

المسيلة في : 24 نوفمبر 2024

رقم: 13/ق هـ ك /2024

شهادة إدارية بخصوص مطبوعة الدروس الخاصة بالأستاذ زريق عصام

بناءً على محضر اللجنة العلمية لقسم الهندسة الكهربائية تحت رقم: 225/ق هـ ك/2024 المنعقد بتاريخ 11 جوان 2024 والمتضمن تعيين الخبراء: الأستاذ غضبان إسماعيل أستاذ محاضر - أ- بجامعة المسيلة، الأستاذ بلهوشات خالد أستاذ محاضر - أ- بجامعة المسيلة والأستاذ سعودي كمال أستاذ بجامعة البويرة وذلك لتقييم مطبوعة الدروس الخاصة بالأستاذ زريق عصام أستاذ محاضر "ب" بقسم الهندسة الكهربائية لجامعة المسيلة تحت عنوان "Sécurité électrique" وبعد إطلاع رئيس اللجنة العلمية ورئيس القسم على التقارير الواردة و التي كانت كلها ايجابية، وعليه فإن اللجنة لا ترى مانعا أن تتخذة سندا في تدريس طلبة السنة الثانية ليسانس آلية وكهر وتقني، شعبة الآلية والكهروتقني على التوالي ميدان علوم و تكنولوجيا و أن تعتمد في أي تقييم للمسار العلمي للأستاذ المعني.

رئيس القسم



درداف البرون

رئيس اللجنة العلمية

أ. د. بوقرة عبد الرحمان



ملاحظة: سلمت هذه الشهادة للمعني(ة) لاستعمالها في حدود ما يسمح به القانون.



République Algérienne Démocratique et Populaire

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

Université Mohamed Boudiaf- M'sila

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Polycopié de Cours

SECURITE ELECTRIQUE

Présenté par :

Dr :ZORIG Assam

Ce cours est destiné aux étudiants de Parcours LMD deuxième année *Sciences et Technologie*
spécialité Électrotechnique & Automatique

Objectifs de l'enseignement

La matière a pour objectif d'informer le futur licencié sur la nature des accidents électriques, les méthodes de secours des accidentés électriques et de lui donner les connaissances suffisantes pour lui permettre de dimensionner au mieux les dispositifs de protection du matériel et du personnel intervenant dans l'industrie et autres domaines d'utilisation de ces équipements.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Risques électriques.	1
I.1 But de la sécurité du travail :.....	1
1.2. Qu'est-ce que la santé et la sécurité des travailleurs? :.....	1
I.2 Historique du risque électrique.....	2
I.3 statistique sur les accidents électriques	2
I.3 .1 Accident d'ordre électrique en Algérie	2
I.3 .1.2 Accidents domestiques	3
I.4. organisme de Normalisation	6
I. 5. Habilitation électrique	9
I. 5.1 Définition :	9
I.5.2. Conditions d'habilitation	10
I.5.3. Le titre d'habilitation	10
I.5.3..1 Objectifs	10
I.5.3.2 Les symboles	11
I.5.3.3 Titre d'habilitation (exemple)	12
Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique	13
II. Danger du courant électrique.....	13
II.1 Pourquoi le courant électrique est dangereux ?	13
II.2 Les seuils de danger du courant électrique.....	13
II.2.1 Le seuil de perception.....	15
II.2.2 Le seuil de téτανisation	15
II.2.3 Le seuil de fibrillation ventriculaire.....	15
II.3 Effet de l'action du courant électrique sur l'homme.....	17
II.3.1. Effets immédiats.....	17
II.3.1.1 Effets excito-moteur.....	17
II.3.1.1.1 Secousse électrique.....	17
II.3.1.1.2 Contraction musculaire	17
II.3.1.1.3 Téτανisation des muscles respiratoire	17
II.3.1.1.4 Fibrillation ventriculaire	18
II.3.1.2 Inhibition des centres nerveux	18
II.3.1. 3 Effets thermique	19
II.3.1. 3.1 Brulures électrothermiques	19
II.3.1.3.2 Brulures par arc	19
II .2. Paramètres influents sur les effets du courant électrique	20
II.1.2 Résistance du corps humain.....	22
II.1.3 La tension du courant.....	24
II.1.5 Temps de contact	24
II.1.6 Trajet du courant dans l'organisme	25
Chapitre 3 : Mesures de protection	26
III. Protection de personnes.....	26
III.1 Introduction.....	26

III. 2. Principes.....	26
III.3. Le contact direct	27
III .4. Le contact indirect	27
III. 5 Electrisation sans contact	27
V.6. Protection contre le contact direct	28
III.7. .Protection contre le contact indirect	28
III.7. Les classes d'isolation des appareils électriques	30
III.7.1 Appareils de Classe 0.....	30
III.7.2 Appareils de Classe I.....	30
V.7.3 Appareils de Classe II.....	31
III.7.4 Appareils de Classe III	31
III.8. Les Indices de Protection	33
III .9. Les procédures de travail électrique	34
III.9.1 Introduction	34
III.9.2 Organisation du travail	35
III.9.3 Les procédures de travail électrique Procéder à la vérification	36
III.9.3 Les procédures de travail électrique	36
II.9.3.1 Travaux hors tension	37
II.9.3.1 La consignation électrique	37
III.9.3.2 Travaux sous tension	39
III.9.3.2.1 Méthodes de travail	40
III.9.3.2.1 Les protections individuelles	40
III.9.3.2.1.a Travail à distance	42
III.9.3.2.1.b Travail au contact	43
III.9.3.2.1.c Travail au potentiel	44
III.9.3.2.1.d Travaux au voisinage	45
III.10. Le matériel de protection	46
III.10.1 Les Equipements de Protection Individuelle(EPI)	47
III.10.2. Emploi d'outils isolés ou isolants	47
III.10.2. Protections collectives	48
III.10.2.1 Les Equipements Collectifs de Sécurité (ECS)	48
a) Protections collectives à caractère permanent	48
b) Protections collectives à caractère temporaire	49
c) Matériel de condamnation des appareils	50
III.11. Distances de sécurité	50
II.11.1 Les Locaux Réservés aux Electriciens (LRE)	51
III.11.2 Zone d'environnement	51
III.11.3 Prescriptions générales	52
III.11.4 : La Distance minimale d'approche (DMA)	53
III.11.5 : Distances limites de voisinage	54
III.1.1.6 : Zone de travail	54
III.12. Schéma de liaison à la terre (SLT) Régimes du neutre	56
III.12.2. Régime de neutre TT	57
III.12.3. Régime TN	57

III.12.3.a. Régime TNC	57
III.12.3.b. Régime TNS	57
III.12.4. Régime IT.....	58
III. 13. Effets du champ électrique et magnétique	58
II.10.2.1 Effets avérés	58
I.13.2. Les tensions induites	58
Chapitre 4 : Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique.....	62
IV. Les incendies et les explosions d'origines électriques	62
IV.1. Les explosions.....	62
IV.1.1. Les causes de l'explosion	62
IV.1.2 La prévention contre les explosions	63
IV.2. Les incendies d'origine électrique	64
IV.2.1. Les principales causes d'incendies d'origine électrique.....	64
1- Les surintensités	64
1-1-Surcharge.....	64
1-2- courts-circuits :	65
1-3- défauts d'isollements :	65
2- Surtensions	65
3- zone environnante : décharge électrostatique.....	65
IV.3. Prévention Usage des systèmes de sécurités	65
IV.3.2. Les agents de lutte contre le feu.....	67
IV.3.4 Conduite à tenir face à un incendie d'origine électrique.....	67
IV.4. Les effets des bruits et vibrations.....	68
IV.4.1 Les effets du bruit	68
IV.4.1.1 Le niveau de bruit	68
IX.2.1.2 Mesures de prévention contre le bruit.....	70
IV.2.2.2 Mesures de prévention contre les vibrations.....	71
Chapitre 5 : Mesures de secours et soins.....	73
V.1.Introduction	73
V.2 Quoi faire suite à une électrisation?	73
V.2.1 Protéger	73
V.2.2 Alerter	74
V.2.3 Secourir	75
V.3.1 Apprécier l'état de conscience	76
X.3.2 Apprécier la fonction ventilatoire.....	76
X.3.3 Apprécier la fonction circulatoire.....	77
V.3.4 Rechercher une éventuelle lésion.....	77
V.3.5 Que doit faire le secouriste après le bilan ?	78
V.4 Surveillance.....	80

Chapitre I : Risques électriques :

Chapitre I : Risques électriques :

1- But de la sécurité du travail :

Dans chaque lieu de travail, les employeurs sont chargés, d'une manière générale, d'assurer la sécurité et la santé des travailleurs dans tous les aspects liés à leur travail

- L'objectif d'une évaluation des risques est:

Rendre l'employeur en mesure de prendre les dispositions nécessaires pour assurer la protection de la sécurité et de santé des travailleurs.

- La sécurité du travail est l'ensemble des méthodes ayant pour objet de supprimer, ou du moins minimiser, les conséquences des défaillances ou des incidents dans un dispositif ou une installation. Les conséquences de ces défaillances ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement ou de l'un ou de l'autre. L'employeur est la personne qui, directement ou indirectement par délégation, assume la responsabilité légale dans le cadre du Code du Travail d'un établissement ou entreprise.

1.2. Qu'est-ce que la santé et la sécurité des travailleurs?

L'étude de la santé et la sécurité des travailleurs est une discipline très large qui recouvre de nombreux domaines spécialisés. Dans son sens le plus général, elle doit viser à:

- Promouvoir et maintenir le plus haut degré possible de bien-être physique, mental et social des travailleurs dans tous les métiers;
- Prévenir les effets néfastes sur la santé des travailleurs dus à leurs conditions de travail;
- Protéger les travailleurs contre les dangers qui menacent leur santé;
- Placer et maintenir les travailleurs dans un environnement de travail adapté à leurs besoins physiques et mentaux;
- Adapter le travail aux hommes.

En d'autres termes, la santé et la sécurité des travailleurs visent tous les aspects du bien-être social, psychique et physique des travailleurs.

Chapitre I : Risques électriques :

2- Historique du risque électrique

Des accidents liés à l'électricité naturelle sont observés depuis l'Antiquité. La foudre en est la forme la plus connue et aussi la plus dangereuse. Certains animaux peuvent aussi produire de l'électricité : c'est le cas du gymnote, poisson osseux muni de deux appareils électriques, qui produit des décharges suffisantes pour paralyser les poissons dont il se nourrit.

- En 1650, l'invention de différentes machines électrostatiques donna lieu aux premiers accidents liés à l'électricité produite par l'homme.
- En 1774, une décharge électrique appliquée sur un jeune homme en état de mort apparente a été suivie d'une reprise de la ventilation spontanée. Les découvertes se sont rapidement succédés au cours du 19^e siècle, posant les fondements des connaissances actuelles à propos de l'électricité.
- En 1879 survint le premier accident du travail mortel par électrisation avec un courant alternatif de 250 volts (V) chez un machiniste de théâtre à Lyon.
- En 1890 eut lieu la première exécution par chaise électrique. D'Arsonval, puis Prevost et Batelli ont étudié à la fin du 19^e siècle les effets physiologiques du courant électrique et la cause des décès par électrisation. Les accidents électriques (AE) se sont multipliés avec le développement de l'utilisation domestique et industrielle de l'électricité au 20^e siècle.



Figure 1 : Choc de Foudre.

3- statistique sur les accidents électriques

3.1 Accident d'ordre électrique en Algérie

Les risques liés à sa mauvaise utilisation sont par conséquent mal perçus, ce qui se traduit malheureusement par de nombreux accidents plus ou moins graves chez les personnes

Chapitre I : Risques électriques :

averties ou non de ces dangers. L'on définit les victimes du courant électrique par la règle dite «des 4 I» :

- Incompétence,
- Ignorance,
- Irresponsabilité
- Imprudence.

Statistiques des accidents électriques en Algérie, on estime par an:

En milieu professionnel

- 10 Electrocutations
- 60 Electrifications très graves

En milieu domestique

- 200 Electrocutations
- 180 Electrifications très graves

Le nombre d'accidents mortels relatifs au gaz, déclarés par les opérateurs, a nettement baissé en 2010 comparativement à 2009, contrairement aux accidents d'origine électrique où la tendance était à la hausse.

La plupart des accidents, a-t-il dit, a été enregistrée dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) et de l'électricité et du gaz, les travailleurs n'ayant pas respecté les mesures de sécurité N(combinaison de sécurité, gants, casque stop bruit). La moyenne d'âge des travailleurs les plus exposés aux accidents de travail est de moins de 34 ans avec un taux supérieur à 34%, suivi par la catégorie des travailleurs sans expérience dans le domaine (27%)

I.8.3 Accidents domestiques

Chaque année en Algérie, plusieurs décès dus à la mauvaise utilisation de l'électricité ou du gaz sont enregistrés. Les causes sont les comportements imprudents, la vétusté des installations et l'absence d'entretien des appareils. Pour l'électricité :

- Intervention sur installations électriques intérieures
- Travaux au voisinage du réseau électrique

Chapitre I : Risques électriques :

La situation demeure préoccupante eu égard au nombre d'accidents et de victimes enregistrés chaque année (Fig.I.2).

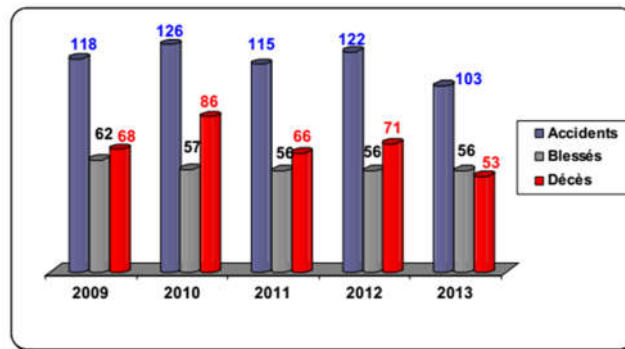


Fig.I.2 Statistiques des accidents électriques en Algérie

Causes les plus récurrentes (Conséquences Electrocutation/ Electrification) :

- Travaux au voisinage du réseau électrique (contacts directs ou indirects avec les lignes électriques sous tensions / Construction à proximité des lignes électriques)
- Bricolage sur des installations électriques intérieurs (compteurs, fraude...)
- Escalades de supports électriques (surtout les enfants)
- Contact avec des conducteurs dénudés ou tombés par terre
- Accès aux postes électriques pour des vols



Fig.2. Accident d'ordre électrique

Chapitre I : Risques électriques :

Les accidents d'origine électrique sont plus fréquents qu'on ne le croit. Pour des raisons diverses, on déplore, chaque année en France plusieurs milliers d'accidents corporels dont 200 mortels en moyenne et plus de 20 000 incendies. On compte plus de 1 000 accidents d'origine électrique dans le monde du travail dont une vingtaine sont mortels. En milieu domestique il faut largement multiplier ces chiffres par 4 ou 5.

Le phénomène naturel de la foudre y est aussi pour quelque chose ; il cause chaque année de nombreux dégâts, et tue de nombreuses personnes. La foudre frappe en moyenne 30 fois par seconde dans le monde. Les accidents de travail et domestiques viennent renforcer ces chiffres. Même si le nombre de salariés est en hausse, les accidents du travail d'origine électrique diminuent d'année en année (de 72 % de 1962 à 1993). Et s'il est un domaine où la rigueur et la prudence s'imposent, c'est bien celui de l'installation électrique, car bien que les accidents du travail d'origine électrique ne représentaient que 0,14 % du nombre totale des accidents du travail (en 1995), ils représentent tout de même 1,7 % des accidents mortels. C'est dire que l'accident (déclaré) d'origine électrique, même rare, se révèle souvent très grave

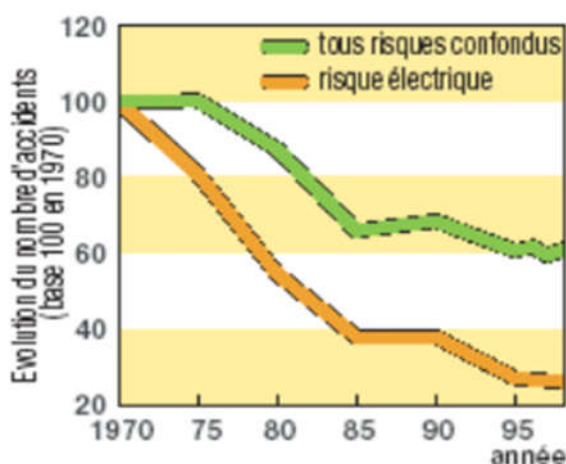


Figure 3: Évolution des accidents d'origine électrique de 1970 à 1995

Chapitre I : Risques électriques :

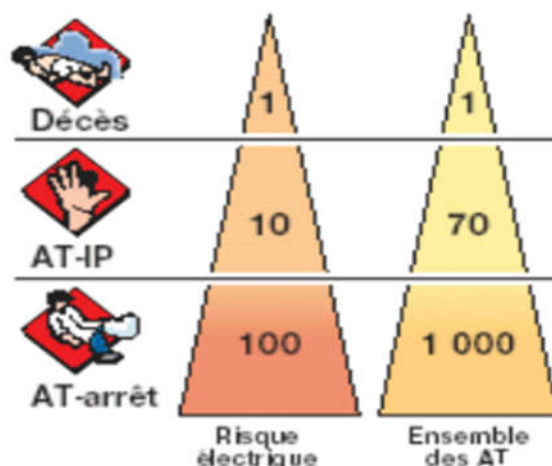


Figure 4: Le triangle de sévérité

L'analyse des accidents de travail d'origine électrique rendue par l'INRS est :

Le siège des lésions dû à l'accident électrique est illustré sur le graphe ci-dessous.

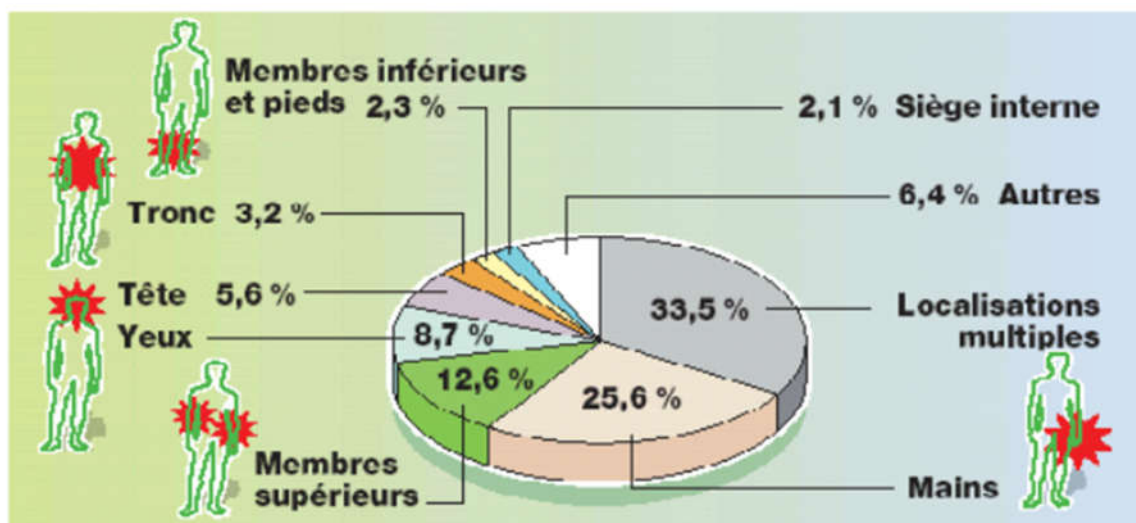


Figure 5 : Siège des lésions dû à l'accident électrique

4- organisme de Normalisation

Les textes réglementaires relatifs au code du travail sont élaborés à partir de décrets pris par le ministre de tutelle afin d'assurer l'hygiène et la protection des travailleurs. Les textes législatifs répondent à une hiérarchie :

- **La Loi** : Elle est votée par l'assemblée nationale, elle définit des objectifs à atteindre.
- **Le Décret** : Il est issu de loi signée par le ministre du gouvernement concerné, il précise les buts à atteindre.
- **L'arrêté** : Il est signé par le ministre du gouvernement concerné, il précise les moyens.

Chapitre I : Risques électriques :

- **La Circulaire** : Elle est émise par les services techniques ou administratifs des ministères, et destinée aux fonctionnaires, elle analyse les textes et détermine une ligne d'action.
- **La Note Technique** : Elle est mise par les services techniques des ministères, et destinée aux fonctionnaires, elle donne une interprétation technique d'un point particulier.

- **II.4 La Normalisation**

Il existe plusieurs niveaux de normalisation pour l'électricité (internationale, continentale ou nationale) représentés par des organismes agréés qui élaborent divers types de documents, en particulier des *NORMES*. Les publications émises sont des recommandations ayant pour but une harmonisation internationale des normes en vigueur dans les différents pays concernés.

Les principaux organismes de normalisation sont :

- La **CEI** qui est la Commission Electrotechnique Internationale (normes CEI...).
- Le **CENELEC** qui est le Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (normes EN...)
- L'**AFNOR** qui est l'Association Française de Normalisation (normes NF...)
- L'**UTE** qui est l'Union Technique de l'Electricité, bureau associé à l'AFNOR (normes UTE ...).



Fig.6 Norme française et européen

Aux côtés desquels on peut trouver :

- **Le CEF** qui est le Comité Electrotechnique Français.
- **La CEE** qui est la Commission internationale de réglementation en vu de l'approbation d'équipement électrique.

- **Le CECC** qui est le Comité spécialisé pour les composants électriques.

Les normes élaborées par ces organismes sont classées en quatre catégories :

- **La norme homologuée** : elle doit être appliquée aux marchés passés par l'état, les établissements et services publics. Elle fait l'objet d'un arrêté du ministre de l'industrie publié au journal officiel.

Chapitre I : Risques électriques :

- **La norme enregistrée** : elle a une valeur technique établie mais non homologuée.
- **La norme expérimentale** : elle est mise à l'épreuve avant de la transformer en norme enregistrée ou homologuée.
- **Les Fascicules de documentation** : ils comprennent les guides pratiques et les prescriptions, et ne sont soumis à aucune procédure officielle.

Les NORMES de l'électricité qui entrent dans la classe C, sont des recueils de règles, de prescriptions et de méthodes destinées aux constructeurs de matériel électrique, aux professionnels électriciens, ou non-électriciens exposés aux risques électriques.

La norme française marquée « NFC... » ou « UTEC... », se divise en deux grandes familles de normes qui visent d'une part la construction du matériel électrique et d'autre part la réalisation des installations électriques, et dont les principales normes sont :

- Les normes françaises NFC de réalisation:
 - NF C 15 100 - installations électriques à basse tension.
 - NFC 42020 (ou CEI 1010 ou EN61010) - appareils de mesure.
 - NF C 13 100 - postes de livraison.
 - NF C 14 100 - installations de branchement basse tension.
- Les normes françaises NFC de conception:
 - NF C 15 100 et NF EN 60-529 - classification des degrés de protection.
 - NF C 20 030 - protection contre les chocs électriques.
 - NF C 71 008 - baladeuses.
- La norme française maîtresse de l'UTE est l'UTE C 15-100 qui englobe les normes de réalisation et de conception des installations électriques, et qui fait appel à d'autres normes, entre autres, les normes suivantes :
 - UTE C 15-211- Locaux Médicaux
 - UTE C 15-107 - Canalisations préfabriquées
 - UTE C 15-411 - Alarmes
 - UTE C 15-531 - Parafoudres en TT
 - UTE C 15-103 - Influences externes
 - UTE C 15-476 - Sectionnement et commande
 - UTE C 15-106 - Section PE
 - UTE C 15-105 - Guide pratique
 - UTE C 15-520 - Canalisations : mode de pose

Chapitre I : Risques électriques :

- UTE C 15-801 - Installations Électriques dans les meubles
- UTE C 15-150 - Lampes à décharges
- UTE C 15-421 - Fréquences 100 à 400 Hz
- UTE C 15-201 - Grandes cuisines
- UTE C 15-401 - Groupes thermiques
- UTE C 15-103 - Indice de protection

Les marque « NFC... », « UTEC... », « CEI... », ou « EN » de conformité gravée sur les appareils, certifie que le matériel a fait l'objet d'essais dans un laboratoire agréé et est conforme aux normes de sécurité.

.5. Habilitation électrique

5.1 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 :

- à la prévention des risques électriques,
- à la sécurité des personnes.

I.10.2 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.

5.2. Conditions d'habilitation :

Chapitre I : Risques électriques :

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

- 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.

5.3. Le titre d'habilitation :

Le titre d'habilitation est décerné par l'employeur uniquement à des personnes de son entreprise possédant les connaissances de sécurité requises, ayant les aptitudes et comportement nécessaires à l'exécution des opérations demandées.

La délivrance d'une habilitation par l'employeur ne dégage pas pour autant nécessairement la responsabilité de ce dernier

5.3..1 Objectifs :

- Apprendre les outils et méthodes pratiques permettant :
- L'évaluation des risques électriques
- L'amélioration de la sécurité du personnel contre les risques électriques
- Effectuer une sécurité des interventions simples sur les installations électriques basse tension
- Apprendre les effets d'un défaut électrique sur le corps humain
- Apprendre les méthodes pour améliorer la sécurité électrique

5.3.2 Les symboles

Chapitre I : Risques électriques :

Personnel	Travaux		
	Hors Tension	Voisinage	Sous Tension
Non Électricien	BO, HO,	BO (V), HO (V)	
Exécutant Électricien	B1, H1	B1 (V), H1 (V)	B1 (T), H1(T)
Chargé Intervention	BR		
Chargé de Travaux	B2, H2	B2 (V), H2 (V)	B2 (T), H2 (T)
Chargé de Consignation	BC, HC		
Agent de Nettoyage	-		BN, HN

Table 1 Symbole de l'habilitation

La première lettre indique le domaine de tension des ouvrages électriques

- B : ouvrage du domaine Basse Tension
- H : ouvrage du domaine Haute Tension

La deuxième lettre précise la nature des opérations

- C : le titulaire peut procéder à des consignations,
- T : le titulaire peut travailler sous tension
- N : le titulaire peut effectuer des travaux de nettoyage sous tension,
- R : le titulaire peut procéder à des interventions de dépannage de raccordement, mesurage, essais, vérifications.
- V : le titulaire peut travailler au voisinage d'installations du domaine indiqué.

L'indice numérique indique :

- 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.

Chapitre I : Risques électriques :

5.3.3 Titre d'habilitation (exemple)



Nom : DUPONT Prénom : Jacques Fonction : Chef d'équipe		Employeur : Entreprise du Sud-Ouest Affectation : Direction régionale de Toulouse		
Personnel	Symbole d'habilitation	Champ d'application		
		Domaine de tension	Ouvrages concernés	Indications supplémentaires
Non électricien habilité				
Exécutant électricien				
Chargé de travaux ou d'interventions	B2 BR	BTA BTA	Toutes installations industrielles de la Direction régionale Supermarché de Toulouse Eclairage	Sauf tableau général du supermarché
Chargé de consignation	BC	BTA	Supermarché de Toulouse Zone machines frigorifiques	
Habilités spéciaux				
Le Titulaire signature: 	Pour l'Employeur Nom et prénom : CHARDRI Francis Fonction : Chef de Division Signature: 		Date : 1 janvier 2001 Validité : fin décembre 2002	

Figure 5 : Exemple de titre d'habilitation

L'habilitation électrique est incontournable et indispensable dans le domaine de l'électricité. Elle est la reconnaissance par un employeur de la capacité d'une personne à accomplir les tâches fixées en toute sécurité.

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

II. Danger du courant électrique

II.1 Pourquoi le courant électrique est dangereux ?

Le courant électrique est dangereux car il constitue une cause relativement fréquente d'accident de travail dans le domaine du génie électrique qui, de plus, se traduit par un facteur de gravité important. Ces accidents apparaissent en raison de l'exposition, plus ou moins prolongée, au risque d'origine électrique qui trouve sa source dans la notion de voisinage avec une ou des pièces nues sous tension. La mise en contact accidentelle de parties du corps avec ces conducteurs sous tension peut provoquer des commotions électriques qui peuvent être mortelles. Le danger est constitué par l'intensité du courant qui traverse le corps humain quand celui-ci est soumis à une tension électrique.

Les accidents d'origine électrique peuvent également provenir du jaillissement d'un arc électrique. Ce courant est appelé "courant de contact".

Le courant électrique est dangereux à partir **de 10 mA**. Ceci vient du fait que la fréquence utilisée (50Hz) provoque des excitations musculaires violentes pouvant entraîner la tétanisation.

Les contacts avec les pièces nues sous tension peuvent être directs ou indirect, ce qui implique des dommages et des effets sur le corps humain plus ou moins graves. Les effets du courant électrique sont fonction des paramètres intervenant comme facteurs aggravants et dépendent du trajet du courant électrique dans le corps humain. Certains organes souffrent plus fortement des chocs électriques que d'autres. **Le cerveau, les poumons, le cœur, le foie et les reins** sont 40 fois moins résistants que **la peau**.

II.2 Les seuils de danger du courant électrique

Le courant agit sur le corps de trois façons différentes :

- Par blocage des muscles ou la "tétanisation", que ce soit ceux des membres ou de la cage thoracique.
- Par brûlures : selon la valeur du courant, l'électricité produit par ses effets thermiques des **lésions tissulaires** plus ou moins graves.

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

- Par action sur le cœur : l'électricité provoque une désorganisation complète du **fonctionnement du cœur**, connue sous le nom de "**fibrillation ventriculaire**".

L'effet provoqué par le courant électrique sur le corps humain dépend principalement de son **intensité** et d'autres paramètres liés au corps humain (**résistance, surface de contact,...**) et à son environnement (humidité) lors de l'accident électrique.

- **Le seuil de perception** du courant électrique est très variable d'une personne à l'autre, 0,5 mA peut être considéré comme une valeur moyenne.

~1 mA

- Excitation des terminaisons nerveuses sensibles
- -Sensation de picotement ou de choc léger

>3 mA

- Sensation de douleur

- **Le seuil de téτανisation** correspond aux contractions musculaires qui commence à partir de **10 mA**. Cette valeur dépend de l'âge, du sexe, de l'état de santé, du niveau d'attention... La téτανisation a pour effet **d'empêcher à la personne de lâcher le conducteur**, ce qui peut conduire à des conséquences plus graves en fonction de la durée du passage du courant. De ce fait, **la résistance du corps s'affaiblie** et l'intensité du courant augmente en conséquence, ce qui peut faire évoluer la situation vers la téτανisation des muscles respiratoires, d'où difficultés et l'arrêt respiratoire par **asphyxie ventilatoire** qui se produit pour des courants **de 20 à 30 mA**.

~10 mA

- Contraction des muscles traversés par le courant
- **Impossible de lâcher prise** (fléchisseurs des avant-bras)
- Projection (extenseurs)

~25 mA

- Téτανisation des muscles respiratoires
- Plus de 3 minutes = asphyxie ventilatoire
- **Le seuil de fibrillation ventriculaire se produit à partir de 75 mA**

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

~75 mA

- Fibrillation ventriculaire
 - Mène à l'électrocution à moins d'une défibrillation (et être maintenu en vie jusqu'à ce moment-là)
- **Le Seuil de brûlure commence à 100 mA**

~100 mA (danger)

- Effet Joule: $E_{thermique} = RI^2t$
 - Destruction de la peau
 - Destruction des tissus en profondeur: muscles, nerfs, vaisseaux sanguins et viscères
 - Amputation
 - Déchets de combustion peuvent entraîner une insuffisance rénale mortelle
- **Le seuil de l'arrêt cardiaque se situe au alentour de 1 A.**

~1 A (danger)

- Arrêt du cœur
- **Le seuil de l'inhibition des centres nerveux se situe à 2 A.**

~2 A (danger)

- Inhibition des centres nerveux

D'autres risques et dommages peuvent être subits par le corps humain.

Ainsi, un court-circuit peut notamment provoquer :

- des brûlures par projection de matière en fusion
- un rayonnement ultraviolet intense
- un dégagement de gaz toxique
- un incendie, une explosion

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

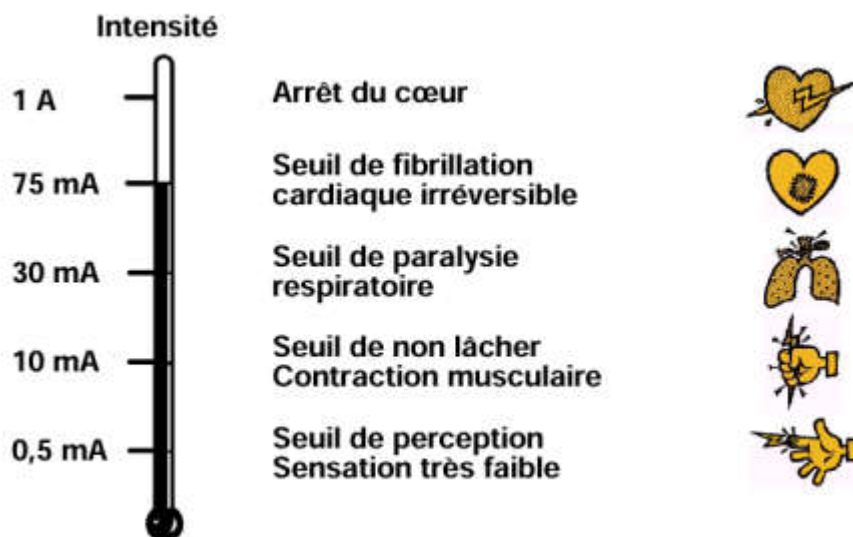


Figure II.1 : Seuils de danger du courant électrique alternatif

Les seuils de danger du courant continu sont légèrement décalés par rapport au courant alternatif et pour d'autres indéterminés.

Bien que le risque de fibrillation cardiaque soit 3,75 fois plus petit, les brûlures sont plus profondes. Les moments de la mise sous tension et la coupure du courant sont les plus dangereux. De plus, le passage du courant continu dans le corps humain provoque un phénomène d'électrolyse.



Figure II.2 : Seuils de danger du courant électrique continu

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

II.3 Effet de l'action du courant électrique sur l'homme

En fonction de l'action directe et indirecte du courant électrique, de la nature de contact (direct ou indirect) et du domaine d'activité dans lequel survient l'accident (milieu domestique, travail, loisir,...),

Les effets de l'action du courant électrique sur l'homme sont soit immédiats ou secondaires.

II.3.1 Effets immédiats

II.3.1.1 Effets excito-moteur

Ils ne proviennent qu'à la faveur d'une variation de courant, provoquant l'excitation des muscles et des nerfs ;

II.3.1.1.1 Secousse électrique : Résultat de la contraction du muscle provoquée par une excitation unique et brève, produite suite à l'application d'un courant (continu ou alternatif 50Hz) à un muscle. Ceci peut entraîner des dangers secondaires tels que le réflexe de lâcher un outil, de saisir une chose qui peut représenter un danger pour la victime.

II.3.1.1.2 Contraction musculaire : Si l'on interrompt rythmiquement le passage du courant continu dans un muscle, on observe une série de secousses successives qui se rapprochent quand la fréquence des interruptions s'élève.

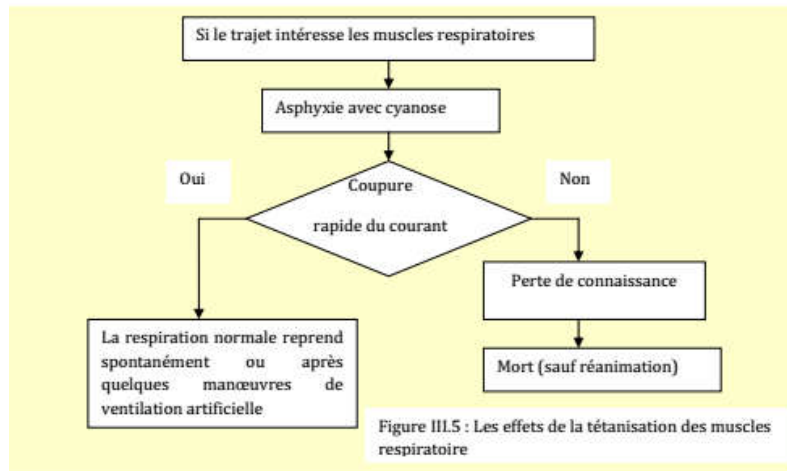
Lorsque le muscle n'a plus le temps de se décontracter (par exemple avec du courant de 50 Hz), c'est le phénomène de contracture.

Selon que le trajet du courant intéresse les muscles Fléchisseurs (Avant- bras) ou extenseurs (Bras), nous aurons des conséquences différentes.

II.3.1.1.3 Tétanisation des muscles respiratoire : La tétanisation ne peut s'observer que lorsque le trajet du courant intéresse les muscles respiratoire (intercostaux, pectoraux et diaphragme).

L'organigramme de la figure II.3 schématise les effets de la tétanisation des muscles respiratoire.

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique



II.3.1.1.4 Fibrillation ventriculaire :

Peut s’observer lorsque le trajet du courant passe par le muscle cardiaque. C’est une désorganisation du parfait synchronisme de contractions des fibres musculaires (myocarde) qui assure le fonctionnement du cœur.

Dans la fibrillation ventriculaire, chaque fibre se contracte pour son propre compte, ce qui aboutit à une inefficacité totale, donc l’équivalent d’un arrêt circulatoire et à des lésions anoxiques en aval, plus particulièrement au niveau du cerveau (extrêmement sensible au manque d’oxygène). Des lésions irréversibles apparaissent si la durée de l’anoxie (diminution ou la suppression de l’oxygène dans le sang) atteint ou dépasse 3 minutes environ. L’organigramme de la figure II.4 schématise les effets de la fibrillation ventriculaire.

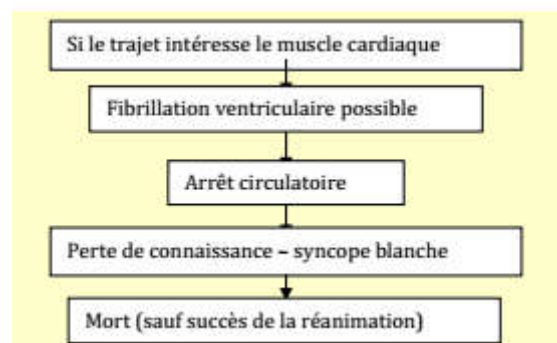


Figure.4 Les effets de fibrillation ventriculaire

II.3.1.2 Inhibition des centres nerveux :

Ne peut avoir lieu que si un courant très important passe par le **bulbe rachidien**, ce qui est très rare.

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

L'organigramme de la figure II.5 schématise les effets de l'inhibition des centres nerveux.

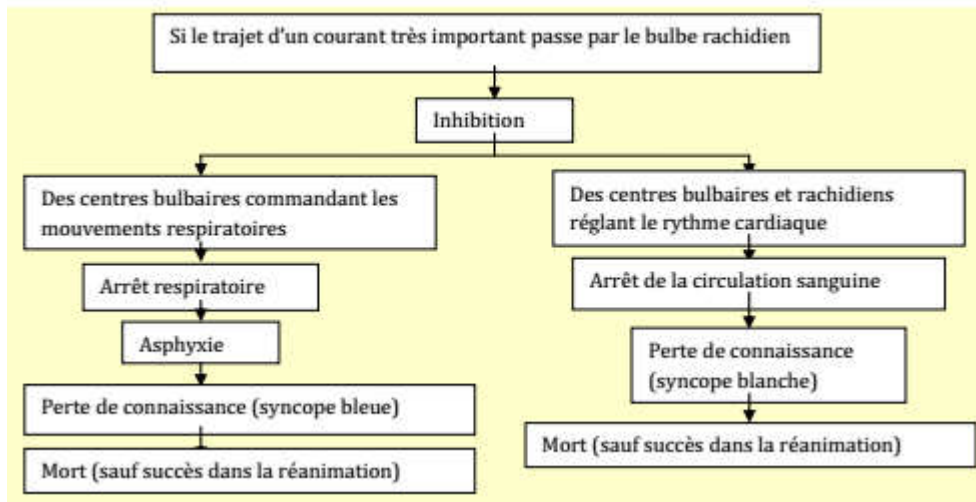


Figure.5 Les effets de l'inhibition des centres nerveux

II.3.1. 3 Effets thermique

II.3.1. 3.1 Brulures électrothermiques :

Sont provoquées par l'énergie dissipée par effet joule tout le long du trajet du courant.

Ces brûlures aboutissent à des nécroses (mort d'une cellule ou mortification) internes situées plus particulièrement au niveau des muscles, il en résulte ainsi le blocage des reins qui n'arrivent pas à éliminer les grandes quantités de myoglobine et d'hémoglobine (pigment de globule rouge assurant le transfert de l'oxygène et du CO₂ entre l'appareil respiratoire et les cellules de l'organisme) qui les envahissent après avoir quitté les muscles atteints.

III.3.1.3.2 Brulures par arc :

Sont des brûlures thermiques dues à l'intense chaleur dégagée par effet joule, au cours de la production de l'arc électrique. Elles sont superficielles (cutanées) localisées aux parties découvertes (face, mains).

II .2. Paramètres influents sur les effets du courant électrique

Différents facteurs influent sur la sensibilité et les effets du passage du courant électrique dans le corps humain. Ce sont les caractères propres à l'individu, la nature et la durée du passage du courant et les conditions de contact que l'on peut spécifier comme suit :

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

- l'intensité du courant,
- l'impédance du corps humain,
- la tension du courant,
- la fréquence du courant,
- le temps de contact,
- le trajet du contact.

A cela s'ajoute :

- l'âge de la personne,
- son poids,
- son sexe,
- ses caractéristiques physiologiques personnelles

Selon le Dr. FOLLIOT, la quantité d'énergie traversant le corps se traduit par l'équation (I.1) du risque électrique :

$$W = U_c I_c t \dots\dots\dots (II.1)$$

Où, W est la quantité d'énergie (joule)

U_c est la tension de contact (V)

I_c est le courant qui circule dans le corps humain (A)

t le temps de contact (s)

ou

$$W = R I_c^2 \dots\dots\dots (II.2)$$

Où R est la résistance du corps humain (Ω)

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

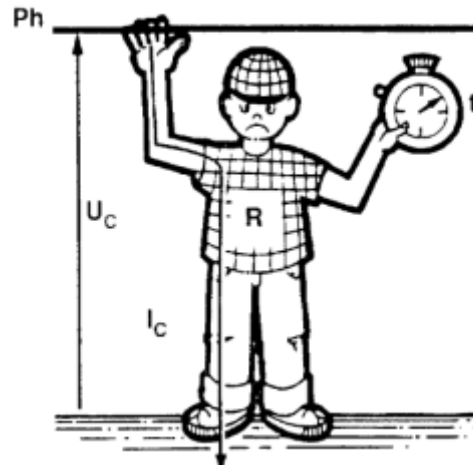


Figure I. 3 : Illustration des quatre paramètres influant directement sur le niveau des risques

Les résultats d'expérience de chercheurs à travers le monde ont permis à la **commission électrotechnique internationale (C.E.I.)** d'établir les courbes précisant, en fonction du temps, les zones correspondant aux différents effets **physiopathologiques** résultant du passage du courant et, en particulier, indiquant les seuils de courant dangereux. Les courbes ci-dessous, issues de la norme CEI 479, illustrent la relation $t=f(I_c)$ et déterminent quatre zones.

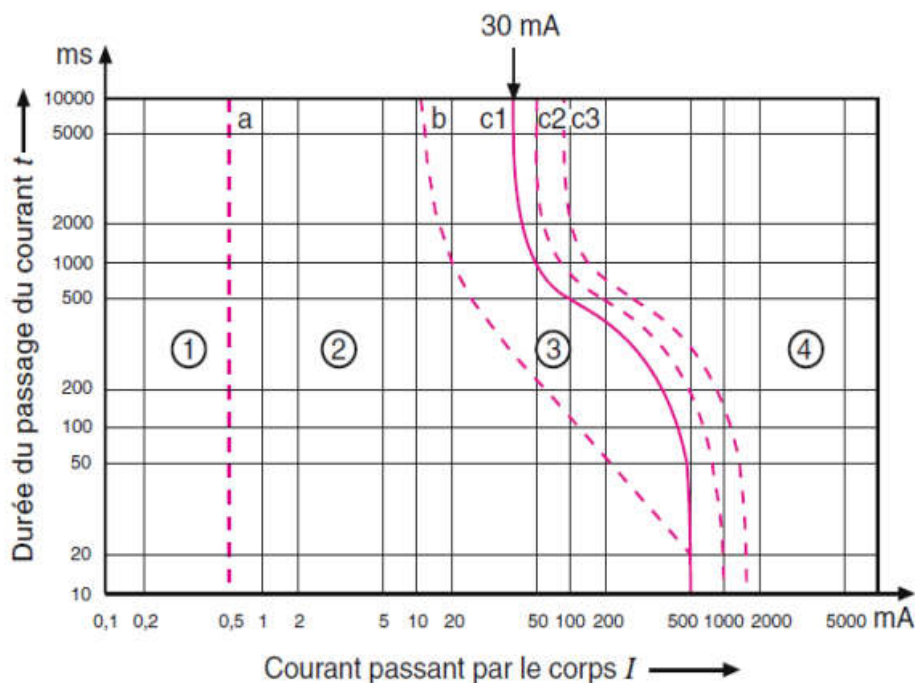


Figure II.4 : Courbes, issues de la norme CEI 479, illustrant la relation $t=f(I_c)$

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

Zone 1 : Le courant de choc est inférieur au seuil de perception ($I_c < 0,5 \text{ mA}$). Il n'y a pas de perception du passage du courant dans le corps : aucun risque.

Zone 2 : Le courant est perçu sans réaction de la personne : habituellement, aucun effet physiologique dangereux.

Zone 3 : Le courant provoque une réaction : la personne ne peut plus lâcher l'appareil en défaut. Le courant doit être coupé par un tiers afin de mettre la personne hors de danger : habituellement sans dommage organique, mais probabilité de contractions musculaires et de difficultés respiratoires.

Zone 4 : En plus des effets de la zone 3, la fibrillation ventriculaire augmente de 5% des cas pour la courbe C2, 50 % des cas pour la courbe C3, et plus de 50% au-delà de cette dernière courbe, d'où des effets pathophysiologiques importants tels qu'arrêt du cœur, arrêt de la respiration, brûlures graves.

IV.1.2 Résistance du corps humain

La résistance du corps n'est pas une constante ; elle varie, pour un même individu, en fonction de facteurs physiques et biophysiques, tout en distinguant entre la résistance du corps lui-même et la résistance cutanée. La figure II5 est une modélisation de la résistance du corps humain.

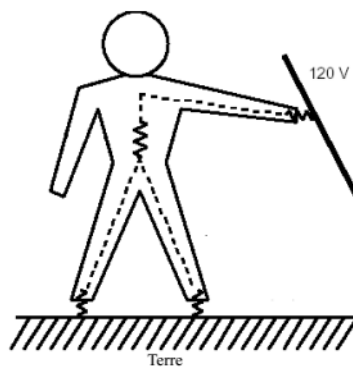


Figure II.5 : Modélisation de la résistance du corps humain.

➤ La résistance propre du corps varie en fonction de la distance des deux points de contact. Elle est d'environ :

- 750Ω pour un contact main-pied,

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

- 500 Ω pour un contact main - main.

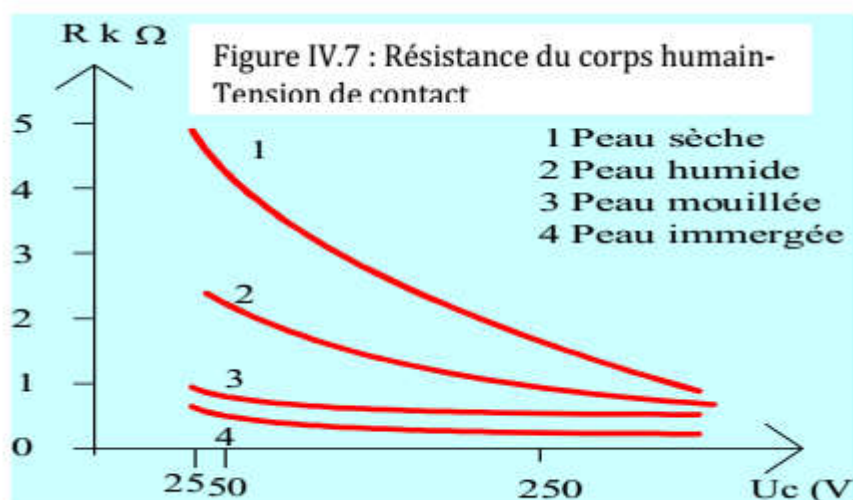
La **résistance propre du corps** diminue à mesure que les deux points de contact deviennent proches. Elle tend à devenir négligeable devant la **résistance de la peau** qui intervient alors seule lorsque les deux points sont très proches.

La **résistance cutanée (résistance de la peau)** est fonction de plusieurs facteurs. Elle dépend de :

- l'état de revêtement de la surface de contact,
- la surface de contact,
- la pression de contact,
- l'état d'hydratation,
- la durée de contact
- la tension de contact du courant.

La résistance cutanée augmente avec l'épaisseur de la couche cornée et diminue avec la surface de contact, la pression, l'hydratation, la durée et la tension. La résistance du corps humain varie suivant que la peau est sèche ou humide, mouillée ou immergée. La valeur minimale de la résistance du corps humain est 325 Ω lorsque le corps est immergé, par exemple dans des salles de bains ou des piscines.

La figure (II.6) donne les courbes donnant la relation $R = f(U_c)$ entre la résistance du corps humain et la tension de contact. Les règles de sécurité des personnes imposées par la norme NFC 15-100 sont établies à partir des trois relations $t = f(I_c)$, $t = f(U_c)$ et $R = f(U_c)$.



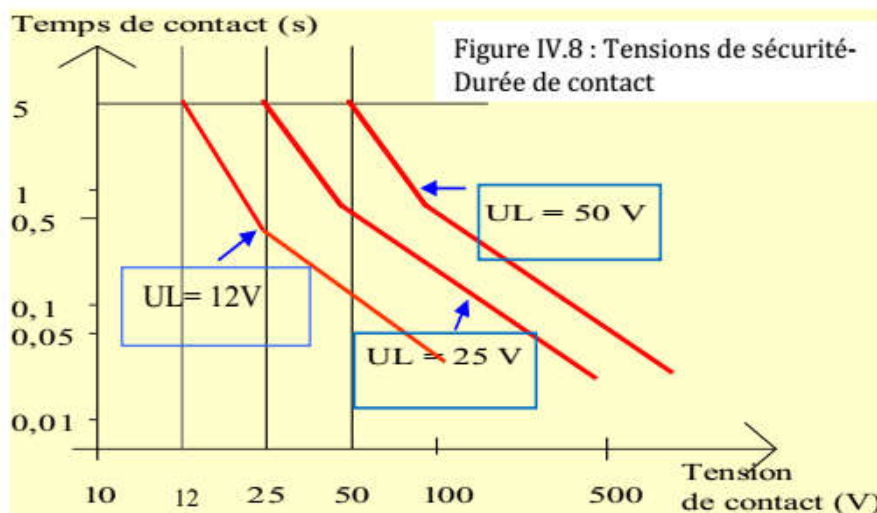
Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

II.1.3 La tension du courant

Lorsque la tension s'élève, le pouvoir protecteur de la peau diminue. La peau se comporte telle une enveloppe diélectrique à partir de 1500 V et la résistance de l'organisme se réduit à 500Ω . Ceci aggrave la genèse des brûlures électrothermiques en raison de l'augmentation de la quantité de chaleur dégagée avec l'élévation de la tension.

Pour des conditions d'environnement relatives à l'humidité et de la nature du courant, des tensions limites à ne pas dépasser à des temps maximum supportables par le corps humain, sont définis ;

La figure (II.7) résume les règles de sécurité qui sont prises en fonction de la tension alternative à supporter dans un cas donné ; les courbes de cette figure illustrent la relation $t = f(U_c)$.



Ces courbes permettent de définir, suivant la condition d'humidité, les tensions limites conventionnelles UL qui peuvent être maintenues sans danger sur les personnes, autrement dit, une tension de contact U_c inférieure à UL ne nécessite pas de coupure, mais par contre toute tension de contact supérieure à UL nécessite l'élimination du défaut dans un temps au plus égal à celui fixé par la courbe correspondante.

II.1.5 Temps de contact

L'augmentation du temps de contact affaiblit la résistance du corps humain, ce qui, en conséquence, augmente progressivement l'intensité du courant, et par la même accroît les conséquences.

La fibrillation ventriculaire varie en fonction de \sqrt{t} (d'après la relation de Dalziel), alors

Chapitre 2 : Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

que la brûlure dépend de la quantité de chaleur dégagée dans l'organisme, qui est directement proportionnelle au temps de contact t .

II.1.6 Trajet du courant dans l'organisme

Le trajet du courant dans le corps décide des conséquences de ce passage quant aux organes atteints. La fibrillation ventriculaire est déclenchée dès que les lignes de force du courant passent par le cœur. Les troubles sensoriels, essentiellement oculaires et auditifs, sont observés lorsque le trajet du courant dans l'organisme intéresse la tête. Il en est de même pour les phénomènes d'inhibition nerveuse qui ne se produisent que lorsque le trajet du courant intéresse les centres nerveux.

Chapitre 3 : Mesures de protection

III. Protection de personnes

III.1 Introduction

La prévention du risque électrique repose sur des dispositions réglementaires figurant dans le Code du travail. Elle concerne la mise en sécurité des installations et des matériels électriques, et ce dès leur conception. L'objectif 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.

III. 2. Principes

Les différentes protections susceptibles d'être mises en œuvre répondent aux impératifs suivants soit:

- empêcher le contact avec une partie sous tension ;
- rendre ce contact non dangereux.

Les parties sous tension auxquelles il est fait référence sont :

- des parties conductrices destinées à être normalement sous tension (conducteurs, bornes, etc.), dites parties actives ;
- les parties conductrices des matériels électriques non normalement sous tension, mais susceptibles de le devenir en cas de défaut d'isolement par exemple, et dites masses.

Les contacts peuvent être de deux types:

- avec des parties actives nues : contacts directs ;
- avec des masses mises sous tension à la suite d'un défaut d'isolement : contacts indirects.

Pour qu'un contact dangereux survienne et que le corps soit parcouru par un courant, il faut qu'il soit soumis à une différence de potentiel. Cela peut être :

- soit un contact simultané avec des conducteurs à potentiels différents ;
- soit un contact simultané entre un conducteur sous tension ou une masse en défaut et le potentiel de la terre (sol ou élément conducteur au potentiel de la terre ou à un potentiel voisin).

Chapitre 3 : Mesures de protection

III.3. Le contact direct

C'est le contact physique d'une personne avec un (ou plusieurs) conducteur actif nu sous tension. Le contact direct s'établit lorsque le corps est soumis à une différence de potentiel :

- Entre deux phases ;
- Entre une phase et la terre ou une masse métallique ;
- Entre le neutre et la terre ou une masse métallique.

Les parties les plus exposées sont les mains, la tête, les chevilles, ou les jambes ...

III.4. Le contact indirect

C'est le contact physique d'une personne avec une masse métallique portée accidentellement à un potentiel dangereux. Le contact indirect est particulièrement sournois, car rien ne laisse prévoir la présence de tension sur une partie métallique normalement hors tension.

III.5 Electrification sans contact

Un arc électrique peut s'amorcer à l'approche d'un conducteur sous haute tension (ligne TH) et d'un élément conducteur mis à la terre (pied à la terre). La figure (V.1) résume les cinq façons de s'électrifier.

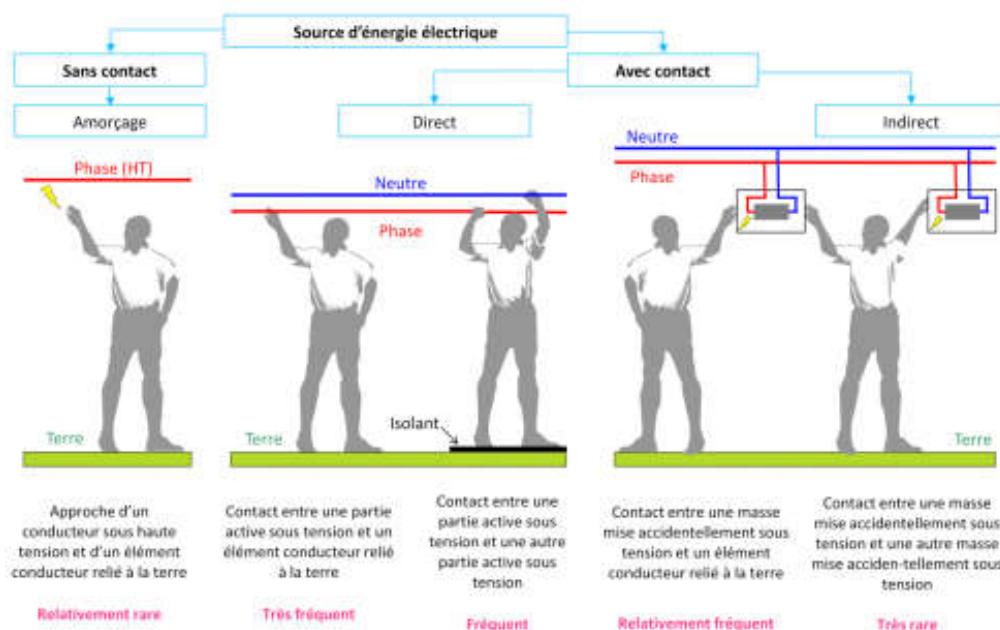


Figure III.1 : Les cinq façons de s'électrifier

Chapitre 3 : Mesures de protection

V.6. Protection contre le contact direct

La protection contre le contact direct est assurée par la mise hors de portée des parties conductrices sous tension :

1. Eloignement des conducteurs nus (lignes aériennes) ;
2. Isolation des conducteurs ;
3. Utilisation de coffret, armoire et boîtier ;
4. Mise en place d'obstacle (grillage, plaque isolante, nappe isolante...) ;
5. Utilisation de la très basse tension ;
6. Utiliser un dispositif à courant différentiel résiduel haute sensibilité DDR ($I_n \leq 30 \text{ mA}$)

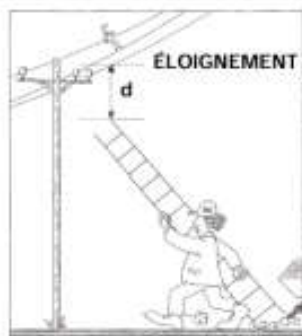


Figure V.2 : Eloignement des pièces nues sous tension (protection collective)



Figure V.3 : Isolation des conducteurs (protection intrinsèque)



Figure V.4 : Utilisation de coffret (protection collective)



Figure V.5 : Utilisation d'obstacle : grillage (protection collective)

Figure III.2 : Protection contre le contact direct

III.7. .Protection contre le contact indirect

La protection contre le contact indirect est assurée par :

La coupure automatique : ouverture automatique de l'appareil de protection placé en amont du défaut de masse. Cette ouverture automatique est assurée par le **Dispositif Différentiel Résiduel (DDR)** associé au disjoncteur. Cette protection nécessite un contrôle permanent des courants de fuites dans les masses métalliques et la mise à la terre des masses et dispositif de

Chapitre 3 : Mesures de protection

coupure automatique de l'alimentation (DDR). La mise à la terre des masses métalliques est assurée par une ou plusieurs prises de terre;

1. L'emploi de la double isolation ou l'isolation renforcée (matériel de classe II) ;
2. L'emploi de la très basse tension (TBTS, TBTP, TBTF)
3. La séparation des circuits : transformateur de séparation n'alimentant qu'un seul appareil non relié à la terre ;
4. La liaison équipotentielle entre les masses métalliques, assurée par le conducteur de protection (vert et jaune) ;
5. Par le choix du degré de protection : On considère qu'une pièce sous tension devient directement accessible lorsque son indice de protection est inférieur à IP2x en BT et IP3x en HTA.

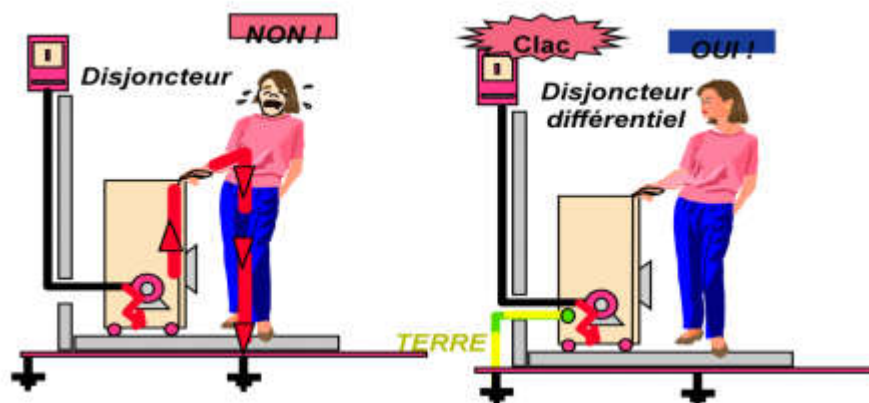


Figure III.6 : Protection contre les contacts indirects par coupure automatique

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, jamais relié à la terre
III		Lampe baladeuse alimentée en TBTS, non reliée à la terre

Figure III.7 : Protection contre les contacts indirects par l'emploi de matériel de classe II

Chapitre 3 : Mesures de protection



Figure III.8 : Protection contre les contacts indirects Par le choix du degré de protection

III.7. Les classes d'isolation des appareils électriques

Les matériels à basse tension sont répertoriés, du point de vue de la protection contre les contacts indirects, en quatre classes, dont la numérotation n'implique aucune hiérarchie de valeur (tableau III.1). La sécurité est assurée par deux mesures complémentaires (tableau III.2).

III.7.1 Appareils de Classe 0

- Le matériel possède une isolation principale mais pas de borne de terre (1^{ere} protection).
- La sécurité est assurée par le sol qui doit être impérativement isolant (2^o protection).

Il n'existe pas de symbole pour cette classe qui tend à disparaître.

Exemple: lampe de bureau métallique alimentée par un câble souple à 2 conducteurs avec une prise à 2 broches conductrices.

Ce matériel, non conforme aux normes de sécurité est interdit dans le monde du travail.

III.7.2 Appareils de Classe I

- Le matériel possède une borne de terre et une isolation principale (1^{ere} protection).
- La borne de terre est reliée à un conducteur de protection (PE), la sécurité est assurée par un dispositif de coupure qui agira à l'apparition du premier défaut (2^o protection).

Cette classe est représentée par le symbole de mise à la terre.

Exemples : appareil électroménager domestique dont les parties métalliques accessibles sont reliées à un conducteur de protection vert-jaune.

Chapitre 3 : Mesures de protection

V.7.3 Appareils de Classe II

- Le matériel est sans borne de terre avec une isolation principale (1ere protection).
- La sécurité est assurée par une deuxième isolation (2° protection)

Le symbole des appareils de classe II est un double carrés imbriqués.

Exemples : outillage portatif.

III.7.4 Appareils de Classe III

- La protection est assurée par l'alimentation en très basse tension (< 50 V)
- Le transformateur d'alimentation possède une isolation principale renforcée sans prise de terre.

Le symbole des appareils de classe III est un losange raillé.

Exemples : train électrique.

Le transformateur doit être un transformateur de sécurité conforme à la norme NF C 52-742; les enroulements sont isolés entre eux et isolés du circuit magnétique et des masses de façon sûre.




Classes	Caractéristiques	Symboles
0	Isolation fonctionnelle sans mise à la terre	
I	Isolation fonctionnelle avec mise à la terre	
II	Double isolation	
III	TBT	

Tableau III.1 : Classes des matérielles basses tensions

Chapitre 3 : Mesures de protection





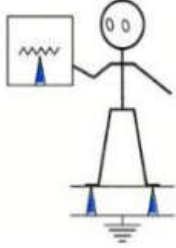
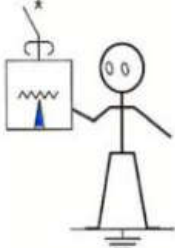
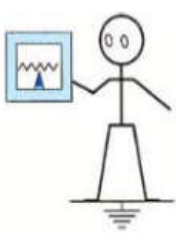
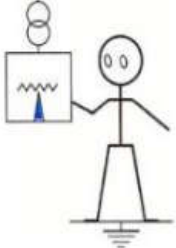
Stade de protection	Classe de matériel			
	0	I	II	III
premier	Isolation principale	Isolation principale	Isolation principale	Tension inférieure à 50 V
deuxième	Isolation par le sol (local sec et non conducteur)	Mise à la terre et dispositif de coupure associé	Isolation supplémentaire ou renforcée	Alimentation de sécurité
Symboles :  partie active  isolation fondamentale  isolation supplémentaire  Terre				

Tableau V.2 : Protection des personnes contre les chocs électriques

III.8. Les Indices de Protection

Le code **IP** (International Protection) spécifie le degré de protection d'un équipement pour:

- La protection des personnes contre les contacts directs ;
- La protection des matériels contre certaines influences externes.

Il comporte les lettres IP suivies de deux chiffres indépendants (Tableau III.3):

- Le premier chiffre caractérise le degré de protection des personnes **contre l'accès aux parties dangereuses** et le degré de protection des matériels **contre la pénétration des corps étrangers**.
- Le deuxième chiffre indique le degré de protection **contre les effets nuisibles de la pénétration de l'eau douce**.

Le code IP peut comporter des lettres additionnelles (A, B, C ou D).

Chapitre 3 : Mesures de protection

IP	1 ^{er} chiffre	2 ^e chiffre
matériel protégé contre les :		
-	corps solides	corps liquides
0	non protégé	non protégé
1	supérieurs à 50 mm de diamètre	gouttes d'eau verticales
2	supérieurs à 12,5 mm de diamètre	gouttes d'eau à 15° de la verticale
3	supérieurs à 2,5 mm de diamètre	eau en pluie
4	supérieurs à 1 mm de diamètre	projections d'eau
5	poussières sans dépôt nuisible	jets d'eau
6	poussières	paquets de mer
7	-	immersions temporaires
8	-	immersions prolongées

Tableau III.3 : Code IP codifiant la protection contre la pénétration des **corps solides et liquides** .

Exemple : IP20 ; matériel protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5mm, pas de protection contre les liquides.

III .9. Les procédures de travail électrique

III.9.1 Introduction

Les comportements inadéquats des opérateurs et intervenants lors des opérations électriques sont, pour la plus part du temps, les causes des accidents d'origines électriques.

Pour assurer la sécurité du personnel, il convient d'adopter, lors des opérations électriques, un comportement conforme aux situations susceptibles de se produire, qui doit commencer par:

- l'information,
- la formation,
- l'habilitation,
- le respect de procédures adaptées aux cas à traiter,
- l'emploi d'outillage de protections, de matériels spécifiques normalisés et agréés par l'organismedésigné,

Chapitre 3 : Mesures de protection

- une analyse préalablement menée, de tous les risques susceptibles de se produire accompagnée de mesures de prévention, assurant une protection rendant le risque impossible ou non dangereux.

III.9.2 Organisation du travail

La publication UTE 18-510 fixe l'ensemble des réglementations nécessaires, voir même obligatoires, à respecter avant de commencer l'exécution d'un travail, afin d'éviter la survenance des conditions dangereuses :

- par oubli,
- par méconnaissance,
- par interversion d'opérations, etc.

Il convient de :

- Définir clairement le travail,
- Faire une étude précise,
- Faire une analyse de tous les risques possibles,
- Prendre connaissance du matériel,
- Prendre connaissance de l'environnement électrique sur lequel l'opération sera effectuée.

Procéder à la vérification:

- Des plans et schémas,
- De la conformité du matériel et de son bon état,
- De la présence des dispositifs de sécurité individuels et collectifs
- De l'aptitude de l'équipe de travail.

III.9.3 Les procédures de travail électrique

L'exécution des tâches d'ordre électrique doit se faire sur application des règles des travaux :

- hors tension,
- sous tension
- ou au voisinage,
- les règles d'emploi des outils et matériel.

En règle générale, les interventions et travaux sur les installations et équipements électriques

Chapitre 3 : Mesures de protection

doivent être réalisés par un personnel habilité et seront exécutés hors tension. **Dans trois cas exceptionnels**, ces interventions peuvent être exécutées sous tension :

1. La mise hors tension pourrait mettre en danger la vie ou la santé des personnes.

Ex : mise hors tension de moteur de ventilateur assurant l'aération de locaux confinés dans lequel séjournent des personnes.

2. Des nécessités impérieuses d'exploitation empêchant la mise hors tension de l'installation ou de l'équipement.

Ex : mise hors tension de la circulation de fluide assurant le refroidissement d'un four de traitement thermique (sauvegarde du matériel).

3. La nature même des travaux ou des interventions exige la présence de la tension.

Ex : vérification de circuits, recherche et localisation défauts, mesures de grandeurs électriques.

III.9.3.1 Travaux hors tension

La consignation électrique

Tous travaux ou interventions sur un ouvrage en exploitation effectués hors tension, doivent être réalisés sur la base d'une opération de consignation ; c'est à dire effectuer dans l'ordre les quatre opérations suivantes:

- 1- **La séparation** de l'ouvrage des sources de tension (ouverture d'un interrupteur, d'un disjoncteur, d'un sectionneur...). La séparation doit porter sur tous les conducteurs actifs.



Figure III.9 : Coupure par disjoncteur

Chapitre 3 : Mesures de protection

2- **La condamnation** des organes de séparation en position d'ouverture (pancarte d'interdiction de manœuvre, cadenas...).



Figure III.10 : Condamnation par cadenas ou par pancarte d'interdiction de manœuvre

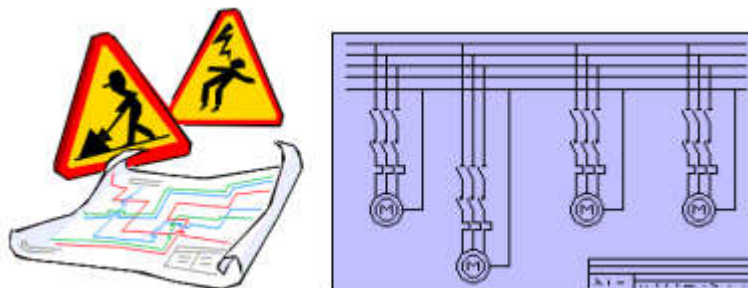
La condamnation par immobilisation de l'organe de séparation est obligatoire en BTB et HT. Dans les autres cas, la condamnation peut être réalisée par une signalisation (pancarte)



Figure III.11 : Condamnation par signalisation

La suppression d'une condamnation est faite par la personne qui a procédé à la condamnation ou par un remplaçant désigné.

3- **L'identification** de l'ouvrage mis hors tension. Cette opération a pour but d'être certain que la zone de travail est bien située sur l'ouvrage mis hors tension (étude des schémas, des plans...) Elle doit être matérialisée, sur place, par marquage, banderoles, délimitant la zone consignée, ou par vision directe et sans ambiguïté des mises à la terre et en court-circuit éventuelles ;



Chapitre 3 : Mesures de protection

Figure III.12 : Identification de l'ouvrage mis hors tension sur schéma et plan

4- **La vérification** de l'absence de tension (VAT) puis mise à la terre et en court-circuit (MALT-CCT).

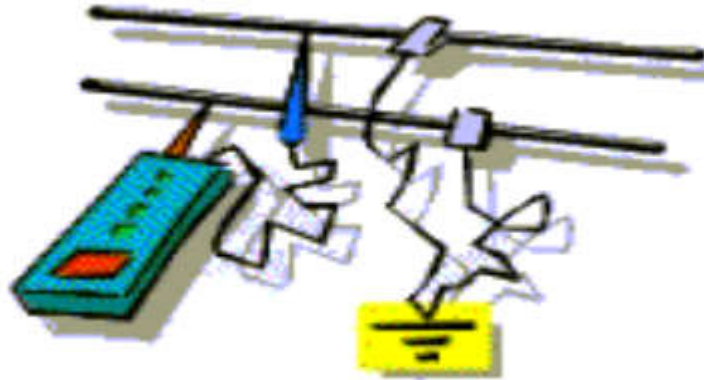


Figure III.13 : VAT et MALT-CCT

Le bon fonctionnement d'un vérificateur d'absence de tension (VAT) doit être contrôlé **avant et après** son utilisation.

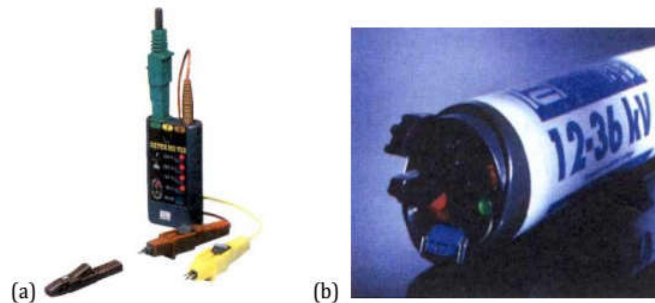


Figure III.14 : Vérificateur d'absence de tension (a) en BT et (b) pour HT A

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.

La mise à la terre (MALT) et en court-circuit (CCT) permet de se prémunir contre les risques dus aux tensions induites, aux condensateurs chargés, aux ré-alimentations éventuelles. Cette

Chapitre 3 : Mesures de protection

opération est facultative sur les installations en BTA. Elle est obligatoire sur un long câble BTA en BTB et en HT.

Le raccordement se fait aux points de séparation de l'ouvrage concerné et au plus près de la zone de travail. 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.

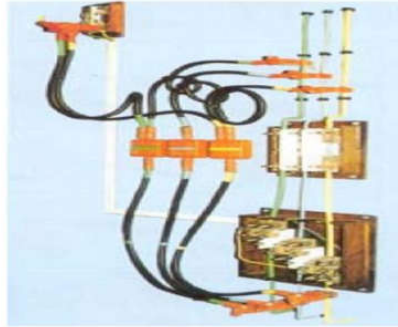


Figure III.15 : Dispositifs de mise à la terre et en court circuit pour lignes aériennes

III.9.3.2 Travaux sous tension

Les travaux sous tension sont autorisés :

- Sur les réseaux de distribution publique, ouvrages de production et leurs annexes ;
- Sur les autres ouvrages, pour des raisons d'exploitation ou d'utilisation ou si la nature même des opérations rend dangereuse ou impossible la mise hors tension.

Les travaux sous tension peuvent s'effectuer sous **3 conditions** :

1. Sur des pièces nues sous tension ;
2. Au voisinage immédiat de pièces nues sous tensions accessibles ;
3. Au voisinage de pièces nues sous tensions accessibles, pour lesquels des distances ont été fixées, par rapport aux pièces nues sous tension, compte tenu de tous les mouvements possibles des pièces nues sous tension et de tous les mouvements possibles des matériels et engins utilisés.

L'employeur avant d'autoriser l'approche des ouvrages pour exécuter des travaux sous tension, doit prendre les dispositions nécessaires à la sécurité et les notifier aux intéressés. Les règles à respecter (méthodes de travail, procédures opératoires, formation et habilitation, organisation de travail) sont précisées ci-après.

Chapitre 3 : Mesures de protection

III.9.3.2.1 Méthodes de travail

Avant d'entreprendre un travail d'ordre électrique sous tension, il ya lieu de l'organiser, pour éviter qu'un contact ou **qu'un amorçage** accidentel avec les pièces sous tension n'arrivent. Pour cela, et pour assurer sa pleine sécurité, l'exécutant doit respecter toutes les mesures de protection afin qu'aucune partie de son corps ne puisse entrer en contact avec :

- les conducteurs nus ou autres éléments non protégés sous tension,
- des masses conductrices en liaison avec la terre (bâtis d'appareillage, conduite de fluide,...),
- le sol.

Pour ce faire, l'opérateur doit :

- S'isoler par l'utilisation des protections individuelles et collectives,
- Aménager l'emplacement de son travail,
- Choisir son matériel,
- Respecter quelques mesures particulières avant le démarrage de l'opération.

❖ Les protections individuelles

Les équipements de protection individuelle sont obligatoires pour les travaux au voisinage et les travaux sous tension.

L'opérateur doit obligatoirement porter :

- Des gants isolants,
- Un casque isolant,
- Des lunettes ou masque de protection contre le rayonnement ultraviolet et infra rouge,
- Des vêtements secs non inflammables recouvrant totalement bras et jambes, ne comportant pas de parties conductrices (fermetures à glissières métalliques...).
- Des chaussures isolantes à semelles compensées.

Chapitre 3 : Mesures de protection



Figure III.16 : Combinaison et chaussures de l'électricien, Casque et Gants isolants

L'opérateur doit obligatoirement éviter :

Le port de bagues et bracelets métalliques qui augmentent considérablement les surfaces d'entrées du courant s'ils viennent en contact avec une pièce sous tension.

❖ Aménagement de l'emplacement de travail

L'opérateur doit :

- Disposer d'un emplacement dégagé et d'un appui assurant une position stable,
- Lorsque les conditions le permettent, s'isoler au moyen d'isolant approprié (écran, tapis, échelle...).

❖ Matériel

L'opérateur doit :

- Utiliser des outils isolants ou isolés
- Utiliser des appareils de mesure ou de contrôle ne présentant pas de danger en cas d'erreur de branchement, de mauvais choix de gamme de mesure, ou de défaut d'isolement.
- Exclure l'emploi ou le port d'objets conducteurs dangereux (mètres ou règles métalliques)

❖ Avant le démarrage de l'opération

Chapitre 3 : Mesures de protection

L'opérateur doit :

- Organiser le travail pour limiter les risques,
- Désigner clairement la zone dangereuse par des panneaux ou des bandes d'avertissement,
- Veiller à être constamment vu ou entendu par une autre personne connaissant les manœuvres à effectuer pour couper le courant et pratiquer la ventilation artificielle si nécessaire,
- Isoler les conducteurs nus ou autres éléments non protégés qui sont sous tension dans le voisinage immédiat au moyen de gaines, nappes, capuchons, profilés isolants, etc.

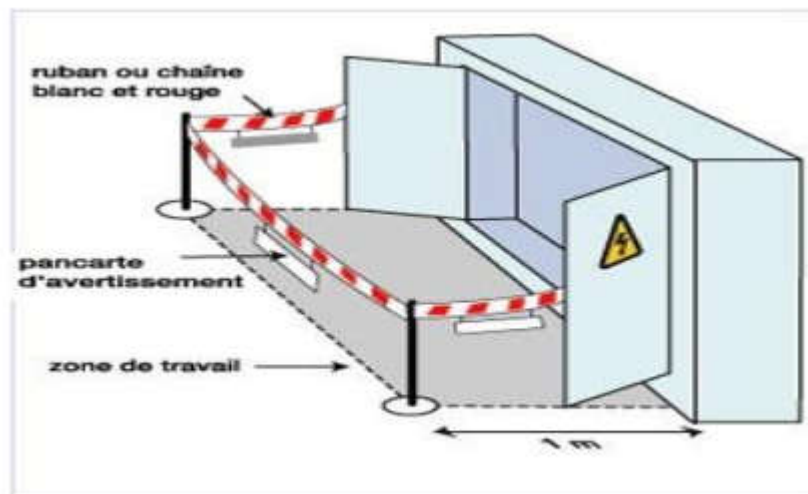


Figure III.17 : Balisage autour d'une armoire électrique ouverte

III.9.3.2.1.a Travail à distance

L'opérateur se tient en dehors de la zone définie par la distance minimale d'approche autour des pièces nues sous tension. Il exécute son travail à l'aide d'outils montés à l'extrémité de perches isolantes et dans certains cas de cordes isolantes, ces outils et cordes ayant un isolement approprié au niveau de tension des pièces sur ou au voisinage desquelles il travaille. Cette méthode est utilisée pour toutes les tensions.

Chapitre 3 : Mesures de protection

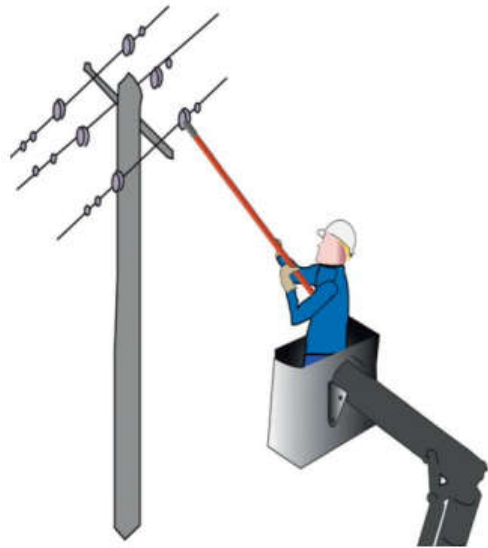


Figure III.18 Travail à distance : exemple pour la haute tension

III.9.3.2.1.b Travail au contact

L'opérateur pénètre, avec les protections et les précautions prescrites dans la zone définie par la distance minimale d'approche autour des pièces nues sous tension. Les tâches sont effectuées à l'aide d'outils à main isolants ou isolés et l'opérateur est équipé de protections individuelles isolantes (gants, protège bras, etc.). Cette méthode est utilisée pour des tensions jusqu'à 30 Kv



Figure III.19 Travail au contact : exemple pour la basse tension et la haute tension A

Chapitre 3 : Mesures de protection

III.9.3.2.1.c Travail au potentiel

L'opérateur se met au potentiel de la pièce sur laquelle il travaille. Il crée ainsi autour de lui une nouvelle zone définie par la distance minimale d'approche dont il faut tenir éloigné les autres potentiels. Les opérateurs portent un vêtement conducteur leur garantissant une équipotentialité parfaite une fois la connexion établie.

Pendant le transfert du potentiel de terre au potentiel du conducteur et vice versa, l'opérateur n'est relié à aucun potentiel fixe. On dit qu'il est à potentiel flottant. Cette méthode est particulièrement adaptée aux tensions du domaine HTB

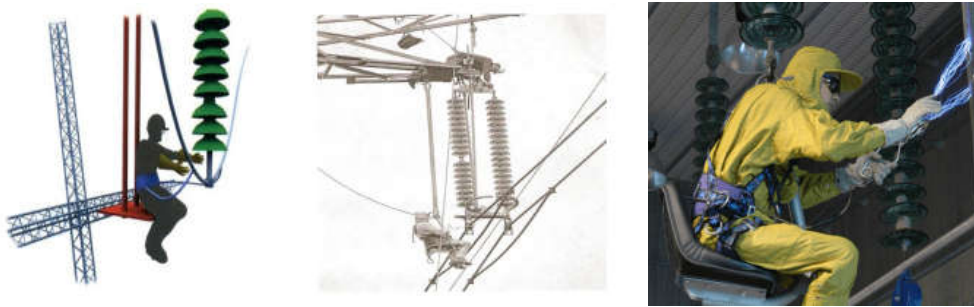


Figure III.20 Travail au potentiel : exemple pour la haute tension

Il convient d'observer que l'exécution des travaux sous tension exige que soient remplies certaines conditions préalables, telles que les conditions atmosphériques. Si ces conditions ne sont pas remplies, les procédures des travaux hors tension doivent être appliquées.

III.9.3.2.1.d Travaux au voisinage

Il s'agit de travaux ou opérations exécutées au voisinage de pièces nues sous tension. Ces opérations peuvent être d'ordre électrique ou non. Il ya lieu de distinguer entre les deux opérations en considérant des zones de travaux différentes et en graduant les procédures, les moyens de protection à mettre en œuvre et la compétence à rechercher pour le personnel. L'opérateur doit se tenir éloigné des pièces nues sous tension, à des distances définies, ou à utiliser des protections isolantes placées entre les personnes et ces pièces. Ces distances peuvent être matérialisées par des obstacles plus ou moins performants tels que barrières, écrans, banderoles, placés à des distances précises et définies dans les règles.

Chapitre 3 : Mesures de protection



Figure III.21 : Moyens de matérialisation des distances d'éloignement des pièces nues sous tension.

Des protections isolantes recouvrant ou enveloppant les pièces nues sous tension sont utilisées dont le matériau doit résister aux surtensions qui apparaissent sur les installations en exploitation.

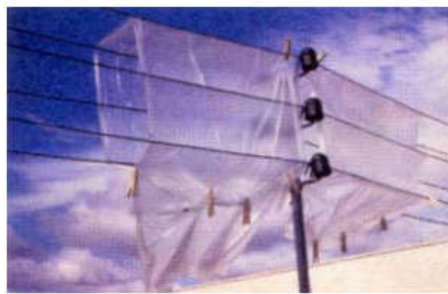


Figure III.22 : Enveloppe de pièces nues sous tension avec nappes, capuchons et pinces



Figure.III.23 : Travaux d'ordre non électrique au voisinage de lignes électriques

III.10. Le matériel de protection

Des Protections individuelles et Collectives sont employées pour les interventions et travaux sur installations électriques.

Chapitre 3 : Mesures de protection

III.10.1 Les Equipements de Protection Individuelle(EPI)

Ils sont obligatoires pour les travaux au voisinage et les travaux sous tension.

- gants isolants,
- lunettes ou masque de protection contre le rayonnement ultraviolet et infra rouge,
- vêtements secs non inflammables recouvrant totalement bras et jambes, ne comportant pas de parties conductrices (fermetures à glissières métalliques...),
- chaussures isolantes à semelles compensées,

Eliminer les bagues et bracelets métalliques qui augmentent considérablement les surfaces d'entrées du courant s'ils viennent en contact avec une pièce sous tension.



Figure.III.24 : Equipements de Protection Individuelle(EPI)

III.10.2. Emploi d'outils isolés ou isolants

Afin de protéger l'opérateur et éviter la survenance de courts-circuits, il est prescrit d'employer pour les travaux sous tension ou au voisinage en basse tension, des outils isolés ou isolants tels que :

Chapitre 3 : Mesures de protection

- pinces universelles ou à poignée isolée,
- tournevis à manche isolant,
- clefs diverses revêtues de matériaux isolants,
- ... etc.

Du matériel à isolation renforcée est utilisé afin d'éviter la mise en contact accidentelle de pièces portées à des potentiels différents ; il est marqué de 2 triangles croisés. Ce matériel est adapté aux travaux ou interventions en zone de voisinage BT



Figure III.25 : Symbole outillage électrique



Figure III.25 : Outils à main isolés

Des perches isolantes et outils adaptables pour travaux sous tension (NF C 18-402-HD 542 S1). Deux types de perches sont habituellement utilisées : la perche isolante de sauvetage, encore appelée perche à corps et la perche de manœuvre.



Chapitre 3 : Mesures de protection

Figure III.26 : Perches isolantes



Figure III.26 : Echelles isolantes (a) et (b) et nacelle isolante (c)



Figure III.27 : Les harnais pour travaux en hauteur

III.10.2. Protections collectives

III.10.2.1 Les Equipements Collectifs de Sécurité (ECS)

a) Protections collectives à caractère permanent :

Sont incorporées dans les installations électriques en vue d'éviter les risques de contact direct avec les pièces nues sous tension (capots d'appareils de coupure, grillages et écrans de protection, enceintes équipotentielles, blindages, mises à la terre automatiques, etc.)



Figure III.29 : Protections permanentes par Grillage (a) et porte (b) d'armoire électrique

Chapitre 3 : Mesures de protection

b) Protections collectives à caractère temporaire, nécessaires seulement pendant le temps d'intervention sur les machines, les ouvrages et les installations.

- **Écrans, grillages de protection et protecteurs isolants**, destinés à isoler une zone de travail de tout contact fortuit avec des pièces ou des conducteurs sous tension. Ils peuvent être en matériaux isolants (bois bakéliné, matières plastiques expansées, fibre de verre, etc.). Ils permettent de créer une enceinte isolée à l'intérieur de laquelle les travailleurs peuvent évoluer en sécurité ou, inversement, de limiter une zone dans laquelle tout déplacement, toute intervention sont interdits à quiconque
- **Nappes isolantes** vinyliques (EN 61112) éventuellement maintenues par des Pincettes en bois, utilisées pour isoler totalement ou partiellement les tableaux de distribution à basse tension, de contrôle ou de comptage, ainsi que pour les câbles souterrains, du reste de l'installation sur laquelle doit intervenir l'opérateur.
- **Tapis isolants** (NF C 18-420 – EN 61111), permet d'éviter le risque où l'équipotentialité du sol environnant n'est pas réalisée.
 - **Profilés isolants** pour les conducteurs (NF C 18-425),
 - **Capuchons** isolants pour les isolateurs des réseaux aériens, permettent de mettre le ou les opérateurs à l'abri des contacts électriques, sans préjudice des mesures de protection individuelles à prendre dans le cas de travaux sous tension.
 - **Capuchons** protecteurs isolants adaptés à la section du câble, utilisés pour isoler les extrémités de conducteurs isolés ou protégés, en attente de mise en place sur les appareils de jonction, lors de raccordement sous tension.
 - **Balisage** pour délimiter l'emplacement de travail.
 - **Pancarte** d'avertissement de travaux (responsabilité du BR ou du B2)

Chapitre 3 : Mesures de protection



Figure III.30 : protections temporaires par écran(a), nappes, capuchons et pinces (b), balisage (c), (d) et signalisation (d) et (e)

c) Matériel de condamnation des appareils

Lors d'une intervention sur une installation hors tension, l'appareil de coupure doit être condamné à la position ouverte par verrou ou cadenas personnel et appose une pancarte très lisible portant une inscription telle que « Appareil condamné – Défense de manœuvrer ».



Figure III.31 : Condamnation par cadenas et pancarte

III.11. Distances de sécurité

Dans le cadre de la publication UTE C185-15, on distingue les travaux et interventions :

- sous tension,
- au voisinage immédiat de pièces nues sous tension,
- au voisinage de pièces nues sous tension,

Chapitre 3 : Mesures de protection

- sans prescription,

Des travaux pour lesquels des distances ont été fixées, par rapport aux pièces nues sous tension, compte tenu :

- de tous les mouvements possibles des pièces nues sous tension,
- de tous les mouvements possibles des matériels et engins utilisés.

III.11.1 Les Locaux Réservés aux Electriciens (LRE)

Ceux sont des enceintes normalement maintenues fermées dont l'accès n'est possible qu'aux **personnes habilitées** et désignées ou autorisées et surveillées. Ils contiennent les Ouvrages Electriques (installations et équipements) permettant l'accès éventuel à des pièces nues sous tension dans les domaines de la basse tension ou de la haute tension.

On considère qu'une pièce sous tension devient directement accessible lorsque son indice de protection est inférieur à IP2x en BT et IP3x en HTA.

La réglementation n'exige pas la fermeture à clef des locaux BT. L'intérieur du LRE est découpé en zones d'environnement et de voisinage. Les degrés d'habilitation requis pour l'accès aux LRE varient selon le domaine de tension et la distance maintenue entre la personne et les pièces nues sous tension. Une **Instruction Permanente de Sécurité (IPS)** notifie les consignes à respecter à l'intérieur du LRE. En zone de voisinage la personne doit porter un **Equipement de Protection Individuelle (EPI)**

III.11.2 Zone d'environnement

Par zones d'environnement, on entend celles relatives aux personnes, par rapport aux ouvrages électriques. On distingue quatre zones.

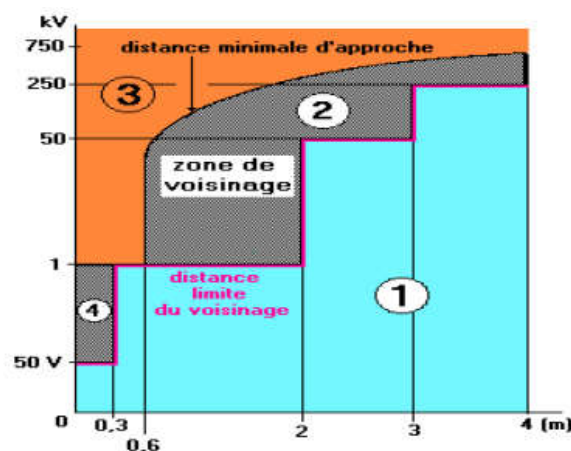


Figure III.32 : Zones d'environnement

Chapitre 3 : Mesures de protection

- **zone 1:** c'est la zone qui s'étend au delà de la limite de voisinage
- **zone 2:** c'est la zone de voisinage du domaine HT
- **zone 3:** c'est la zone comprise entre les pièces nues sous tension et la distance minimale d'approche (DMA) du domaine HT. La DMA est la distance à partir de laquelle il y a risque d'amorçage.
- **zone 4:** c'est la zone de voisinage ou de travail sous tension du domaine BT (distance inférieure à 30 cm à partir de pièces nues sous tension). Tout matériel correspondant au degré de protection IP2X ne doit pas être considéré comme pièce nue sous tension.

III.11.3 Prescriptions générales

ZONE	TITRE	LIEU - DOMAINE	EPI
ZONE 1 - BT	B0, B1, B2	Intérieur du local à plus de 30 cm des pièces nues sous tension (BT)	Casque (voir IPS)
ZONE 1 - TBT	Pas d'habilitation Si TBTS ou TBTP < 25V	Intérieur du local à moins de 30 cm des pièces nues sous tension	
ZONE 4	B0V, B1V, B2V B1T, B1N, B2T	ZONE DE VOISINAGE DE LA BT A moins de 30 cm des pièces nues sous tension	Casque Gants isolants Lunettes anti-UV
ZONE 1 - HT	H0, H1, H2	Intérieur du local en delà des zones de voisinage de HT	Casque (voir IPS)
ZONE 2	H0V, H1V, H2V	ZONE DE VOISINAGE DE LA HT	Casque Gants isolants HT Lunettes anti-UV
ZONE 3	H1T, H1N, H2T	Entre la DMA et les pièces nues sous tension (HT)	Equipements spéciaux HT

Tableau III.4 : Prescriptions générales

III.11.4 : La Distance minimale d'approche (DMA)

La DMA est la distance à partir de laquelle il y a risque d'amorçage. C'est la somme de la distance de tension et de la distance de garde.

La distance de tension t (exprimée en mètres) est donnée, en l'absence de dispositifs de protection appropriés ou de mise hors de portée, par $t = 0,005 U_n$, avec U_n (en kV) valeur nominale de la tension.

Chapitre 3 : Mesures de protection

La distance de garde g a pour objet de libérer l'opérateur du souci permanent de respect de la distance de tension

III.11.5 : Distances limites de voisinage

Elles permettent de définir des zones de travaux et d'interventions dits *au voisinage* et concernent les travaux exécutés par des personnes habilitées ou par des personnes non habilitées surveillées par des personnes habilitées. Les distances limites (supérieure) de voisinage des pièces conductrices nues sous tension sont :

- 0,30 m en BT
- 2 m en HT pour $1\text{kV} < U_n < 50\text{kV}$
- 3 m en HT pour $50\text{kV} < U_n < 250\text{kV}$
- 4 m en HT pour $U_n > 250\text{kV}$

VIII.7 : Zone de travail

C'est celle dans laquelle l'opérateur est amené à évoluer avec ses outils ou les matériels qu'il manipule. À l'intérieur de cette zone, qui doit être balisée, ne doivent pénétrer que les personnes autorisées ou désignées pour le travail à y effectuer. Cette notion de **zone de travail** est à prendre en considération quelle que soit l'opération à effectuer, qu'elle soit hors tension, sous tension, au voisinage, ou qu'il s'agisse d'une intervention. A titre d'exemple, les tableaux (III.5) et (III.6) ci dessous, donnent les distances D limites de la zone de travail en fonction de la tension de la pièce nue.

Zone \ classe de tension	BT	MT	HT 5,5kV	HT 15kV	HT 20kV
Sans prescription de sécurité	3m*	3m	3m	3m	3m
Au voisinage de pièces nues sous tension	0,30m	0,30m	0,65m	0,70m	0,80m
Au voisinage immédiat de pièces nues sous tension	Très près mais sans contact	0,10m	0,45m	0,55m	0,60m
Sur pièces nues sous tension	Contact	contact	contact	contact	Contact

*A l'intérieur des bâtiments cette distance est ramenée à 1m.

Tableau III.5 : limites inférieures de la zone de travail par rapport à la pièce nue sous tension en fonction de la classe de tension.

Chapitre 3 : Mesures de protection

Zone de travail et d'intervention	220 ou 380 V (Valable de 50 à 430 V)	20 kV
Sans prescription	$D > 1\text{m}^{**}$	$D > 3\text{m}$
Voisinage	$0,30 < D < 1\text{m}^*$	$0,80 < D < 3\text{m}$
Voisinage immédiat	$D \leq 0,30 \text{ m}$	$0,60 < D < 0,80\text{m}$
Sous tension	Au contact	$D \leq 0,60\text{m}$
*A l'extérieur $0,3 < D < 3\text{m}$		**A l'extérieur $D > 3\text{m}$

Tableau III.6 : limites de la zone de travail par rapport à une pièce nue sous tension en fonction du niveau de tension.

III.12. Schéma de liaison à la terre (SLT) O U Régimes du neutre

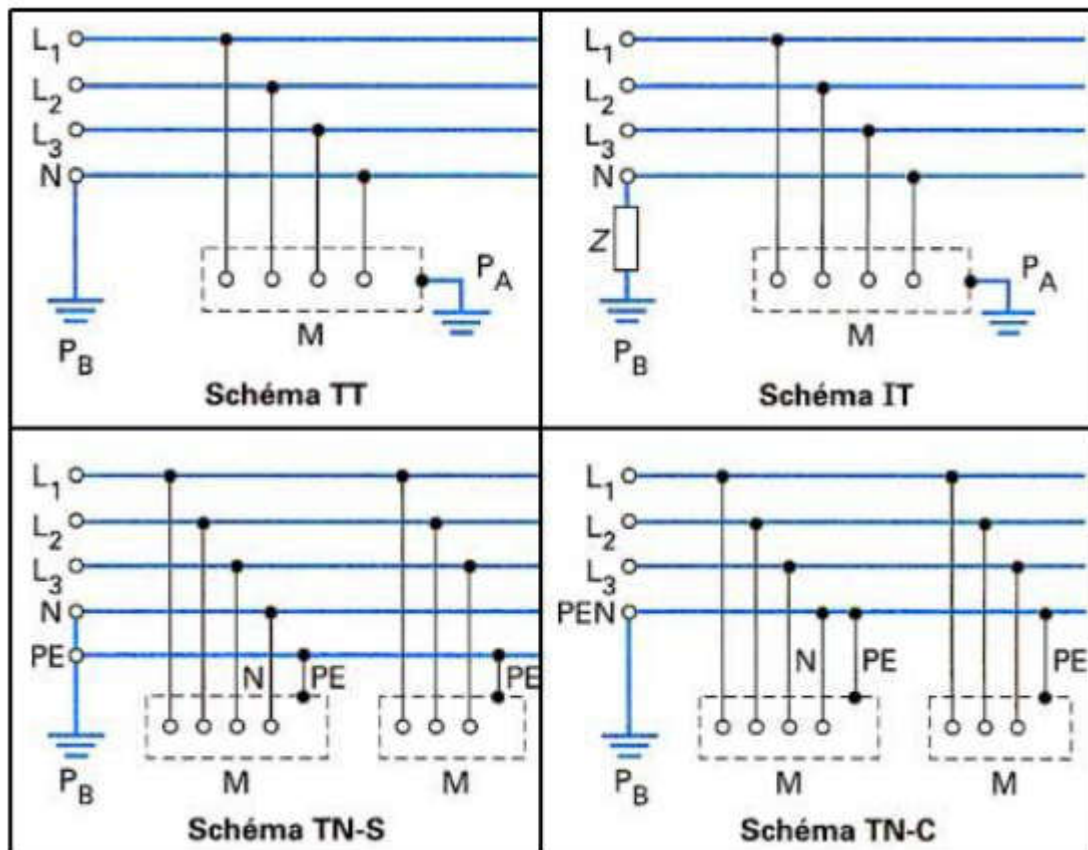
Les différents schémas de distribution en basse tension sont codifiés par les lettres suivantes :

1 ^{ère} lettre : Neutre de l'alimentation (Transformateur)		2 ^{ème} lettre : Masses de l'installation (Utilisateur)	
Raccordé à la terre	T	T	Raccordées à la terre
Isolé à la terre	I	T	Raccordées à la terre
Raccordé à la terre	T	N	Raccordées au neutre

Remarques :

- ✦ Le neutre de l'alimentation peut être isolé à la terre à travers une impédance.
- ✦ Les masses sont reliées directement au neutre de l'alimentation mis à la terre,
- Soit par **un conducteur commun** avec le neutre (troisième lettre C), régime TNC
- Soit par **un conducteur distinct** de celui du neutre (troisième lettre S). régime TNS

Chapitre 3 : Mesures de protection



$L_1 L_2 L_3$: Conducteurs de phases.

N : Neutre.

M : Masses.

PE : Conducteur de protection.

PEN : Conducteur de protection et de neutre confondus.

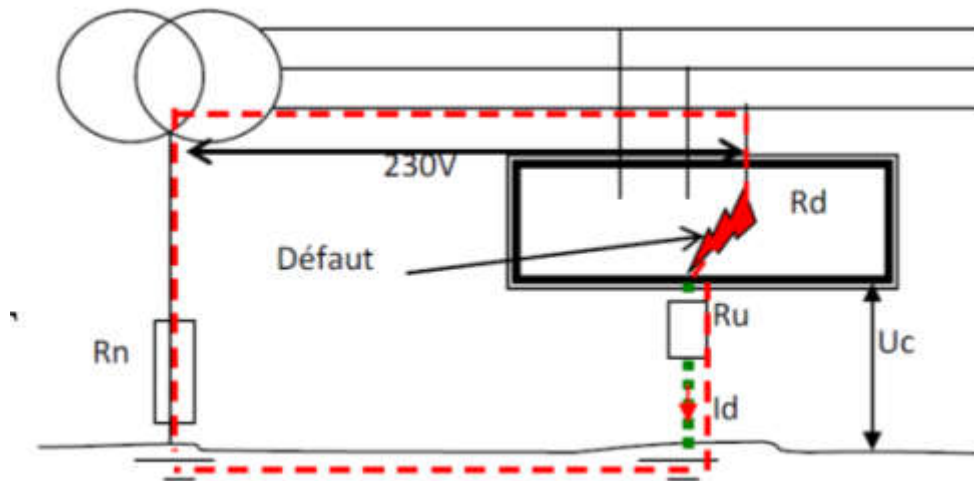
PA : Prise de terre des masses.

PB : Prise de terre de l'alimentation.

Z: Impédance.

III.12.2. Régime de neutre TT : le premier T indique que le neutre de l'installation est relié à la terre coté générateur et le deuxième indique que les masses (carcasse métallique) sont reliées à la terre.

Chapitre 3 : Mesures de protection



Régime TT

III.12.3. Régime TN

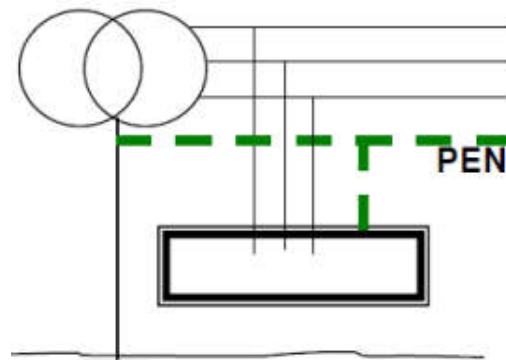
Le neutre de l'alimentation est relié à la terre et les masses sont reliées au neutre.

Tout défaut d'isolement devient un défaut entre phase et neutre (court-circuit phase neutre).

III.12.3.a. Régime TNC

Le conducteur de protection et le neutre sont confondus en un seul conducteur PEN :

- Protection Electrique + Neutre
- Section des conducteurs actifs $\geq 10 \text{ mm}^2$



Régime TNC

III.12.3.b. Régime TNS

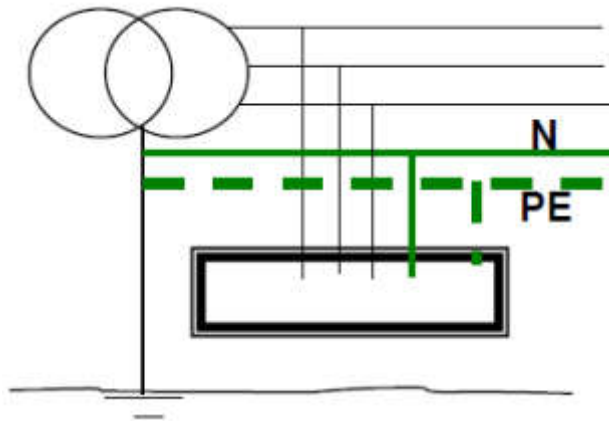
Les prises de terre du neutre et des masses sont interconnectées.

En cas de défaut, un courant I_d circule dans le conducteur

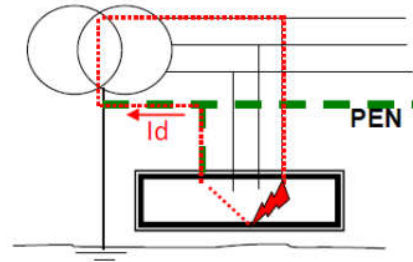
PE ou PEN.

- Court-circuit donc I_d est important.
- Déclenchement des protections.

Chapitre 3 : Mesures de protection



Boucle de courant



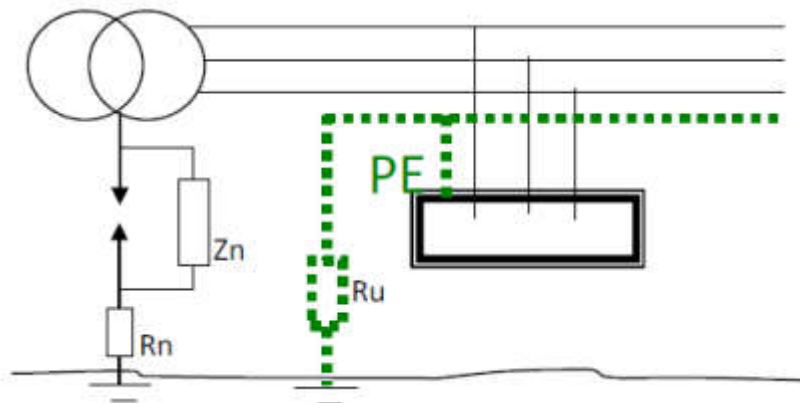
Régime TNS

Caractéristiques

- ✦ Déclenchement au premier défaut.
- ✦ Répartition des prises de terre dans toute l'installation.
- ✦ Défaut d'isolement phase/masse est transformé en défaut phase/neutre

III.12.4. Régime IT :

Le neutre est isolé de la terre (relié à la terre par une impédance). Les masses sont reliées à une prise de terre.



Régime IT

Chapitre 3 : Mesures de protection

III. 13. Effets du champ électrique et magnétique

II.10.2.1 Effets avérés

Lors d'une exposition à des champs électriques et/ou magnétiques 50 Hz d'intensité très élevée, des effets directs peuvent apparaître. Ces effets ont bien été étudiés chez des volontaires humains et chez l'animal. Les normes et recommandations nous protègent de ces effets avérés directs.

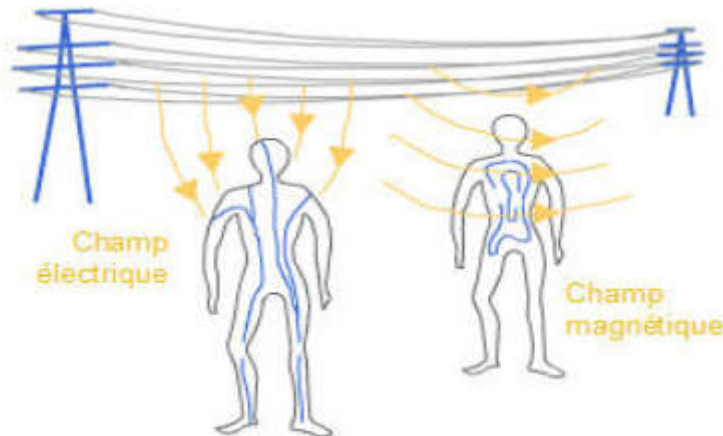


Fig.III.33 Passage du champ électrique et magnétique

Il existe de nombreux effets avérés sur le système nerveux liés à l'exposition aux champs électriques et magnétiques 50Hz:

- Stimulation directe des tissus nerveux et musculaires
- Induction de phosphènes au niveau de la rétine.

Il faut également savoir que les courants électriques existent naturellement dans le corps humain:

- Un électroencéphalogramme enregistre l'activité électrique du cerveau. L'enregistrement de l'électricité produite par les neurones du cerveau est recueillie grâce à de petites électrodes placées sur le cuir chevelu.
- Un électrocardiogramme enregistre l'activité électrique du cœur. Le cœur est un muscle, qui, comme tous les muscles, émet une certaine quantité d'électricité quand il est en action. L'électricité émise peut être enregistrée à l'aide d'électrode.

I.13.2. Les tensions induites

Chapitre 3 : Mesures de protection

Les tensions induites résultent de la pollution produite par le réseau 50Hz ou les appareils électroménagers. Ces derniers induisent une tension variable en périphérie du corps. Un champ induit alternatif provoque une oscillation ou un déplacement des charges libres et la rotation des molécules polaires, proportionnelle à la fréquence d'exposition. Une extrémité de l'appareil se raccorde dans une mise à terre, l'autre dans la main. Pour réduire ces tensions induites, on place des blindages ou des cages de Farade sur les sources, puis on les raccorde sur une liaison équipotentielle correcte.

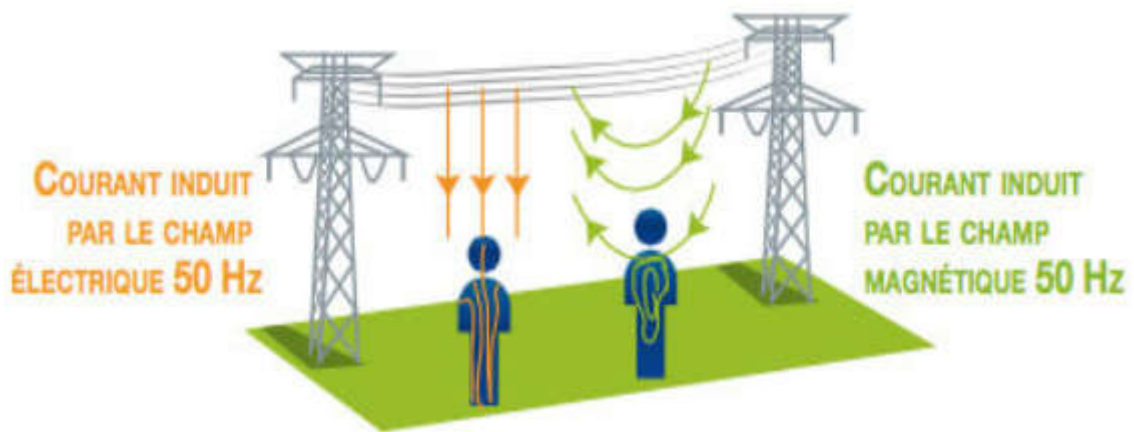


Fig.III.34. Courant induit par le champ électrique et magnétique

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

IV. Les incendies et les explosions d'origines électriques

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

IV.1. Les explosions

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

IV.1.1. Les causes de l'explosion

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

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

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

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

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

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

IV.1.2 La prévention contre les explosions

❖ Eviter la formation d'atmosphères explosives

➤ Mesures relatives aux produits

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

➤ Mesures relatives aux procédés

- Refroidissement
- Contrôle des températures et des pressions

❖ Identifier les sources d'inflammation

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

❖ Limiter les effets des explosions

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

❖ **Adopter des mesures organisationnelles**

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

IV.2. Les incendies d'origine électrique

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

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

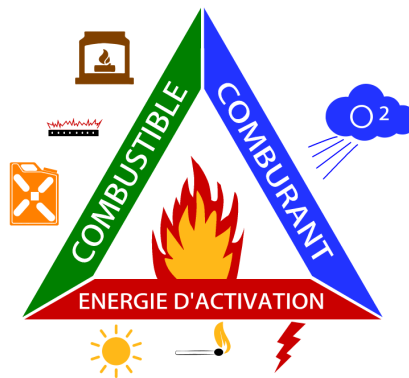


Figure IV.1 : Triangle du feu

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

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

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

1- Les surintensités

1-1-Surcharge :

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

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

- Prises multiples surchargées

1-2- courts-circuits :

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

1-3- défauts d'isollements :

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

2- Surtensions

On trouve fréquemment les effets directs et indirects des foudres.

3- zone environnante : décharge électrostatique.

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

IV.3. Prévention Usage des systèmes de sécurités

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

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

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

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

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

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

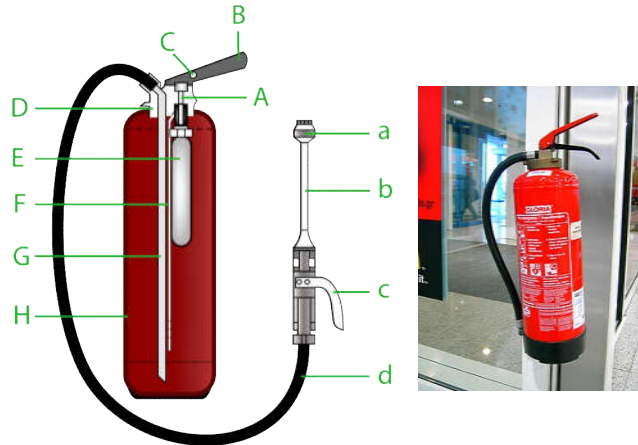


Figure IV. 2 : Schéma d'un extincteur à eau.

IV.3.2. Les agents de lutte contre le feu

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

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

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

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

IV.4. Les effets des bruits et vibrations

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

IV.4.1 Les effets du bruit

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

IV.4.1.1 Le niveau de bruit

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

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

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

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

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

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

communication verbale, détourne l'attention) ;

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

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

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

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

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

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

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

IX.2.1.2 Mesures de prévention contre le bruit

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

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

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

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

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



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

Prévoir des équipements de protection individuelle

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

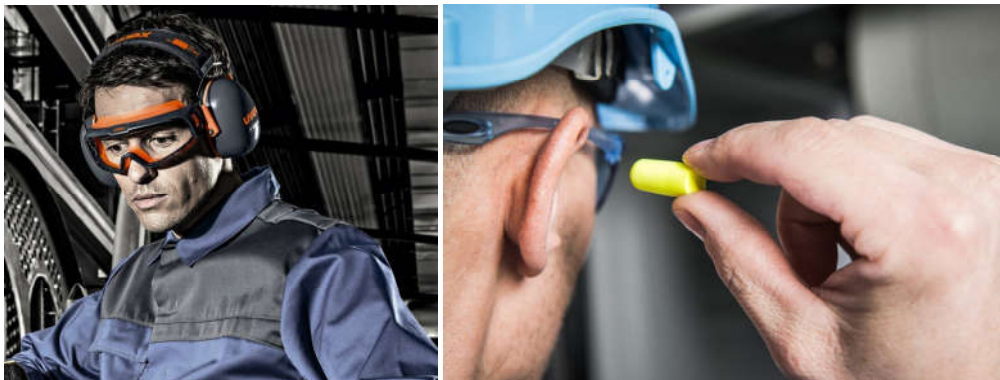


Figure IV.4 : Protections auditives individuelles

IV.2.2 Les effets des Vibrations sur le corps humain

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

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

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

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

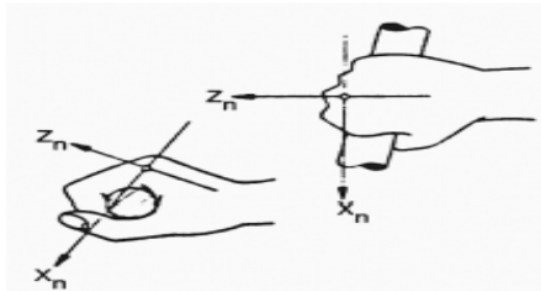


Figure IV.4 : Les axes par rapport aux mains

IV.2.2.2 Mesures de prévention contre les vibrations

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

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

Mesures de prévention concernant l'ensemble du corps

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

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



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

Chapitre 5 : Mesures de secours et soins

V.1.Introduction

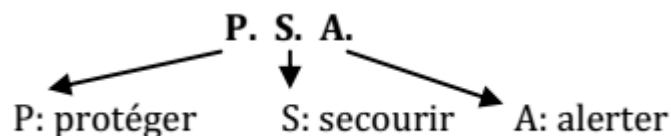
Souvent, il suffit de gestes simples mais bien accordés pour sauver une vie humaine. A vrai dire, la sauvegarde de cette vie dépend d'une simple action sous tendue par deux tâches : Protéger-Alerter. Mais surtout faire en sorte que cette impulsion de dévouement, d'altruisme, de courage n'entraîne pas des blessures graves ou la mort de sauveteurs. Pour des raisons bien évidentes de sécurité, il faut s'abstenir d'entreprendre quelques actions spontanées dangereuses dans l'intention de sauver une vie, comme par exemples :

- se jeter à l'eau
- traverser l'autoroute
- descendre dans une foss
- se précipiter sur une personne victime d'un accident électrique.

L'alerte, quand elle s'implose, permet la prise en charge rapide de la victime par les services de secours spécialisés qui prennent le relais.

X.2 Quoi faire suite à une électrisation?

La conduite à tenir en cas d'accident d'origine électrique se base sur la règle générale de secourisme qui est :



X.2.1 Protéger

C'est assurer sa protection, celle de la victime, de ses biens, ainsi que celle des témoins. Dans le cas d'un **accident électrique**, Le but est de soustraire les personnes présentes et l'accidenté de tous conducteurs ou pièces sous tension. Si la victime est en contact avec la source électrique, toute intervention imprudente risque d'accidenter le sauveteur. Pour soustraire la victime aux effets du courant, il faut réaliser une mise hors tension et le sauveteur doit s'isoler, pour cela il faut procéder et dans l'ordre à :

Couper ou faire couper l'alimentation en énergie électrique

Chapitre 5 : Mesures de secours et soins

- par la manœuvre d'un arrêt d'urgence,
- ou l'action sur le disjoncteur d'alimentation,
- coupure du compteur,
- ou en débrochant une prise,
- écarter le fil avec un objet isolant (perche isolante, morceau de bois sec) ou à l'aide de gants isolants, etc...
- S'assurer que la remise sous tension ne pourra être effectuée,
- **dégager la victime** en cas de nécessité.



- Figure V.1 : Protéger c'est s'isoler, couper et dégager

- **Le dégagement d'urgence** consiste à sortir la victime du lieu de l'accident le plus rapidement et de la mettre en sécurité, si elle est exposée à un risque de sur accident ou à un danger vital, sans aggraver son état.

En règle générale,

- On ne déplace pas
- On ne remue pas
- On ne touche pas

Le dégagement d'urgence ne peut se pratiquer que sur :

- Une victime inconsciente soumise à un danger,
- Une victime incapable de se soustraire d'elle-même.

V.2.2 Alerter

C'est prévenir ou faire prévenir les secours spécialisé en formulant un message clair, précis et concis. La conduite à tenir est :

Chapitre 5 : Mesures de secours et soins

- Appeler ou faire appeler les secours spécialisés,
 - Protection civile , Samu (Service d'Aide Médicale Urgente), Police, Gendarmerie
 - Un médecin
- Formuler le message d'alerte qui doit préciser :
 - Numéro de téléphone
 - Lieu de l'accident
 - Nombre de victimes
 - Etat des victimes
 - Gestes effectués
- Ne jamais couper la communication le premier, attendre l'ordre du correspondant
- Rester auprès de la victime jusqu'à l'arrivée des secours.

V.3 Secourir

C'est assister la victime dans l'attente de l'arrivée des secours. Dès que l'accidenté a été soustrait au contact et les secours ont été alertés, le secouriste doit procéder au bilan et surveillance qui consiste d'abord à recueillir de l'information :

- Que s'est-il passé?
- Tension, points et temps de contact?
- La victime est-elle restée coincée à la source?
- La victime a-t-elle été projetée après son contact avec la source de courant?
- La victime a-t-elle senti passer le courant à travers son corps?
- Y a-t-il des marques de brûlure aux points de contact sur la peau?
- Est-ce que la tension de contact était supérieure à 1 kV?
- La victime est-elle une femme enceinte?

Après quoi il faut :

- Apprécier les trois fonctions vitales, c. à. d. : vérifier :
 - l'état de conscience
 - la ventilation
 - la circulation

Chapitre 5 : Mesures de secours et soins

- ❖ Rechercher une éventuelle lésion :
 - Hémorragie
 - Plaie
 - Brulur
 - Fracture...

Surveiller les fonctions vitales

X.3.1 Apprécier l'état de conscience

Le secouriste doit :

- Poser des questions simples : votre nom ? ça va ?... (Figure V.2)
- Donner des ordres simples : ouvrez les yeux, serrez- moi la main...
- Pincer légèrement la victime (sourd muet)

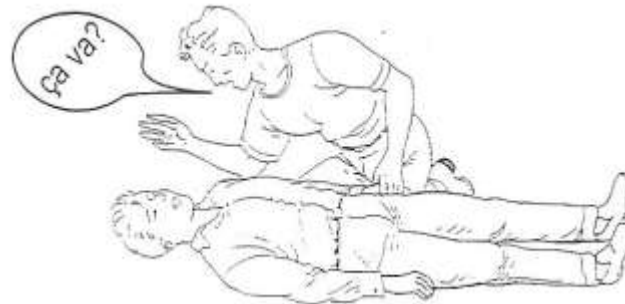


Figure V.2 : Appréciation de l'état de conscience

X.3.2 Apprécier la fonction ventilatoire

Le secouriste doit :

- Assurer la libération des voies aériennes (L.V.A),
- Desserrer tout ce qui est serré (cravate, col, ceinture...),
- Ouvrir la bouche de la victime, la nettoyer (enlever bridge, bonbons) et essuyer les mucosités à l'aide d'un linge propre,
- Placer les quatre doigts d'une main sur le front de la victime,
- Placer deux doigts de l'autre main sous la pointe du menton en prenant appui sur l'os et non dans la partie molle du menton,
- Basculer prudemment la tête en arrière (Figure V.3.a),
- Pencher son oreille et sa joue au-dessus de la bouche et du nez de la victime pour sentir le flux d'air expiré (figure V.3.c),

Chapitre 5 : Mesures de secours et soins

- Observer le soulèvement de la poitrine et du ventre (figure V.3.d)

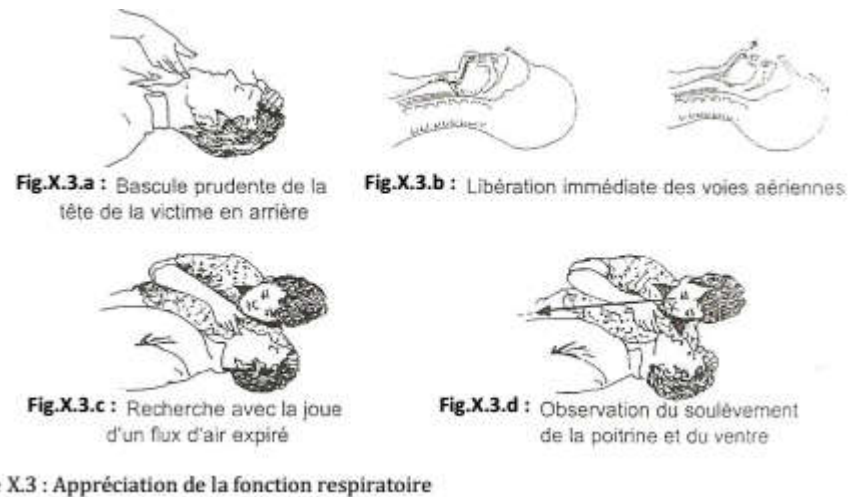


Figure V.3 : Appréciation de la fonction respiratoire

X.3.3 Apprécier la fonction circulatoire

Le secouriste doit :

- ❖ Mettre les trois doigts (index, majeur, annulaire) qui étaient sur le front au milieu du cou, ramener cette main vers lui en palpant la face latérale du cou de la victime en gardant l'autre main sous le menton (figure V.4)

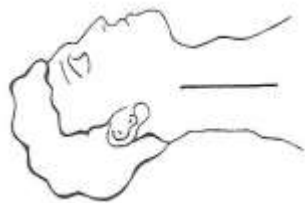


Figure V.4 : Localisation du pouls carotidien

Cas particulier de l'enfant de moins d'un an Le secouriste doit :

- Placer les trois doigts sur la face interne du bras (pouls huméral) (figure V.5)



V.3.4 Rechercher une éventuelle lésion

- saignement,
- coupure de la peau
- brûlure,
- cassures d'un os,

V.3.5 Que doit faire le secouriste après le bilan ?

- Si la victime est inconsciente et respire, la mettre en Position Latérale de Sécurité (PLS), voir la figure (V.6).

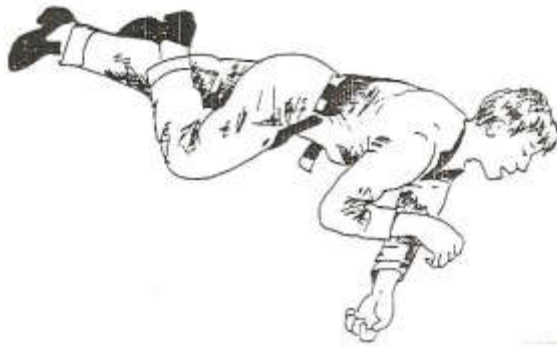


Figure V.6 : Position latérale de sécurité

Si la victime est inconsciente et ne respire pas,

- Commencer la réanimation par deux insufflations bouche à bouche ou bouche à nez (chez l'adulte) ou bouche à bouche et nez (chez le nourrisson).
- Après la deuxième insufflation, contrôler le pouls carotidien
- Poursuivre la manœuvre jusqu'à la reprise de la ventilation ou l'arrivée des secours spécialisés
- Contrôler le pouls carotidien toutes les deux minutes

Fréquence de l'insufflation :

- Adulte : 12-20 insufflations/mn
- Enfant : 20-25 insufflation /mn
- Nourrisson 25 -30 insufflation/mn (Volume d'air : contenu des joues)

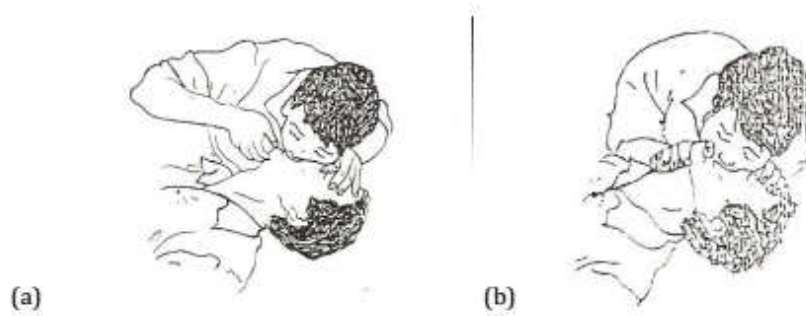


Figure V.7 : insufflation progressive du secouriste (a) Bouche à bouche, (b) Bouche à nez

Si la victime n'a pas le pouls

Après avoir vérifié l'absence de la ventilation, pratiqué deux 02 insufflations et vérifié l'absence du pouls carotidien, le secouriste doit procéder au massage cardiaque externe (MCE) associé à la respiration artificielle.

Cette méthode de réanimation, indispensable si le cœur est en fibrillation, devra être pratiquée si le sauveteur est formé et entraîné. Le secouriste doit :

- Avec le talon d'une main (l'autre main est placée sur la première) effectuer une poussée verticale de 3 à 5 centimètres sur la partie basse du sternum, en relevant les doigts des deux mains (Figure V.8), les bras tendus, puis relâcher sans décoller les mains.
- Réaliser successivement 30 compressions thoraciques pour 2 insufflations en comptant à haute voix (et 1, 2,3...et 30) à raison de 80 compressions par minutes chez l'adultes (Figure X.9)
- Contrôler le pouls carotidien tous les 5 cycles

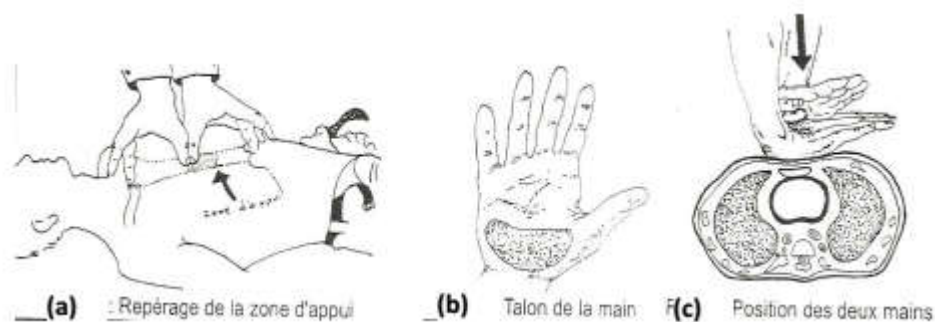


Figure V.8 : Préparation de la manœuvre du MCE (a) Repérage de la zone d'appui, (b) talon de la main et (c) position des deux mains

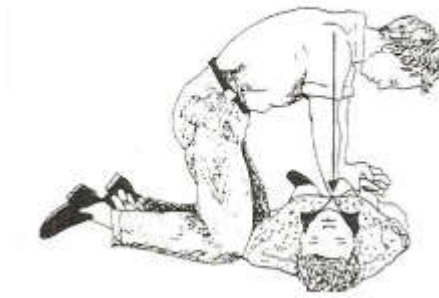


Figure V. 9 : Massage cardiaque externe à un accidenté

Chez l'enfant :

- Le secouriste doit utiliser le talon d'une seule main pour effectuer des compressions de 2 à 3 centimètres.
- Respecter une fréquence de 100 compressions par minute.
- Pour des cycles de 30 compressions pour 02 insufflations.
- Contrôler le pouls tous les 10 cycles.

Chez le nourrisson (moins d'un an) :

Après avoir vérifié le pouls huméral à la face interne du bras et réalisé 2 insufflations par bouche à bouche et nez, le secouriste doit :

- Réaliser des compressions de 1à2 centimètres à l'aide de 03 doigts au milieu du sternum à une fréquence de 120 compressions par minute avec des cycles de 30 compressions pour 02 insufflations (Figure X.10) :
- Contrôler le pouls tous les 10 cycles
- Cette réanimation devra être poursuivie jusqu'à l'arrivée des secours spécialisés

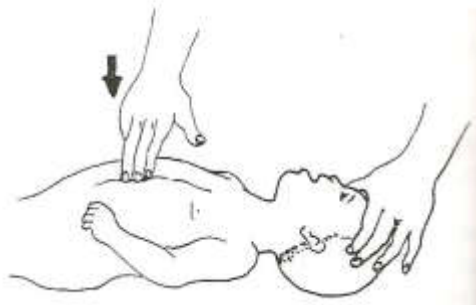


Figure V.10 : Massage cardiaque externe sur un nourrisson de moins d'un an

V.4 Surveillance

Chapitre 5 : Mesures de secours et soins

Le secouriste doit jusqu'à l'arrivée des secours spécialisés :

- continuer à parler à la victime (état de conscience)
- contrôler régulièrement la fonction ventilatoire
- contrôler régulièrement la fonction circulatoire

Le secours à un électrisé ne tolère aucun retard :

- La probabilité de sauver une personne est 95% si l'intervention a lieu dans la première minute,
- elle n'est que de 1% au bout de 6 minutes.
- ❖ Devenez Sauveteur Secouriste du Travail ou suivez une Formation aux Premiers Secours.