourus dans le travail sont inhabituels ou particuliers. Dans les travaux publics, par exemple, un transfert peut être demandé après une chute grave ou un écrasement et la destination finale sera très probablement un hôpital disposant de services d'orthopédie et de chirurgie générale. Dans les industries chimiques, la destination finale sera un centre antipoison ou un hôpital disposant d'un service de traitement des intoxications. Il n'existe pas de modèle unique. Chaque plan de transfert sera adapté aux besoins de l'entreprise, notamment s'il existe des risques spécifiques, graves ou inhabituels. L'organisation du transfert est un élément important du plan d'urgence de l'entreprise.

Le plan de transfert repose sur un système de communication et sur divers moyens de transport des victimes. Il peut s'agir de systèmes de communication et de transport organisés par l'entreprise elle-même, si c'est un grand établissement. Dans les petites entreprises, le transport

des victimes peut faire appel à des moyens extérieurs: transports publics, ambulances publiques (sapeurs-pompiers, police), taxis, etc. Des dispositions doivent être prises pour que ces services puissent être assurés en permanence.

Les procédures à suivre dans les situations d'urgence doivent être communiquées à toutes les parties intéressées: les travailleurs (dans le cadre des réunions consacrées aux problèmes de sécurité et de santé), les sauveteurs-secouristes, les responsables de la sécurité, les services médicaux, les services de soins où peuvent être transférées les victimes et les organismes chargés des communications et du transport des victimes (services téléphoniques, ambulances, compagnies de taxis, etc.).

Concernant les risques d'origine électriques, on cite à titre d'exemple les conséquences néfastes lorsque la personne est exposée aux différentes catégories de champs électromagnétiques. Comme on a cité auparavant les chocs électriques sont de différentes causes ;

Les risques de contacts électriques sont de deux ordres. D'une part il y a les contacts directs où l'opérateur touche une partie sous tension avec son corps. Deux cas de figure se présentent alors : soit le courant électrique traverse le corps pour rejoindre la terre (entre une phase et la terre), soit le courant électrique traverse le corps pour faire un court-circuit (entre deux phases).

D'autre part, il y a les contacts indirects, plus pernicious, où l'opérateur touche une masse conductrice (métallique ou autre) non reliée à la terre qui est accidentellement mise sous tension. Le courant traverse alors le corps pour rejoindre la terre.

Dans les deux cas, il existe un risque d'électrisation voire d'électrocution. Les conséquences sont variables en fonction d'un certain nombre de paramètres liés, par exemple, à la présence

d'humidité qui favorise le passage du courant, la nature des contacts, l'état de santé de l'opérateur et de l'intensité du courant (A : en ampères) qui traverse l'organisme ainsi que la différence de potentiel (la tension V : en volts).

Suivant les individus, les seuils de danger varient, mais on peut estimer qu'à partir de 5 mA, il peut y avoir des répercussions sur l'homme. Il s'agit le plus souvent de lésions qui touchent principalement la main, les membres supérieurs et les yeux (brûlures, contusions, commotions, plaies).

À partir de 30 mA (seuil de déclenchement des dispositifs différentiels à haute sensibilité), on assiste à une tétanisation des muscles respiratoires qui peut aboutir au bout de quelques minutes à une asphyxie.

Au delà de 30 mA, on parle de "fibrillation ventriculaire" affectant les organes vitaux, à commencer par le cœur. Le seuil de tension dangereuse s'établit, quant à lui, à 50 V (12 V en environnement humide).

Sur des tensions élevées (haute tension), il n'y a pas besoin d'entrer en contact avec la pièce nue : dès l'approche, un amorçage peut avoir lieu ; cet amorçage permet le passage du courant. Plus la tension est élevée, plus ce phénomène est amplifié.

Les chocs électriques (le courant traverse le corps) peuvent avoir différents effets sur l'homme : électrisation, électrocution et brûlures internes et superficielles. Les brûlures internes sont le plus souvent invisibles, seules apparaissent des marques aux points de contact. Elles peuvent donc être plus graves que ce que laissent supposer les blessures extérieures. À noter : plus le courant est élevé et plus le risque de mort subite est grand. De même, plus la tension et la durée du contact sont importantes et plus les dommages sont graves.

Il existe deux types de brûlures causées par l'électricité.

Les brûlures électrothermiques sont provoquées par l'énergie dissipée par l'effet Joule tout le long du trajet du courant dans le corps. Ces brûlures aboutissent à des nécroses internes situées plus particulièrement au niveau des muscles. Les brûlures par arc et rayonnement lumineux sont des brûlures provoquées par la projection de particules métalliques en fusion au cours de la production de l'arc électrique ou provoquées par la proximité du corps avec l'arc. La force de la lumière émise brûle les cellules oculaires.

Egalement les courts-circuits peuvent provoqués des :

- brûlures par projection de matière en fusion ;
- rayonnement ultraviolet intense ;
- dégagement de gaz toxiques.

#### ✓ **Les incendies d'ordre électrique**

Si un incendie d'ordre électrique se déclare, celui-ci crée un risque d'électrisation pour les personnes qui viennent le combattre. C'est pourquoi, on ne peut combattre le feu que si l'on a reçu une formation adaptée et que si l'on a été désigné par son employeur afin d'éviter, par exemple, l'utilisation d'un agent d'extinction inadapté.

La personne qui constate l'incendie et qui donne l'alarme doit préciser le lieu de l'incendie et, si possible, la nature du risque électrique. De manière générale, il faut mettre hors tension, chaque fois que possible, le matériel en feu et, éventuellement, les ouvrages ou les installations voisins.

Ces opérations ne peuvent être réalisées que par une personne qualifiée et désignée par son employeur.

**✓ Quelques notions à retenir**

- L'intensité représente le débit de courant dans un conducteur, exprimé en ampère (A).
- La tension représente la différence de potentiel entre deux pôles soit phases (cas du triphasé) ou entre phase et neutre ou phase et terre, exprimée en volt (V). Ces deux grandeurs sont liées par la loi d'Ohm  $U = RI$ , R étant la résistance du circuit exprimée en Ohms ( $\Omega$ )

**V.2. L'exposition aux champs électromagnétiques**

Dans le domaine industriel, les champs électromagnétiques étaient jusque récemment plutôt à basses fréquences parce que liés à l'utilisation de l'énergie électrique (50 Hz) pour sa force motrice ou thermique.

Les limitations d'exposition visaient à prévenir les effets sur le système cardiovasculaire (très basses fréquences) et le système nerveux central.

La situation d'exposition, dite de champ proche, amenait à discerner les composantes électriques E et magnétique H du signal en deçà de la distance de transition (équilibre énergétique entre E et H)

**✓ Les champs magnétiques**

Ils sont générés par les courants et sont proportionnels à leur intensité. Ils induisent dans le corps des courants perpendiculaires au champ magnétique.

Les valeurs du champ magnétique varient de quelques pT (picotesla) à quelques mT (millitesla).

La valeur d'exposition décroît très rapidement avec le cube de la distance. Les expositions les plus fortes peuvent donc être atteintes avec des appareils domestiques très proches (sèche-cheveux, rasoir, couverture chauffante).

✓ **Les champs électriques**

Le champ électrique est modifié à la surface du corps humain en fonction de la conductivité de celui-ci. C'est au niveau de la tête que l'intensité du champ est maximale.

Le champ électrique induit des courants sensiblement dans l'axe du corps.

C'est à proximité des lignes d'énergie et transformateurs à haute tension, des soudeuses et fours à induction que les valeurs relevées sont les plus fortes (jusqu'à plusieurs kV/m). Le champ électrique décroît avec le carré de la distance.

L'effet biologique représente la réponse sensible de l'organisme à un stimulus. Il n'est pas nécessairement dangereux pour la santé : la sudation (signe biologique) peut caractériser la peur. Les effets biologiques des champs électromagnétiques existent : ils sont liés à l'induction de courants dans le corps, à l'apparition d'effets thermiques.

A ce jour, la preuve d'effets sanitaires indésirables dus à l'exposition même prolongée aux champs électromagnétiques non ionisants n'a jamais été faite. L'utilisation récente de signaux complexes : pulsés, multifréquences, transitoires mais aussi, et un peu paradoxalement, l'exposition permanente à des niveaux très faibles (par exemple dans l'habitat) ont réalimenté études et controverses.

Mais là encore ne confondons pas effets biologiques et effets sanitaires même si dans l'ignorance relative où nous sommes encore d'un sujet aussi vaste que complexe, la prudence doit effectivement inciter à un peu de bon sens dans le comportement de chacun.

✓ **Effets sur la santé**

Une électrisation peut être plus ou moins grave, tout dépend de :

- la fréquence du courant,
- l'intensité du courant (danger à partir de 5 mA),
- la durée du passage du courant,
- la surface de la zone de contact,
- la trajectoire du courant,
- l'état de la peau (sèche, humide, mouillée),
- la nature du sol.

✓ **Comment secourir une personne électrisée**

- Il faut d'abord mettre hors tension (à l'aide de l'interrupteur, du disjoncteur, en débranchant la prise...) sans toucher le corps de la victime afin d'éviter le sur-accident. Si ce n'est pas possible, il faut libérer l'accidenté du contact avec les parties sous tension en prenant garde à ce que personne d'autre ne puisse s'électriser.
- Il faut ensuite appeler ou faire appeler les secours : un sauveteur secouriste du travail puis le SAMU (15) ou les pompiers.

- Puis porter secours à la victime. Il faut rester avec la victime tant que les secours ne sont pas arrivés. Les premiers gestes doivent être effectués jusqu'à l'arrivée des secours par du personnel formé au secourisme.
  
- ✓ **Effets du courant électrique alternatif en fonction de son intensité sur l'organisme humain**
  
- 0,5 mA : perception cutanée
- 5 mA : secousse électrique
- 10 mA : contracture entraînant une incapacité à lâcher prise
- 25 mA : tétanisation des muscles respiratoires (asphyxie au-delà de 3 min)
- 40 mA pendant 5 secondes : fibrillation ventriculaire
- 50 mA pendant 1 seconde : fibrillation ventriculaire
- 2 000 mA : inhibition des centres nerveux

D'une manière générale, le courant suit le chemin le plus court, donc le moins impédant, entre le point d'entrée et le point de sortie du corps : il peut donc endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage.

- ✓ **Que faire face à un incendie d'origine électrique?**
  
- Donner l'alerte
- Mettre hors tension l'installation et éventuellement les installations voisines
- Fermer les portes et les fenêtres

- Attaquer le feu à la base à l'aide d'un extincteur adapté (dioxyde de carbone, poudre)
- Après l'extinction de l'incendie, évacuer les gaz toxiques en aérant puis procéder au contrôle de l'atmosphère : monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), oxygène (O<sub>2</sub>)

Les disjoncteurs à courant résiduel peuvent protéger contre les incendies d'origine électrique dus à des courants de défaut à la terre.

Les dispositifs à courant résiduel (Disjoncteur et Interrupteur Différentiels) ayant des caractéristiques de courant de déclenchement/temps de rupture actuelles permettent principalement de protéger contre ces risques. L'on parle ici principalement des dispositifs tels que les disjoncteurs à courant résiduel de type S, type G et ce que l'on appelle « non retardés » ou instantanés.

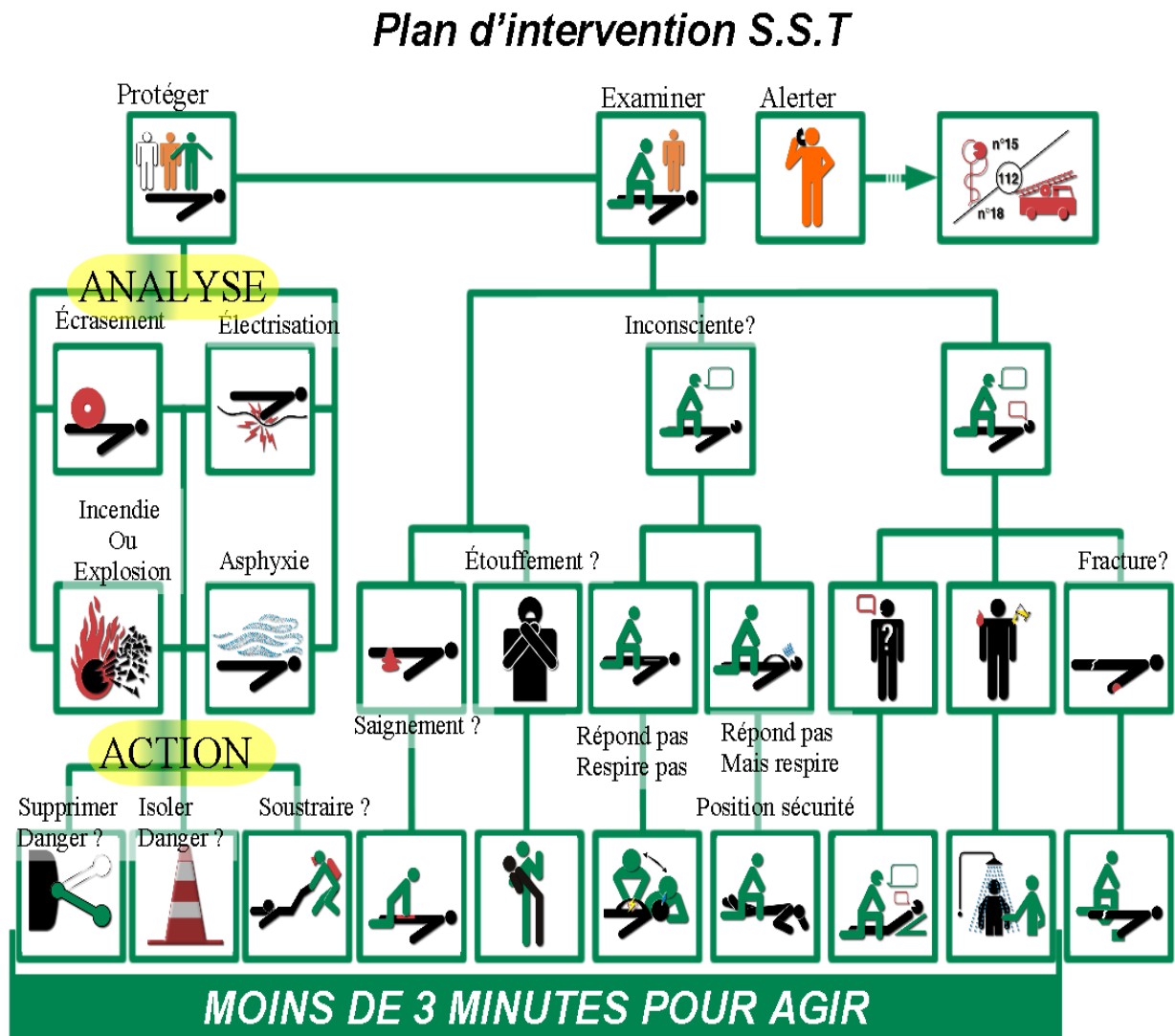


Fig. V.1 : Plan d'intervention S.S.T

### V.3. Conclusion

Les équipements électriques et les installations électriques dans l'industrie, doivent être conçus, produits, gérés et utilisés de manière à garantir leur sécurité opérationnelle, la sécurité des personnes et des biens. Ceux-ci doivent garantir une exploitation sûre et ne pas gêner les autres installations et équipements électriques situées dans leur zone de danger et d'interférence.

## Références

- 1- Méthodes d'analyse des risques, Réf. Internet : 42155 | 3e édition
- 2- La sécurité reliée à l'électricité, comprendre et prévenir, 2 ème édition Marie-Josée Ross, Ing.
- 3- L'évaluation des risques professionnels, Docteurs : Ch. EXERTIER, I.MALASSAGNE  
, Ph. TEINTURIER IPRP : J.PERRIN, Ch. DUBOIS, publication 2012.
- 4- Santé et sécurité au travail, INRS, 2014.
- 5- Les risques professionnels et la sécurité au travail, Mémoire de master, IDIR HAKIMA ET  
MESSALI SALMA, 2016/2017.
- 6- Pas à pas vers l'évaluation et la gestion des risques,le convernement du gran-duché de Luxembourg.
- 7- Sécurité de fonctionnement des systèmes industriels, OLIVIER Losson.
- 8- Guide puissance, distribution et puissance jusqu'à 4000 A / Legrand /2007.
- 9- Habilitation électrique.
- 10- Manuel technique Principes de protection, Hager.
- 11- Sécurité des installations et des équipements industriels, Dr. BENKHEDJA BENTATA Houaria,2018.
- 12- Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, Olivier LOSSON.
- 13- Incendies d'origine électrique dans les installations basse tension, Jean-Luc fruitier.
- 14- Liens sur internet.