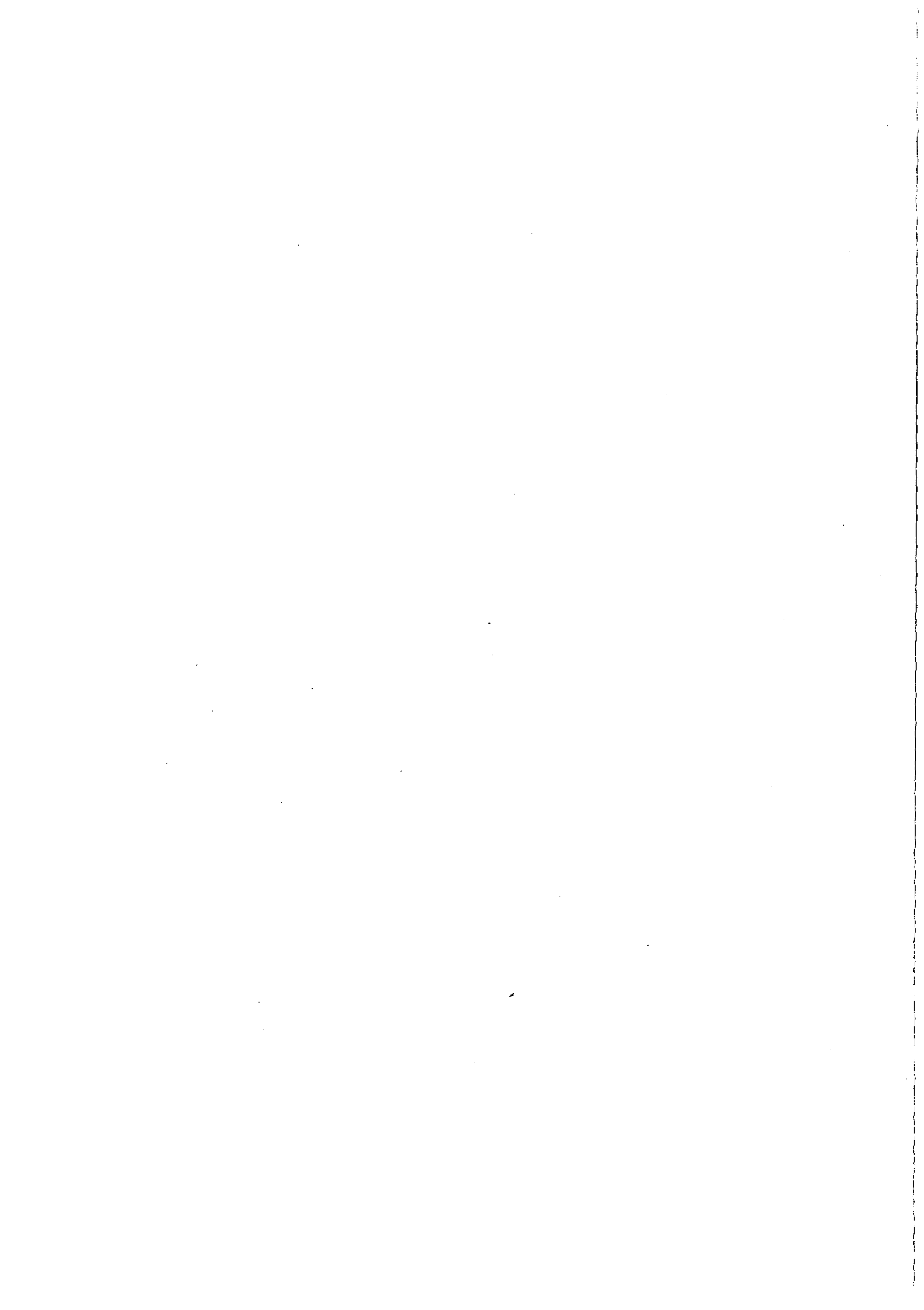
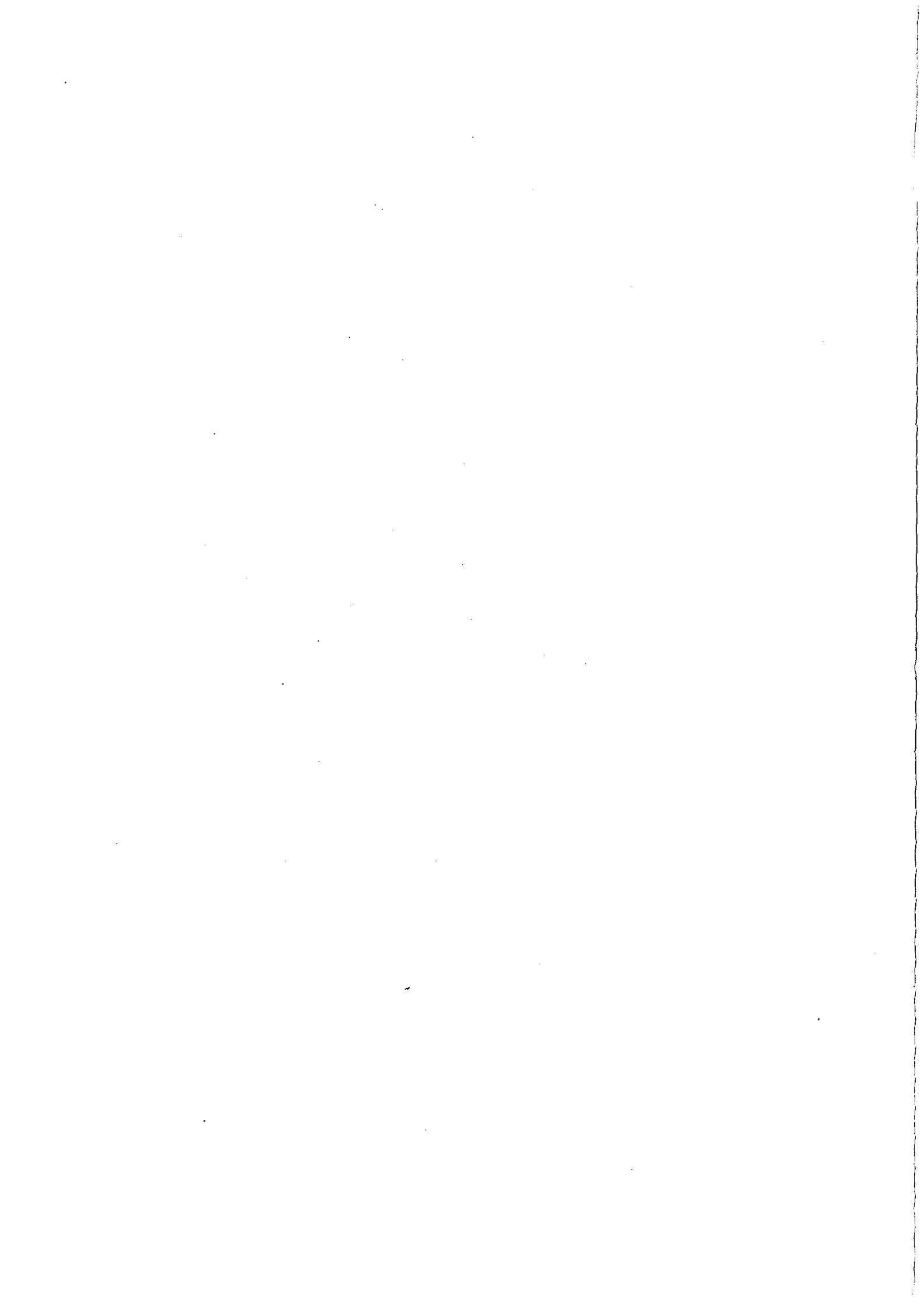


SOMMAIRE

- 1 - DANGERS DU COURANT ELECTRIQUE
- 2 - MATERIELS DE SECURITE
- 3 - PRESCRIPTIONS GENERALES DE SECURITE ELECTRIQUE



DANGERS DU COURANT ELECTRIQUE



SOMMAIRE

1.	EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE SUR LE CORPS HUMAIN.....	4
1.1	GENERALITES	4
1.2	DEFINITIONS	4
1.2.1	Electrisation	4
1.2.2	Electrocution	4
1.2.3	Conducteur actif.....	4
1.2.4	Conducteur neutre	4
1.2.5	Partie active.....	5
1.2.6	Partie active dangereuse.....	5
1.2.7	Parties simultanément accessibles.....	5
1.2.8	Masse	5
1.3	RESISTANCE ELECTRIQUE DU CORPS HUMAIN.....	5
1.4	TRAJET DU COURANT ELECTRIQUE DANS L'ORGANISME.....	6
1.5	EFFETS THERMIQUES	7
1.6	EFFETS TETANISANTS.....	8
1.7	EFFETS RESPIRATOIRES ET CIRCULATOIRES	9
1.8	SEUILS DE COURANT DANGEREUX	10

2 -	ORIGINE DU RISQUE ELECTRIQUE	12
2.1 -	ELECTROCUTION PAR CONTACT DIRECT.....	12
2.1.1 -	Contact avec deux conducteurs actifs nus portés à des potentiels différents.	12
2.1.2 -	Contact entre un conducteur actif nu sous tension et un sol conducteur ou une masse reliée à la terre.....	13
2.1.3 -	Exemples de situations pouvant donner lieu à un contact direct	14
2.2 -	ELECTROCUTION PAR CONTACT INDIRECT	14
2.2.1 -	Contact entre une masse mise accidentellement sous tension et un sol conducteur.....	14
2.2.2 -	Contact entre deux masses mises accidentel- lement sous tension.	15
2.2.3 -	Exemples de situations pouvant donner lieu à un contact indirect	16
3 -	MESURES DE PROTECTION	17
3.1 -	TENSION DE SECURITE.....	17
3.2 -	PRINCIPE ET REGLE DE PROTECTION.....	18
3.2.1 -	Mesures passives	19
3.2.2 -	Mesures actives	28
4 -	SCHEMAS DE LIAISON A LA TERRE.....	30
4.1 -	INSTALLATIONS DE MISE A LA TERRE	30
4.2 -	DEFINITION DES DIFFERENTS SCHEMAS DE LIAISON A LA TERRE	31
4.2.1 -	Schéma TT (Neutre à la terre)	31
4.2.2 -	Schéma TN. (Mise au neutre).....	32
4.2.3 -	Schéma IT (Neutre isolé)	33
4.2.4 -	Schéma IT (Neutre impédant)	34
4.3 -	COUPURE AUTOMATIQUE EN SCHEMA TT.....	34
4.4 -	COUPURE AUTOMATIQUE EN SCHEMA TN	36
4.5 -	COUPURE AUTOMATIQUE EN SCHEMA IT	38
4.5.1 -	Premier défaut.....	38
4.5.2 -	Second défaut	39

1 - EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE SUR LE CORPS HUMAIN

1.1 - GENERALITES

Le corps humain peut être considéré comme un récepteur électrique et la gravité des dommages corporels provoqués par le courant électrique résulte de la conjugaison de plusieurs facteurs concomitants :

- Valeur de l'intensité du courant électrique circulant à travers le corps humain, valeur qui dépend de la source d'énergie électrique (puissance, tension) et de la résistance du corps, elle-même déterminée par le milieu dans lequel s'exerce l'activité du travailleur (emplacement du travail isolant ou conducteur).
- Trajet du courant dans l'organisme suivant que le contact s'établit entre deux mains ou entre une main et les pieds.
- Durée de passage du courant électrique à travers le corps humain.

1.2 - DEFINITIONS

1.2.1 - ELECTRISATION

Tout accident d'origine électrique n'ayant pas entraîné la mort.

1.2.2 - ELECTROCUTION

Accident d'origine électrique ayant entraîné la mort.

1.2.3 - CONDUCTEUR ACTIF

Conducteur affecté à la transmission de l'énergie électrique, y compris le conducteur neutre en courant alternatif et le compensateur en courant continu.

1.2.4 - CONDUCTEUR NEUTRE

Conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer au transport de l'énergie électrique.

1.2.5 - PARTIE ACTIVE

Tout conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, ainsi que le conducteur neutre mais, par convention, non le conducteur PEN.

1.2.6 - PARTIE ACTIVE DANGEREUSE

Partie active qui peut provoquer, dans certaines conditions d'influences externes, un choc électrique.

1.2.7 - PARTIES SIMULTANEMENT ACCESSIBLES

Conducteurs ou parties conductrices qui peuvent être touchés simultanément par une personne.

1.2.8 - MASSE

Partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut.

1.3 - RESISTANCE ELECTRIQUE DU CORPS HUMAIN

Le corps humain se laisse parcourir par le courant électrique avec plus ou moins de facilité suivant sa propre résistance électrique qui représente l'obstacle que la peau et les tissus intérieurs opposent au passage du courant. La peau constitue la barrière la plus efficace à la pénétration du courant à l'intérieur du corps et sa résistance électrique varie en fonction :

- de son état de surface (peau sèche, humide, imprégnée de produits chimiques),
- de son épaisseur (peau fine ou calleuse).

Pour une peau sèche et fine, au-delà d'une tension électrique que l'on peut estimer à 40 ou 50 V, la barrière isolante cède et le courant augmente très rapidement ; il n'est plus limité que par la résistance des tissus et liquides internes qui est faible par rapport à celle de la peau (30 à 40 fois moins importante que celle de la peau).

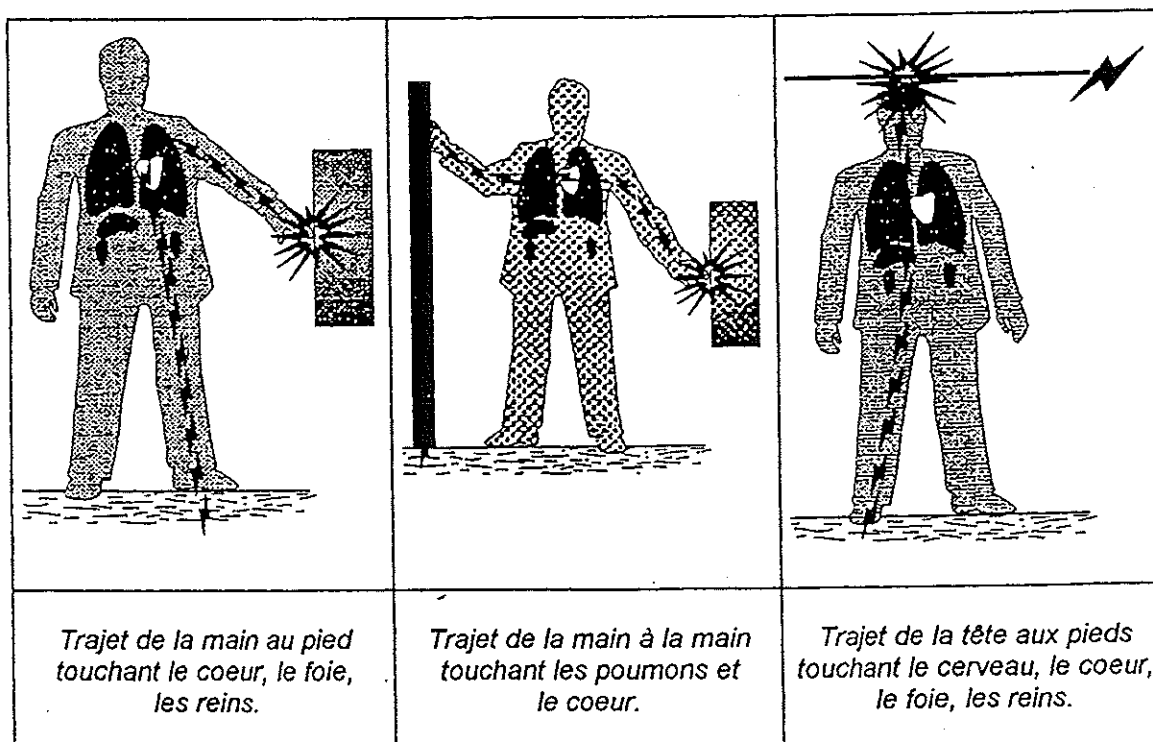
Le tableau ci-après donne la résistance du corps humain, en fonction de l'état de la peau et de la tension de contact.

On peut constater que, pour des conditions données (normales, mouillées et immergées), cette résistance diminue lorsque la tension de contact augmente.

TENSION de CONTACT (En Volts)	RESISTANCE DU CORPS HUMAIN (en OHMS)		
	Conditions Normales	Conditions Mouillées	Situations Immergées
25	2500	1000	500
50	2000	875	440
250	1000	650	325
> 1000	1000	650	325

1.4 - TRAJET DU COURANT ELECTRIQUE DANS L'ORGANISME

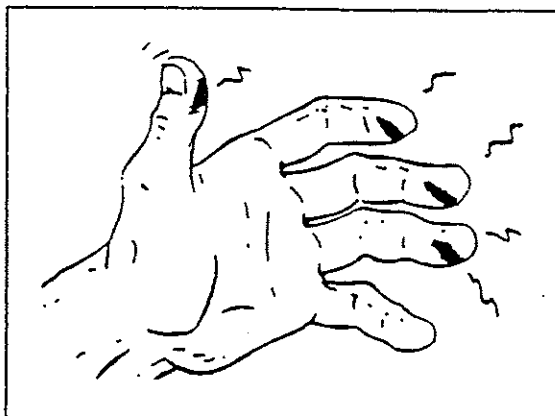
Dans l'organisme, le courant électrique suit des trajets préférentiels qui passent par les organes offrant la moindre résistance : le coeur, les poumons, les reins.



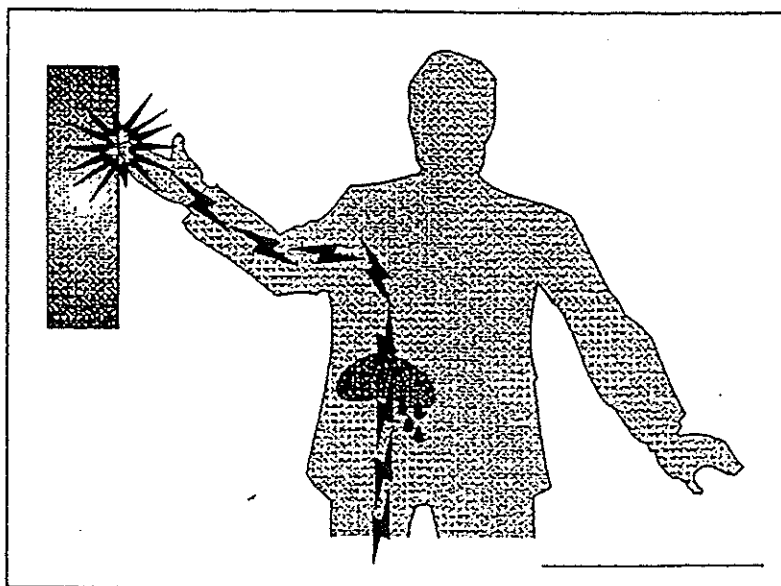
1.5 - EFFETS THERMIQUES

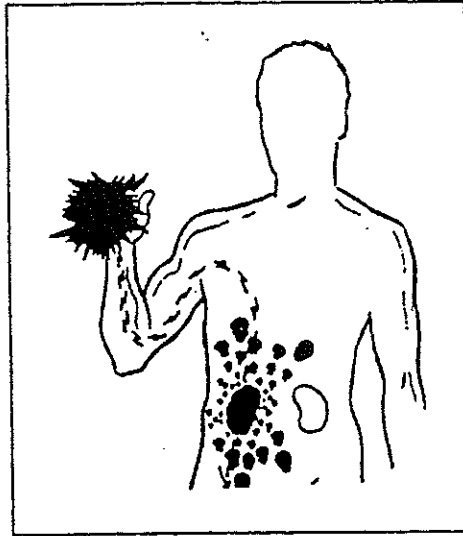
Les brûlures électriques peuvent être :

- Superficielles, localisées au points de contacts,



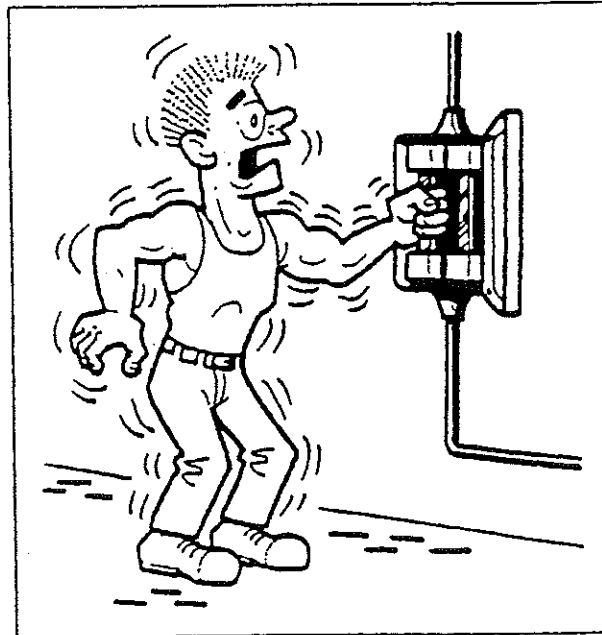
- Internes et provoquer des hémorragies internes très graves et production de toxines.





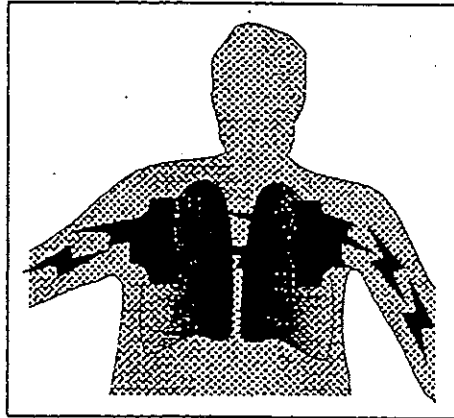
1.6 - EFFETS TETANISANTS

Lorsque la tension est alternative, les muscles intéressés par le trajet du courant se contractent, les mains, par exemple, se crispent d'une manière irrésistible sur les conducteurs et empêchent ainsi tout dégagement volontaire du sujet soumis à la tension du réseau.



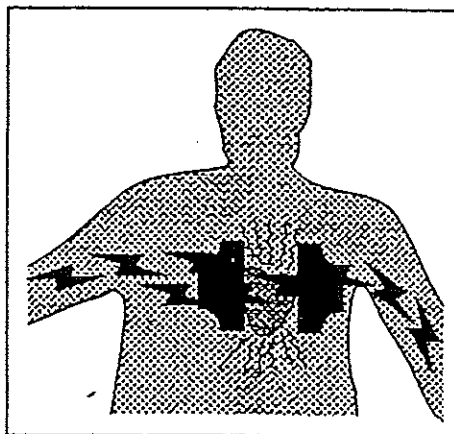
1.7 - EFFETS RESPIRATOIRES ET CIRCULATOIRES

Si l'intensité du courant qui traverse le corps humain atteint quelques dizaines de milliampères (≈ 20 mA), quelques dizaines de secondes (≈ 60 s) suffisent pour bloquer la respiration par contraction du diaphragme et des muscles respiratoires. C'est l'asphyxie ou syncope bleue.



Une fibrillation ventriculaire apparaît pour des intensités du même ordre de grandeur, elle résulte de la contraction anarchique des fibrilles du muscle cardiaque.

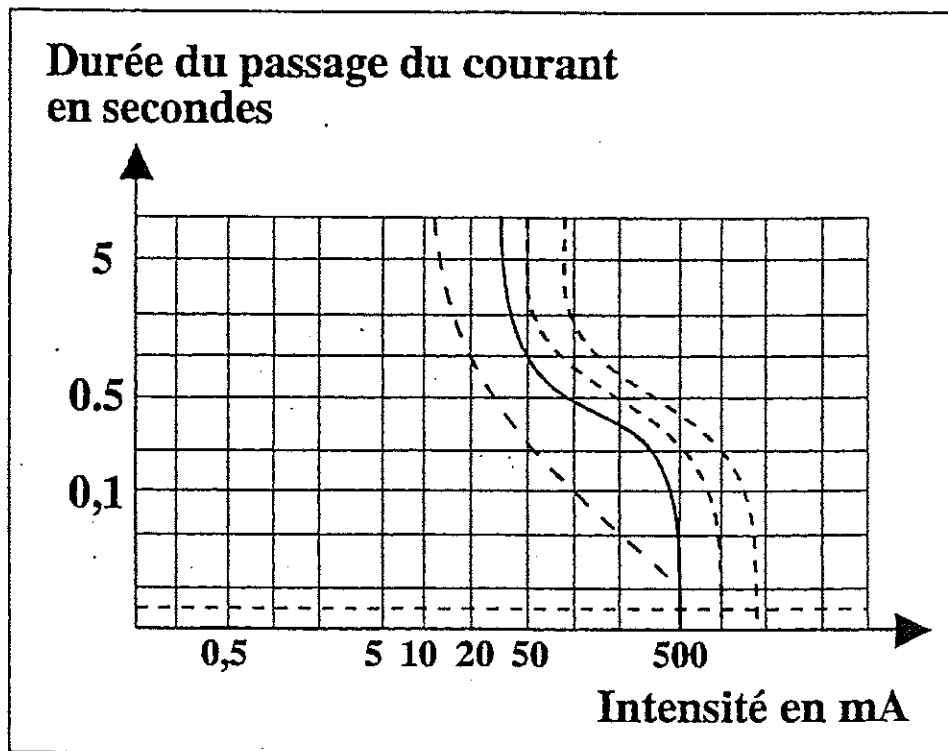
Les battements du coeur, rapides et désordonnés, ne permettent plus d'assurer la circulation sanguine. C'est la syncope cardiaque ou syncope blanche.



1.8 - SEUILS DE COURANT DANGEREUX

Des études menées dans le monde entier sur des animaux et dont les résultats ont été extrapolés à l'homme, ont permis pour des courants alternatifs (15 Hz à 100 Hz) de fixer des valeurs d'intensité, points de repères ou seuils.

Ces résultats d'expérience 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 pathophysiologiques résultant du passage du courant et, en particulier, indiquent les seuils de courant dangereux.



Le tableau ci-dessous résume, pour ces seuils caractéristiques, les effets résultant du passage du courant à travers le corps humain.

INTENSITE	EFFETS SUR LE CORPS HUMAIN
de 1 à 5 mA	Il y a perception cutanée du courant.
de 5 à 10 mA*	Il se produit un phénomène de répulsion d'où un danger dû aux réactions incontrôlées (chutes).
à partir de 10 mA	Il y a crispation des muscles qui se traduit par un phénomène de serrage des pièces touchées. (Il se produit un commencement de téτανisation des muscles).
à partir de 25 mA	Si le courant passe par la partie supérieure du corps, il y a crispation des muscles de la cage thoracique avec risque d'asphyxie en cas de non intervention (respiration artificielle).
à partir de 30 mA	Il y a risque de fibrillation cardiaque. Les effets sont mortels sauf intervention médicalisée spécialisée immédiate.

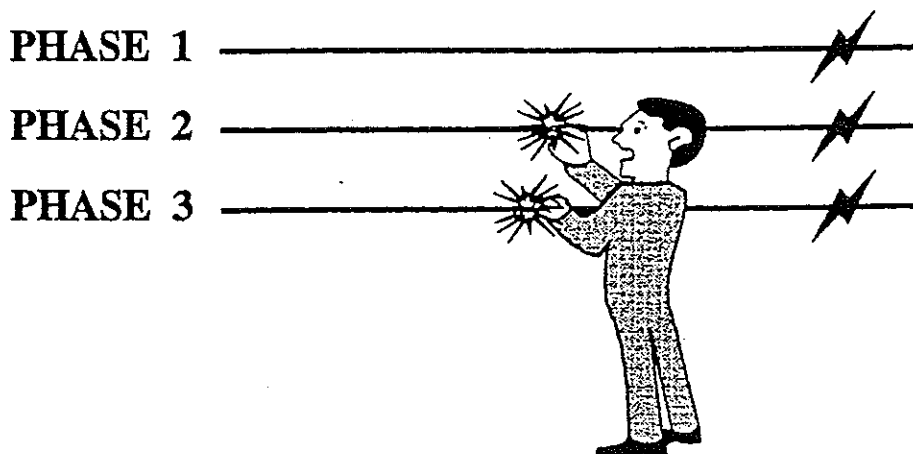
* Seuils de "non lâcher".

2 - ORIGINE DU RISQUE ELECTRIQUE

Pour que le corps humain soit traversé par le courant électrique, il faut nécessairement un double contact entre deux parties différentes du corps et des parties d'installation électrique simultanément accessibles portées à des potentiels différents. Ceci conduit à envisager deux cas :

2.1 - ELECTROCUTION PAR CONTACT DIRECT

2.1.1 - CONTACT AVEC DEUX CONDUCTEURS ACTIFS NUS PORTES A DES POTENTIELS DIFFERENTS.



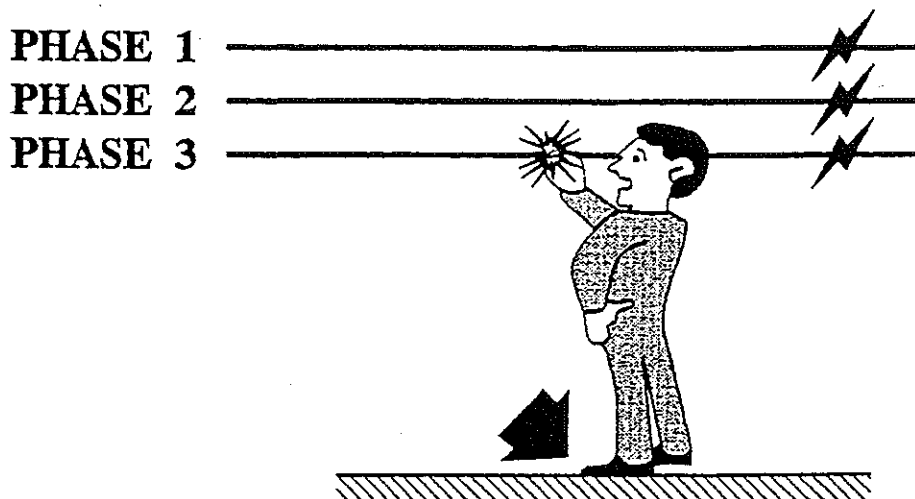
La personne qui touche simultanément ces deux conducteurs actifs se comporte comme un récepteur et est soumise à la tension qui existe entre ceux-ci (400 ou 230 V).

Le courant lui traversant le corps dans les conditions normales ($R \approx 1000 \Omega$) a pour valeur :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{400}{1000} = 400\text{mA} \quad \text{ou} \quad \frac{230}{1000} = 230\text{mA}$$

Il y a danger mortel.

2.1.2 - CONTACT ENTRE UN CONDUCTEUR ACTIF NU SOUS TENSION ET UN SOL CONDUCTEUR OU UNE MASSE RELIEE A LA TERRE.



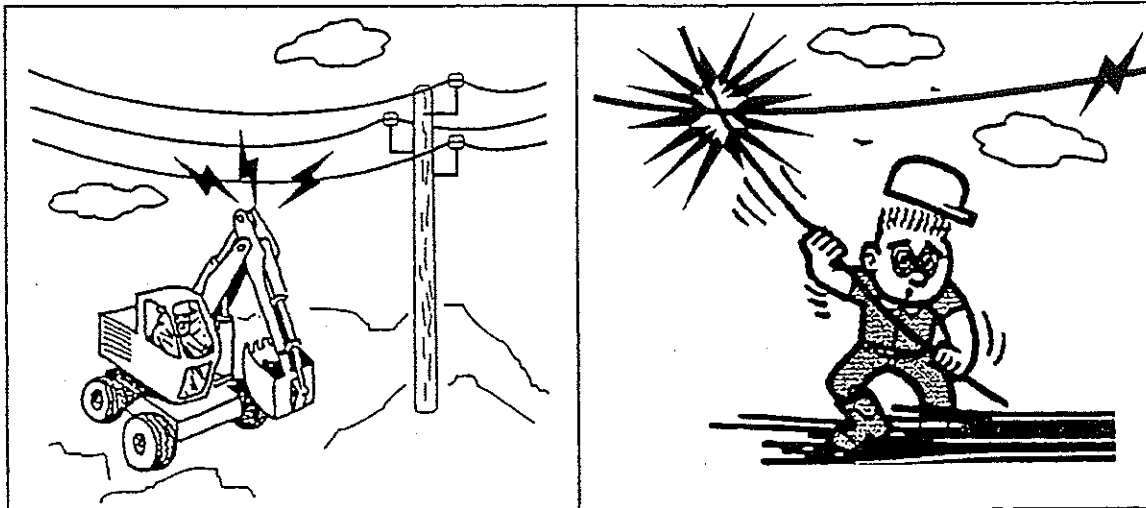
La personne, debout sur un sol conducteur et qui touche un conducteur actif est soumise à la tension qui existe entre le conducteur actif et la terre $\left(230 \text{ ou } \frac{230}{\sqrt{3}} \text{ V} \right)$.

Le courant lui traversant le corps dans les mêmes conditions que précédemment a pour valeur :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{1000} = 230\text{mA} \quad \text{ou} \quad \frac{230}{1000\sqrt{3}} \approx 133\text{mA}$$

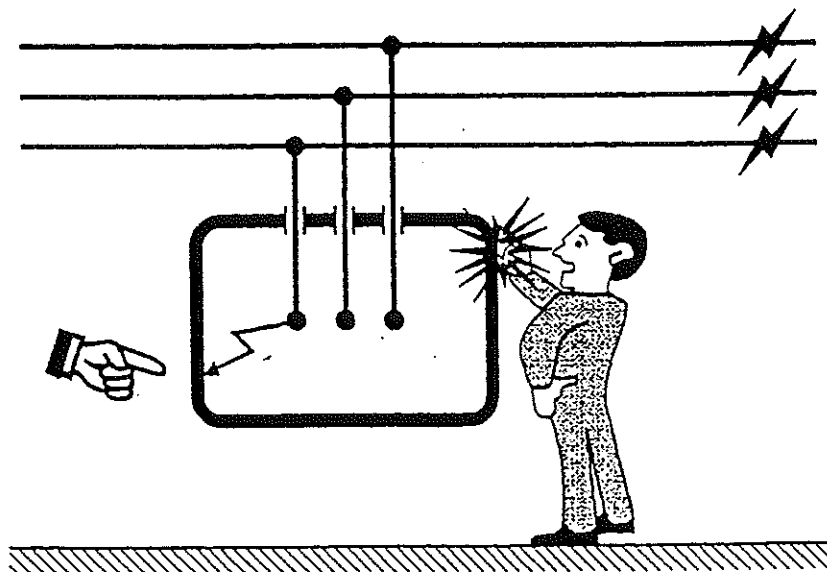
Il y a danger mortel.

2.1.3 - EXEMPLES DE SITUATIONS POUVANT DONNER LIEU A UN CONTACT DIRECT



2.2 - ELECTROCUTION PAR CONTACT INDIRECT

2.2.1 - CONTACT ENTRE UNE MASSE MISE ACCIDENTELLEMENT SOUS TENSION ET UN SOL CONDUCTEUR.



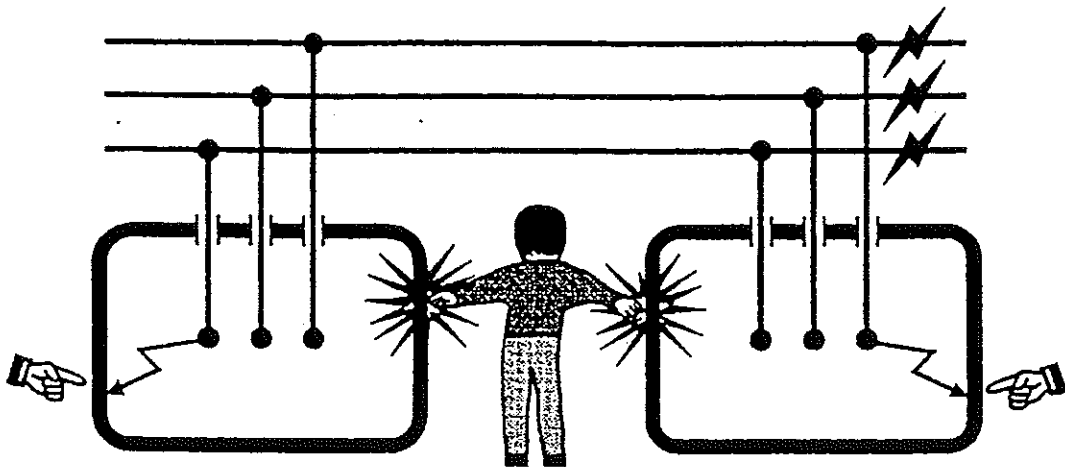
La personne, debout sur un sol conducteur et qui touche la masse en défaut est soumise à la tension qui existe entre cette masse et la terre (230 ou $\frac{230}{\sqrt{3}}$ V).

Le courant lui traversant le corps dans les conditions normales ($R \approx 1000 \Omega$) a pour valeur :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{1000} = 230\text{mA} \text{ ou } \frac{230}{1000\sqrt{3}} \approx 133\text{mA}$$

Il y a danger mortel.

2.2.2 - CONTACT ENTRE DEUX MASSES MISES ACCIDENTELLEMENT SOUS TENSION.



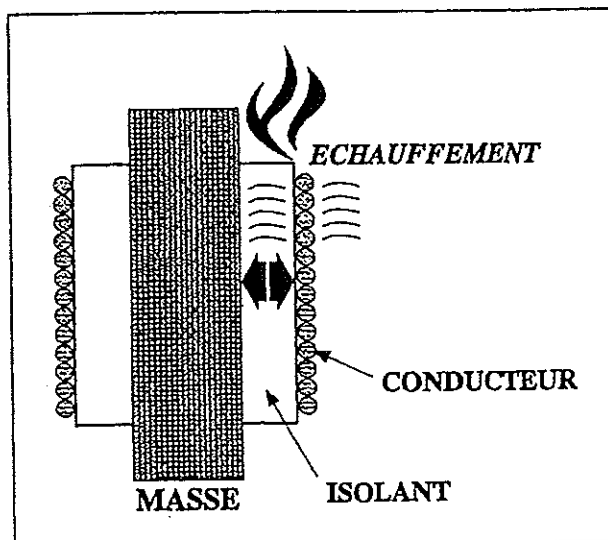
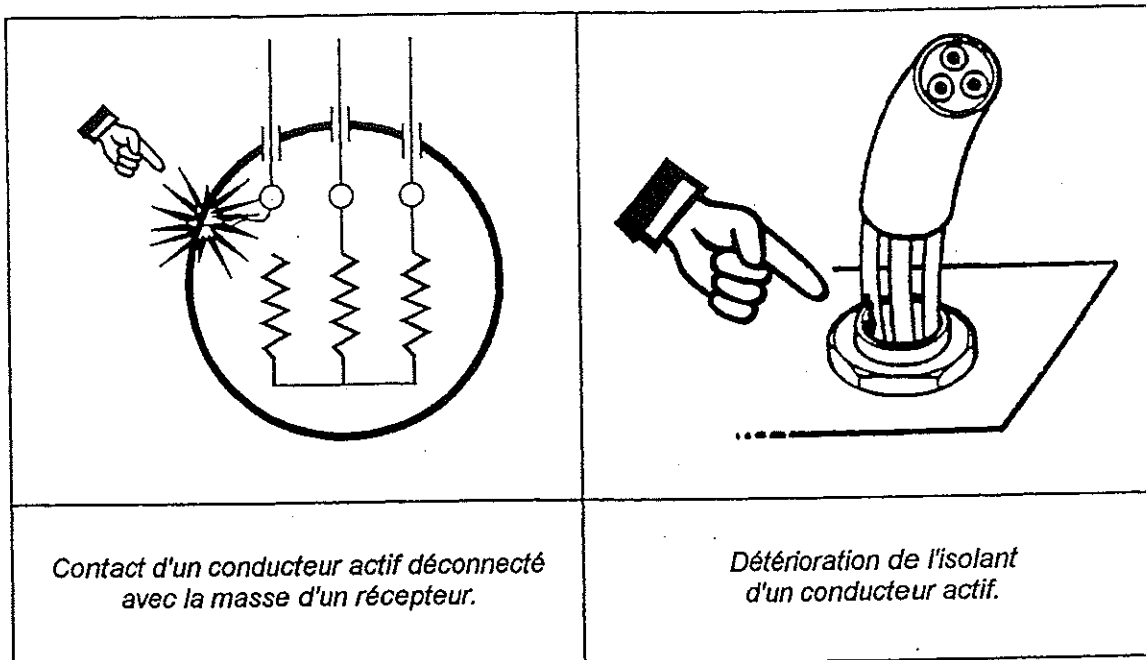
La personne qui touche simultanément ces deux masses en défaut est soumise à la tension qui existe entre celles-ci (400 ou 230 V).

Le courant lui traversant le corps dans les mêmes conditions que précédemment a pour valeur :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{400}{1000} = 400\text{mA} \text{ ou } \frac{230}{1000} = 230\text{mA}$$

Il y a danger mortel.

2.2.3 - EXEMPLES DE SITUATIONS POUVANT DONNER LIEU A UN CONTACT INDIRECT



Echauffement anormal d'un matériel ou d'un conducteur ayant pour effet de détériorer son isolant.

3.2.1 - MESURES PASSIVES

□ Eloignement

Les mesures de protection par éloignement sont destinées à éviter le contact des personnes avec des parties simultanément accessibles portées à des potentiels différents.

Dans le cadre de la protection contre les contacts directs, leur application est limitée en pratique aux locaux de service électrique et aux lignes aériennes.

Le tableau ci-après indique les distances minimales à respecter lorsque des parties actives nues surplombent un passage de service dans les locaux de service électrique.

VALEUR DE LA TENSION NOMINALE Un : exprimée en Volts	VALEUR DE LA DISTANCE AU-DESSUS DU SOL OU PLANCHER d : exprimée en mètres
$50 < U \leq 1000$	2,30 m
$1000 < U \leq 30000$	2,50 m
$30000 < U \leq 45000$	2,60 m
$45000 < U \leq 63000$	2,80 m
$63000 < U \leq 90000$	3,00 m
$90000 < U \leq 150000$	3,40 m
$150000 < U \leq 225000$	4,00 m
$225000 < U \leq 400000$	5,30 m
$400000 < U \leq 750000$	7,90 m

□ **Obstacles**

Cette mesure consiste à mettre hors de portée des personnes les parties actives de l'installation au moyen de barrières ou d'enveloppes.

Ces obstacles qui doivent, par leur nature, leur étendue, leur disposition et leur solidité, s'opposer de façon permanente à tout contact avec les parties actives sont constitués généralement par des couvercles, capots, armoires, etc... en B.T. et par des panneaux pleins ou grillages en H.T.

Ces obstacles et enveloppes doivent présenter un indice de protection (IP. xx)⁽¹⁾ compatible avec les influences externes définies pour le local ou l'emplacement où ils sont mis en oeuvre.

Il est interdit de faire cesser, pour une cause quelconque et de manière quelconque, la protection par obstacles ainsi établie sans avoir au préalable mis hors tension les parties actives qu'ils ont pour objet de mettre hors de portée des personnes.

L'interdiction ci-dessus est impérative pour les installations des domaines B.T.B., H.T.A. et H.T.B., alors qu'il peut y être dérogé dans certains cas pour les installations du domaine B.T.A. sous réserve qu'il soit mis en oeuvre des mesures permettant l'isolation permanente des personnes telles que l'emploi d'outils, gants, tabouret, tapis isolant.

Dans tous les cas, la suppression des obstacles ne doit être possible qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil.

(1) Les tableaux ci-après donnent la signification des 2 chiffres composant l'indice de protection.

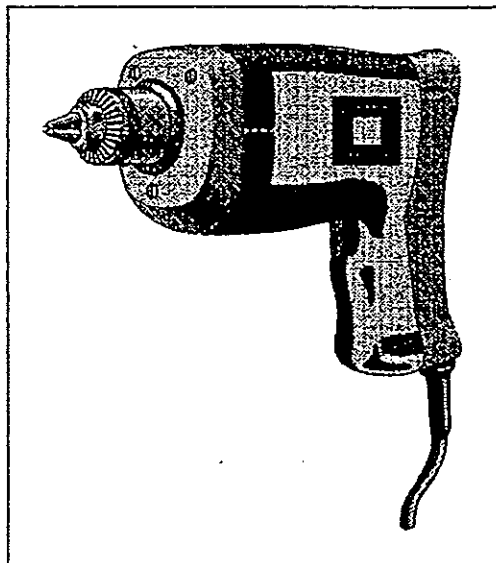
□ Isolation

Cette mesure de protection, qui consiste à isoler les parties actives, ne s'applique, en général, qu'à la protection contre les contacts directs.

L'isolation (qui ne doit disparaître que par destruction) doit pouvoir supporter, par conséquent, de manière durable, les contraintes mécaniques, électriques, thermiques, etc..., auxquelles elle peut être soumise, ce qui implique un choix des canalisations et des matériels en fonction des conditions d'influences externes.

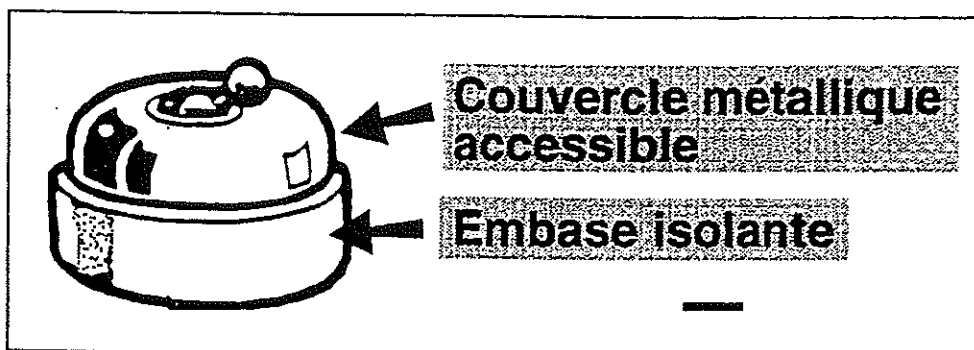
C'est dans le but d'étendre cette mesure à la protection contre les contacts indirects que les constructeurs ont, depuis quelques années et notamment pour des appareils électro-domestiques, des outils portatifs et des petits transformateurs, munis leurs matériels d'une isolation supplémentaire ou renforcée, de façon que leurs enveloppes extérieures ne puissent en aucun cas propager un potentiel.

Les appareils, s'ils sont normalisés, sont dit de "classe II" et identifiés par le symbole : □.



Outre la classe II, il existe d'autres classes de matériel :

- Matériel de classe 0 (ZERO)



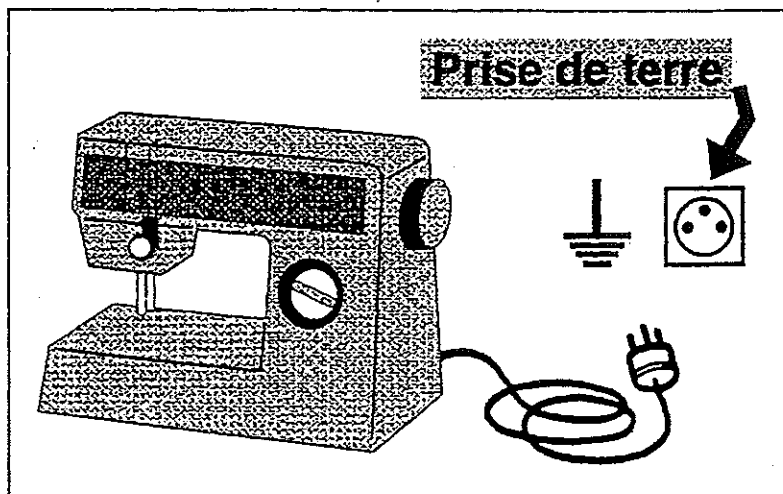
Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'isolation principale.

Aucune disposition n'est prévue pour raccorder les parties conductrices accessibles à un conducteur de protection.

Remarque :

Dans les établissements assujettis aux dispositions du Code du Travail, où il n'existe pratiquement pas de locaux isolants, on ne doit pas utiliser d'appareils de classe 0.

- Matériel de classe I (UN)



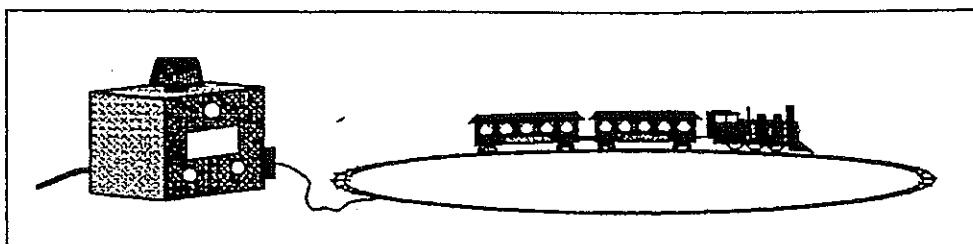
Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais comporte une mesure de sécurité supplémentaire sous la forme de moyens de raccordement des parties conductrices accessibles à un conducteur de protection, de couleur vert-jaune, relié à la terre.

La fiche de prise de courant raccordée à ce câble d'alimentation doit comporter un contact de mise à la terre.

Celui-ci ne doit pas pouvoir entrer en contact avec les parties sous tension et doit assurer la liaison du conducteur de protection avec le réseau de mise à la terre, avant l'établissement des contacts des conducteurs actifs et rompre cette liaison après leur séparation.

Ce matériel porte le symbole :

- Matériel de classe III (TROIS)



Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité ; le générateur pouvant être lui-même de l'une des classes I ou II définies ci-dessus.

La tension d'alimentation est notée sur la plaque signalétique.

Ce matériel porte le symbole



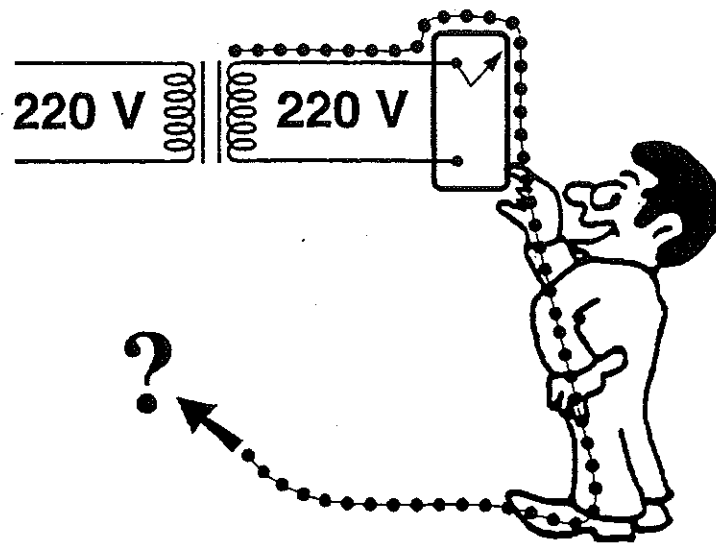
□ **Emploi de la très basse tension : T.B.T.S. et T.B.T.P.**

Elle consiste à alimenter des circuits sous très basse tension : 50 V maxi en courant alternatif et 120 V maxi en courant continu.

Cette mesure est considérée comme satisfaisante si les conditions ci-dessous sont simultanément remplies :

CARACTERISTIQUES	T.B.T.S.	T.B.T.P.
SOURCE	Transformateur de sécurité (NFEN 60.742) ou présentant une séparation équivalente.	Transformateur de sécurité (NFEN 60.742) ou présentant une séparation équivalente.
SEPARATION DES PARTIES ACTIVES AVEC CELLES D'AUTRES CIRCUITS	Equivalente à une double isolation.	Equivalente à une double isolation.
LIAISON DES PARTIES ACTIVES A LA TERRE	Interdite.	Admise.
LIAISON DES MASSES A LA TERRE OU A UN CONDUCTEUR DE PROTECTION	Interdite	Interdite.
PROTECTION CONTRE CONTACTS DIRECTS	Non nécessaire si : $U \leq 25 \text{ V CA}, 60 \text{ V CC}$	Exigée quelle que soit la tension, sauf si à l'intérieur de LEP et si : $U \leq 25 \text{ V CA}, 60 \text{ V CC}$
PRISES DE COURANT	Non interchangeables et sans contact de terre.	Non interchangeables et sans contact de terre.

□ Séparation de sécurité des circuits



Le circuit d'utilisation est "séparé" de l'installation d'alimentation, de telle sorte qu'en cas de défaut d'isolement dans le circuit séparé aucune tension de contact dangereuse ne puisse apparaître.

- Source :

- *Transformateur de séparation conforme à la norme NFEN 60-742*

Ce transformateur, à enroulements séparés, alimente un circuit de faible longueur visible de manière à ce que soit prévenu tout risque de mauvais isolement.

Le courant ne peut pas se reboucler par les impédances de fuites du réseau puisque l'impédance d'isolement est élevée.

- *Groupe moteur générateur à enroulement électriques distincts assurant une séparation électrique équivalente à celle d'un transformateur conforme à la NFEN 60-742.*

- Conditions de réalisations :

- Les sources de séparation doivent être de classe II ou protégées par isolation supplémentaire lors de l'installation.

- La tension nominale du circuit séparé ne doit pas être supérieure à celle du domaine B.T.A.
- Il ne doit exister aucun point commun entre le circuit séparé et un autre circuit ou la terre.
- Les masses métalliques des matériels alimentés par une source de séparation ne doivent être reliées intentionnellement, ni avec la terre, ni avec les masses d'autres circuits.

□ **Protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre.**

L'établissement de liaisons équipotentielles locales consiste à réaliser l'équipotentialité entre les masses et les éléments conducteurs simultanément accessibles de façon à empêcher l'apparition de tensions de contact dangereuses.

Ces liaisons équipotentielles ne doivent être en liaison avec la terre, ni directement, ni par l'intermédiaire de masses ou d'éléments conducteurs. Cette mesure de protection contre les contacts indirects sera utilisée en pratique dans certains postes de travail de faible étendue où les autres mesures de protection ne peuvent être envisagées.

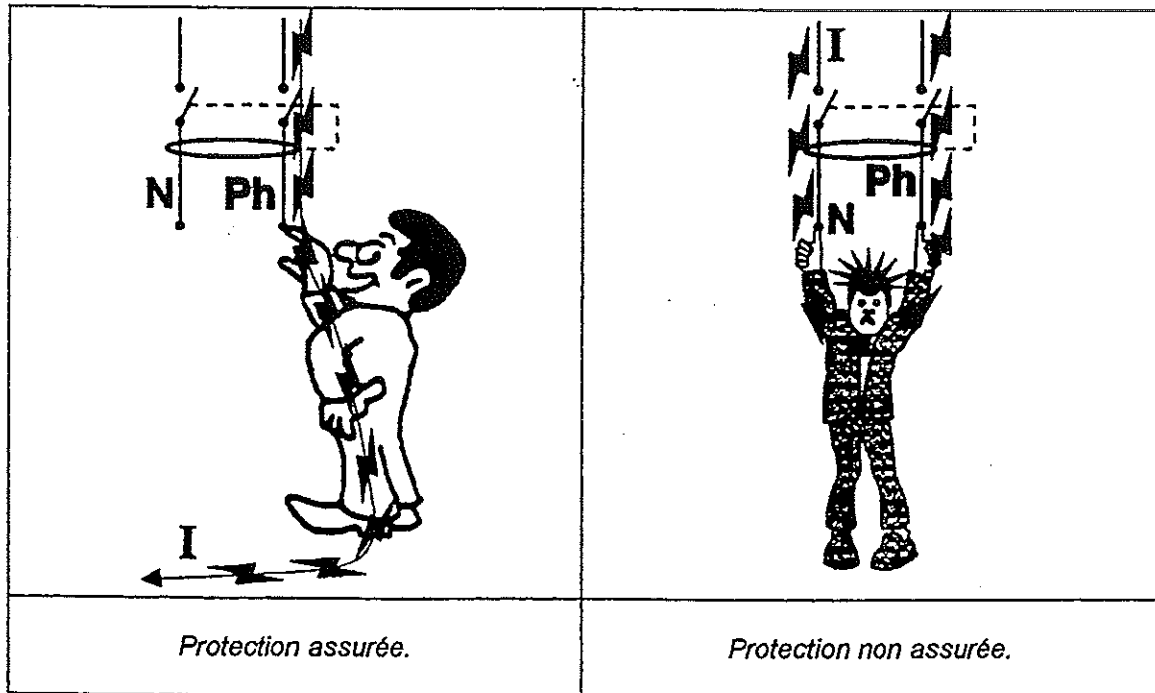
3.2.2 - MESURES ACTIVES

□ **Protection complémentaire contre les contacts directs**

Elle est réalisée par des dispositifs à courant différentiel résiduel de haute sensibilité ≤ 30 mA.

Elle ne peut être utilisée que pour renforcer les autres mesures de protection (isolation, obstacle, etc...).

Cette mesure n'est que partielle car elle ne protège une personne que si elle n'entre en contact qu'avec une seule partie active (figures ci-après).



□ Protection contre les contacts indirects

Les mesures "actives" en vue d'assurer la protection contre les contacts indirects consistent à utiliser des dispositifs de coupure automatique de l'alimentation fonctionnant en un temps inférieur à la durée de maintien de la tension de contact.

Ces mesures nécessitent toujours la liaison des masses :

- soit à des prises de terre,
- soit au point neutre de l'alimentation et l'interconnexion des masses simultanément accessibles.

Le choix des dispositifs de protection à utiliser (fusibles, disjoncteurs ou dispositifs à courant différentiel résiduel) dépend essentiellement du schéma de l'installation.

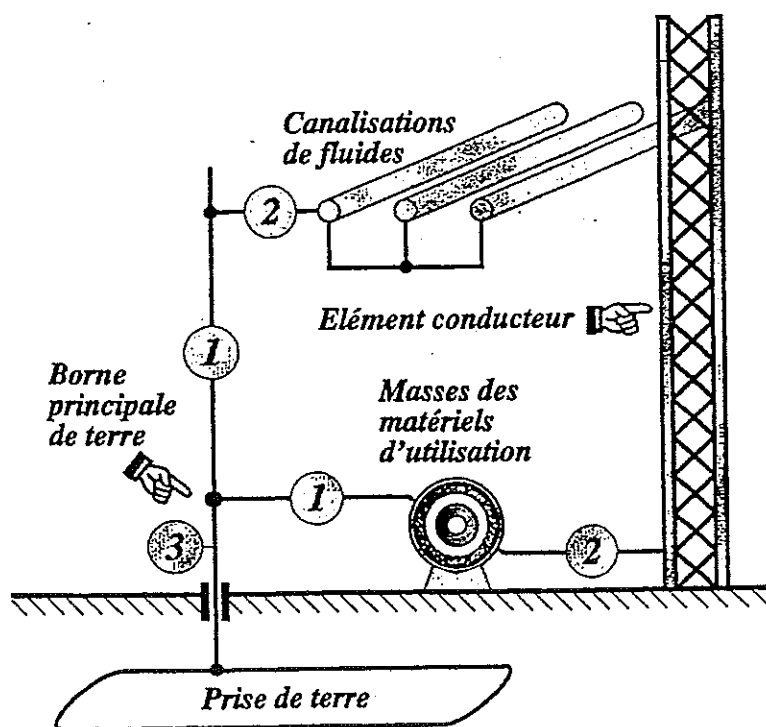
4 - SCHEMAS DE LIAISON A LA TERRE

4.1 - INSTALLATIONS DE MISE A LA TERRE

Une installation de mise à la terre est un ensemble constitué d'une prise de terre (ou de plusieurs prises de terre interconnectées) et des conducteurs de terre et de protection correspondants.

Cette installation peut comporter (pour satisfaire aux règles de protection contre les chocs électriques), des liaisons équipotentielle destinées à porter à des potentiels aussi voisins que possible les masses ou les éléments conducteurs.

Les différents éléments constitutifs de l'installation de mise à la terre sont représentés sur la figure ci-dessous :



- 1 : Conducteur de protection.
- 2 : Conducteur de liaison équipotentielle.
- 3 : Conducteur de terre.

4.2 - DEFINITION DES DIFFERENTS SCHEMAS DE LIAISON A LA TERRE

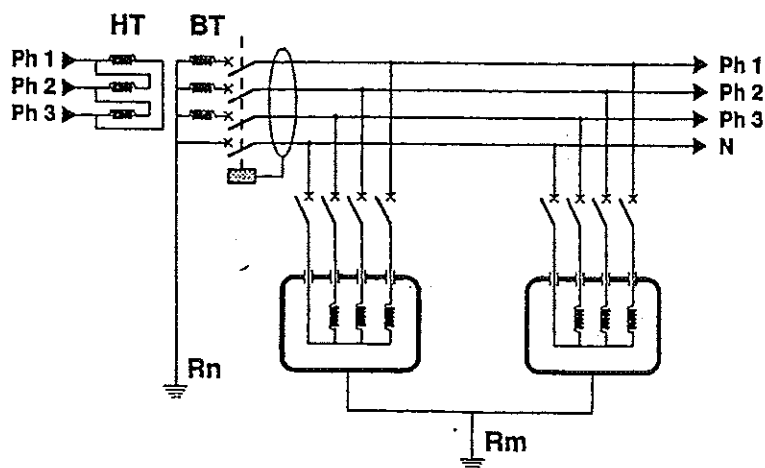
Les schémas de liaison à la terre d'une installation B.T. caractérisent le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur H.T./B.T. ou de la source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation.

Ils sont définis par 2 lettres :

- La première indique la position du neutre par rapport à la terre :
 - I : neutre, soit isolé, soit relié à la terre à travers une impédance.
 - T : neutre relié directement à la terre.
- La deuxième précise la nature de la liaison masses - terre.
 - T : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre).
 - N : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur neutre lui-même (N-C).

4.2.1 - SCHEMA TT (NEUTRE A LA TERRE)

Un point de l'alimentation, en général le neutre, est relié directement à la terre. Les masses de l'installation sont reliées à une prise de terre électriquement distincte ou non de la prise de terre du neutre.



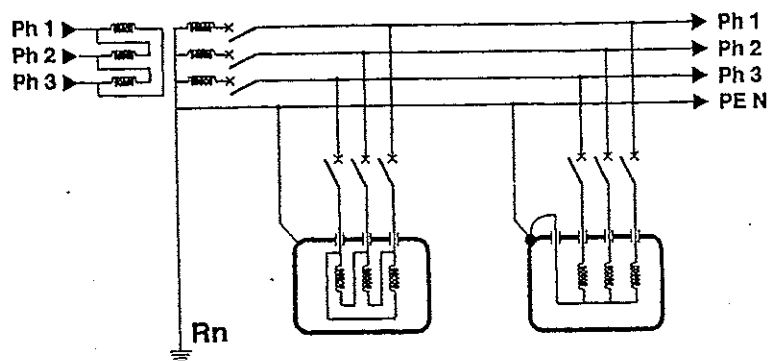
4.2.2 - SCHEMA TN (Mise au neutre)

Un point de l'installation, en général le neutre, est relié directement à la terre. Les masses de l'installation sont reliées à ce point par le conducteur de protection.

On distingue les schémas suivants :

- Schéma TN-C :

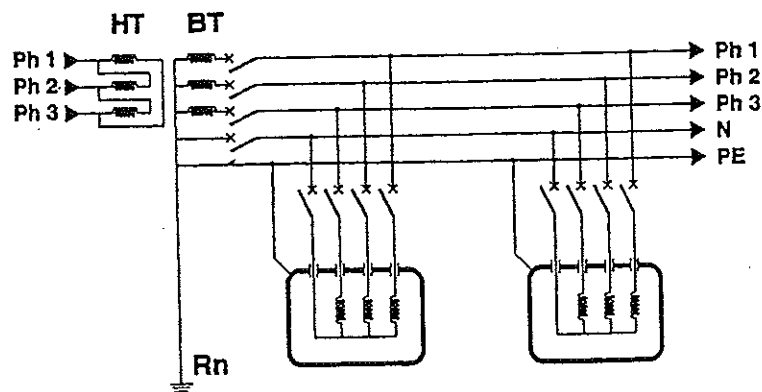
Le conducteur de protection et le conducteur neutre sont confondus en un seul conducteur appelé PEN. Ce schéma est interdit pour des sections inférieures à 10 mm² en cuivre ou 16 mm² en aluminium et pour des canalisations mobiles.



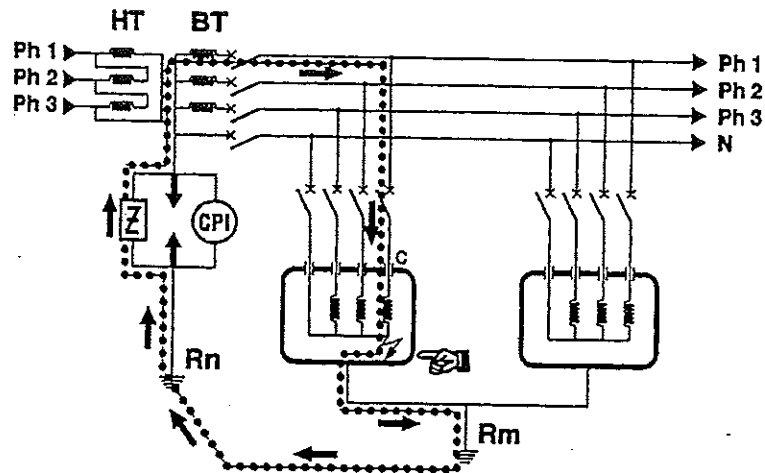
- Schéma TN-S :

Le conducteur de protection et le conducteur neutre sont distincts. Les masses sont reliées au conducteur de protection (PE).

Le schéma TN-S (5 fils) est obligatoire pour les circuits de section inférieure à 10 mm² en cuivre ou 16 mm² aluminium et pour les canalisations mobiles.



Exemple :



$Z_F \rightarrow \infty$ (réseau sain).

$Z = 1000 \Omega$.

$R_m = 9 \Omega$.

$$I_{d1} \approx \frac{V}{Z} = \frac{230}{1000} = 0,23 \text{ A}$$

$$U_c \approx R_m \cdot I_{d1} = R_m \frac{V}{Z} = 9 \times \frac{230}{1000} \approx 2 \text{ V} \equiv \text{tension absolument inoffensive}$$

($U_c \ll \ll \ll U_L$).

4.5.2 - SECOND DEFAULT

A l'apparition d'un second défaut, la coupure de l'alimentation devient obligatoire.

Elle est réalisée différemment, suivant les deux cas suivants :

1er cas : à l'intérieur d'un groupe de masses interconnectées

Les conditions de la protection en schéma TN s'appliquent en prenant en compte la tension correspondante et une impédance de boucle conventionnelle égale au double de celle du circuit étudié, ce qui correspond à la configuration la plus défavorable.

- si le neutre est distribué, la tension de défaut est en général la tension simple et l'on doit vérifier :

$$\frac{U_0}{2Z_d} \geq I_a$$

U_0 = tension simple.

Z_d = impédance de boucle.

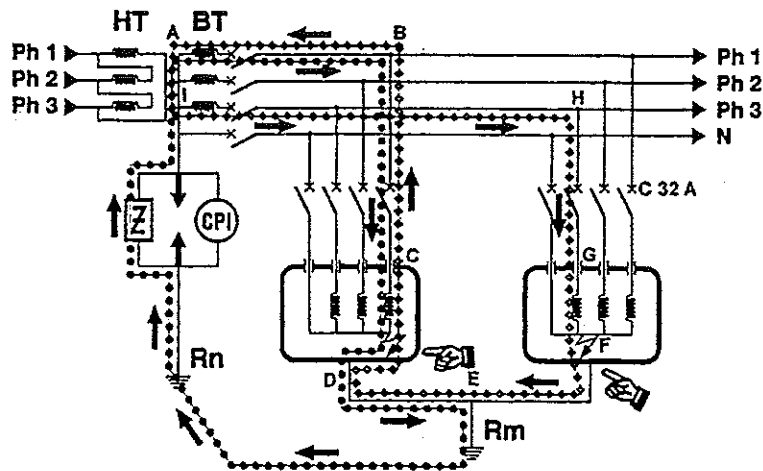
- si le neutre n'est pas distribué, la tension de défaut est la tension composée et l'on doit vérifier :

$$\frac{U_0 \sqrt{3}}{2Z_d} \geq I_a$$

Les temps de coupure des dispositifs de protection doivent être inférieures aux valeurs indiquées par le tableau ci-dessous.

U_0/U (Volts) U_0 = Tension phase/neutre U = tension entre phases	TEMPS DE COUPURE (s), $U_L = 50 V$		TEMPS DE COUPURE (s), $U_L = 25 V$	
	Neutre non distribué	Neutre distribué	Neutre non distribué	Neutre distribué
127/220	0,8	5	0,4	1
230/400	0,4	0,8	0,2	0,5
400/690	0,2	0,4	0,06	0,2
580/1000	0,1	0,2	0,02	0,08

Exemple :



$$Z_d \approx Z_{GH} + Z_{EF} = 2Z_{GH} = 2 \times 0,1 = 0,2 \Omega.$$

Le courant de défaut correspondant a pour valeur (neutre distribué) :

$$I_{d2} = \frac{U_0}{2Z_d} = \frac{230}{2 \times 0,2} = 575 \text{ A}$$

Le seuil de déclenchement instantané la du disjoncteur Courbe C "32A" est inférieur au courant de défaut : $I_{d2} = 575 \text{ A} (\approx 18 I_n)$.

Son temps de coupure sera inférieur aux valeurs spécifiées indiquées par le tableau ci-dessus, pour $U_L = 50 \text{ V}$.

2ème cas : masses mises à la terre par groupe ou individuellement

Si toutes les masses ne sont pas reliées à la même prise de terre ou si les masses sont mises à la terre par groupe ou individuellement, les deux défauts peuvent se produire dans des groupes différents. La protection à prévoir, en plus de celle du premier cas, consiste à installer un DDR en tête de chacun des groupes.