UNIVERSITE DE JIJEL
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Intitulé de la matière

Sécurité Industrielle et Habilitation

Cours destiné aux:
Etudiants du Master1 Electromécanique

Responsable de la matière:
Nassira HACIB-FERKHA

Contenu de la matière:

1- Risques électriques (historique, normes, statistiques sur les accidents électriques)

2- Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique

3- Mesures de protection (protection des personnes et matériels)

4- Mesure de sécurité contre les effets indirects du courant électrique (matières nuisibles, incendie, explosions, etc.)

5- Mesure de secours et soins.

CHAPITRE I

RISQUES ÉLECTRIQUES

I. 1. Introduction

la plupart des travailleurs passent au moins huit heures par jour sur leur lieu de travail, que ce soit une plantation, un bureau, une usine, etc. Par conséquent, le milieu de travail devrait être sain et sûr. Malheureusement, ce n'est pas le cas pour de nombreux travailleurs. Tous les jours des travailleurs partout dans le monde sont exposés à diverses menaces pour leur santé: poussières, gaz, bruit, vibrations, températures extrêmes, électrisation.

Certains employeurs n'assument pas leurs responsabilités s'agissant de protéger la santé et la sécurité des travailleurs. En raison des nombreux risques qui existent et du fait que les problèmes de santé et de sécurité sont souvent négligés, les accidents et maladies du travail sont fréquents dans toutes les régions du monde.

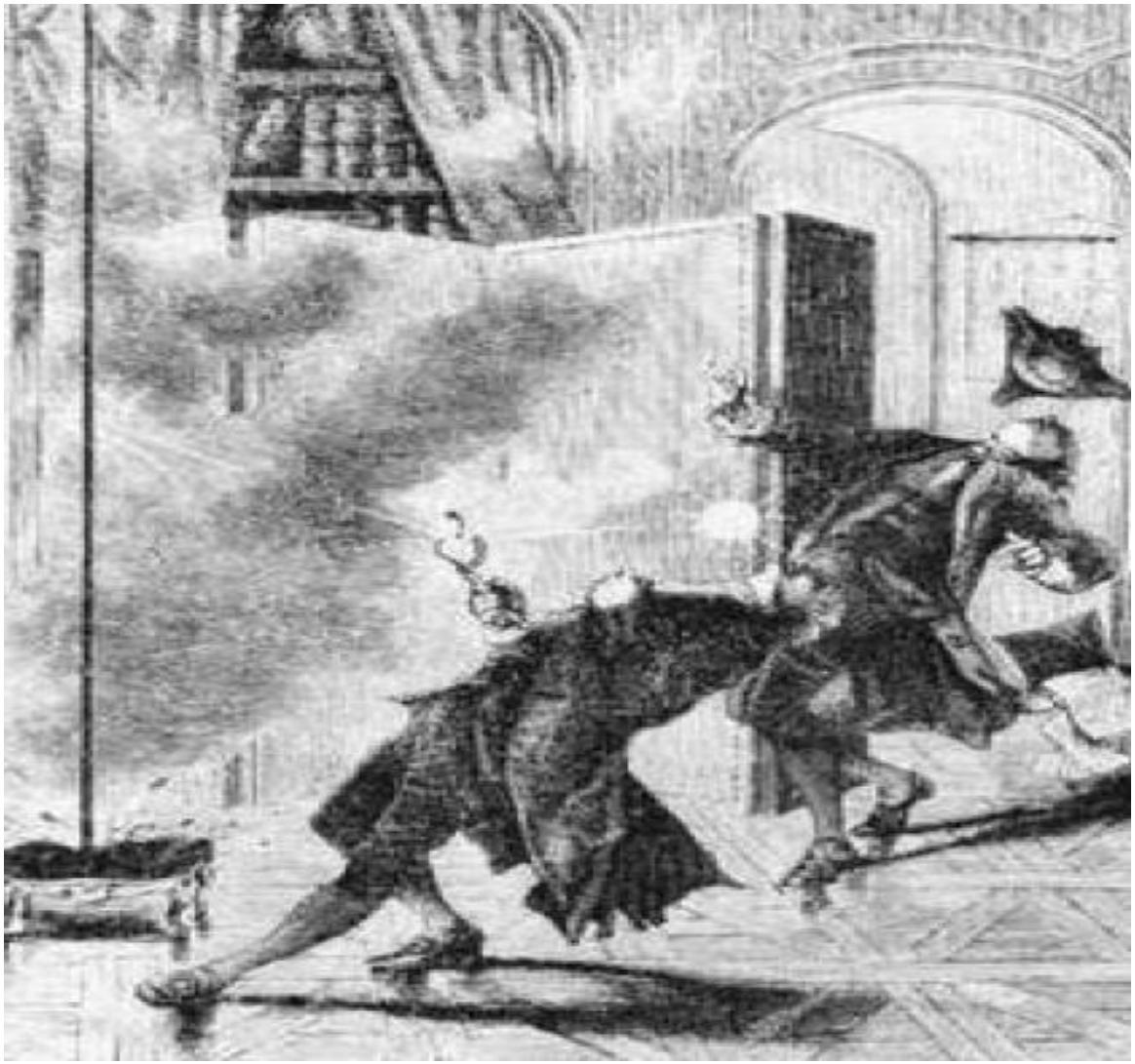
L’utilisation de l’énergie électrique dans tous les domaines (depuis la production d’énergie électrique jusqu’au consommateur final) fait que le risque électrique est présent partout et doit être évalué et maîtrisé en toute occasion.

I. 2. Historique

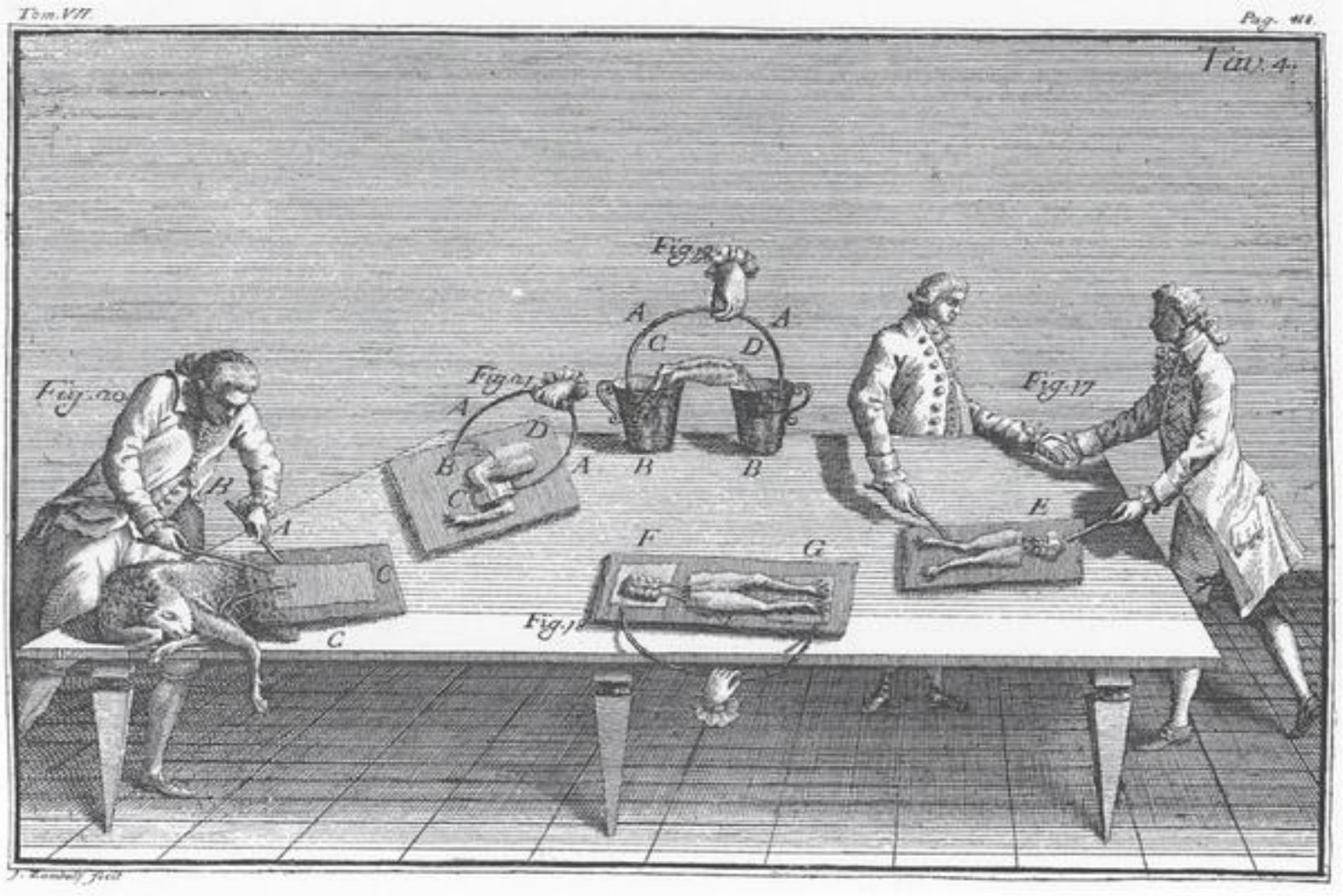
Il y a plusieurs siècles qu'on connaît l'électricité. Elle se matérialisait alors sous forme d'électricité statique (charges électriques).
Les charges électriques peuvent s'évacuer brutalement au contact d'un corps conducteur et provoquer un arc électrique. Il faut savoir que le phénomène d'électricité statique tue chaque année des personnes.

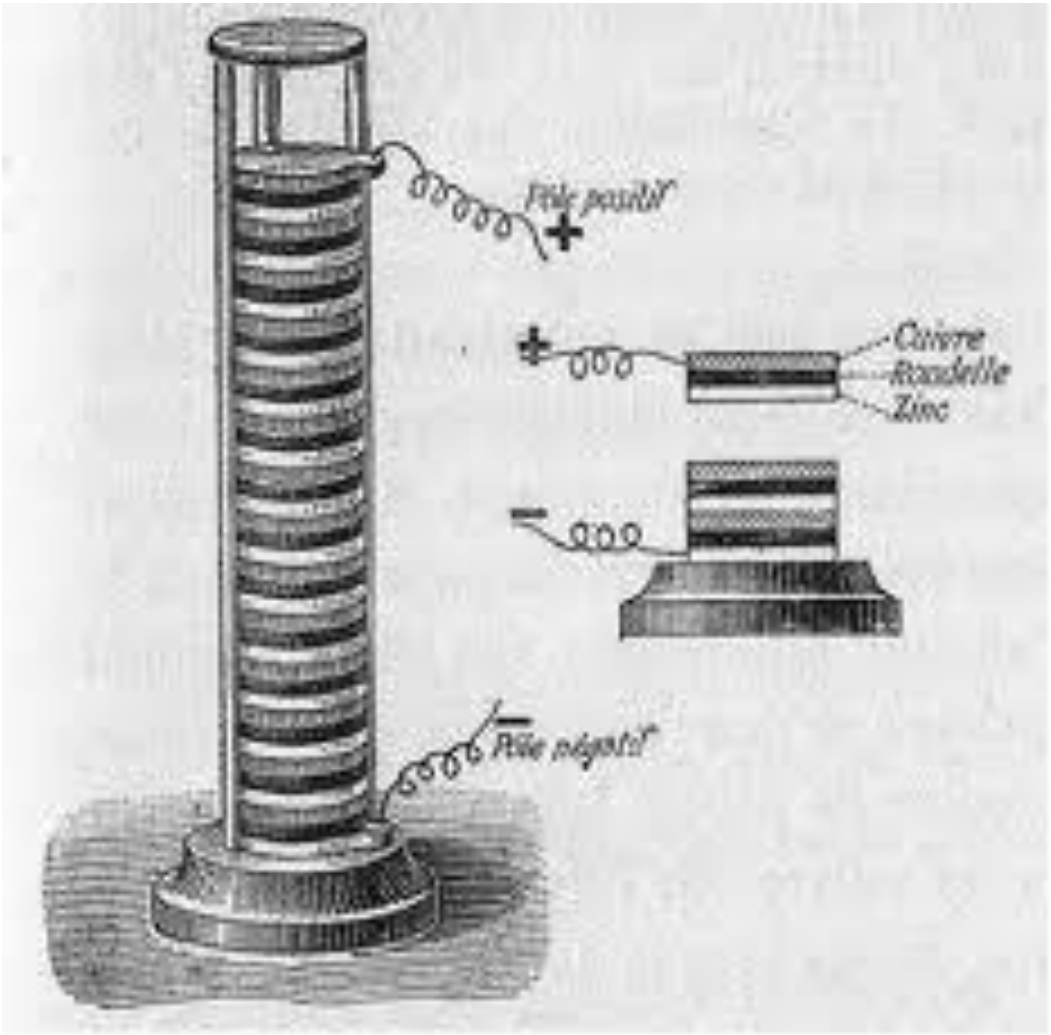
Il y a **plus de deux siècles, Benjamin Franklin** réalisa de nombreuses expériences dont le cerf-volant réalisée en 15 Juin 1752 restant la plus célèbre. Il adopta le premier **la notion d'isolement électrique** et posa le **principe de la mise à la terre**.

Le **professeur Richmann** qui, répétant des expériences sur la foudre (celles de Franklin, Buffon, Lemonnier, de Romas et autres) **avait été électrocuté, le 6 août 1753**. Par temps d'orage, se disposant à mesurer les décharges au moyen d'un électromètre donc on peut le considérer comme étant le **premier exemple, attesté scientifiquement, d'accident électrique**.



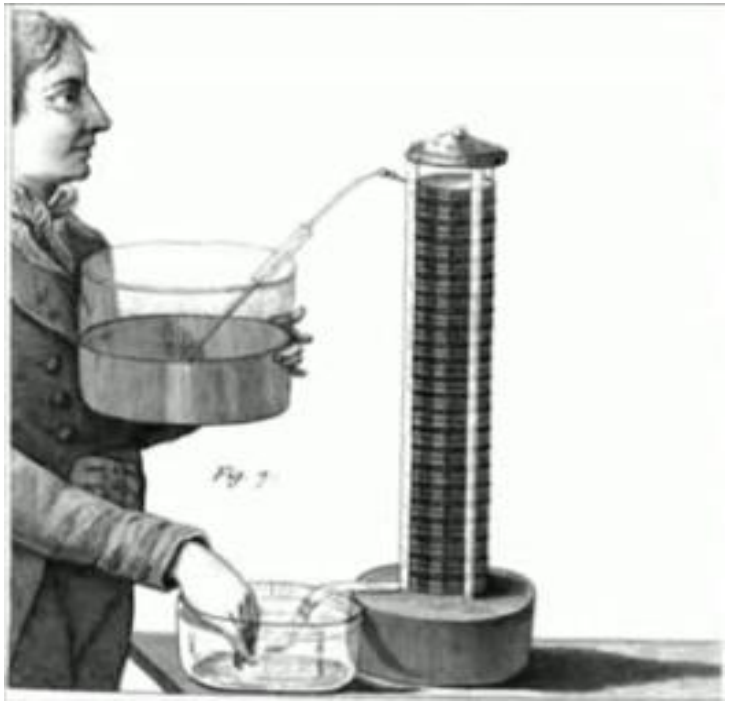
Vers 1790, l'anatomiste italien Galvani entra dans le domaine des réactions de l'organisme animal au courant électrique avec ses expériences sur les grenouilles, et **en 1799 Volta construisit la première pile électrique** qui marque le début de la nouvelle et grande période de l'électricité.





Il construisit alors un dispositif connu sous le nom de « pile à colonne ». Celui-ci consistait en un empilement de **disques de cuivre et de zinc, séparés les uns des autres par des rondelles de drap imprégnés d'eau salée**.
Seul le dernier disque de cuivre était relié par un fil métallique au dernier disque de zinc, permettant ainsi le passage de courant dans ce fil conducteur.

En tant qu'expérimentateur, il faut aussi prendre certains risques, notamment en électricité. Ainsi Volta teste sa pile en plongeant son doigt dans la solution et en évaluant par lui-même le « choc » électrique qu'il ressent.



Les premiers risques ont apparu. Ces **premiers incidents furent surtout chimique du aux produits contenus dans les piles**. Ces produits ont répandu des vapeurs toxiques dans des laboratoires mal aérés. Ces premières piles furent des victimes. Ensuite tout s'emballa très vite, des génératrices de plus en plus puissantes pour recharger des piles de plus en plus grosses, ceci impliqua des tensions de plus en plus élevé et inévitablement des accidents de plus en plus graves.

Les **premières études scientifiques sur l'action physiologique du courant électrique** s'engagèrent alors en **France** et les noms des **chirurgiens des armées impériales Larrey et Bichat** y sont attachés, tandis que le **docteur Uré** réalisa les **premières expériences de réanimation des électrisés**. La voie était ouverte à ces méthodes dont on connaît l'importance aujourd'hui.

Des **recherches sur les effets physiopathologiques du courant électrique** ont été effectuées par de nombreux chercheurs ; parmi eux, il convient de citer les noms de Dalziel, Ferris, Jacobsen, Knickerbocker, Koeppen, Sam, Ozypka, Lee... Ces travaux ont porté **sur des animaux vivants** dont les réactions peuvent être extrapolées par rapport à celles de l'homme. Des **mesures de résistance** ont également été effectuées **sur des cadavres humains peu de temps après leur décès**.

Entre 1970 et 1980, le professeur autrichien Biegelmeier s'est livré sur lui-même à des mesures de courant et d'impédance sous des **tensions allant de 10 à 220 V**, entre différentes parties de son corps et dans différentes conditions d'humidité. Il a ainsi effectué **plus de 600 mesures** qui ont permis d'améliorer de façon importante nos connaissances sur les effets du courant électrique sur le corps humain. Inutile de préciser que cet homme courageux s'était entouré de toutes les précautions nécessaires pour éviter tout risque d'accident; en particulier, le circuit qui l'alimentait était **protégé par quatre dispositifs différentiels de 30 mA en série**, et son assistant disposait des **moyens de réanimation** nécessaires.

I. 3. C’est quoi un risque électrique?

Un risque électrique peut se définir comme:

- ❑ Une situation dangereuse où un travailleur pourrait faire un contact électrique avec de l’équipement ou un fil sous tension dont le choc pourrait lui causer une blessure et/ou la mort,

- ❑ La possibilité d’infliger au travailleur une brûlure du coup d’arc, une brûlure thermique ou une blessure par souffle.

Le risque électrique comprend:

- ✓ le risque de contact, direct ou indirect, avec une pièce nue sous tension,
- ✓ le risque de court-circuit,
- ✓ le risque d’arc électrique.

Ses conséquences sont:

- ✓ l’électrisation,
- ✓ l’électrocution,
- ✓ l’incendie,
- ✓ l’explosion…

I.4. Normalisation

I.4.1. C'est quoi une norme?

C'est un document de référence qui apporte des réponses à des questions techniques et commerciales répétitives.

Elles sont élaborées selon des procédures strictes par l'ensemble des acteurs concernés: producteurs, utilisateurs, laboratoires, pouvoirs publics, consommateurs, puis homologuées par un organisme d'état tel que:

- AFNOR (Association française de normalisation) pour la France,
- D.I.N (Deutsche Institut fur Normung) pour l'Allemagne,
- S.I. (Standard Institut) pour la grande Bretagne.

I.4.2. Quel est le rôle d'une norme?

La norme est donc un ensemble de textes d'application volontiers et contractuelle. Elle n'est pas obligatoires et correspondant à des critères momentanés qui peuvent évoluer dans le temps.

Dans certains cas, elle peut être rendus obligatoire par arrêté:
c'est le cas pour la norme **NFC15-100**, norme de réalisations portant sur les installations électriques basse tension.

I.4.3. Quels sont les différents organismes de normalisation?

Les normes sont définies et élaborées par organismes institutionnels dont les plus connus sont:
.

A. Au niveau international

- l'ISO (International Organization for Standardization) – 1947 ;
- le CEI (Commission **Électrotechnique** Internationale);
- l'UIT (Union Internationale des Télécommunications);

B. Au niveau européen

- le CEN (Comité Européen de Normalisation) – 1961 ;
- le CENELEC (Comité Européen de Normalisation pour **l'Électrotechnique**);
- l'ETSI (European Telecommunications Standard Institut) ;

C. Au niveau Français

- l'AFNOR (Association Française de Normalisation) ;
- l'UTE (Union Technique de **l'Électricité**) ;

D. Au niveau d'autres pays

- le SSC (Standards Council of Canada) ;
- L'IBN (Institut Belge de Normalisation) ;
- l'ASTM (American Society for the Testing of Materials) ;
- le SNV (Schweizerischen Normen Vereinigung) ;
- le DIN (Deutsche Industrie Normen) ;
- le BSI (British Standard Institute) ;
- l'ANSI (American National Standard Institute) ;
- IANOR (Institut Algérien de Normalisation) …

I.4.4. Norme d’électricité NFC

Cette norme s’applique à tous les secteurs de l’électrotechnique: installations électriques basse et haute tension, générateur, récepteur, conducteur, appareils de mesures, de commande et de régulation, etc.

Exemple: Norme NF C 15-100

- NF C 15 100: Installation électrique basse tension.
- NF: Distinction des produits fabriqués conformément aux normes françaises.
- C : Indice de classe électrotechnique.
- 15 : Indice de sous classe.
- 100 : Numéro d’ordre de norme.

I.4.5. Quelles sont les différentes familles de normes d'électricité?

A. Normes de réalisation

Elles définissent les règles de réalisation des installations électriques:

- NF C 15 100: installations électriques à basse tension;
- NF C 13 100: poste de livraison HT/BT;
- NF C 13 200: installations électriques en haute tension.

B. Normes de conception

Elles définissent les règles de construction du matériel électrique:

- NF C 20-010: classification des degrés de protection procurés par enveloppes (boitier, carcasses de machine...) ;
- NF C 20-030: règles de sécurité relatives à la protection contre les chocs électriques;
- NF C 71-008: règles particulières concernant les baladeuses

I.5. Statistiques sur les accidents électriques

En **Algérie il est difficile d'obtenir des statistiques** sur les accidents électriques par **manque d'enquêtes, d'études et d'organismes** de statistiques développés. Mais à travers les statistiques de France présentées dans ce qui suit, on peut se faire une idée sur la situation qui peut exister en Algérie.

En **France,** Il n'existe **pas de structure nationale** permettant l'établissement d'une statistique accompli sur l'origine des accidents. **Des éléments partiels** sont cependant disponibles auprès des divers organismes intéressés, susceptibles de donner une représentation assez cohérente.

La principale difficulté est de distinguer les causes premières de ces accidents qui, sauf cas particuliers, ne sont pas connues avec suffisamment de précisions, et peuvent également faire l'objet d'interprétations diverses.

Exemple

- Chute d'un ouvrier de l'échafaudage causée par un choc électrique: le décès éventuel sera classé sous la rubrique « —***chutes*** ».

- Nombreux sont les incendies réputés provenir d'un — ***court-circuit***; ce qui est certain, c'est que, en cas de feu, des courts-circuits se produisent; sont-ils survenus avant ou après le départ du feu? Cela reste à distinguer.

Il y a en France, chaque année, des accidents mortels dus à l’électricité dans les secteurs domestique et industrielle.

D’après les anciennes statistiques, en Europe prés de **70 millions** de logements domestiques ne sont pas aux normes de sécurité, ce qui provoque chaque année **16000 blessés** et **540 morts**.

I.5.1. Statistiques de l'INSERM

L'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) recense la plupart des cas mortels. Le tableau ci-dessous en récapitule les données pour les années 1970 à 1999 (les statistiques actuelles n'étant plus publiées).

1	2	3	4	5	6
Année	Hommes	Femmes	Total	Population (en 10^6 habitants)	Consommation par millions d'habitants (10^3 kWh)
1970	176	26	202	50,52	2,573
1975	144	29	173	52,65	3,166
1980	130	19	149	53,59	4,326
1985	146	22	168	55,06	5,077
1990	112	22	134	56,61	5,704
1995	76	10	86	58,02	6,341
1999	69	12	81	58,39	6,735

- *Les colonnes 1 à 4 proviennent de l'INSERM.*
- *Les colonnes 5 et 6 proviennent du croisement avec les chiffres tirés des enquêtes annuelles du ministère chargé de l'énergie (Industrie).*

Ce taux tient compte tant de l'accroissement de la population que de celle de la consommation. **On note, sur cette période, une baisse du nombre d'accidents.**

I.5.2. Statistiques de la CNAM

La CNAM (Caisse nationale de l'assurance maladie) couvre le domaine général des risques professionnels et publie des **statistiques d'accidents du travail**. Le tableau ci-dessous en récapitule les données pour les **années 1975 à 2010**.

Année	AT-arrêt	AT - IP	Décès	Nombre de journées perdues
1975	2 793	360	67	
1980	1 883	247	50	
1981	1 829	225	40	
1982	1 671	224	41	
1983	1 601	210	39	
1984	1 445	209	30	
1985	1 306	185	42	
1986	1 228	149	29	
1987	1 254	143	25	
1988	1 200	196	43	

1989	288	172	37	
1990	1 308	177	35	
1991	1 288	174	38	
1992	1 225	167	27	
1993	1 045	128	25	
1994	958	118	13	
1995	930	122	12	
1996	916	99	19	45 180
1997	906	86	17	39 484
1998	896	89	9	35 526
1999	861	81	11	40 538
2000	888	84	12	45 399
2001	874	69	16	Non enregistré
2002	915	97	8	50 817
2003	837	87	6	52 655

2004	865	79	22	49 935
2005	802	90	5	43 156
2006	**834**	**74**	**11**	48 018
2007	838	86	11	42 766
2008	771	82	9	47 917
2009	807	79	5	50 691
2010	713	74	5	44 662

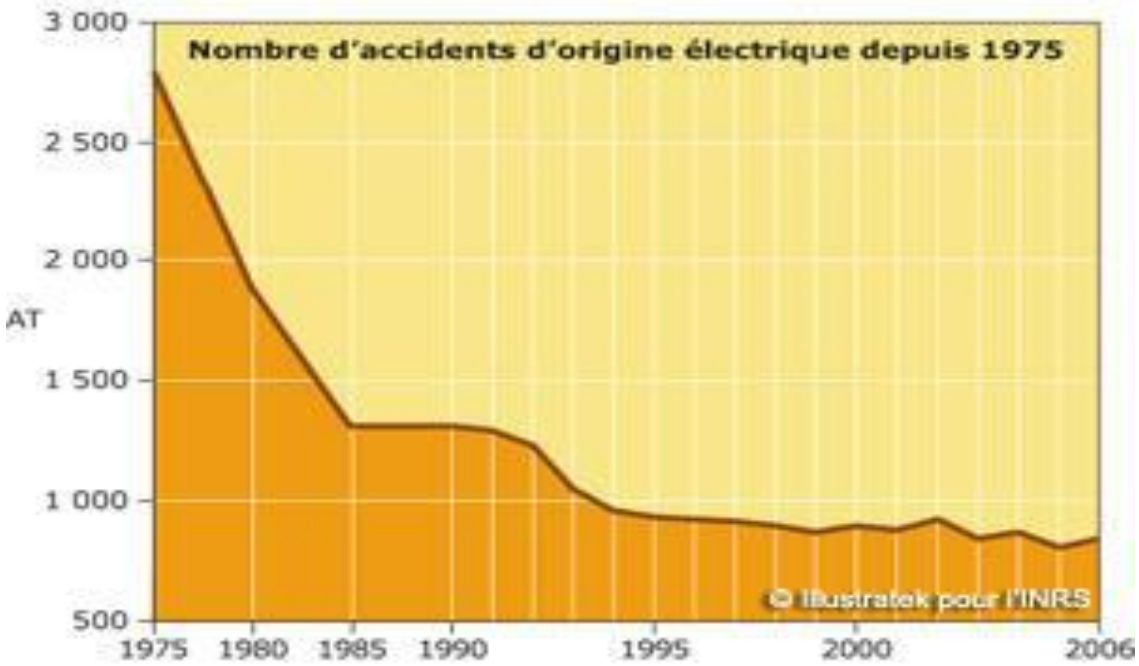
AT-arrêt : accidents du travail avec arrêt
AT-IP : accidents du travail ayants entraîné une incapacité permanente

I.5.3. Différentes statistiques (d'après documents INRS)

L'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) reprend les résultats publiés par la CNAM et produit une analyse d'une centaine d'accidents sur des installations à basse tension, sur une quinzaine d'années.

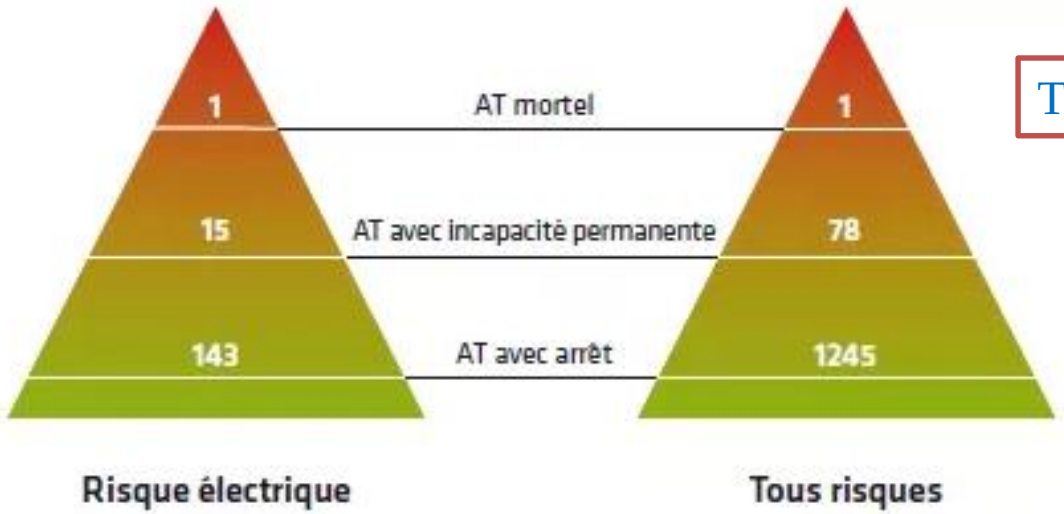
A. Evolution des accidents d'origine électrique entre 1975 et 2006

Le nombre des accidents du travail d'origine électrique est **passé de près de 3000 avant 1975 à 834 en 2006**. Il en va de même des **accidents graves**, dont le **nombre recule de 360 en 1975 à 74 en 2006**. Cette tendance traduit une plus large maîtrise du risque, mais les analyses de sévérité sont là pour nous en rappeler la particulière gravité.

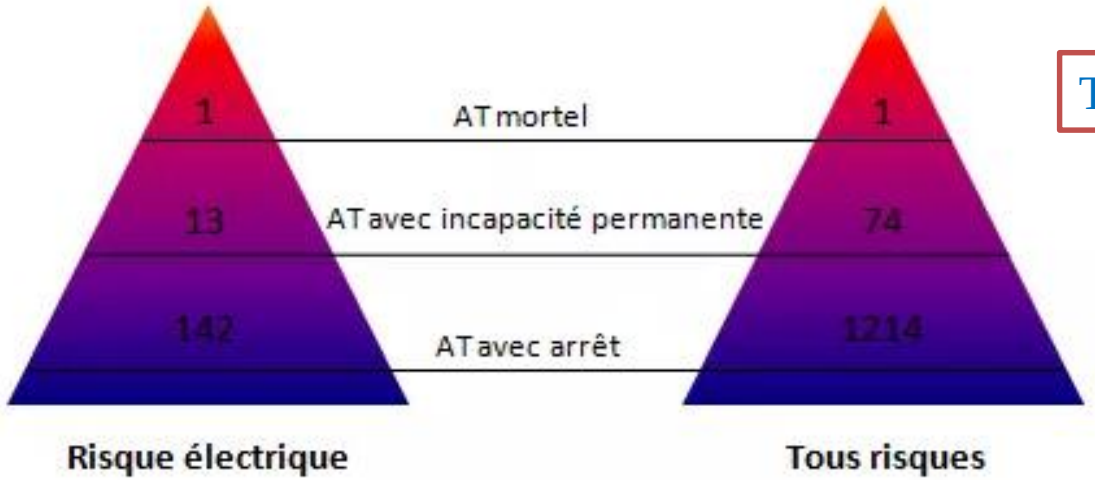


B. Triangle de sévérité

Les triangles de sévérité mettent en lumière la **particulière gravité du risque électrique**. Les accidents d'origine électrique sont **17 fois** plus souvent **mortelles** que les accidents ordinaires.



Triangle de sévérité 2010



Triangle de sévérité 2011

I.5.4. Accidents d'origine électrique selon le comité technique national (CTN)

En **2006**, on comptait **834 accidents d'origine électrique.** Les salariés les plus touchés:

- le secteur du bâtiment et des travaux publics (**31 %**),
- la métallurgie (**18 %**),
- les activités de service et du travail temporaire (**14.3 %**),
- l'alimentation (**11.6 %**).

Les statistiques effectuées sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Comités techniques nationaux	AT-arrêt	AT - IP	Décès
A Métallurgie	150	5	0
B Bâtiment et travaux publics	258	34	7
C Transports, EGE, Livre, Communication	61	4	0
D Alimentation	97	7	1
E Chimie, Caoutchouc, Plasturgie	30	3	1
F Bois, Ameublement, Papier-carton, Textiles, Vêtement…	31	2	0
G Commerces non Alimentaires	53	4	1
H Activités de Services I	35	2	0
I Activités de Services II et Travail Temporaire	119	13	1
Total électricité	**834**	**74**	**11**
Ensemble des accidents du travail	700 772	46 596	537
Pourcentage des accidents dus à l'électricité	0,12 %	0,16 %	2,05 %

I.5.5. Accidents d’origine électrique selon l’élément matériel en cause

On peut noter que, **dans 69 % des cas, les circonstances de l’électrisation ne sont pas connues ou sont insuffisamment précis**.

Les accidents se produisent surtout lors de travaux sur des installations fixes basses tension (19,6 %), au cours de l’utilisation de machines-outils portatives, d’appareils de soudure électrique, de lampes portatives, ou de ponts roulants, au cours des interventions sur ou au voisinage du réseau concernant les lignes aériennes, les postes de transformation et les canalisations enterrées (voir tableau ci-dessous).

Elément matériel	AT-arrêt	AT - IP	Décès
non précisé	117	11	2
non classé ci-dessous	463	43	5
Installations fixes basse tension	164	8	1
Ponts roulants	10	1	1
Machines outils portatives	13	3	0
Machines et appareils de soudure électrique	16	0	0
Lampes portatives	8	0	0
Plate-forme d'essai	4	0	0
Poste de transformation côté BT	3	0	0
Poste de transformation côté HT	3	1	0
Lignes aériennes BT	9	0	0
Lignes aériennes HT	10	4	2
Canalisations enterrées	12	2	0
Matériel à haute fréquence	2	1	0
Total électricité	**834**	**74**	**11**

Conclusion

Le risque électrique en milieu de travail, s'il est mieux maîtrisé, reste toujours présent. Les statistiques prouvent la diminution du nombre d'accidents tout en soulignant leur exceptionnelle gravité.

La meilleure prévention consiste à travailler hors tension, à mettre en œuvre un plan de prévention et des procédures d’intervention.

Donc, il faut avoir connaissance de la nature des accidents électriques qui peuvent survenir ainsi que du danger du courant électrique.

CHAPITRE II

NATURE DES ACCIDENTS ÉLECTRIQUES ET DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

II.1. Introduction

Dans notre société industrielle, l'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. Elle est partout, sous terre, dans les lignes aériennes, dans nos habitations, sur notre lieu de travail, dans des lieux de loisir, dans nos véhicules... Cela implique que toute personne peut être confrontée à un accident d'origine électrique et que le danger du courant électrique est toujours existant.

Le nombre d'accidents dus à l'électricité diminuent régulièrement mais restent particulièrement graves (chaque année, une dizaine de travailleurs meurent électrocutés).

II.2. Quels sont les différents types d'accidents d'origine électrique?

Il existe trois risques majeurs d'accidents d'origine électrique: le choc électrique, le court-circuit et l'arc électrique.

passage du courant électrique à travers le corps humain

Électrisation:
Choc électrique sans suite mortelle, mais des répercussions plus ou moins graves sont possibles.

Électrocution
Choc électrique avec suite mortelle. Ou bien c'est une électrisation mortelle.

Brulure interne
Le choc électrique provoque le passage du courant dans le corps humain, avec échauffement et brûlures des tissus internes par effet Joule

Le Court-circuit

Lorsque deux conducteurs de potentiels différents se touchent accidentellement, le courant engendré est tel que les échauffements sont très importants, jusqu'à faire fondre le métal.

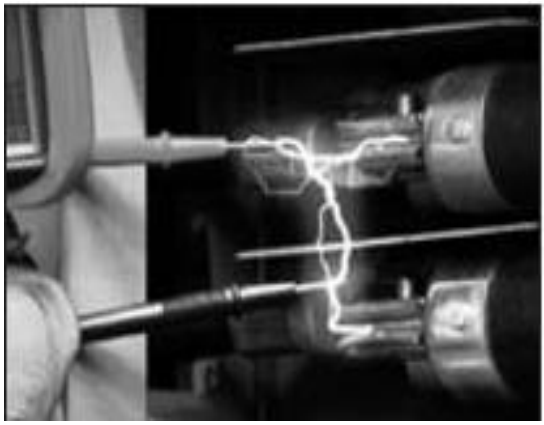
Brulures externes
Le cuivre en fusion est projeté autour du point de court circuit

Ultra violets
La flamme du court circuit émet un rayonnement ultra violet très néfaste pour l'œil humain.

Emanations
La chaleur du court circuit brûle également les matières plastiques qui produisent des émanations, fumées et des gaz toxiques.

Arc électrique

Un arc électrique est susceptible d'apparaître lorsque l'on ouvre ou que l'on ferme un circuit.
un court-circuit provoque un arc pouvant avoir des conséquences importantes



Incendie

La chaleur produite par l'arc électrique peut créer un incendie dans les locaux confinés, ou les locaux inflammables.

Explosion

La chaleur ou le début d'incendie peut engendrer une explosion des produits sensibles.

Chute, chocs

Lors d'un accident électrique, la personne peut avoir une réaction de réflexe incontrôlée, peut se blesser dans un mouvement de recul, peut chuter de sa hauteur ou d'une plateforme.

II.3. Quels sont les principaux facteurs entraînant l'accident d'origine électrique?

A. Le mode opératoire inapproprié ou dangereux

- Débrancher un appareil électrique avec les mains mouillées,
- Nettoyer un appareil électrique, non débranché,
- Raccorder un appareillage électrique alors que la tension n'a pas été coupée,
- Débrancher une rallonge électrique, en tirant sur le câble plutôt que sur la fiche,
- …

B. Méconnaissance des risques

- Une personne qui coupe des arbres près d'une ligne électrique sans prendre de précautions,
- Utilisation d'une rallonge dont l'isolant est abimé,
- Travailler sur l'électricité avec de l'outillage non isolé,

C. Application incomplète des procédures

- Lors d'une consignation, ne pas faire de vérification d'absence de tension,

D. On pourrait aussi ajouter les facteurs humains

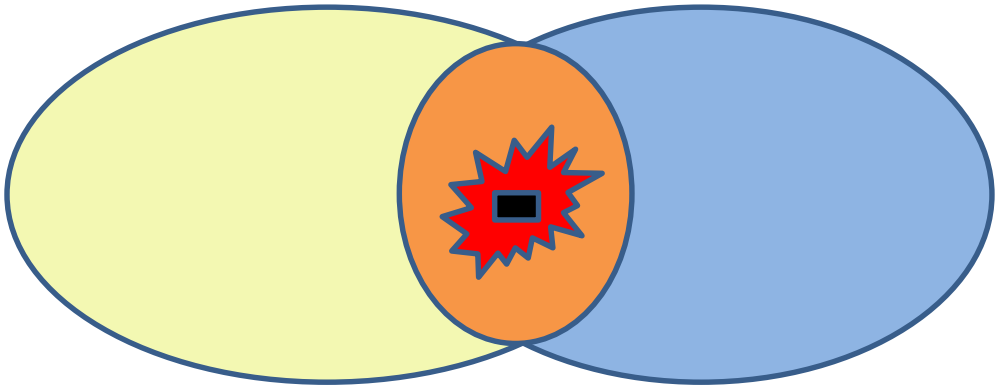
- Accoutumance aux risques,
- Manque de formation,
- Non respect des consignes,
- Non utilisation des équipements de protection,

E. Et dans les causes matérielles

- Les défauts d'isolement,
- Les défauts des dispositifs de protection (disjoncteurs différentiels, …),
- Dégradation ou absence de protections mécaniques,

II.4. Classement des accidents d'origine électrique selon la nature des contacts

Le passage d'un courant de choc dans le corps humain est la conséquence d'un contact, ou d'un toucher, avec des conducteurs ou des parties conductrices accessibles, et portées à des potentiels différents.



Zone où il y a des personnes

Zone où il y a de l'énergie électrique

Travail à proximité de la pièce nue sous tension

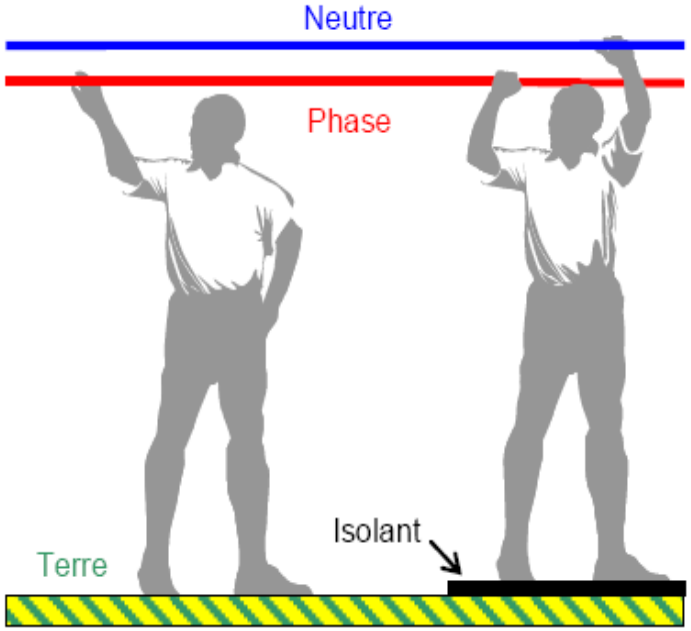
Pièce nue sous tension

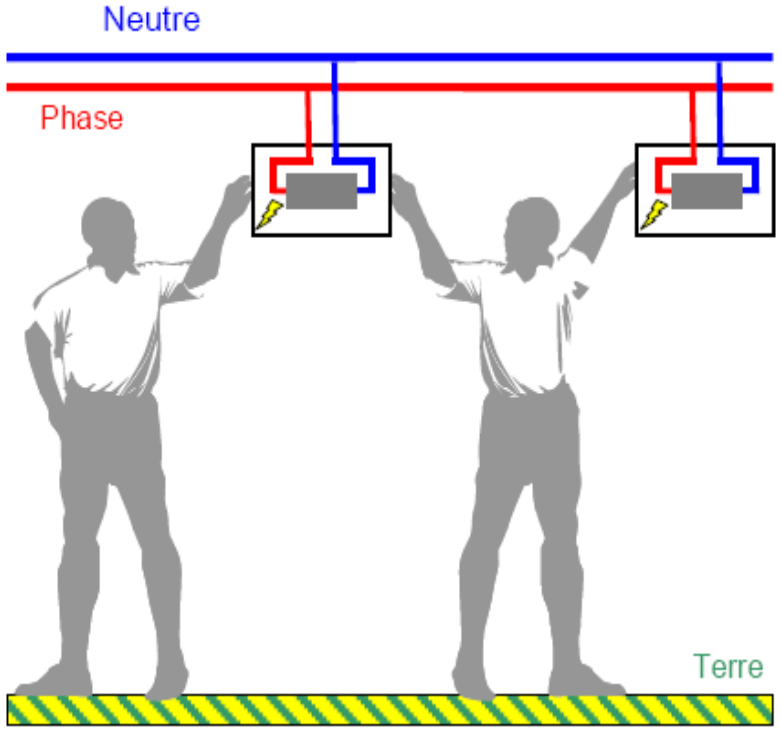
Contact avec la pièce nue sous tension

➔Danger ➔ électrisation, électrocution …

Passage du courant de choc dans le corps humain selon la nature des contacts

- **Sans contact**
  - Amorçage
- **Avec contact**
  - Direct
  - Indirect

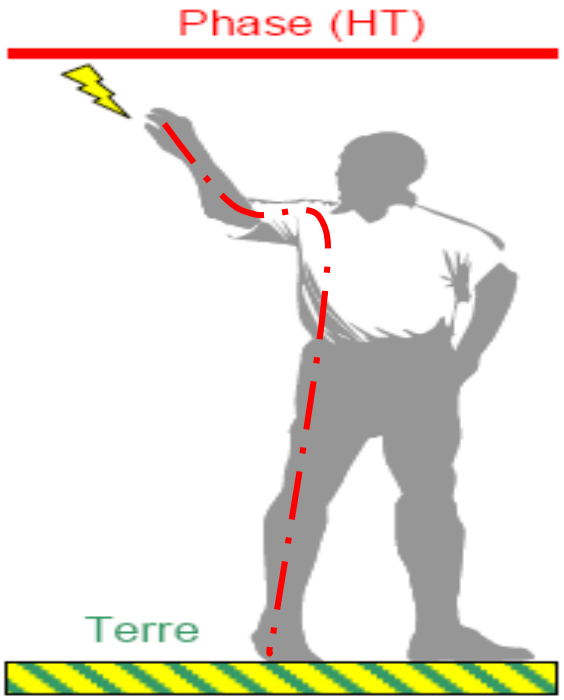




Relativement rare — **Très fréquent** — **Fréquent** — **Relativement fréquent** — **Très rare**

A. Sans contact

Approche d'une personne au voisinage des parties actives, particulièrement dans les domaines Hautes Tensions (HTA et HTB).



Chemin du courant électrique

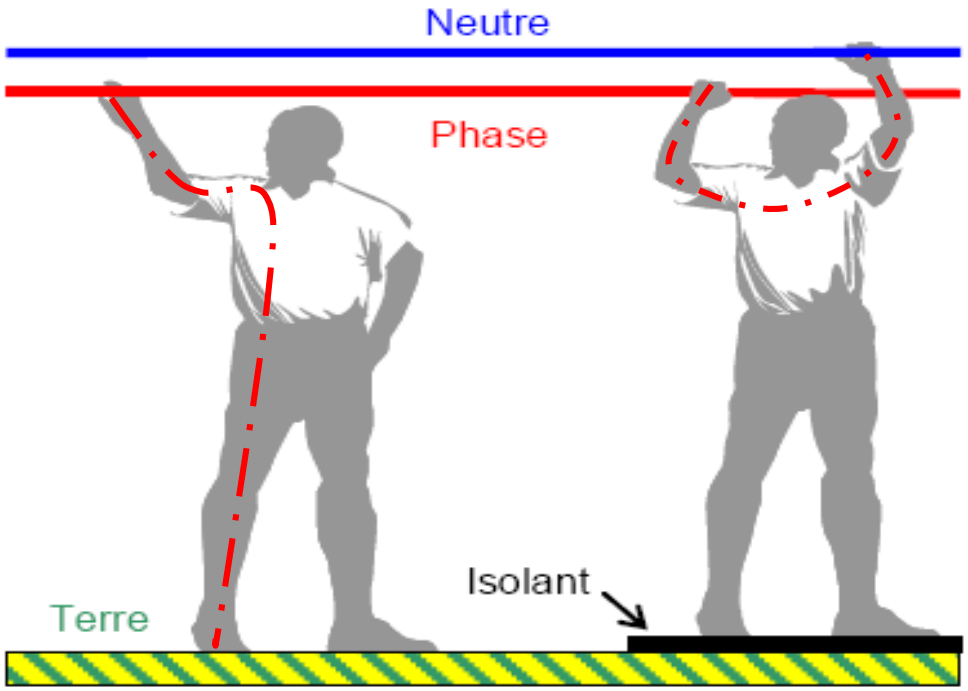
Ce cas représente **20 %** des accidents du travail

B. Avec contact direct

C’est le contact d’une personne avec les parties actives (sous tension) du matériel électrique.

Ces parties actives peuvent être :

- des conducteurs actifs (phase, neutre…)
- des pièces conductrices des matériels et des équipements susceptibles de se trouver sous tension en service normal.

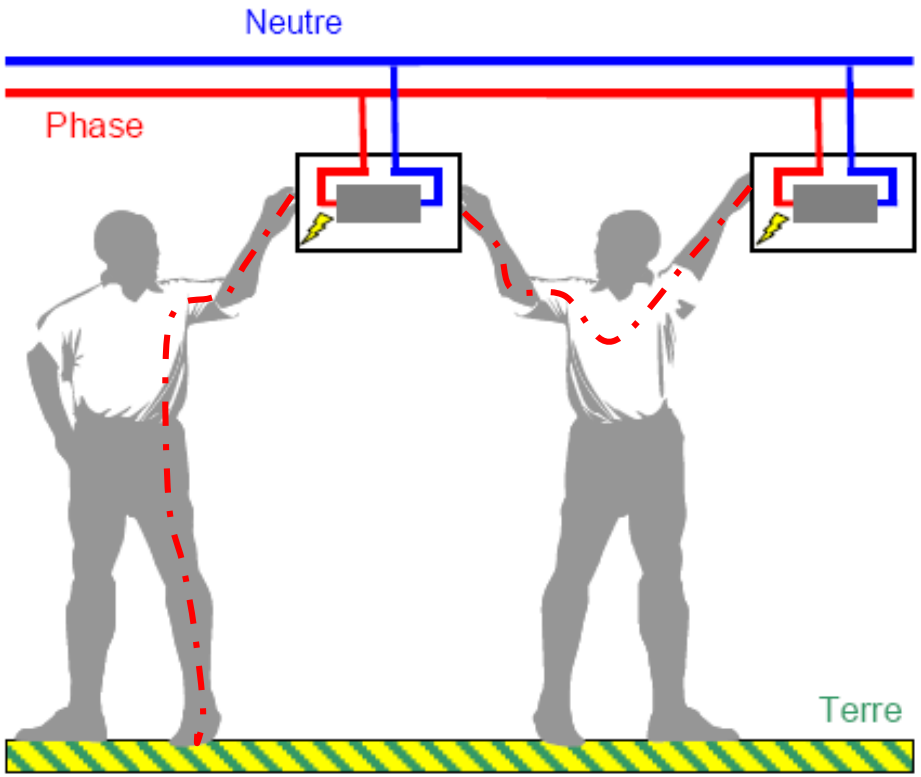


Chemin du courant électrique

Ce cas représente **45 %** des accidents du travail

C. Avec contact indirect

C’est le contact d’une personne avec des parties qui sont devenues actives accidentellement en particulier à cause d’un défaut d’isolement.



Chemin du courant électrique

Ce cas représente **20 %** des accidents du travail.

D. Autres contacts électriques

- isolation ne convenant pas dans des conditions prévues,
- rayonnement thermique ou phénomènes tels que la projection de particules en fusion et les effets chimiques dus à des courts-circuits, surcharges,...

Ce cas représente **15 %** des accidents du travail.

Remarques

- **80% des accidents se produisent en basse tension et dans les secteurs du bâtiment et de l'industrie.**

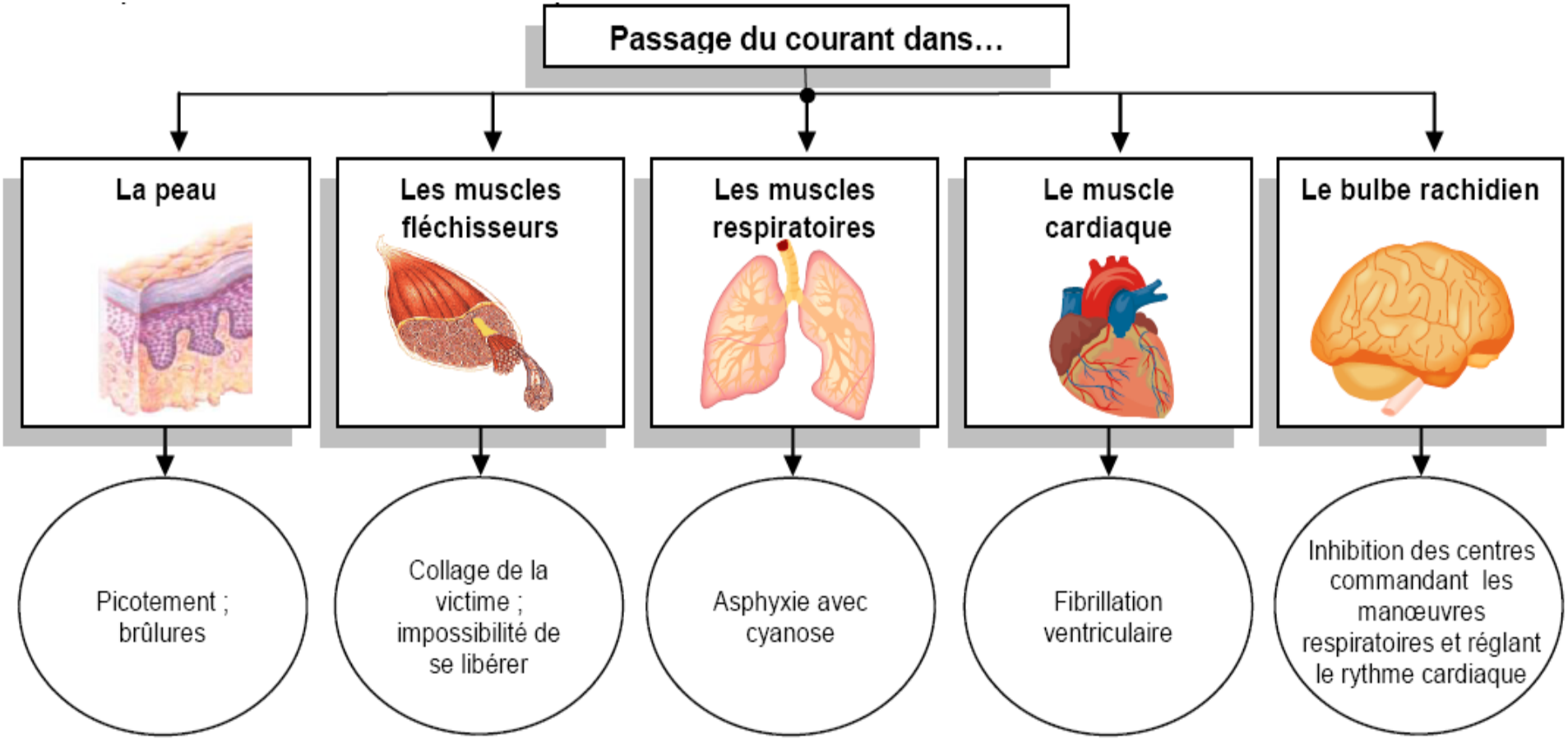
- **D'une manière générale, le courant suit le chemin le plus court, donc le moins impédant, entre le point d'entrée et le point de sortie du corps: il peut donc endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage.**

		Valeur de la tension Un exprimée en volts	
DOMAINES DE TENSION		**COURANT ALTERNATIF**	**COURANT CONTINU**
Très Basse Tension	**TBT**	**U ≤ 50 V**	**U ≤ 120 V**
Basse Tension	**BT**	**50 < U ≤ 1000 V**	**120 < U ≤ 1500 V**
Haute Tension A	**HTA**	**1000 < U ≤ 50 kV**	**1500 < U ≤ 75 kV**
Haute Tension B	**HTB**	**U > 50 kV**	**U > 75 kV**

II.5. Dangers du courant électrique sur le corps humain

Le courant électrique peut avoir plusieurs effets indésirables et/ou dangereux après son passage dans le corps humain.

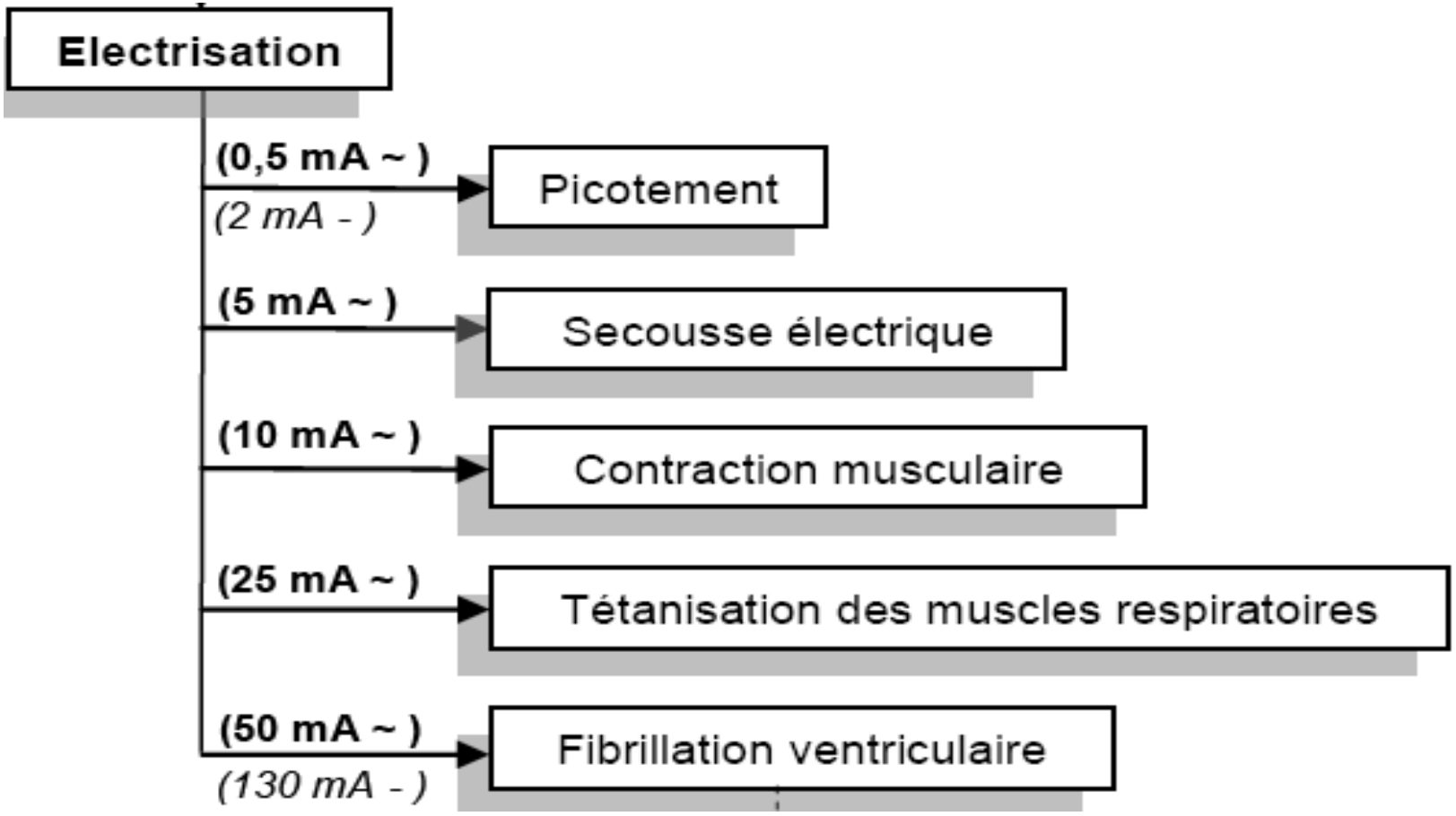
Les effets et dommages provoqués dépendent du trajet du courant électrique dans le corps humain. Certains organes souffrent plus fortement des chocs électriques.



II. 5.1. Effets du courant électrique sur le corps humain

En cheminant dans le corps, l'électricité peut endommager tous les organes qu'elle rencontre, causant différentes blessures et lésions.

1



Fibrillation ventriculaire : fonctionnement anarchique du cœur

2

Effet thermique

Brûlure

Electrothermique

Par arc

Une électrisation peut provoquer une cataracte (opacité du cristallin) ou dégrader la rétine, entrainant une perte de vision.

D'autres risques électriques peuvent provenir tel que:

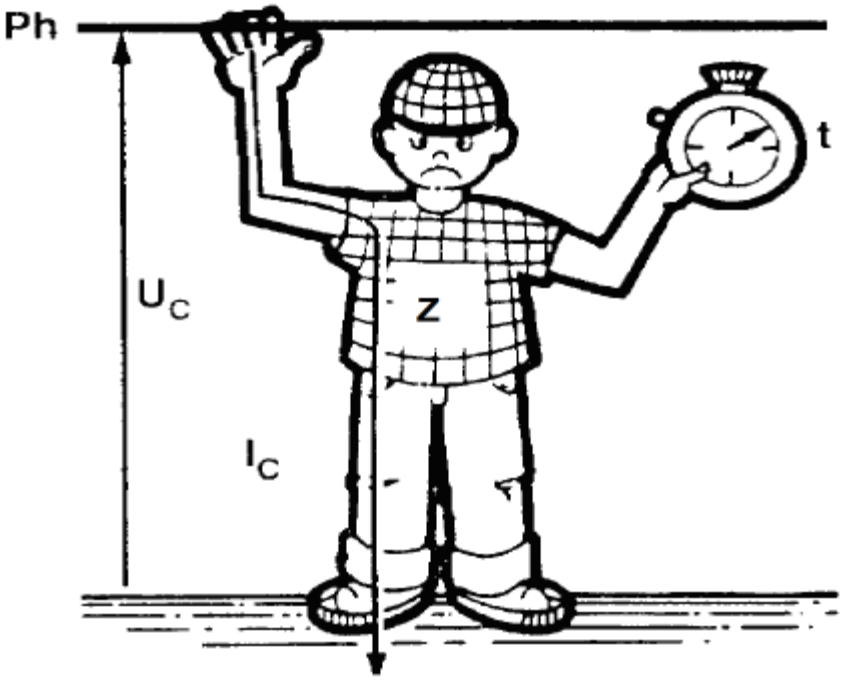
- des courts circuits
- ….

Ils peuvent notamment provoquer des dommages corporels par:

- atteinte du système optique (rayonnement ultraviolet intense) et auditif (explosion)
- brûlures (projection de matière en fusion)
- intoxication (aspiration de gazs toxiques)
- chutes, etc.. (effets indirects)

II. 5. 2. Paramètres intervenant comme facteurs aggravants

Les différentes réactions physiopathologiques rencontrées lorsqu'un courant électrique traverse le corps humain dépendent de plusieurs facteurs :



-Z: Impédance du corps humain ;

-Uc: tension appliquée au corps, tension de contact ;

-Ic: courant qui circule dans le corps humain, courant de choc;

-t: temps de passage du courant dans le corps ;

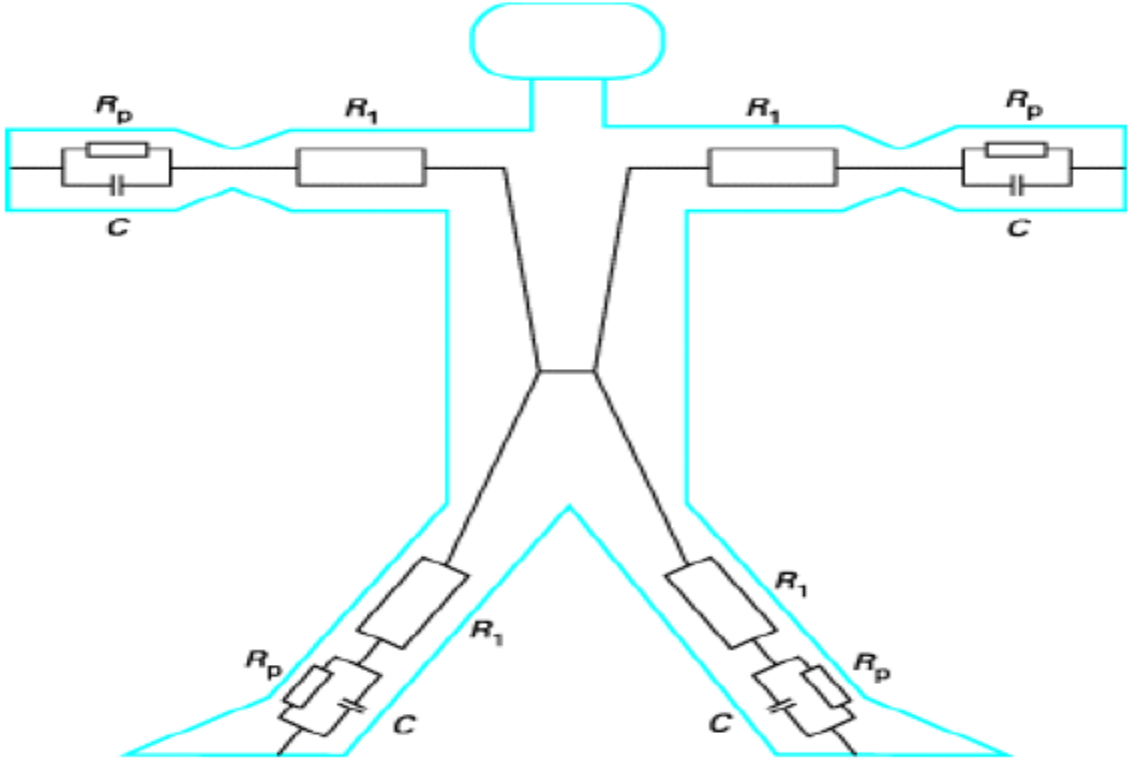
-La pression de contact ;

-La fréquence du courant ;

-Le trajet du courant.

Impédance électrique du corps humain?

L'impédance électrique du corps humain peut être représentée schématiquement par la figure ci-dessous.



On voit que cette impédance est constituée:

- d'une part, de l'impédance de la peau, équivalente à une résistance R_p en parallèle avec un condensateur C ;
- d'autre part, de la résistance des muscles et tissus des membres R_i, le tronc étant pratiquement équipotentiel.

Les expériences récentes ont montré que, pour des tensions supérieures à environ 80 V, le condensateur en parallèle avec la résistance R_p se mettait en court-circuit, et que seules restaient les résistances R_i qui n'étaient pas influencées par les conditions d'humidité.

Le corps humain pouvant être considéré comme une résistance, les relations de base de l'électricité peuvent définir les paramètres dont il faut tenir compte comme facteur de gravité dans le cas d'un choc électrique.

Energie électrique: **W = U x I x t**

Loi d'Ohm: **U = R x I**

W: énergie électrique

U: tension électrique

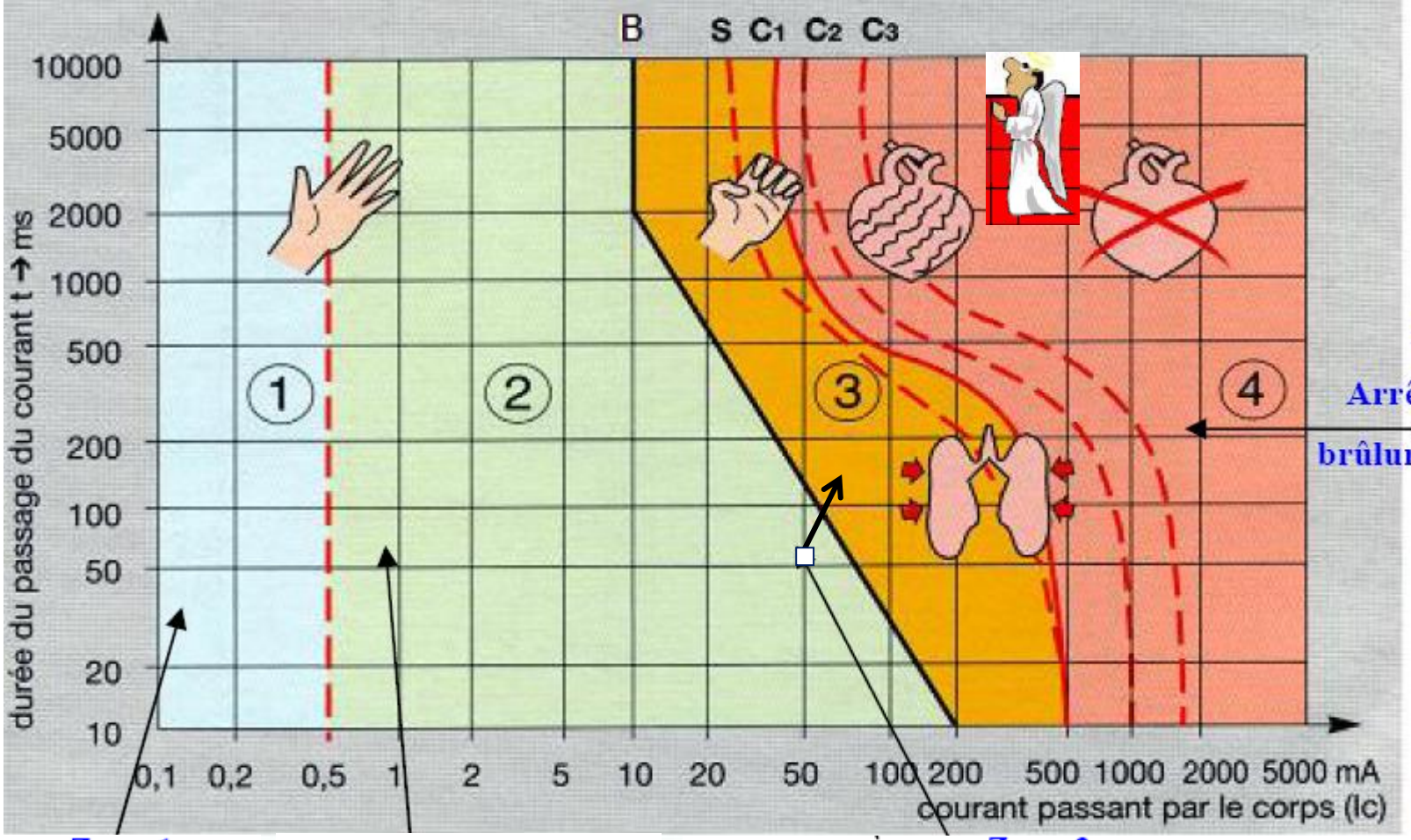
I: courant électrique

t: temps

R: résistance

A. Influence du courant et du temps

Les courbes ci-dessous, issues de la norme **CEI 479**, fixent les zones dangereuses et non dangereuses en fonction de l'intensité du courant qui traverse le corps et de son temps de passage, dans le cas d'une tension alternative comprise entre **15 et 100 Hz**.



Zone 4 :

Arrêt du cœur et brûlures très graves

Zone 1 :

Aucune réaction

Zone 2 :

Aucun effet physiologique dangereux

Zone 3 :

Probabilité de contractions musculaire et de difficultés de respiration. Gros risques cardiaques

Entre les courbes c1 et c2: la probabilité de fibrillation ventriculaire augmente jusqu'à 5%

Entre les courbes c2 et c3: probabilité de fibrillation ventriculaire jusqu'à environ 50%

Au-delà de la courbe c3 : probabilité de fibrillation ventriculaire supérieure à 50%

Est-ce qu'un courant alternatif et un courant continu influent de la même manière sur le corps humain ?

Réponse: Non, ils n'influent pas de la même manière

Les effets produits par un courant alternatif (50/60 Hz) suivant son intensité

Les effets produits par un courant continu suivant son intensité

Remarque:

Un facteur d'équivalence **k** entre le courant continu et le courant alternatif 50 Hz permet de définir les effets du courant continu.

$$K = I_{cfibril} / I_{afibrileff}$$

$I_{cfibril}$ **:** Valeur du courant continu qui peut provoquer une fibrillation

$I_{afibrileff}$ **:** Valeur efficace du courant alternatif qui peut provoquer une fibrillation

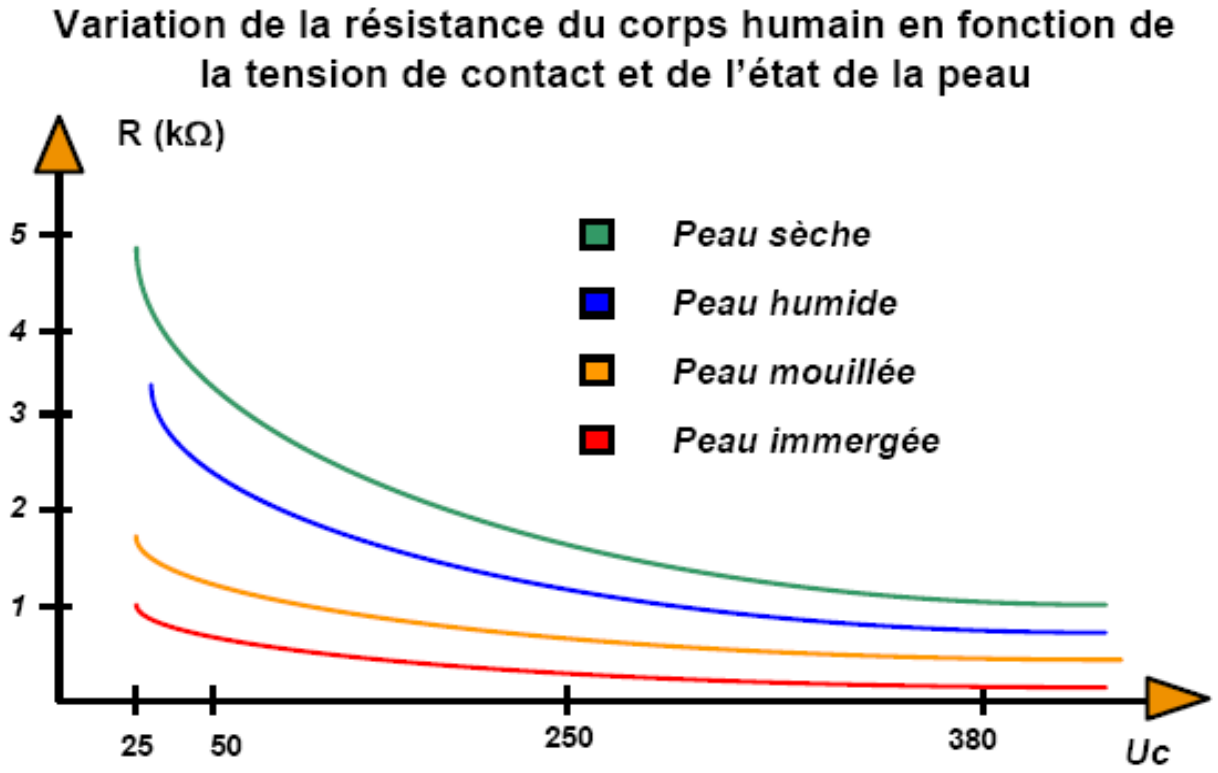
B. Influence de la résistance du corps humain

Le corps humain est conducteur, le courant qui peut le traverser est directement lié à la valeur de sa résistance.

Cette résistance, due essentiellement à la peau, varie pour chaque individu en fonction de divers paramètres comme :

- ✓ la température de la peau,
- ✓ la surface et la pression de contact,
- ✓ la tension de contact,
- ✓ l'état d'humidité de la peau,
- ✓ le temps de passage du courant,
- ✓ l'état physiologique de la personne,
- ✓ la morphologie de l'individu,
- ✓ le trajet du courant dans le corps humain.

En outre, le passage du courant provoquant une modification des tissus, la résistance diminue au fur et à mesure que le courant s'écoule.



- Malgré les risques qu'on a cité du courant électrique, ce dernier a un effet bénéfique en médecine: les électrochocs.

- D'après tout ce qu'on a vu dans ce chapitre, des mesures de protection sont indispensables pour la sécurité des personnes et du matériel électrique.

CHAPITRE III

MESURES DE PROTECTION

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. C'est quoi une mesure de protection?

C'est la mises en œuvre des systèmes de protection susceptibles soit d'empêcher le contact avec une partie sous tension soit de rendre ce contact non dangereux.

III.3. Comment peut-on classer les mesures de protection?

Les mesures de protection peuvent être classées en protection contre les contacts directs et en protection contre les contacts indirects.

III.3. 1. Protection contre les contacts directs

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

A. Protection par éloignement

L'éloignement consiste à prévoir une distance entre les parties actives (lignes de transport d'énergie) et les personnes de telle sorte qu'un contact accidentel soit impossible directement ou indirectement par l'intermédiaire d'un objet conducteur (*camions à benne*, tubes métalliques…)

La distance d'éloignement dépend de l'environnement (chantier, locaux réservés à la production…) et de la valeur de tension (voir tableau ci-dessous).

Tension nominale entre phases	Distance minimale
750 volts ou plus, mais pas plus de 150 000 volts	3 mètres
Plus de 150 000 volts, mais pas plus de 250 000 volts	4,5 mètres
Plus de 250 000 volts	6 mètres

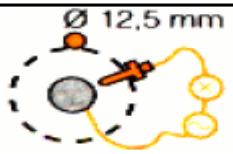
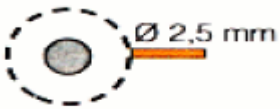
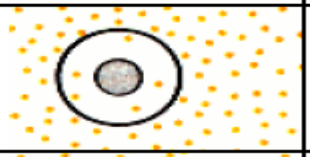
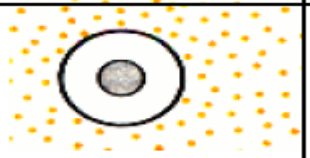
B. Protection par obstacle

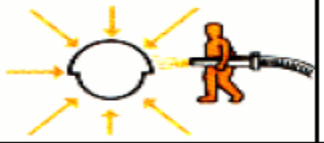
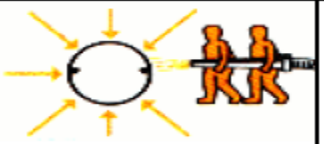
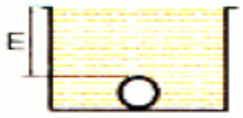
Elle consiste à disposer des obstacles entre les personnes et les parties sous tension. L'obstacle est utilisé lorsque l'éloignement ne peut être assuré

Ces obstacles peuvent êtres des armoires, des boîtes de raccordement, des enveloppes, des écrans, des barrières devant un châssis d'appareillage…

Ces obstacles constituent une enveloppe du matériel électrique. Ils peuvent être des **parois pleines** (cuve de transformation par exemple), **percées de trous**, ou **des grillages**, sous réserve que la dimension des trous ou des mailles n'en compromette pas l'efficacité.

Le **degré de protection ou indice de protection** (défini dans la norme **NF EN 60529**) assuré par les enveloppes est symbolisé par les lettres **IP** (*International Protection)* suivies de deux chiffres plus une lettre additionnelle (voir le tableau ci-dessous).

1er Chiffre : Protection contre les corps solide		
	Tests	
0		Pas de protection
1		Protégé contre les corps solides supérieurs à 50mm (ex : Contact involontaire de la main)
2		Protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5mm (ex : doigt de la main).
3		Protégé contre les corps solides supérieurs à 2.5mm (ex : Outils, vis.)
4		Protégé contre les corps solides supérieurs à 1mm (ex : outils fins, fils.)
5		Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible.)
6		Totalement protégé contre les poussières.

2nd Chiffre : Protection contre les liquides		
	Tests	
0		Pas de protection
1		Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation.)
2		Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale.
3		Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale.
4		Protégé contre les projections d'eau de toutes directions.
5		Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance.
6		Totalement protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer.
7		Protégé contre les effets de l'immersion.
8		Protégé contre les effets de l'immersion prolongée dans des conditions spécifiques.

Lettre additionnelle : Elle correspond à la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses.	**A**	Avec le dos de la main
	B	Avec le doigt
	C	Avec un outil ∅ 2,5 mm
	D	Avec un outil ∅ 1 mm

Exemple

Degré de protection « IP 34 C »

IP: Appareil protégé contre

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

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

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

Autres lettres supplémentaires du degré IP

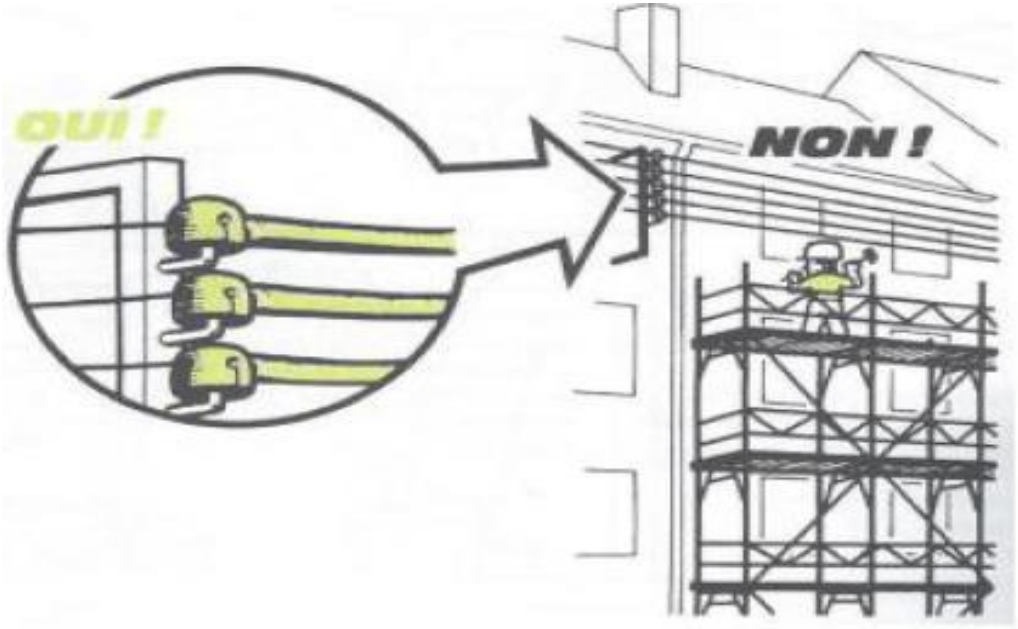
Lettre additionnelle	Description de la protection
H	Appareil haute tension
M	Pénétration d'eau sur pièces mobiles d'une machine en mouvement
S	Pénétration d'eau sur pièces mobiles d'une machine stationnaire
W	Protection contre conditions atmosphériques spécifiées

❖Le degré de protection contre les chocs mécaniques est symbolisé par le code IK

Code IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energie d'impact Joule	*	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
* non protégé selon la présente norme											

C. Protection par isolation

La protection par isolation consiste à recouvrir les parties actives par une isolation appropriée. L'isolation intervient lorsque l'éloignement et les obstacles ne peuvent êtres utilisés.



L'isolation doit être adaptée à la tension. De plus, il faut tenir en compte dans son choix des dégradations éventuelles auxquelles elle peut être soumise (voir la NF C 15-100, et la normalisation sur les conducteurs et câbles).

Quelles sont les classes du matériel électrique selon le type d'isolation?

On distingue, selon **la norme NF EN 61140** les classes suivantes:

- **Matériel de la classe 0 (zéro):** les parties métalliques accessibles sont isolées des parties actives mais ne sont pas mises à la terre. Leur utilisation est interdite sans une enveloppe supplémentaire.

Exemple Douille laiton seule

- **Matériel de la classe I (prononcer un)**: Les parties métalliques accessibles sont isolées des parties actives et reliées à la terre.

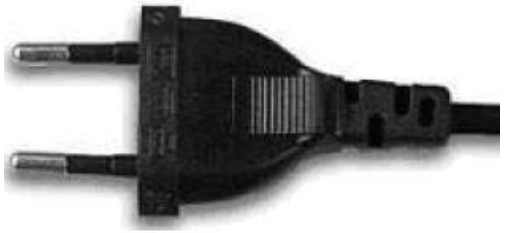
Exemple Lave-linge

La fiche utiliser est « 2P +T »

❖ **Matériel de la classe II (prononcer deux)**: cas du matériel avec une double isolation ou une isolation renforcée. Dans ce cas, Il n'y a pas de raccordement à la terre.

Exemple Sèche cheveux en plastique.

La fiche utiliser est une « 2 P »



❖ **Matériel de la classe III (prononcer trois)**: matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité **TBTS**. Donc le contact avec une pièce nue sous tension n'est pas dangereux

Exemple Perceuse à batterie

Récapitulation avec symboles

Classe	Symbole	Observation
Classe 0	aucun	Interdit dans l'industrie
Classe I		Matériel ayant une isolation et disposant d'une prise permettant de relier toutes ses parties métalliques reliées à la terre
Classe II		Double isolation ou isolation renforcée. Ce matériel ne doit pas être relié à la terre.
Classe III		Matériel alimenté en TBT (48,24 ou 12V) sans circuits internes mettant en jeu des tensions supérieures.

D. Protection en utilisant le dispositif différentiel à haute sensibilité (DDR)

Un DDR a la possibilité de détecter de faibles courants de fuite, susceptibles de traverser le corps d'une personne. Il permet donc d'assurer une protection complémentaire en cas de défaillance des moyens normaux de protection (par exemple: isolant vieilli ou blessé, imprudence, …).

Cette protection est aussi parfois appelée protection ultime car elle permet d'interrompre le courant alors que les autres dispositions sont défaillantes.

Il faut garder en mémoire **qu'un DDR ne limite pas le courant instantané qui traverse le corps, mais limite le temps pendant lequel le corps est traversé par le courant**.

E. Protection en utilisant une très basse tension (TBT)

Dans le cadre des travaux sur des installations ou équipements du domaine de tension TBT il y a lieu de distinguer ceux réalisés en :

- ✓ **TBTS:** Très basse tension de sécurité (ou séparation)
- ✓ **TBTP:** Très basse tension de protection
- ✓ **TBTF:** Très basse tension fonctionnelle

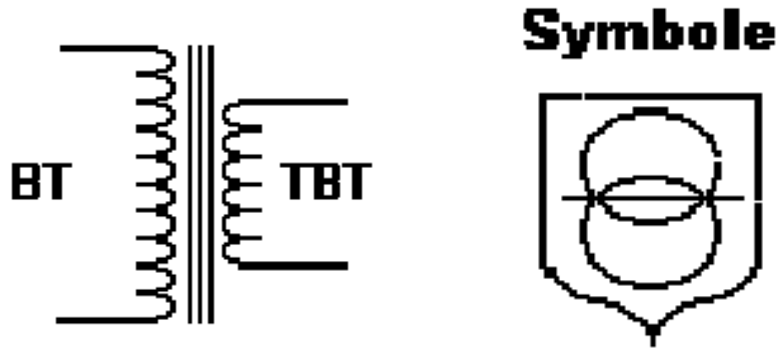
❑ *Très Basse Tension de Sécurité ou Séparation (TBTS)*

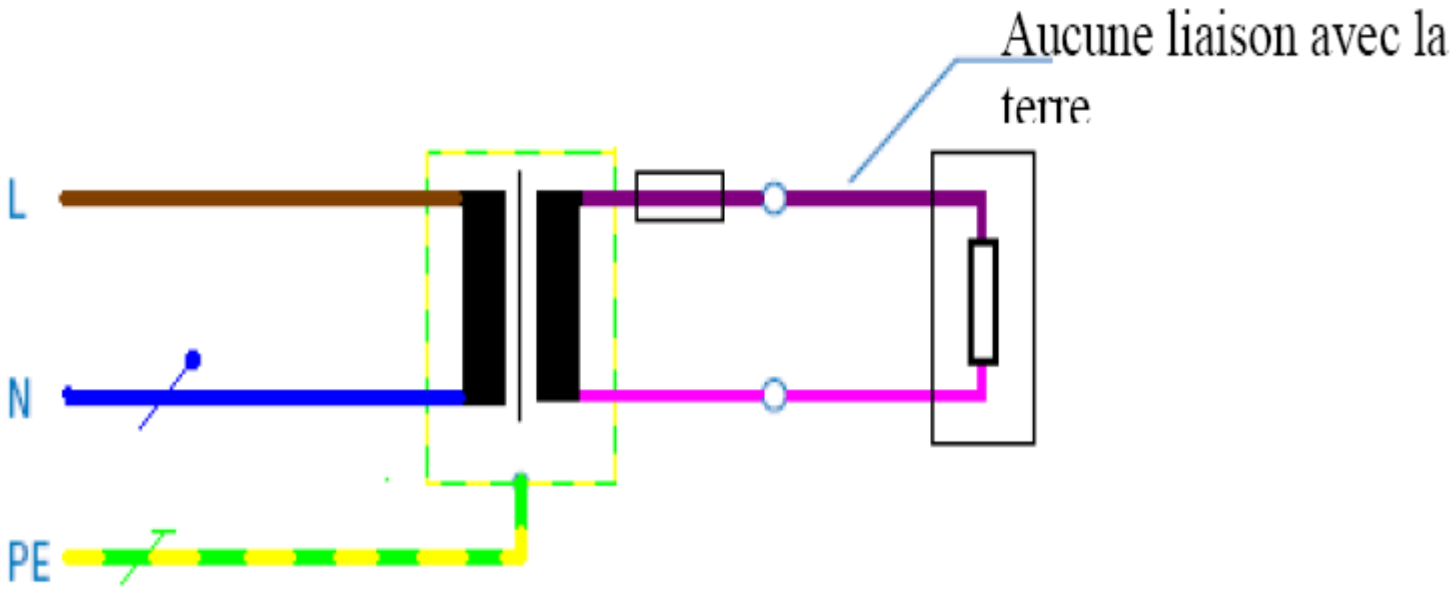
La très basse tension de sécurité est utilisée lorsque le risque est élevé (salle d'eau, jouet électrique..). Cette mesure consiste à alimenter des circuits sous très basse tension (inferieur à 50V~) fournie par un transformateur de sécurité conforme à la norme **NF C 60-742** ou présent une sécurité équivalente.

La TBTS est utilisée en alimentation d'appareillages situés dans des locaux humides…

Elle est caractérisée par trois conditions :

- ➢ Aucune partie active du circuit TBTS ne doit être relié à la terre ;
- ➢ Les récepteurs alimentés en TBTS ne doivent êtres relier ni à la terre, ni à d'autres masses;
- ➢ Les circuits TBTS doivent être séparés des circuits alimentés en tension supérieure.



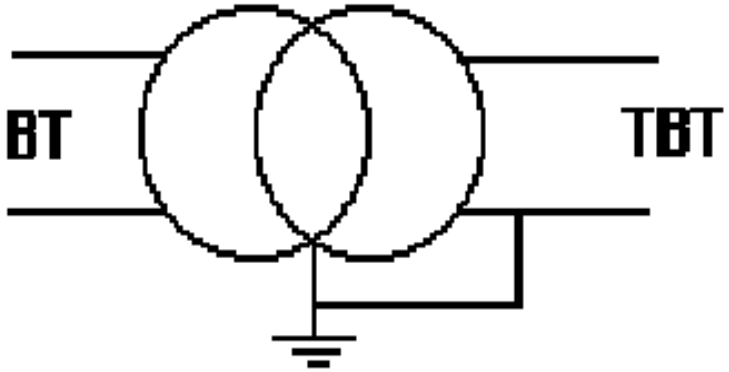


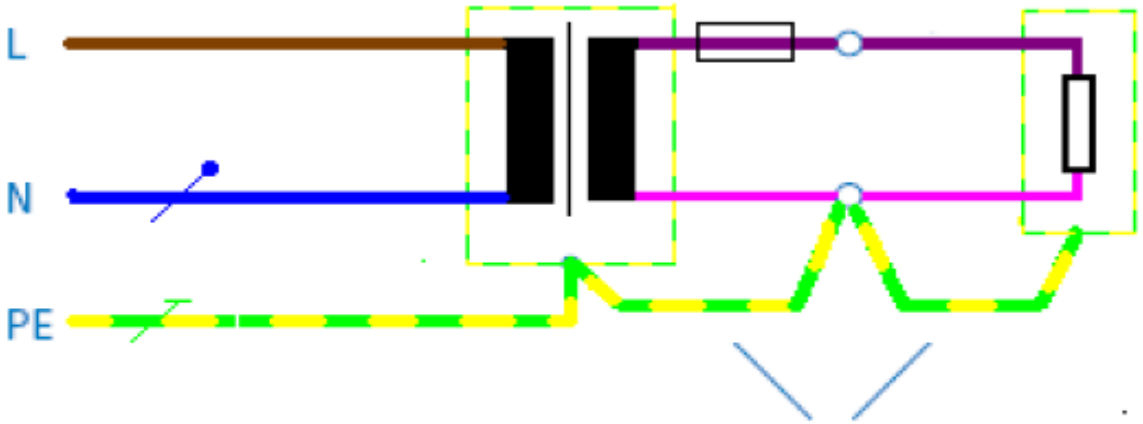
Exemple d'utilisation de la TBTS : Installations d'éclairage à très basse tension

❑ *Très Basse Tension de Protection (TBTP)*

La conception des installations fonctionnant en TBTP est identique à celle des installations fonctionnant en TBTS mais la liaison entre les parties actives et la terre côté utilisation existe.

La TBTP est utilisée en alimentation de machines-outils et d'automatismes.
Exemple: Transformateur de machines outils (secondaire à la terre).





LIAISON FACULTATIVE
AVEC LE CONDUCTEUR
DE PROTECTION

Circuits avec mise à la terre admise pour autant que la protection des personnes soit garantie

❑ *Très Basse Tension Fonctionnelle (TBTF)*

Ce sont des installations du domaine de tension TBT qui ne sont ni classées en TBTS ni en TBTP.

Dans ce cas:

✓ une liaison peut exister avec des circuits à tension nominale plus élevée,

✓ l'alimentation peut être faite à partir d'un autotransformateur,

Exemple: Autotransformateur (pas d'isolation entre BT et TBT)

Tensions de sécurité selon le milieux

Conditions	Sèches	Humides	Mouillées
Tension alternatif	50V (48)	25V (24)	12V
Tension continu	120V	60V	30V

III.3.2. Protection contre les contacts indirects

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

A. Sans coupure automatique de l'alimentation

A.1. Par l'utilisation d'une très basse tension de sécurité

Même conditions que pour les contacts directs.

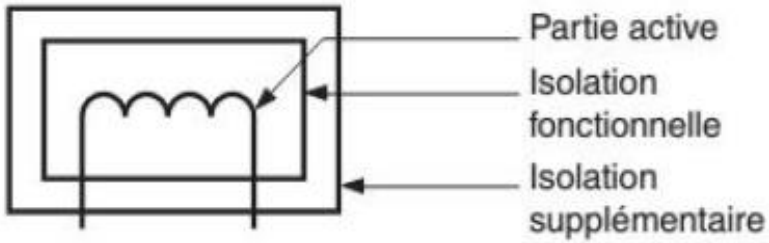
A.2. Par le renforcement de l'isolation du matériel

Ce type de matériel appelé matériel de classe II (appelé aussi matériel double isolation, déjà vue dans la protection contre les contacts directs) possède:

✓ Une isolation principale ou fonctionnelle qui assure la protection contre les contacts directs,

✓ Une isolant supplémentaire indépendante de l'isolant principal et destinée à assurer la protection contre les contacts indirects en cas de défaut de l'isolation principale.

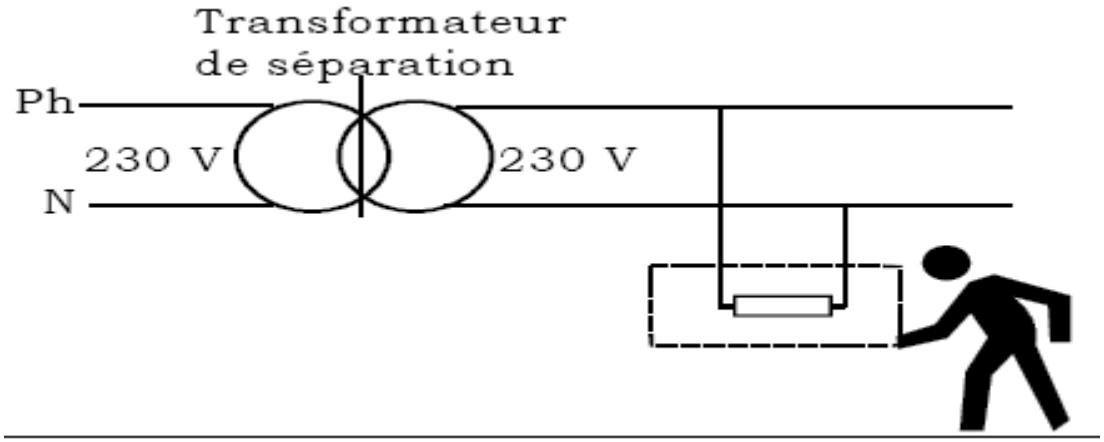
Les parties conductrices de ce type de matériel ne doivent pas être reliées à la terre.



A.3. Par la séparation des circuits

Les transformateurs de séparation sont utilisés pour des raisons de sécurité pour créer localement une nouvelle installation du domaine BT, de faible étendue, entièrement isolée de la terre et des masses ainsi que de la source d'énergie primaire du domaine BT.

En utilisant un transformateur de séparation des circuits, on évite à une personne d'être soumise à un potentiel dangereux par rapport à la terre car le neutre n'est pas relié à la terre.



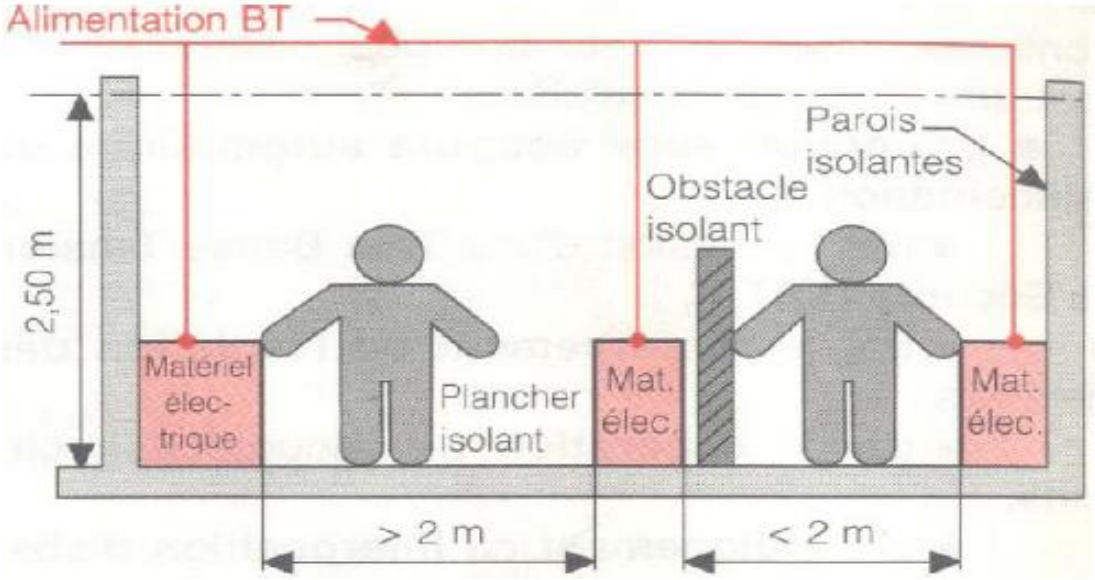
Le transformateur doit être de classe II. L'objectif est de n'offrir, en cas de défaut d'isolement, aucun chemin de retour possible au courant.

Souvent un seul récepteur est alimenté par un circuit séparé BT.

Exemples d'application : prise de rasoir dans la salle d'eau.

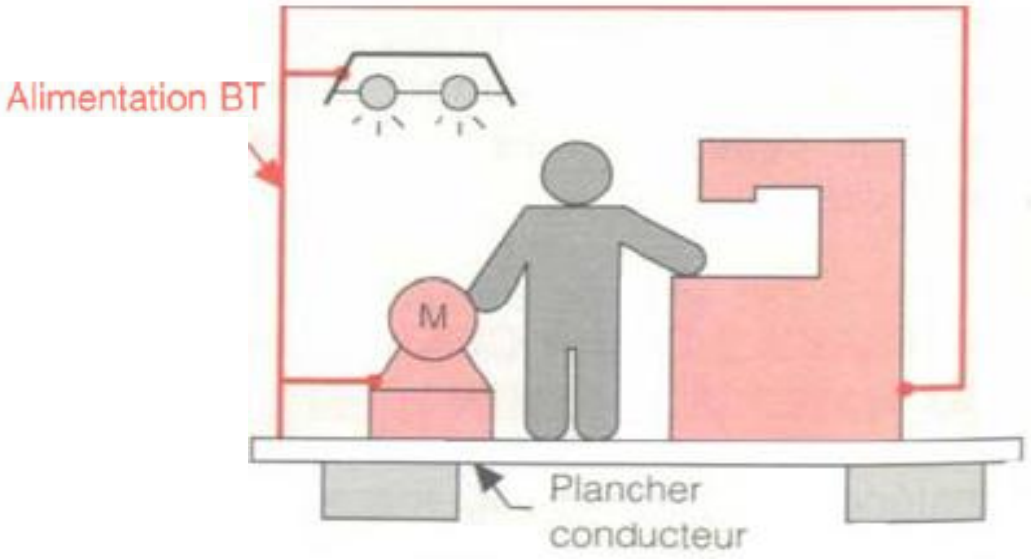
A.4. Par éloignement ou interposition d'obstacle

Cette mesure rend négligeable la probabilité de toucher simultanément une masse mise accidentellement sous tension (contact indirect) et un élément conducteur relié à la terre.



A.5. Par des liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre

Dans ce cas, les personnes ne peuvent êtres soumis à aucun potentiel car ils vont toucher que des objets au même potentiel.



B. Protection avec coupure automatique de l'alimentation

Si un courant de défaut circule et provoque une élévation de potentiel entre la masse du récepteur et la terre, il y a donc apparition d'une tension de défaut qui est dangereuse si elle est supérieure à la tension limite U_L.

La coupure automatique de l'alimentation, après apparition d'un défaut, est destinée à empêcher qu'une tension de contact se maintienne pendant une durée telle qu'elle puisse présenter un danger pour les personnes.

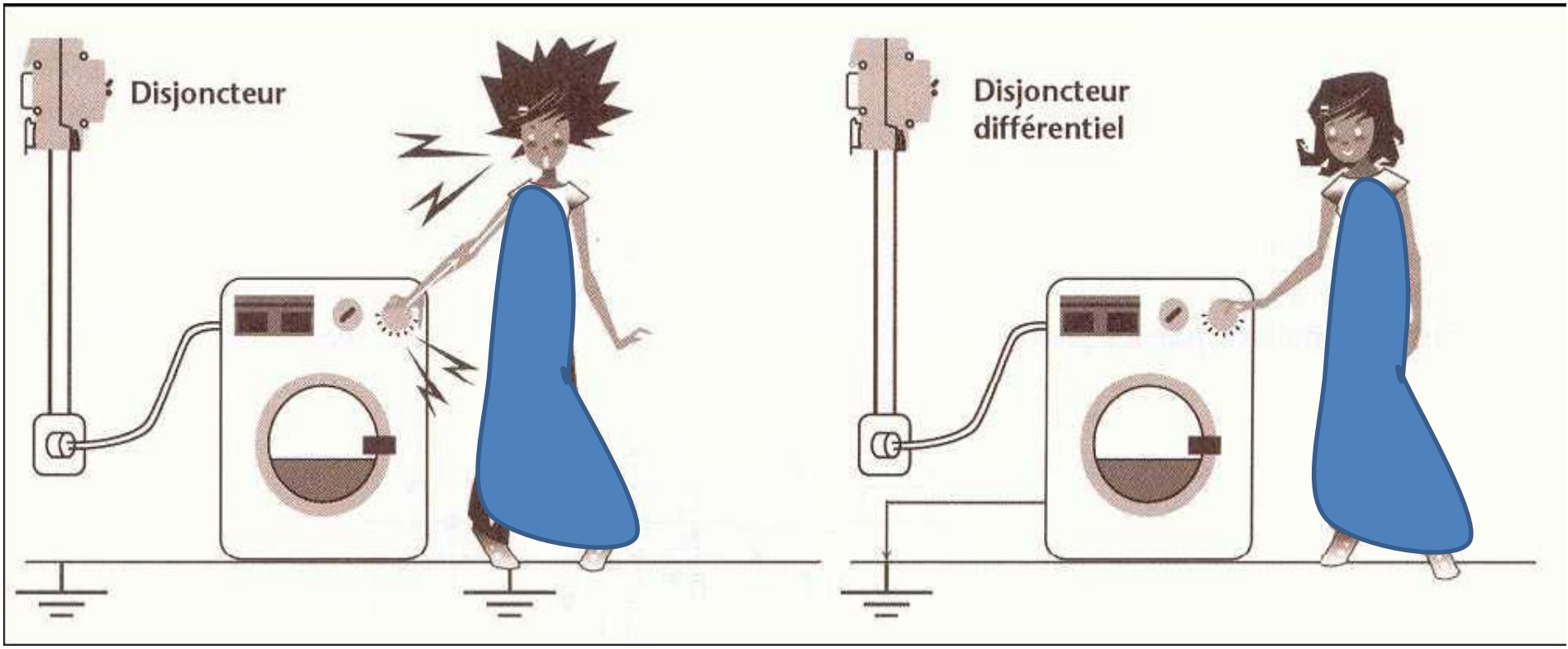
Vis-à-vis de ce risque, les normes d'installations, **CEI 60364** au niveau international, **NF C 15-100** au niveau français, (ces normes sont similaires dans le fond et la forme), ont officialisé trois **Schémas des Liaisons à la Terre** (SLT) et définissent les règles d'installations et de protection correspondantes.

Quel que soit le schéma utilisé (TT, TN ou IT), cela nécessite:

- ✓ le raccordement des masses des récepteurs au circuit de protection,
- ✓ la présence de dispositifs de protection assurant la coupure automatique de l'alimentation en cas de défaut, qui doivent être coordonnés avec le schéma des liaisons à la terre du réseau.

Exemple

L’absence d’une liaison avec la prise de terre représente un danger



Remarque

Les schémas de liaison à la terre sont aussi appelés « **régimes du neutre** ».

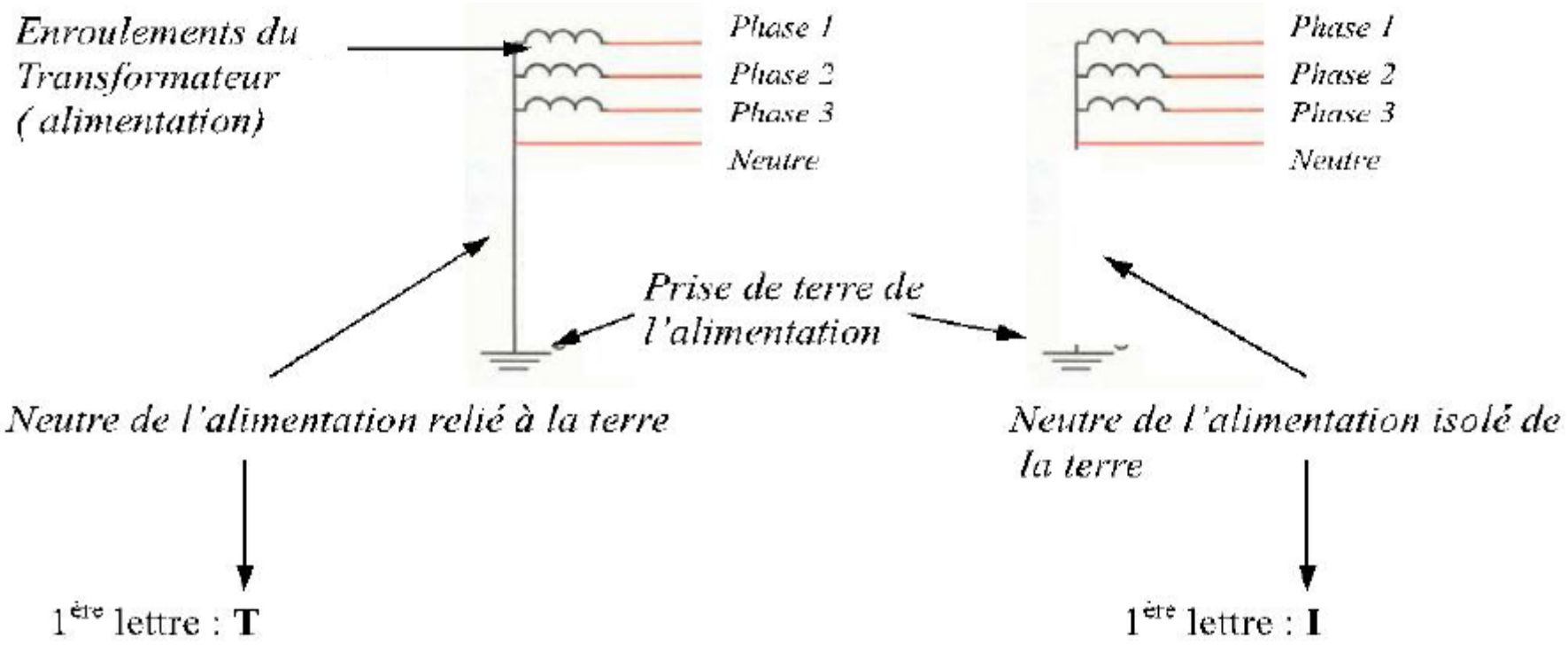
❑ Codification des schémas de liaison à la Terre

Il y a 3 régimes de neutre caractérisés par 2 lettres : TT, TN et IT

La 1ière lettre caractérise la source:

Elle représente la situation du neutre de l'alimentation par rapport à la terre,

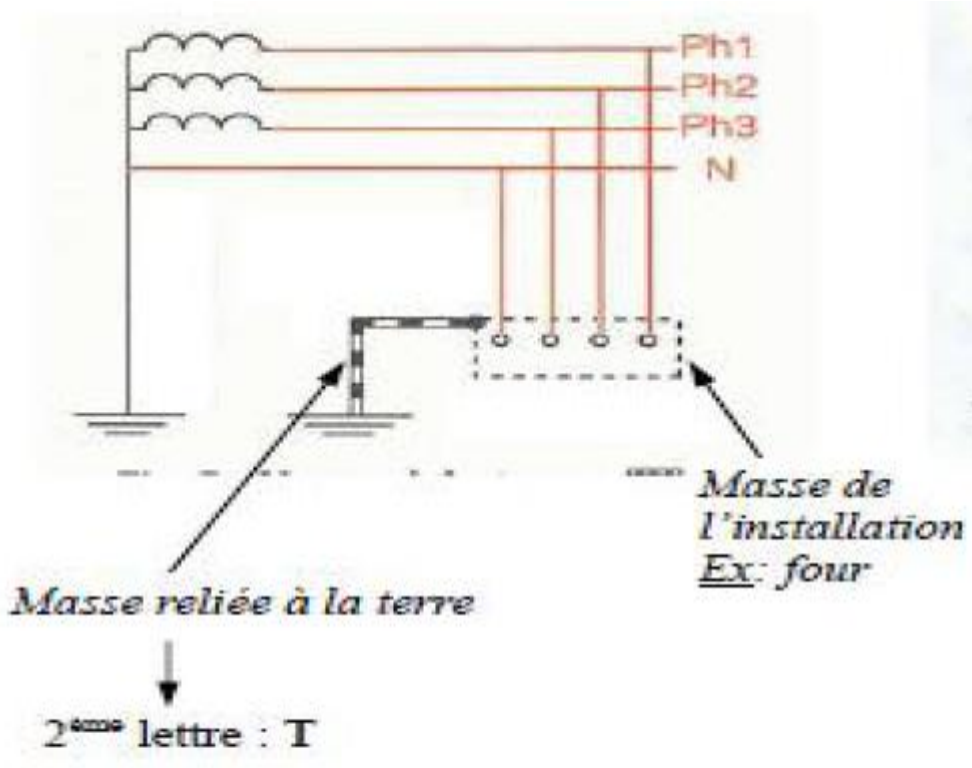
- ✓ **T**: le neutre est relié à la terre
- ✓ **I**: le neutre est isolé (ou impédant) de la terre

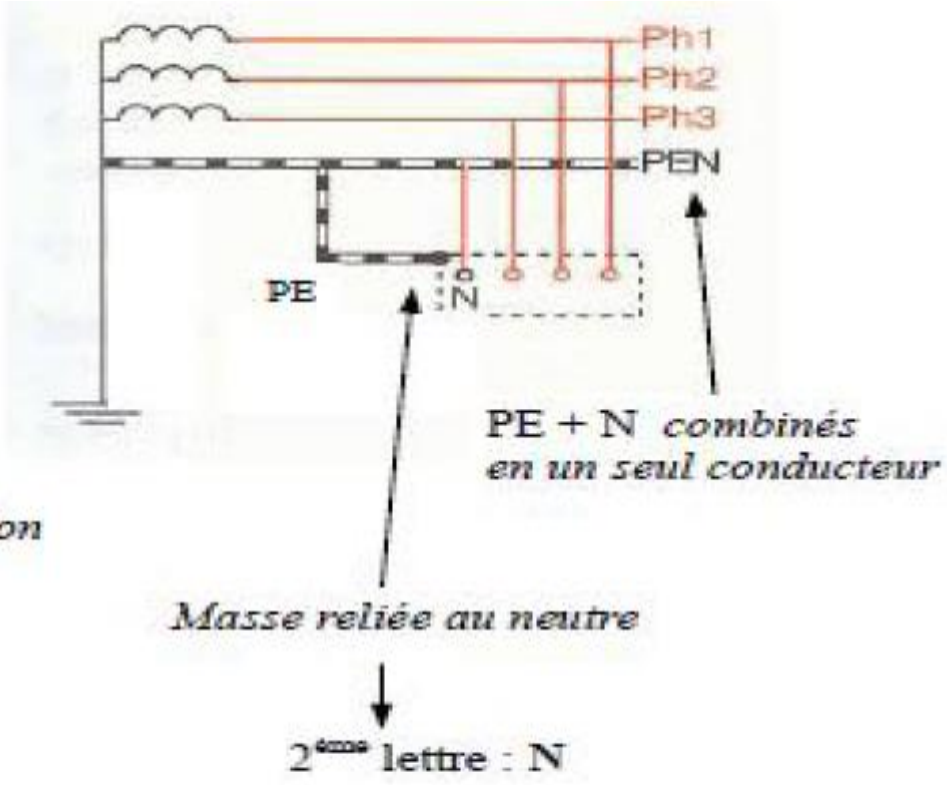


La 2ième lettre caractérise les masses:

Elle représente la situation des masses de l'installation par rapport à la terre,

- ✓ **T**: masses reliées directement à la terre
- ✓ **N**: masses reliées au neutre de l'installation, lui-même relié à la terre

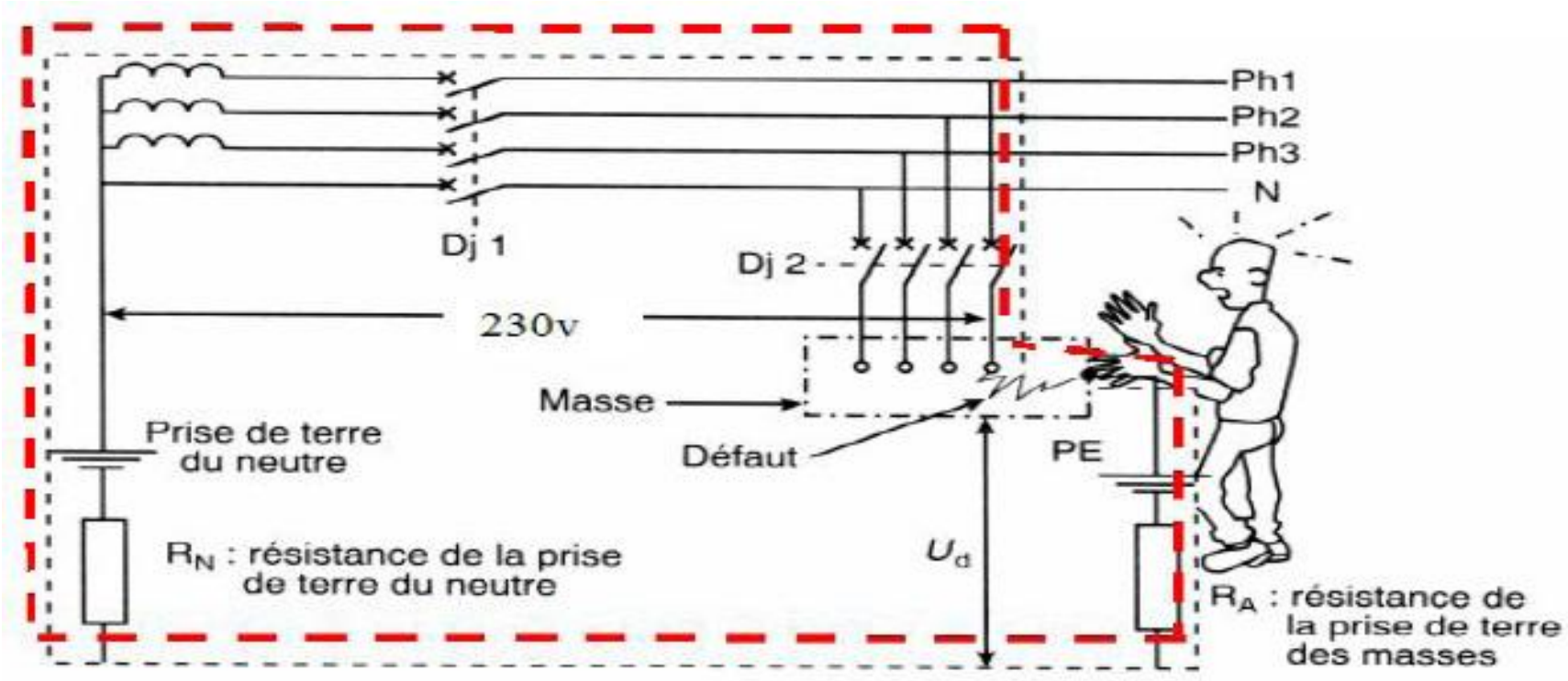




Prenant le régime de neutre TT

Dans ce régime de neutre, le neutre de la source d'alimentation est mis à la terre, les masses sont reliées entre elles et mises à la terre.

Exemple: soit le réseau TT de distribution ci-dessous.



Lorsqu'une phase touche la masse, il y a élévation du potentiel de cette masse.

Soit par exemple:

- R_d: résistance du défaut = 0,1Ω
- R_N: résistance de la prise de terre du neutre = 10Ω
- R_A: résistance de la prise de terre des masses = 20Ω

Il s'établit dans le circuit en pointillé rouge un courant qui parcourt cette boucle de défaut dont la valeur est :

$$I_d = \frac{U0}{R_d + R_N + R_A} = \frac{230}{0.1 + 10 + 20} = 7.64A$$ / *U0* c'est la tension de phase

La tension de défaut (de la masse) par rapport à la terre est donnée par la loi d'Ohm:

$U_d = U_c$ (tension de contact)= R_A x I_d = 20 x 7,64 = 152,8 V ➔ tension mortelle

Les règles de protection par coupure de l'alimentation sont:

- ✓ Il doit y avoir coupure automatique du circuit alimentant l'appareil où s'est produit un défaut, dans le temps conventionnel prévu par la norme et fonction de la tension du réseau.
- ✓ Le temps de coupure ne doit jamais être supérieur à **5 s**.
- ✓ Toutes les masses des matériels électriques, protégées par un même dispositif de protection, doivent être interconnectées avec les conducteurs de protection et reliées à une même prise de terre.

✓ La condition suivante doit être satisfaite : $R_A \times I_{\Delta n} \leq U_L$

R_A: résistance de la prise de terre des masses,
$I_{\Delta n}$: courant de fonctionnement du dispositif de protection,
U_L: tension limite de contact (de sécurité). Selon les conditions elle peut être de 50 V (milieu sec), 25 V (milieu humide), ou 12 V (milieu immergé), selon les locaux.

Dans les schémas TT, on assure la protection par un **dispositif à courant différentiel résiduel**.

On peut employer, selon les cas, des disjoncteurs différentiels pour la protection en cas de court-circuit, ou des interrupteurs différentiels dont le pouvoir de coupure est beaucoup plus faible.

Sensibilité du différentiel $I_{\Delta n}$:

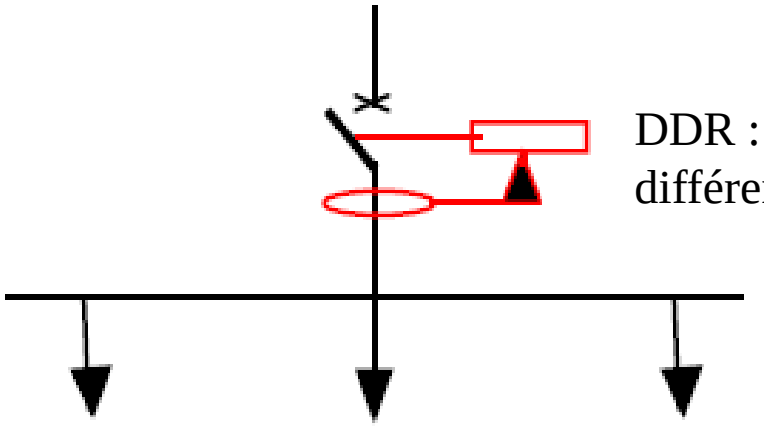
La sensibilité d'un disjoncteur différentiel résiduel est indiquée par le symbole $I_{\Delta n}$.

On peut classer les disjoncteurs selon trois catégories:

- ✓ Disjoncteurs haute sensibilité: $I_{\Delta n}$ = 6, 12, 30 mA,
- ✓ Disjoncteurs moyenne sensibilité: $I_{\Delta n}$ = 0.1, 0.3, 0.5, 1 A,
- ✓ Disjoncteurs faible sensibilité: $I_{\Delta n}$ = 3, 5, 10, 20 A.

Emplacement des dispositifs différentiels

Toute installation TT doit être protégée au moins par un dispositif différentiel résiduel à l'origine de l'installation.



DDR : Dispositif de détection différentiel résiduel

Il est possible de protéger différents départs avec des dispositifs différentiels de différentes sensibilités, ce qui évite la coupure générale de l'installation en cas de défaut.

Pour les autres régimes de neutre, TN et IT, voir les sites ci-dessous:

http://genelec.santonum.free.fr/_fichiers/s6-Distribution-BT/SLT_Cours_recap2a.pdf

http://jltimin.free.fr/greta_2012_2013/slt/cours_td_slt.pdf

III.4. Habilitation des intervenants en électricité

III.4.1. Que veut dire une habilitation?

Pour réaliser des opérations sur ou à proximité d'une installation électrique, le travailleur doit être habilité.

L'habilitation est la reconnaissance, par l'employeur, de la capacité d'une personne placée sous son autorité à accomplir, en sécurité vis-à-vis du risque électrique, les tâches qui lui sont confiées.

Avant d'être habilité, le travailleur doit avoir été formé et avoir été déclaré apte par le médecin du travail.

L'habilitation des travailleurs s'appuie sur les **dispositions du Code du travail** (articles R. 4544-9 à R. 4544-11) et sur les règles techniques de la **norme française NFC 18-510** de janvier 2012.

III.4.2. Formation avant habilitation

La formation préparatoire à l'habilitation électrique a pour objectif de faire acquérir à l'apprenant une aptitude professionnelle dans le seul domaine de la prévention du risque électrique. Elle comprend une partie théorique et une partie pratique ainsi qu'une évaluation des savoirs et savoir-faire.

L’employeur de l’entreprise qui accueille le travailleur, doit vérifier que ce dernier a suivi une formation préparatoire à l’habilitation en adéquation avec les opérations prévues.

III.4.3. Avis médical avant habilitation

Avant d’habiliter une personne, l’employeur doit s’assurer de son aptitude médicale auprès du médecin du travail.

Sur le plan réglementaire, il n'existe pas de critères d'aptitude médicale. Cependant, le médecin du travail doit être vigilant sur les points suivants :

- ✓ les troubles musculosquelettiques
- ✓ les problèmes cardiovasculaires,
- ✓ les problèmes visuels, en particulier la vision des couleurs.

III.4.4. Titre d'habilitation

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

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

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

Les **habilitations doivent être revues annuellement**. Un recyclage des compétences et connaissances est conseillé tous les 3 ans, et plus souvent si nécessaire.

III.4.5. Délivrance du titre d'habilitation

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

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

Le titre d'habilitation, sous la forme d'une fiche verte, est un document signé par l'employeur et par le titulaire de la carte (salarié).

Exemple de titre d'habilitation

Titulaire du titre : Nom : ***FLAHAUT*** Prénom : ***Jean-Christophe*** Fonction : ***Enseignant***		Employeur : *Éducation nationale* Affectation : *Lycée Ed. Branly de Boulogne-sur - Mer*		
Personnel	Symbole d'habilitation et attribut	Champ d'application		
		Domaine de tension ou tensions concernées	Ouvrages ou installations concernés	Indications supplémentaires
Travaux d'ordre non électrique				
Exécutant				
Chargé de chantier				
Opérations d'ordre électrique				
Exécutant				
Chargé de travaux	***B2V***	*Jusqu'à 500 V en courant alternatif*	*Toutes installations industrielles*	*Sauf les postes d'alimentation*
Chargé d'intervention	***BR***	*Jusqu'à 500 V en courant alternatif*	*Toutes installations industrielles*	*Sauf les postes d'alimentation*
Chargé de consignation	***BC***	*Jusqu'à 500 V en courant alternatif*	*Toutes installations industrielles*	*Sauf les postes d'alimentation*
Chargé d'opérations				
Habilitation spéciale				
Document supplémentaire : ~~Oui~~ - Non				
Le titulaire : Signature :	**Pour le chef d'établissement** : Nom : ***DURAND*** Prénom : ***Paul*** Fonction : ***Proviseur*** Signature :	Date : *4 juillet 2014* Validité : *1 an*		

-Recto-

AVIS

Le présent titre d'habilitation est établi et signé par l'employeur ou son représentant et remis à l'intéressé qui doit également le signer.

Ce titre est strictement personnel et ne peut être remis à des tiers.

Le titulaire doit être porteur de ce titre pendant les heures de travail ou le conserver à sa portée et être en mesure de le présenter sur demande motivée.

La perte de ce titre doit être signalée immédiatement au supérieur hiérarchique.

Ce titre doit comporter les indications précises correspondant aux 3 caractères et à l'attribut composant le symbole de chaque habilitation et celles relatives aux activités que le personnel est autorisé à pratiquer.

L'absence d'une indication a valeur d'interdiction.

La rubrique « indications supplémentaires » doit obligatoirement être remplie.

Cette habilitation n'autorise pas à elle seule son titulaire à effectuer de son propre chef les opérations pour lesquelles il est habilité.

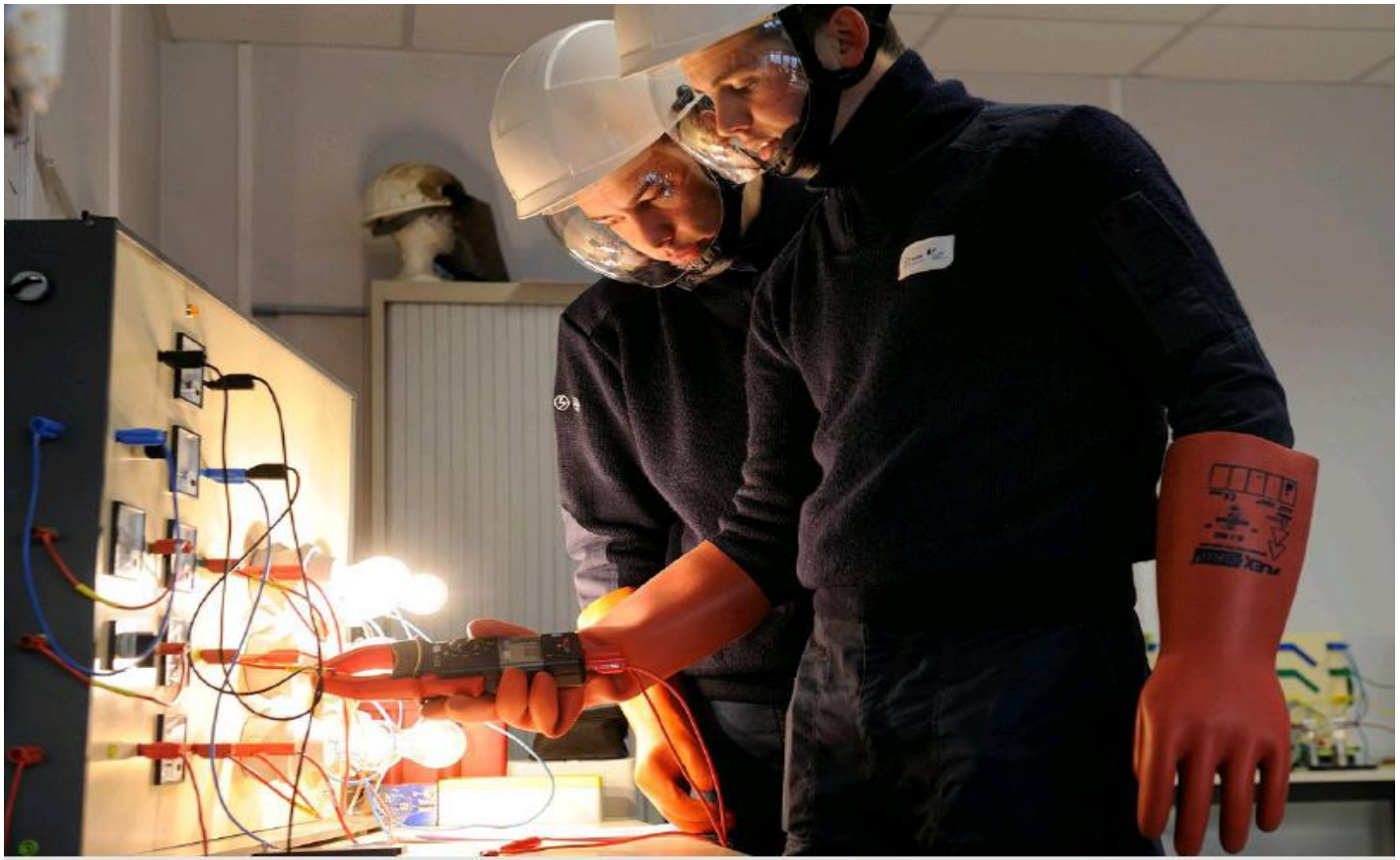
AUTORISATIONS OU INTERDICTIONS SPÉCIALES

.....
.....
.....
.....
.....

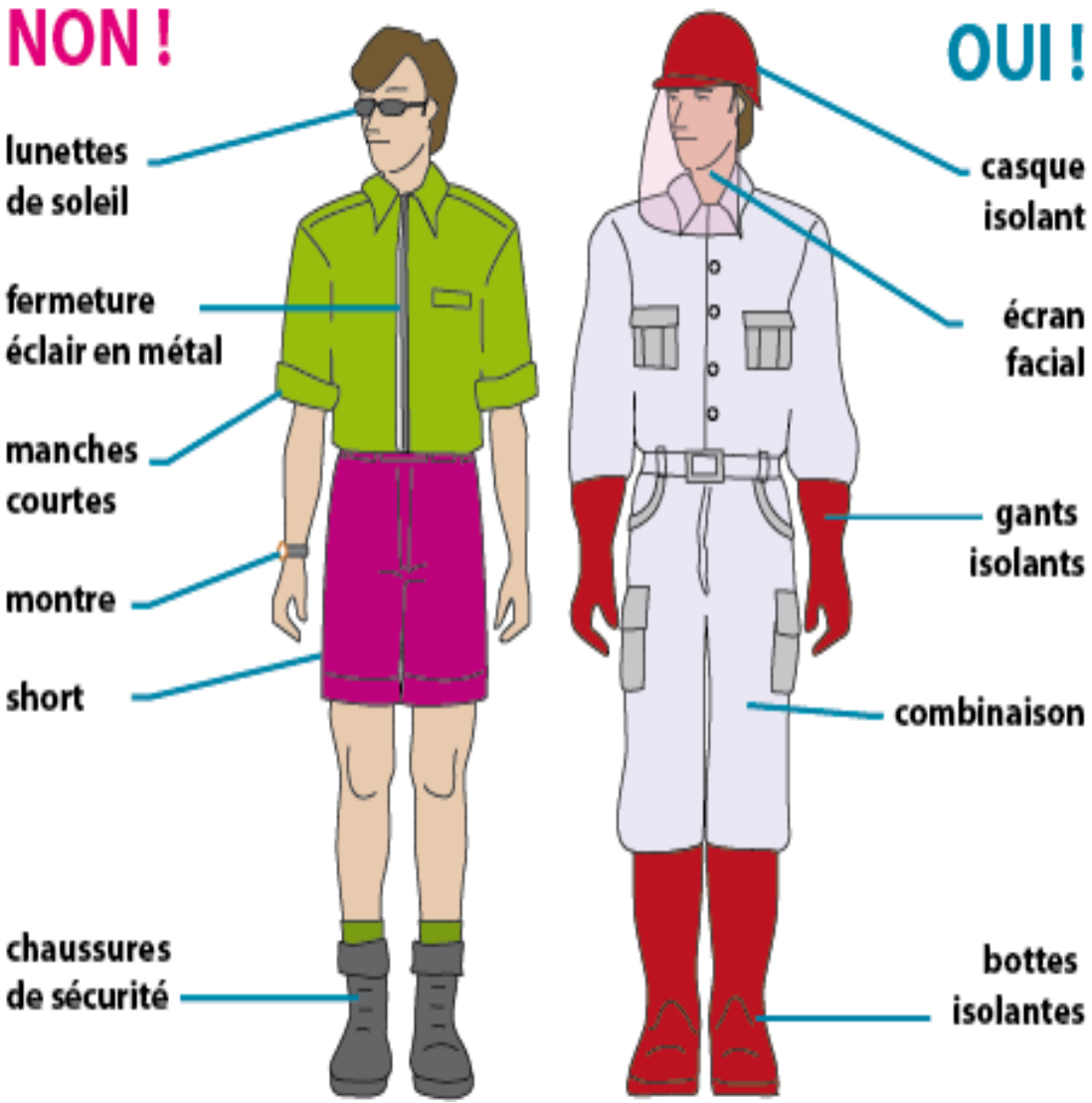
-Verso-

III.5. Equipements de protection individuelle (EPI)

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



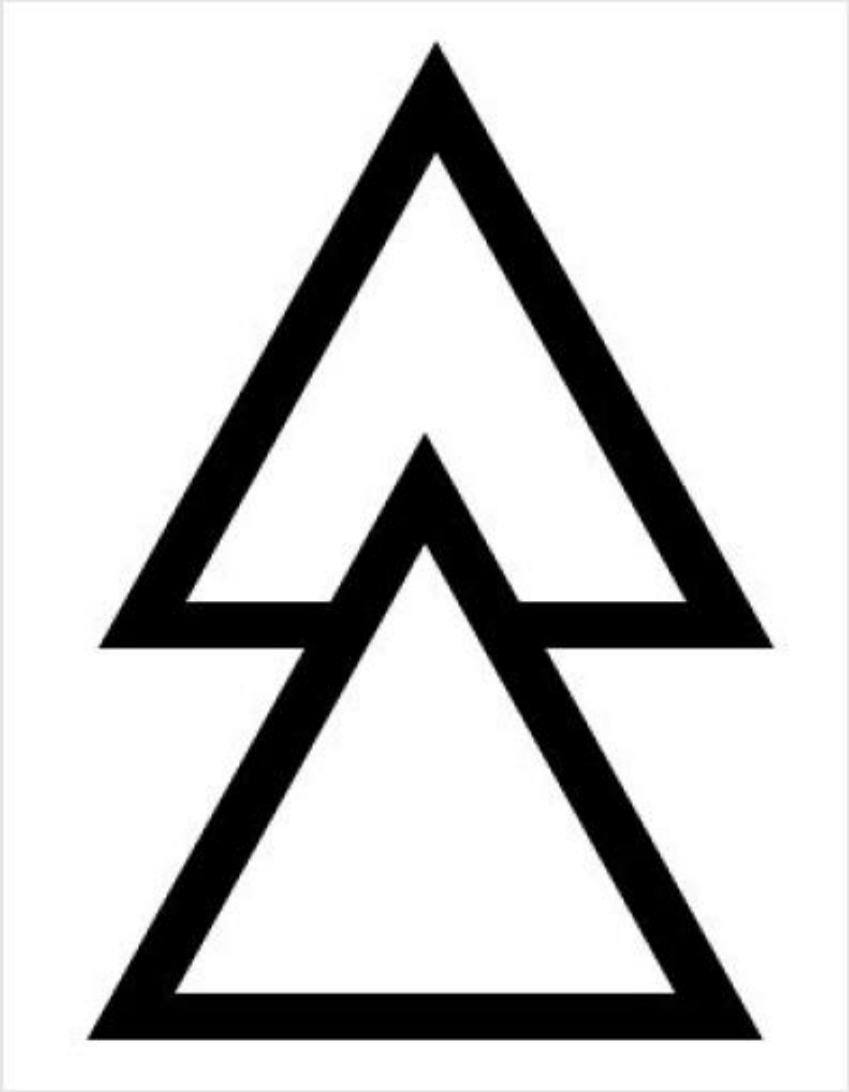
Formation à l'habilitation électrique, avec port d'équipements de protection individuelle adaptés: gants en matériaux isolants, casque de protection, outil isolant



Equipements de protection individuelle pour les travaux sous basse tension

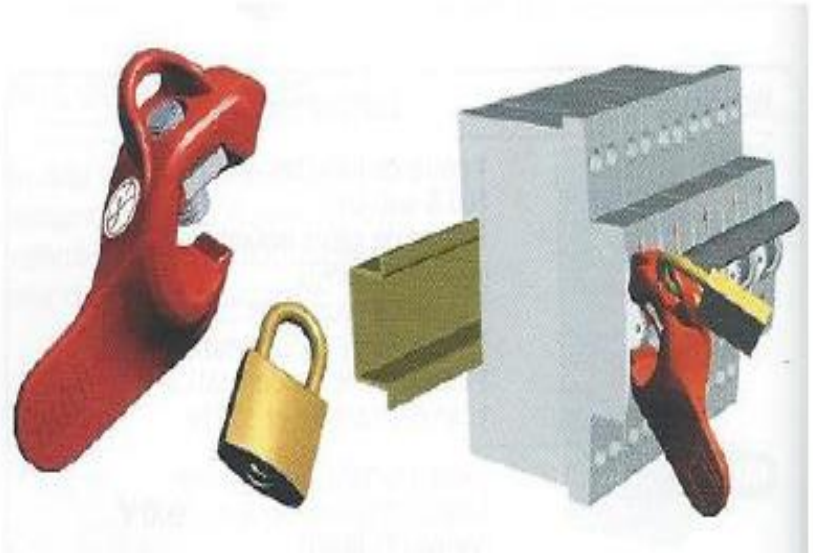
Exemple de marquage

Le marquage ci contre (symbole IEC 60417-5216) figure sur les équipements de protection appropriés pour les travaux sous tension



Les EPI sont personnels. Ils ne peuvent être attribués à un nouveau titulaire qu'après avoir été nettoyés et vérifiés.

Le tapis ou le tabouret isolant



cadenas et étiquettes de consignation

Échelles isolantes

Le vérificateur d'absence de tension

III.6. Equipements de protection collective

Les équipements de protection collective regroupent l'ensemble des produits permettant une mise hors de portée.

Des pancartes

Des banderoles

Balisage de la zone de travail

CHAPITRE IV

MESURE DE SÉCURITÉ CONTRE LES EFFETS INDIRECTS DU COURANT ÉLECTRIQUE

IV.1. Introduction

En plus des dangers qu'on a vus du courant électrique (électrisation ou électrocution des personnes, chocs, brulures….), des incendies ou des explosions peuvent survenir. Dans une entreprise l'incendie est un sujet très préoccupant et d'actualité permanente. Il est souvent question de conséquences graves faisant parfois des victimes et causant d'importants dégâts matériels.

IV.2. Incendies

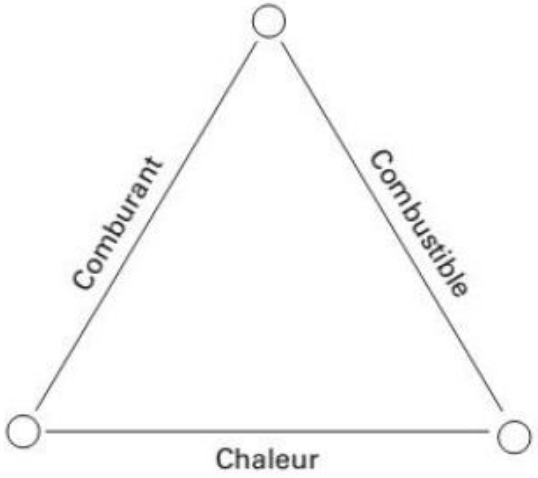
IV.2.1. Définition d'un incendie

Pour que se déclenche un incendie, trois conditions préalables doivent être observées soit, d'avoir un **combustible**, un **comburant** et de la **chaleur**. Lorsque ces conditions sont présentes, les risques d'incendie augmentent considérablement.

- un combustible, c'est-à-dire une matière capable de se consumer (matériau de construction, bois, essence…)
- un comburant qui, en se combinant avec le combustible, permet la combustion (Oxygène de l'air, chlore, eau oxygénée, acide nitrique, oxylithe, acide sulfurique, nitrate de potasse, chlorates, perchlorates) ;
- une source d'inflammation qui va déclencher la réaction de combustion (électricité, flamme nue, cigarette…).

Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant en présence d'une source de chaleur.

Ce phénomène peut être schématisé par le « **triangle du feu** ».



Triangle du feu

IV.2.2.Caractéristiques et origine des incendies électriques

Il y a lieu de distinguer les incendies provoqués par les matériels ou les installations électriques. On trouve dans une installation électrique des éléments favorables à la propagation des incendies, c'est-à-dire des matériaux isolants combustibles solides ou liquides.

A l'origine des incendies, dans les installations, on trouve:

- ✓ la combustion des isolants due à l'effet joule, dans les parties conductrices;
- ✓ l'amorçage d'un arc entre pièces conductrices, en particulier le claquage des isolants;
- ✓ une explosion résultant du fonctionnement anormal d'un appareil électrique dans une atmosphère devenue inflammable et explosive, par exemple par la décomposition de certains corps composant cet appareil ou provenant de l'environnement immédiat.

Une installation électrique peut provoquer un incendie par:

- ✓Une défaillance de mise à la terre,
- ✓Une mauvaise isolation des fils électriques.
- ✓Des cordons d'alimentation coincés, écrasés ou cachés sous un tapis
- ✓Des rallonges et multiprises trop nombreuses et surchargées.
- ✓Un manque de maintenance ou de contrôles réguliers.

Les installations électriques peuvent être **dangereuses**, même si elles respectaient les règles de sécurité de leur époque de commercialisation. **Elles vieillissent** en fonction de leur utilisation et de **l'usure naturelle** des matériaux.

Les appareils électroménagers se sont multipliés et les puissances consommées ont augmenté. Les installations anciennes ne permettent plus d'alimenter correctement ces appareils.

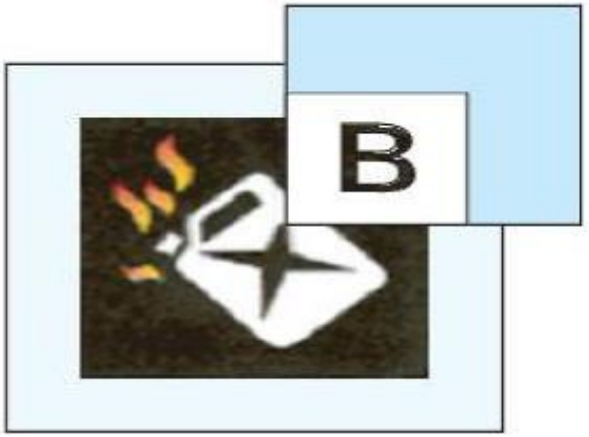
IV.2.3. Détection du feu et lutte contre l’incendie

IV.2.3.1. Classes de feu

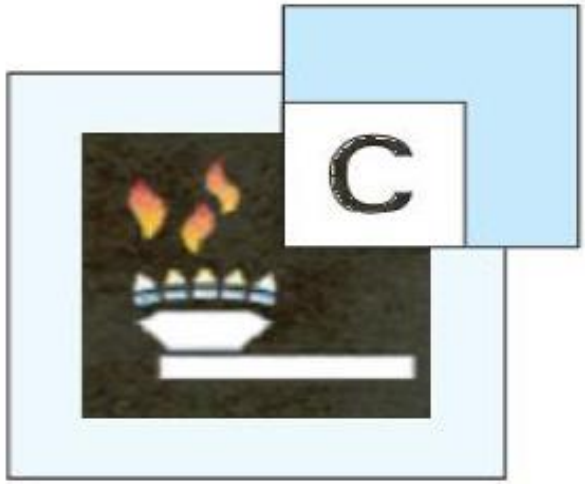
Les feux sont classés suivant la nature du combustible, et les agents d'extinction doivent y correspondre. On distingue quatre classes de feux (NF EN 2):

Classe A: feux de matériaux solides, généralement de nature organique, dont la combustion se fait normalement avec formation de braises (bois, papiers, tissus...) ;

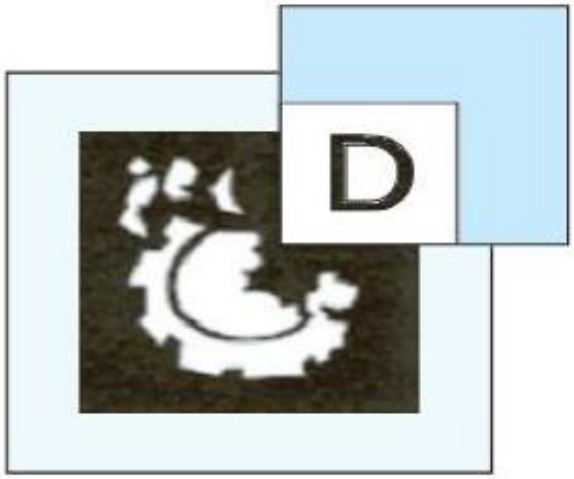
Classe B: feux de liquides ou solides liquéfiables (hydrocarbures, graisses, matières plastiques...) ;



Classe C: feux de gaz ;



Classe D : feux de métaux ; l'inflammabilité est variable selon le métal considéré et son état physique (poussières, copeaux, blocs...).



L'électricité étant seulement à l'origine de la chaleur, les composants tels que les isolants étant les combustibles; on parle alors de feux d'origine électrique.

IV.2.3.2. Prévention d'incendie

Un incendie peut être évité si l'on s'arrange pour que le triangle du feu ne soit pas fermé. On peut le faire en éliminant un des trois facteurs (oxygène, combustible et source d'inflammation).

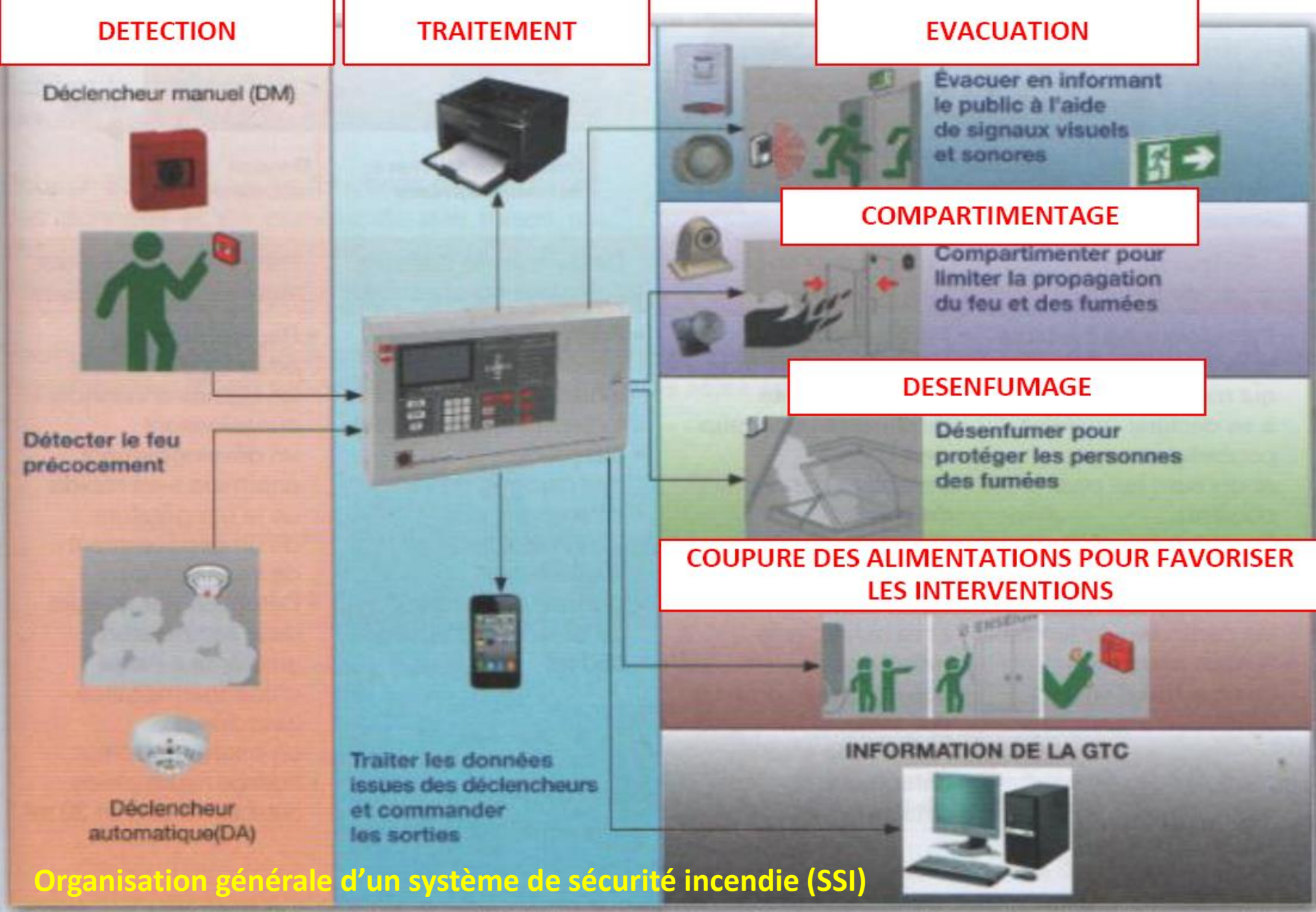
IV.2.3.3. Détection d'incendie

Un feu se caractérise par un dégagement de **gaz de combustion et de fumée**, une production de **flammes et une élévation de la température**. C'est à partir de l'un de ces phénomènes que fonctionne un détecteur d'incendie qui va déclencher une alerte. Cette alarme doit être déclenchée à bon moment.

Une installation de détection d'incendie a pour objectif de déceler et signaler, le plus tôt possible, d'une manière fiable, la naissance d'un incendie, afin de réduire le délai de mise en œuvre de mesures adéquates de lutte contre l'incendie.

Toute installation de détection d'incendie comporte un **Système de Sécurité Incendie (SSI)** qui est un ensemble des matériels servant à collecter toutes les informations.

Le SSI a pour objectif de mettre les personnes en sécurité, faciliter l'intervention des pompiers, limiter la propagation du feu. Il doit donc détecter l'incendie et mettre automatiquement en sécurité un bâtiment ou une installation.

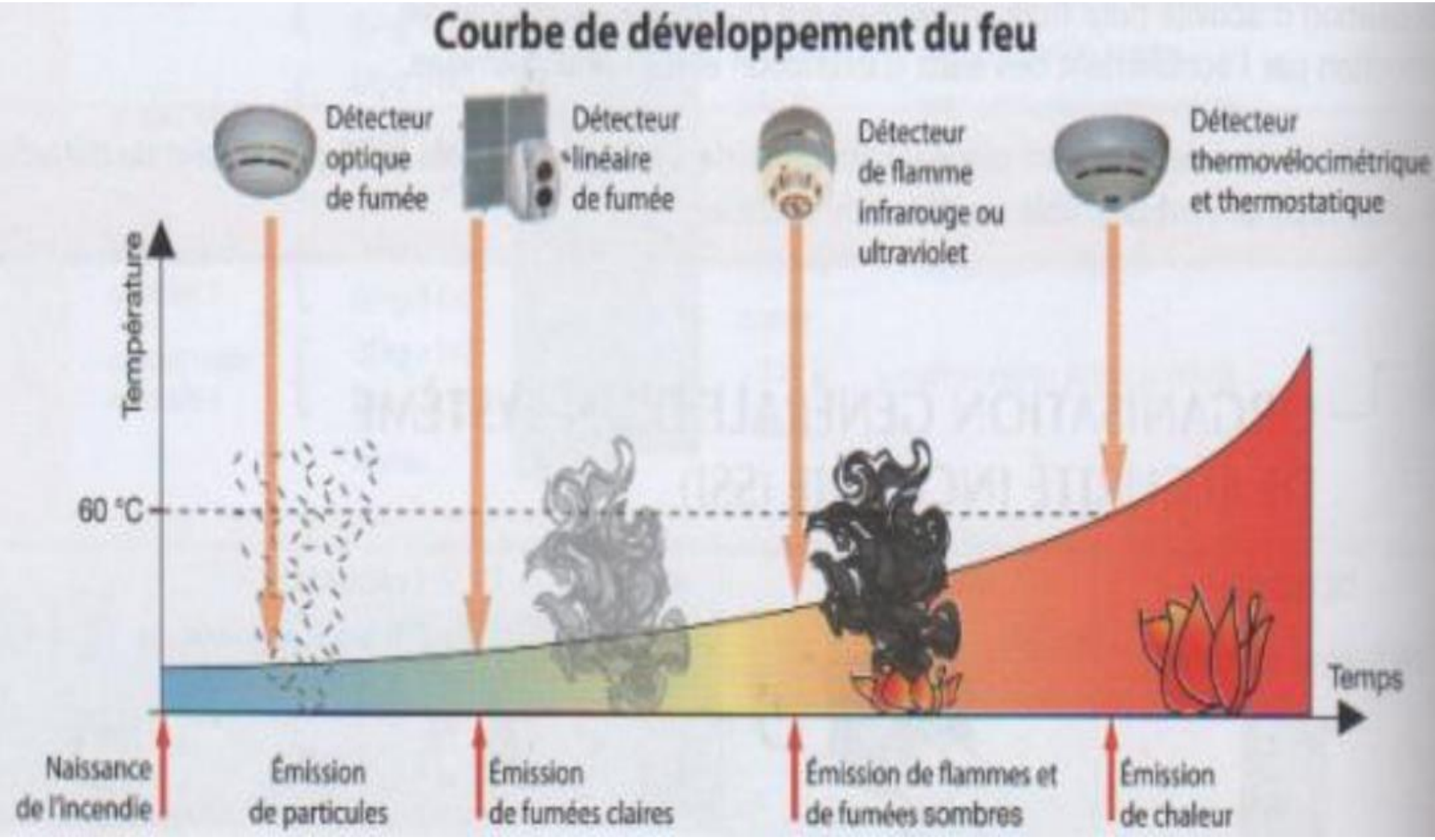


Organisation générale d'un système de sécurité incendie (SSI)

Remarque : Suivant la catégorie d'établissement à protéger, le système de sécurité incendie ne comportera pas la totalité de ces éléments.

GTC: La Gestion Technique Centralisée.

Principaux détecteurs automatiques



Détecteur optique de fumée	Détecteur linéaire de fumée	Détecteur de flamme infrarouge ou ultraviolet	Détecteur de chaleur thermovélocimétrique
-Particulièrement adapté pour les feux couvants qui mettent longtemps à se déclarer (matelas, poubelle, canapé…) et qui sont les plus courants. -Détection par réflexion d'un faisceau de lumière sur les particules de fumée. -Surface maximale de détection d'environ 60m².	-Particulièrement adapté pour les feux à évolution lente produisant beaucoup de fumée. -Détection par mesure de l'opacité des fumées blanches ou noires qui traversent le faisceau laser émis par le boitier et renvoyé par le réflecteur. -Couverture de grandes distances évitant ainsi l'emploi de plusieurs détecteurs. -Détection jusqu'à 100m	-Particulièrement adapté pour les feux à développement rapide (produits inflammables). -Détection des rayonnements infrarouges ou ultraviolets émis par les flammes. -surface maximale de détection d'environ 550m²	-Particulièrement adapté pour les débuts d'incendie occasionnant un développement anormalement rapide de la température ou un dépassement de seuil (60°C). -Détection par mesure de la température ambiante (thermistance associée à un microcontrôleur). -surface maximale de détection d'environ 30m²

Donc, en cas d'incendie dans une installation électrique ou à son voisinage, la conduite à tenir face à cet incendie d'origine électrique est comme suit:

- Donner l'alerte;
- Mettre hors tension l'installation, et éventuellement les installations voisines;
- Fermer les portes et les fenêtres;
- Attaquer le feu à la base à l'aide d'un extincteur adapté;
- Après l'extinction de l'incendie, évacuer les gaz toxiques en aérant et en utilisant des ventilateurs.

Moyens d'extinction

Les produits utilisés pour combattre le feu sous diverses formes sont: l'eau, le sable, l'eau pulvérisée (vaporisée), des poudre extinctrices (ex: bicarbonate de sodium hydrofugé), la mousse, Dioxyde de carbone (CO2)…

Dans le commerce, il existe des extincteurs portables remplis de mousse (eau et additifs), de poudre ou de CO2.

Extincteur portable (1 kg)

En cas d'inflammation de ses vêtements, la victime se roulera par terre, les témoins la recouvriront de couvertures, de vêtements ou de linges en laine ou en coton, de préférence mouillés, pour obtenir l'extinction par étouffement.

Dans le cas où le matériel électrique est sous tension ou s'il y a un doute, il y a lieu, en outre, de revêtir des gants isolants adaptés à la tension nominale de l'installation. Et de maintenir entre l'appareillage d'extinction et les pièces sous tension un écartement minimal.

Appareils utilisé	**Tension KV**	**Distance m**
Extincteur	$U \leq 1$ $1 \prec U \leq 20$ $20 \prec U \leq 57$ $U \succ 57$	**0.5** **1** **2** **Hors tension**
Lances	$U \leq 225$ $U \succ 225$	**3** **4**

Dans le cas d'installations électriques importantes (centrales de production, postes de contrôle, installations informatiques, transformateurs, etc.), les types d'extinctions suivants sont utilisés :

Moyens d'action fixes	**fonction**
Aspersion par eau, de type « sprinkler »	• Ces têtes de sprinklage s'ouvrent automatiquement quand la température s'élève dans un espace au-dessus d'un niveau déterminé Par ex. lieux de stockage.
Aspersion par eau, de type déluge	• Cette installation peut autant asperger un matériel siège d'un incendie, que le protéger du rayonnement d'un feu voisin. Dite aussi *rideau d'eau*,
Aspersion par mousse extinctrice	• destinée aux feux de cuves à fuel des groupes diesels, des gros transformateurs.
Noyage d'ambiance par CO_2	• Il peut être mis en œuvre aussi bien dans des locaux rendus étanches, que dans des volumes restreints, tels qu'armoires, tableaux, ... :
Noyage d'ambiance par halon 1301 (Dérivés halogénés des hydrocarbures)	• Toutefois l'installation peut être plus facilement décentralisée Il s'applique et s'effectue de la même façon que pour le CO2

IV.3. Explosion

La chaleur ou le début d'incendie peut engendrer une explosion des produits sensibles.

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

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

Les explosions et incendies ne sont heureusement pas les causes les plus fréquentes d'accidents du travail. Mais leurs conséquences peuvent être spectaculaires et dramatiques :

- ✓des pertes humaines,
- ✓des pertes matérielles,
- ✓dommages économiques importants,

CHAPITRE V

MESURE DE SECOURS ET SOINS

V.1. Introduction

Les premiers secours représentent l'ensemble des techniques d'aide apportée aux personnes victimes d'un accident, d'une catastrophe, d'un problème de santé ou d'un problème social compromettant à court terme leur état de santé. Ces techniques permettent d'apporter des réponses efficaces devant un danger vital et ont comme objectif d'en minimiser les conséquences tout en assurant la survie des personnes en leur prodiguant des premiers soins d'urgence.

V.2. Comportement général

Pour porter efficacement secours à une personne, il convient avant tout de respecter quelques principes élémentaires. La règle est généralement la suivante :

- Rester calme;
- Observer;
- Réfléchir;
- Alarmer;
- Agir.

V.3. Attitude à suivre en cas d'accidents électriques

L'**arrêté du 14 févier 1992** fixe les consignes relatives aux premiers soins à donner aux victimes d'accidents d'origine électrique.

Les premiers secours qui se résument à trois actions: protéger, secourir, alerter, chacune d'elles fait appelle à quatre interrogations: qui ?, quand ?, comment ?, pourquoi ?.

En cas d'accident électrique il faut :

Dégager l'accidenté, c'est à dire le soustraire au contact de tout conducteur ou pièce sous tension

Mettre en œuvre d'urgence la réanimation.

Prévenir les secours spécialisés

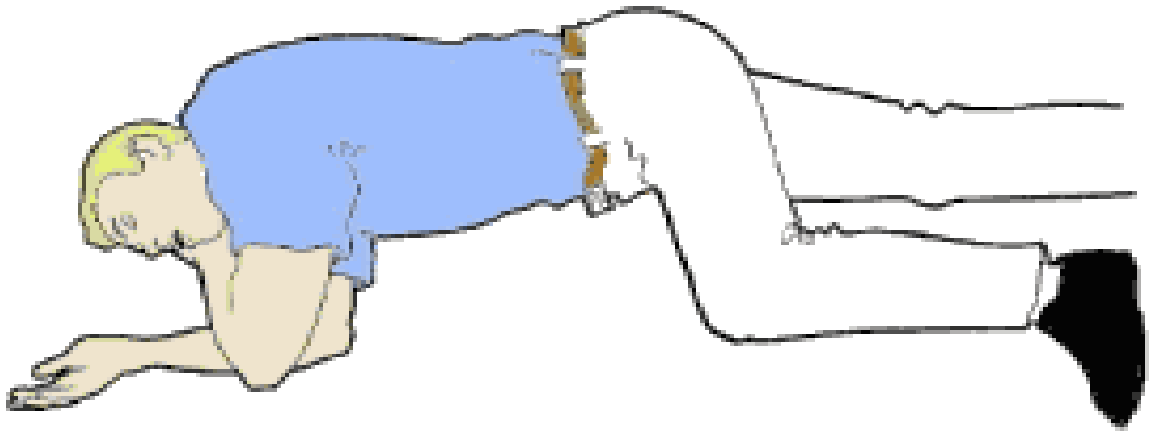
V.4. Premiers soins

***<u>S'il s'agit d'une brève secousse électrique sans conséquence apparente</u>*:**
On doit conseiller l'accidenté de consulter son médecin dans tous les cas.

***<u>Si la victime a perdu conscience mais respire</u>*:**

Il faut la placer en position latérale de sécurité (PLS) et surveiller son état. C'est une position dans laquelle la victime est placée sur le côté, tête en arrière, bouche ouverte et dirigée vers le sol. Ainsi sa langue ne peut plus tomber dans sa gorge et ses vomissements s'écoulent librement sur le sol. **Mettre une victime inconsciente et qui respire en position latérale de sécurité est essentiel pour maintenir ses voies respiratoire ouvertes.**

Il faut vérifier que sa position est stable, que sa poitrine n'est pas comprimée (compressée), et faire contrôler sa respiration toutes les minutes. Si la respiration s'arrête il faut retourner la victime sur le dos et commencer la réanimation cardio-respiratoire.



***Si la victime est dans un état de mort apparente, on doit* :**

Quand il existe un arrêt ventilatoire (présence du pouls carotidien: battements de cœur), procéder à une ventilation artificielle par le bouche à bouche.

Tout d'abord, il faut faire une libération des voies aériennes: dégrafer un col de chemise trop serré, enlever une cravate,... Il faut ensuite vérifier que rien ne gêne la respiration au niveau de la bouche (dentiers, corps étrangers...). Pour faciliter le passage de l'air, il faut ensuite ouvrir les voies aériennes supérieures en basculant la tête de la victime en arrière. La main qui est sur le front appuie et pousse doucement la tête en arrière, les doigts sous le menton tirent la tête vers le haut.

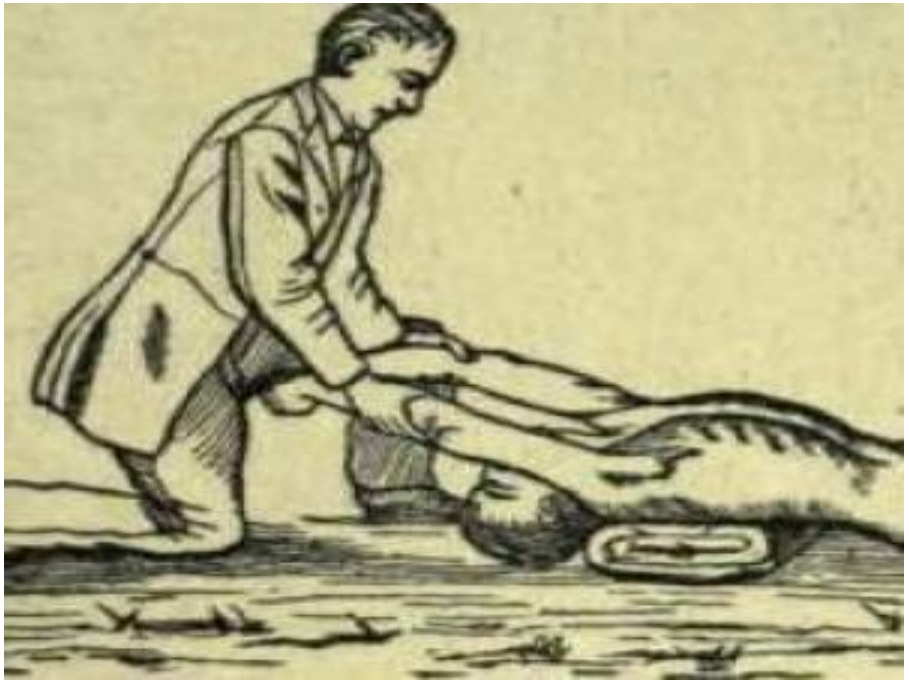
libération des voies aériennes

Ventilation artificielle

La **méthode de respiration artificielle Sylvester** était utilisée lorsque des blessures au visage empêchaient la pratique du bouche-à-bouche. Si le patient a également besoin d'une compression cardiaque externe (massage cardiaque), les premiers secours seront beaucoup plus efficaces s'ils sont effectués par deux personnes. Pendant qu'une personne effectue la méthode Sylvester, l'autre fera un massage cardiaque

La méthode Sylvester se faisait en deux temps, la victime étant sur le dos:

1. tirer les bras au-dessus de la tête de la victime pour faire gonfler sa cage thoracique;
2. ramener les avant-bras de la victime sur sa poitrine et appuyer pour la comprimer.



Méthode de respiration artificielle Sylvester

Quand il existe un arrêt cardio-ventilatoire (absence du pouls carotidien), associer le massage cardiaque externe à la ventilation artificielle.

Mettez vos mains l'une sur l'autre. Positionnez-les bien au milieu de sa poitrine, vos épaules à la verticale de vos mains. Poussez vos mains rapidement vers le bas, les bras bien tendus, les coudes bloqués. Vos mains doivent descendre de 4 centimètres, puis laissez-les remonter et recommencez ainsi 30 fois de suite rapidement.

Massage cardiaque: Entraînement à la réanimation cardiopulmonaire sur un mannequin

La technique du bouche-à-bouche est souvent à pratiquer en alternance avec un massage cardiaque: 30 compressions, 2 insufflations. C'est-à-dire qu'après avoir pratiqué 2 insufflations, il faut tout de suite attaquer le massage cardiaque et réaliser 30 compressions puis de nouveau recommencer les insufflations... jusqu'à l'arrivée des secours.

Dans tous les cas, il faut poursuivre les gestes de réanimation sans interruption jusqu'à l'arrivée sur place des secours médicaux qui pratiqueront, s'il y a lieu, la défibrillation des ventricules.

***Si la victime a subit des* brûlures**

Si la **victime, consciente**, présente des brûlures graves, l'action de l'eau froide est illusoire sur les brûlures internes, mais elle est indiquée sur les brûlures externes après avoir soustrait la victime à la zone de risque électrique.

On doit toujours enlever les vêtements superficiels, protéger les surfaces brûlées, allonger et surveiller la victime jusqu'à sa prise en charge par les secours médicaux ;

Dans l'immédiat, les premiers secours consistent essentiellement à protéger les blessures par pansements secs et stériles, sans adjonction d'aucun produit (sauf pour les brûlures légères, peu étendues et superficielles) et sans déshabiller la victime.

Le traitement des brûlés relève spécialement des milieux hospitaliers et nécessite un transport rapide vers un centre spécialisé,

Si la **victime présente un état de mort apparente** et des brûlures graves, les gestes de réanimation cardio-ventilatoire priment (surpassent) à l'évidence les soins aux brûlures.