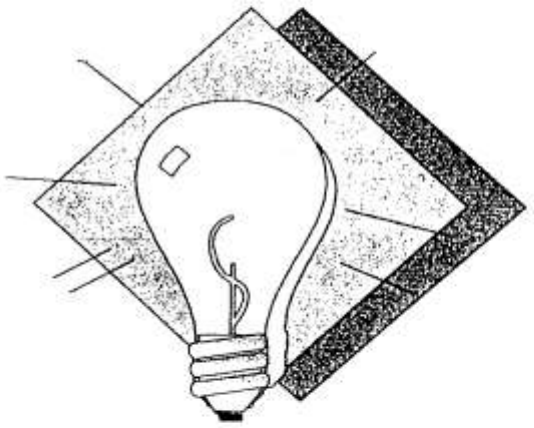
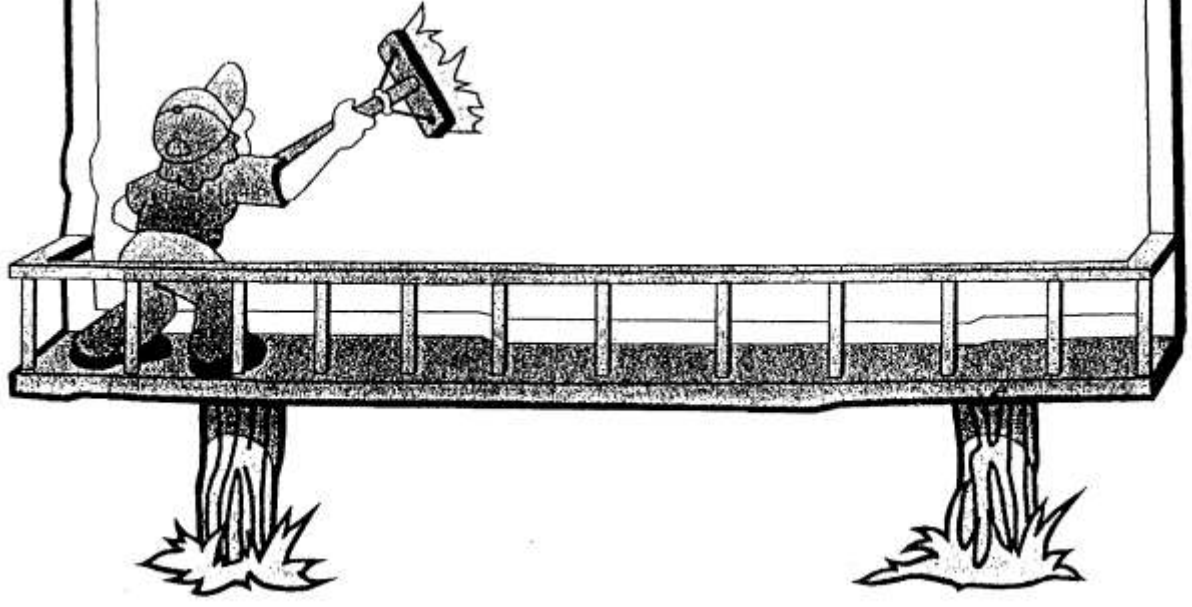




Sécurité du Travail

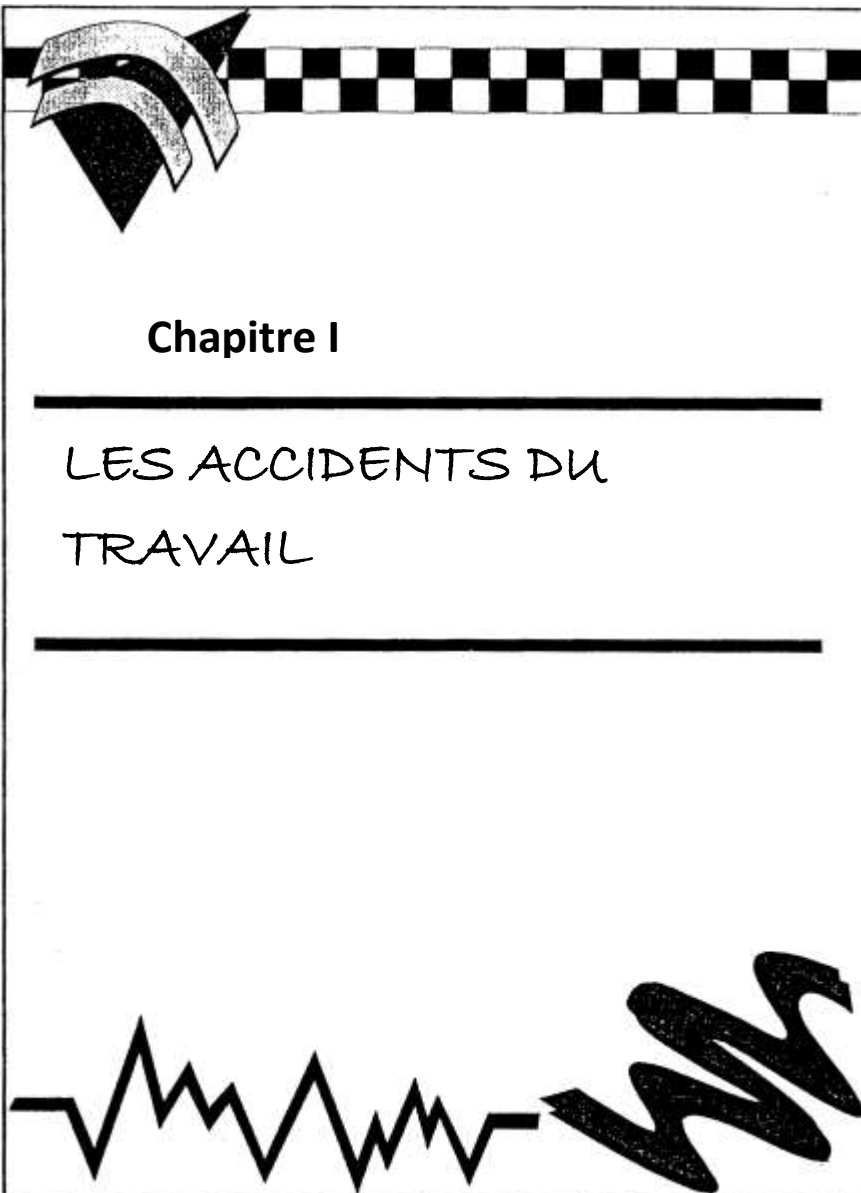


Dangers du courant électrique



## SOMMAIRE :

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL	1
LES ACCIDENTS D'ORDRE ELECTRIQUE	5
LE CORPS HUMAIN ET LE COURANT ELECTRIQUE	7
LES CONDITIONS DE RISQUE ELECTRIQUE	14
LES ZONES DE TRAVAIL A RISQUES ELECTRIQUES	17



## Chapitre I

---

# LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

---



# I- LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

## 1. LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

### 1.1. Définition

L'accident du travail est un évènement :

- Non intentionnel, ce qui exclue le suicide et l'homicide volontaire ;
- Violent et soudain, ce qui le distingue de la maladie professionnelle ;
- Provoquant une lésion, les dégâts matériels n'étant pas considérés.

### 1.2. Où et quand ?

L'accident du travail survient :

- Sur le lieu de travail ;
- Pendant le temps de travail.

### 1.3. Pourquoi ?

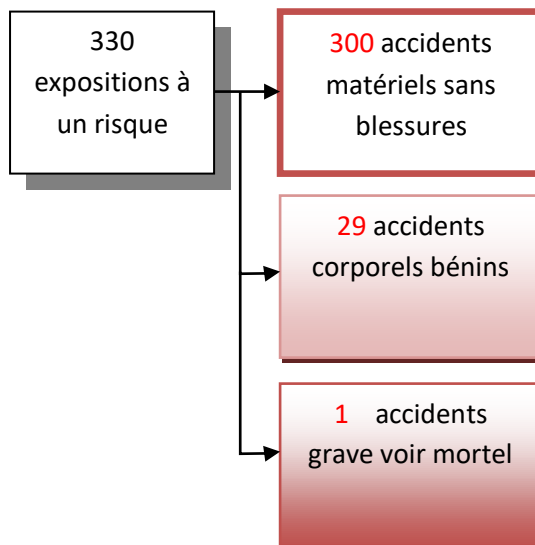
L'accident du travail n'est jamais une fatalité.

Il n'est jamais dû à une seule cause mais à un enchaînement de causes.

Un enchaînement de causes entraîne un risque.

L'accident est quasiment inévitable lorsque 4 causes s'enchaînent.

Statistiquement, on estime :



Connait-on la position de cet accident grave ou mortel dans cette exposition au risque ?

La 330<sup>ème</sup> ?

La 150<sup>ème</sup> ?

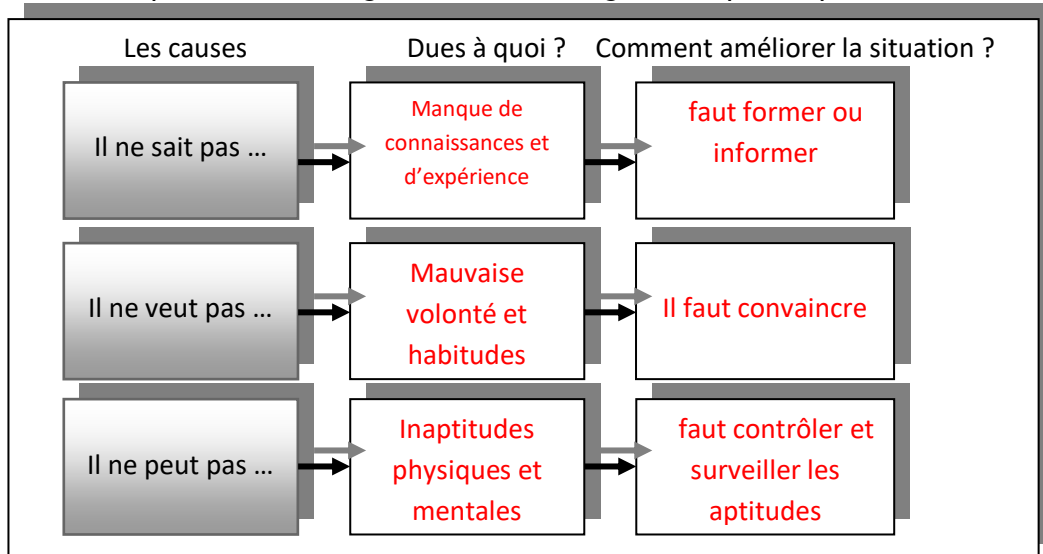
La 10<sup>ème</sup> ?

La première ?

## 2. LES CAUSES DE L'ACCIDENT

### 2.1. Les causes humaines de l'accident

L'homme peut être à l'origine d'actions dangereuses parce que :



### 2.2. Quelques exemples de causes humaines d'accident

#### 2.2.1. Mauvaises connaissances du travail

Il faut définir clairement **ce qui doit être obtenu, la façon la meilleure de procéder**, les risques qui peuvent accompagner l'exécution du travail, les moyens de les prévenir.

#### 2.2.2. Mauvaises habitudes du travail

Elles peuvent provenir d'un **apprentissage mal conduit**, d'un **manque d'explications claires**, d'un **laisser aller lors de petites difficultés**.

#### 2.2.3. Méconnaissance des risques

Elle est due à un manque d'expérience. Il faut penser que des dangers non prévus peuvent apparaître pour des travaux exécutés même régulièrement.

#### 2.2.4. Mauvais exemples

On les suit plus facilement que les bons.

### 2.2.5. Indifférence

Certains connaissent les risques, mais affichent la plus grande indifférence à leur égard.

### 2.2.6. Goût du risque

Dans certains cas, il peut y avoir une « provocation » à l'égard du risque. L'application stricte des consignes permet de lutter contre ces « défis » stupides.

### 2.2.7. Fatigue, déficience physique

Elles peuvent être à l'origine d'actions **maladroites**, **mal coordonnées** ou **insuffisantes**.

### 2.2.8. Hâte et impatience

### 2.2.9. Enervement, colère

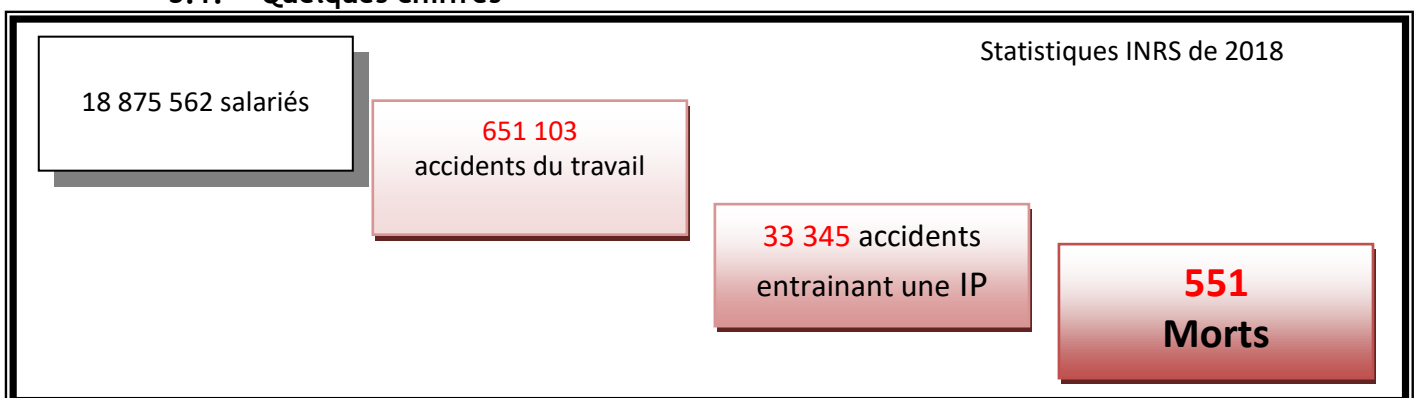
### 2.2.10. Paresse et négligence

## 2.3. Après l'accident

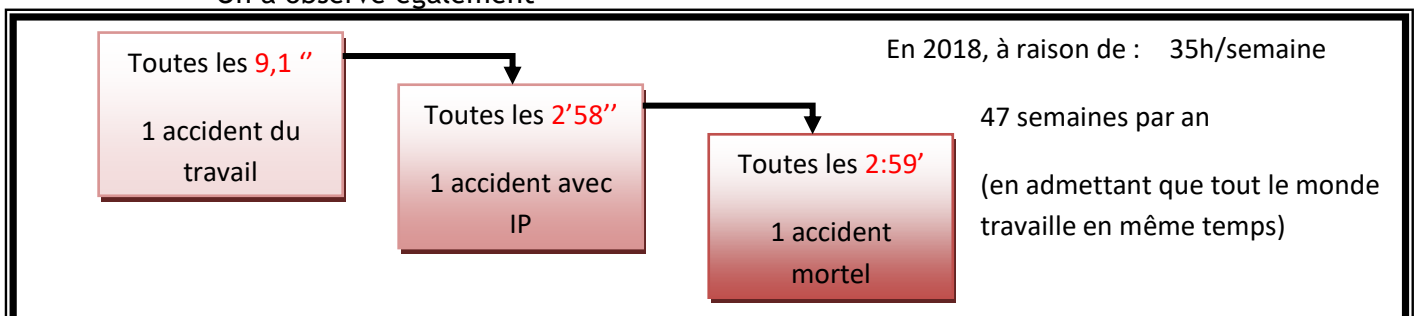
**Attention** : Après un accident, tout le monde cherche un **responsable**, alors qu'il faudrait avant tout rechercher **les causes** pour éviter la **répétition du même accident**.

## 3. STATISTIQUES

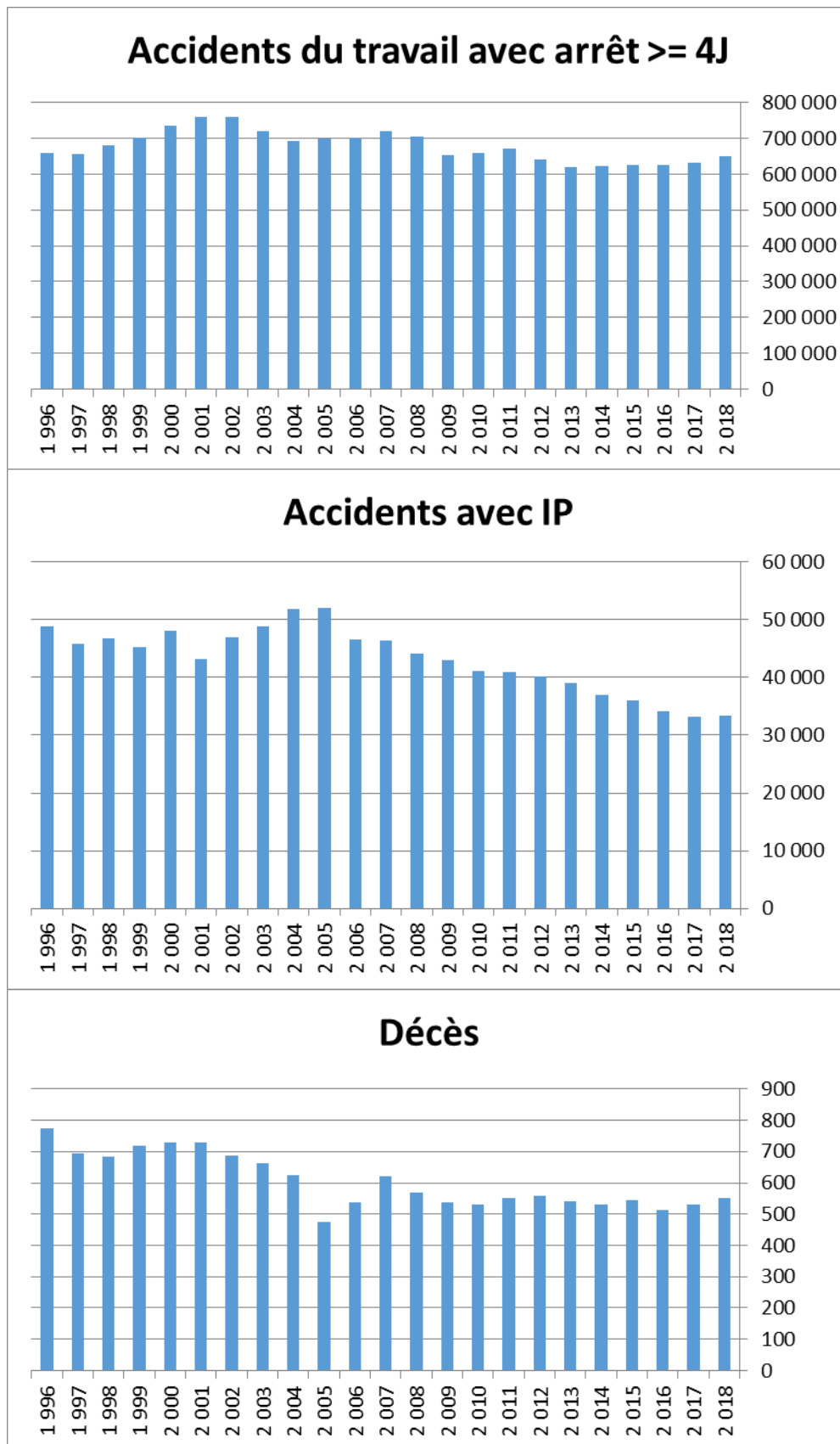
### 3.1. Quelques chiffres

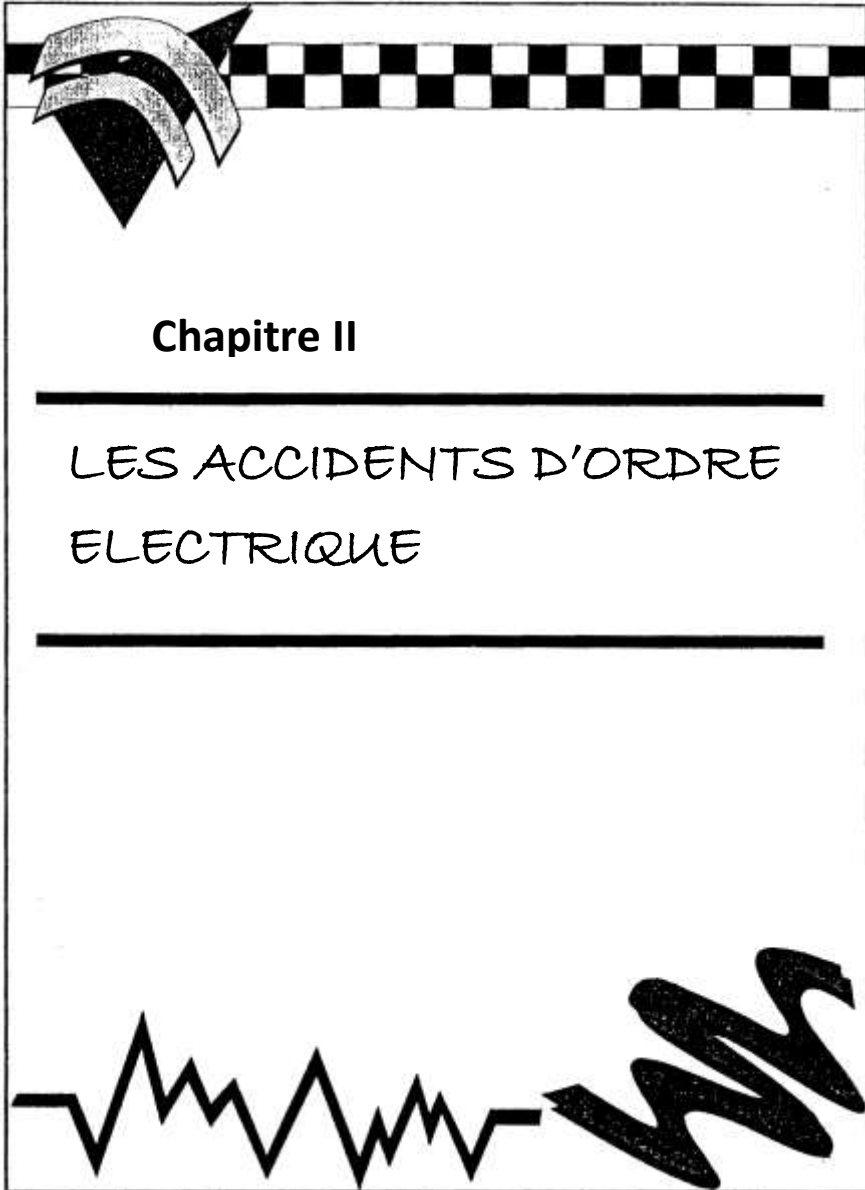


### On a observé également



### 3.2. Evolutions statistiques





## Chapitre II

---

# LES ACCIDENTS D'ORDRE ELECTRIQUE

---

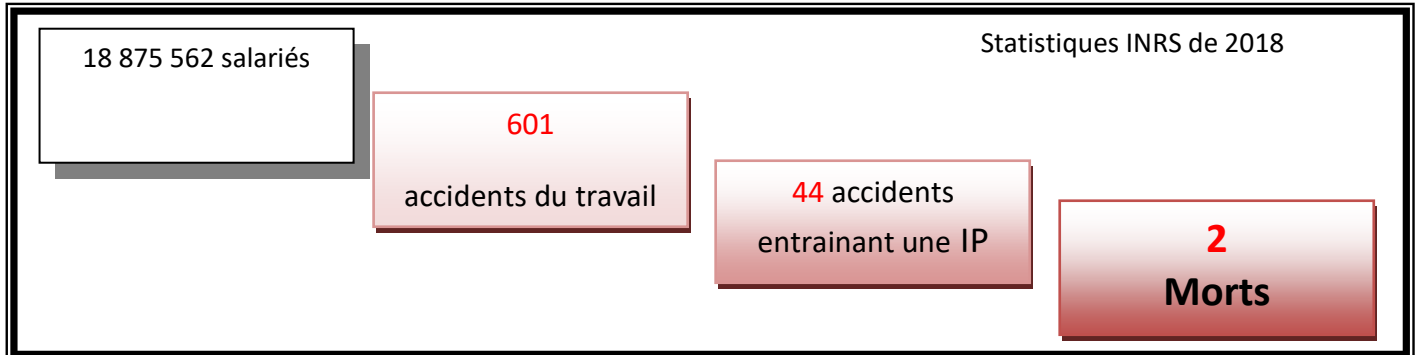




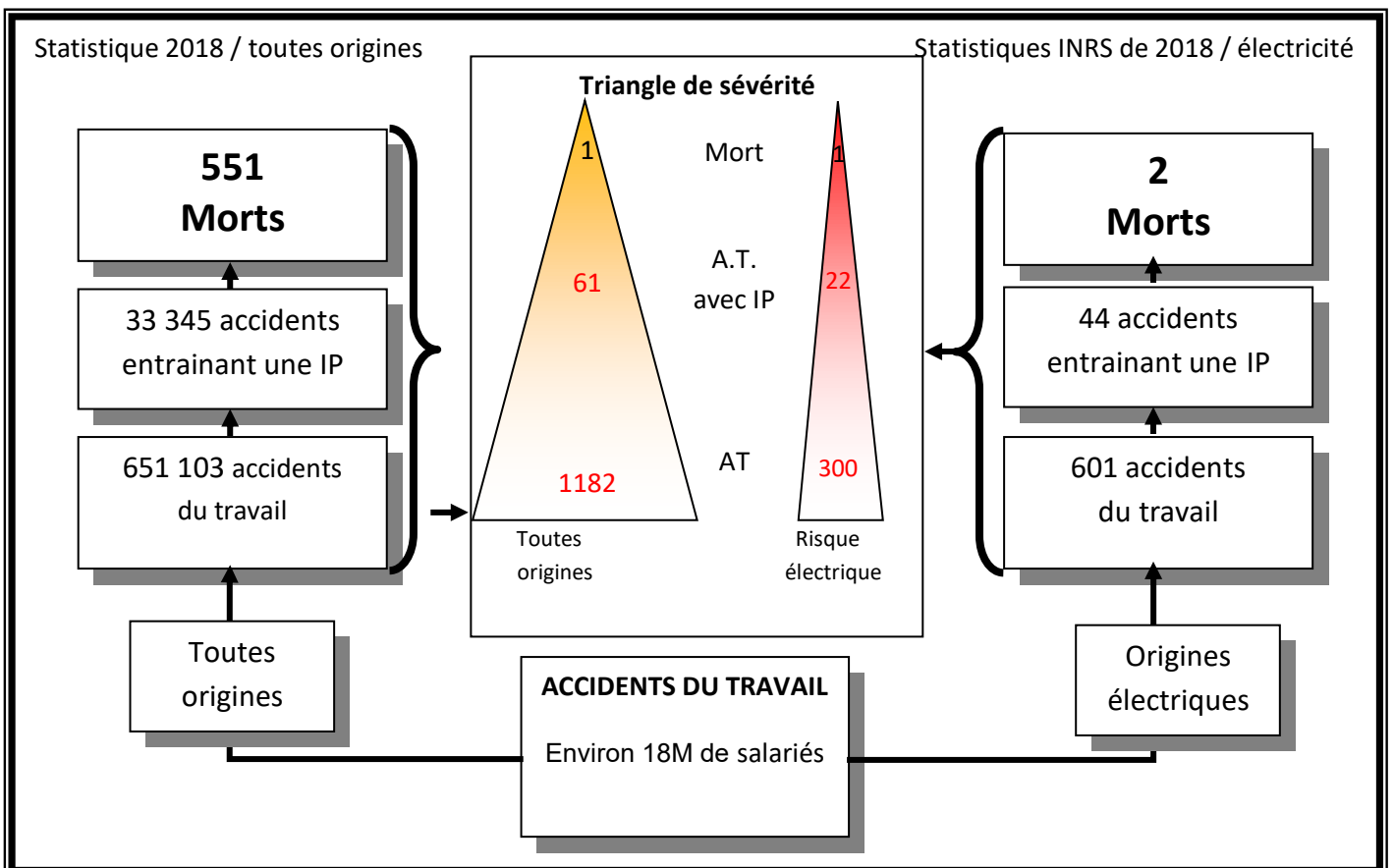
## II- ACCIDENTS D'ORDRE ELECTRIQUE

### 1. QUELQUES STATISTIQUES

De tous les dangers qui menacent l'homme dans sa vie quotidienne, l'ELECTRICITE est certainement l'un de ceux dont il sait le mieux se protéger.

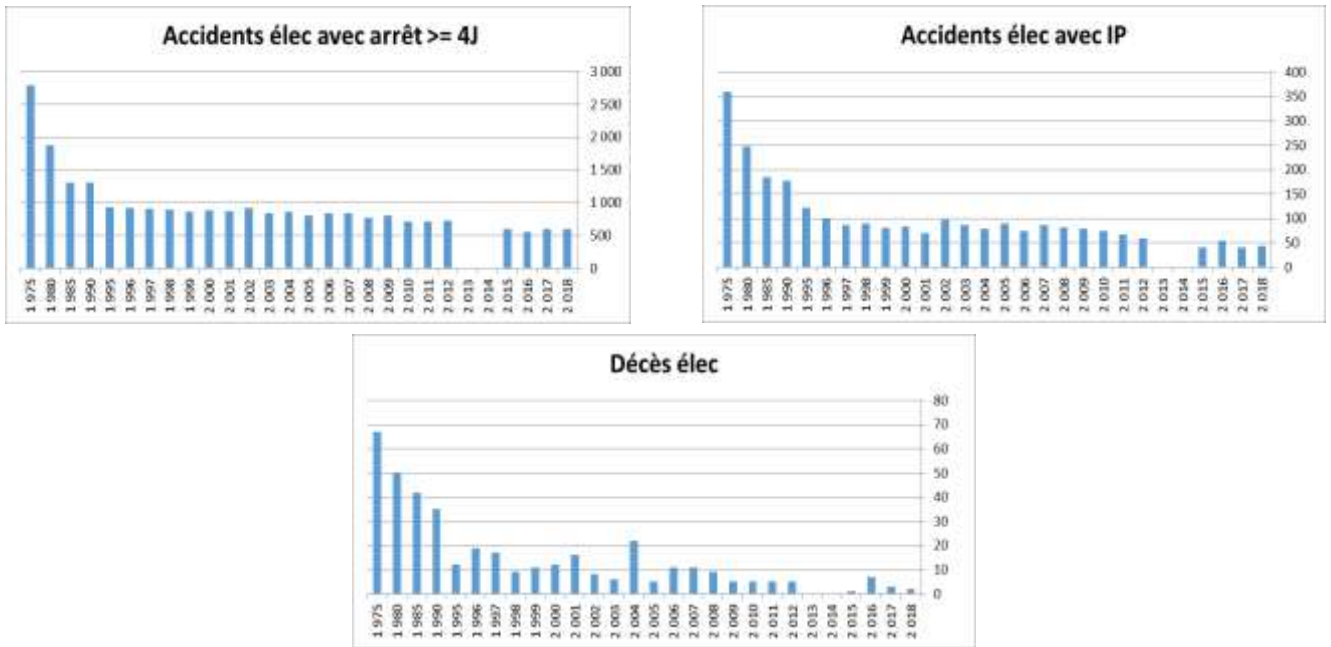


### 2. COMPARONS...



La valeur moyenne d'une I.P. délivrée après un accident grave d'origine électrique est de 15,5% alors que la moyenne d'une I.P. pour les accidents d'origine diverse est de 10,6%.

### 3. EVOLUTION DES STATISTIQUES



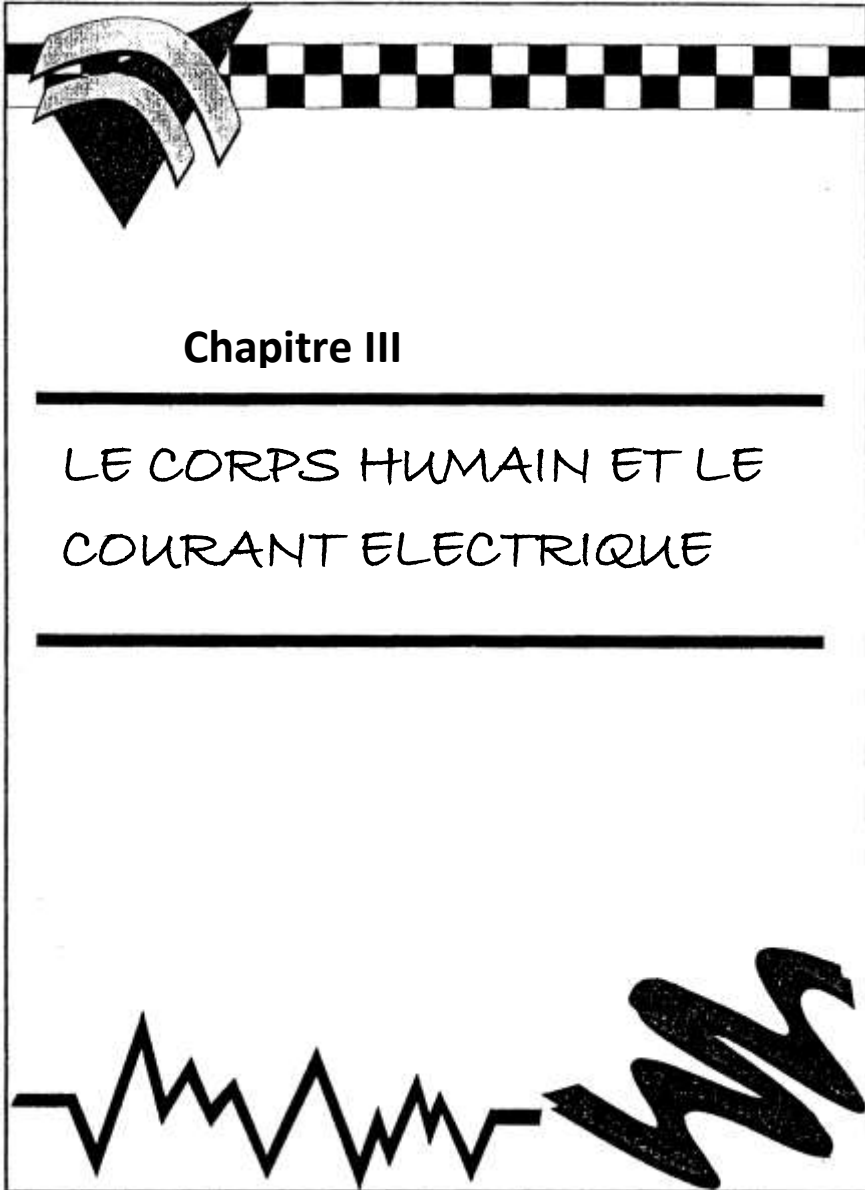
### 4. EN RESUME

Il y a très peu d'accidents électriques (1 pour 1080 environ), mais :

- Les blessures qui en résultent entraînent des I.P. en moyenne 1,5 fois plus élevées que pour les accidents d'origine diverse ;
- Les risques de décès consécutifs à ces accidents sont environ 4 fois plus élevés que pour l'ensemble des accidents du travail ;
- L'électricité se place tous les ans dans le peloton de tête pour les conséquences, I.P. et décès, des accidents dont elle est l'origine.

Et n'oublions pas :

- ➔ 1 accidenté d'origine électrique sur 3 n'est pas électricien ;
- ➔ 7 accidents d'origine électrique sur 9 eu ont lieu en basse tension (en 2008) ;
- ➔ 30% des accidents d'origine électrique sont dus aux modes opératoires inappropriés ou dangereux ;
- ➔ 30% des accidents sont dus à l'ignorance des risques ;
- ➔ 15% des accidents sont dus à l'omission d'une étape ou l'application d'une procédure inexacte ;
- ➔ 15% des accidents sont dus à un défaut de formation ;
- ➔ Et seulement 10% des accidents sont dus à une défaillance matérielle.



### Chapitre III

---

## LE CORPS HUMAIN ET LE COURANT ELECTRIQUE

---



### III- LE CORPS HUMAIN ET LE COURANT ELECTRIQUE

#### 1. DES GRANDEURS ELECTRIQUES

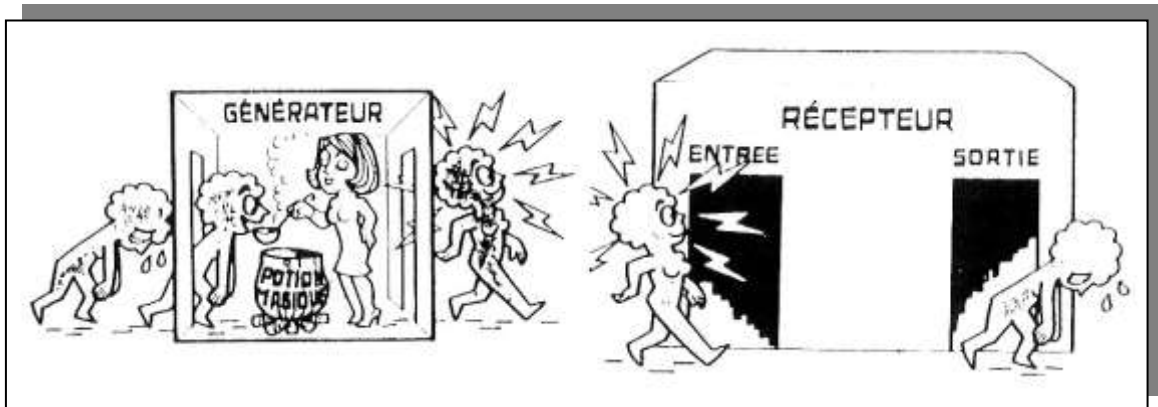
##### 1.1. Qu'est-ce qu'un courant électrique ?

Un circuit électrique élémentaire comprend toujours :

- ☞ Un ou plusieurs **générateurs** ;
- ☞ Un ou plusieurs **récepteurs** ;
- ☞ Des **conducteurs électriques**.

Lorsque le circuit est fermé, tout se passe comme s'il était traversé par des transporteurs d'énergie appelés « coulombs ».

Dans un générateur, les coulombs **se chargent en énergie** , alors que dans un récepteur, ils **restituent cette énergie**.



##### 1.2. L'intensité d'un courant (I)

L'intensité d'un courant se définit par le nombre de **Coulombs** qui passent en un point d'un circuit pendant une **seconde**.

L'intensité s'exprime en **Ampères (A)** ou en **milliampères (mA)**.

*Exemple : Un moteur est traversé par un courant de 5A ⇔ toutes les secondes, le moteur est traversé par 5 Coulombs.*

### 1.3. La différence de potentiel (ou tension (U))

En traversant un récepteur, un Coulomb perd de son énergie. La tension s'exprime par la différence de « **réserve d'énergie** » entre l'entrée et la sortie de ce récepteur.

La tension, ou différence de potentiel s'exprime en **Volts (V)**.

*Exemples : Une lampe alimentée sous 230V ⇔ Chaque Coulomb qui la traverse dépense 230 Joules.*

*Une pile de 4,5V ⇔ Chaque Coulomb qui la traverse « accumule » une énergie de 4,5 Joules.*

### 1.4. La résistance (R)

La résistance électrique exprime **l'opposition que présentent certaines parties du circuit électrique au passage du courant.**

La résistance s'exprime en **Ohm ( $\Omega$ )**.

## 2. LES GRANDES LOIS DE L'ELECTRICITE

### 2.1. A ne pas oublier...

Tout Coulomb sortant d'une borne d'un générateur, cherche par tous les moyens à **retourner à l'autre borne du générateur.**

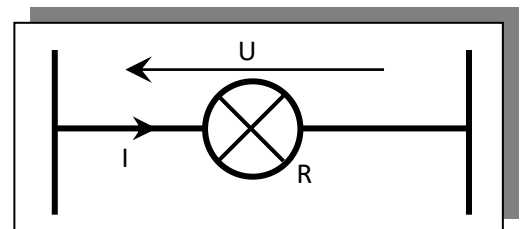
En cas de choc électrique, le corps humain se comporte comme une **résistance.**

### 2.2. La loi d'Ohm

Soit une portion de circuit (lampe, moteur, radiateur, etc...) traversé par un courant.

Cette portion de circuit, appelée *dipôle* est caractérisée par les grandeurs suivantes :

- ☞ La tension (U) à ses bornes
- ☞ L'intensité (I) qui la traverse
- ☞ Sa résistance (R)



Si le récepteur est une résistance parfaite ou si l'on est en continu, on peut alors écrire :

$$U = R * I \quad \text{ou} \quad I = U / R$$

Pour une même différence de potentiel U, plus la résistance est grande, plus l'intensité est **faible**.

### 2.3. La loi de Joule

Lorsque le récepteur ci-dessus est traversé par un courant, il se produit **de la chaleur**.

L'énergie dégagée sous forme de chaleur se calcule par :

$$W = R * I^2 * t$$

W : Energie thermique (J)

R : Résistance du dipôle ( $\Omega$ )

I : Intensité traversant le dipôle (A)

t : temps de passage du courant (s)

De la même façon, on calcule la puissance thermique dissipée par le récepteur :

$$P = R * I^2$$

P : puissance thermique (W)

R : Résistance du dipôle ( $\Omega$ )

I : Intensité traversant le dipôle (A)

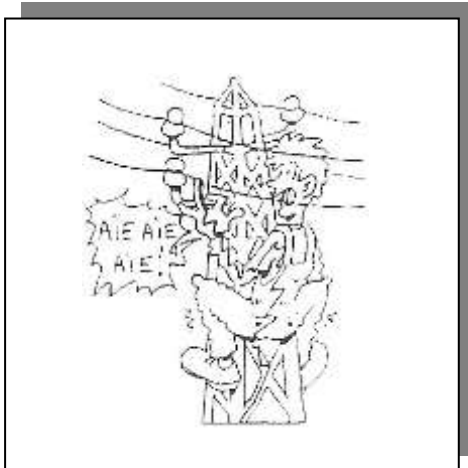
## 3. LE CHOC ELECTRIQUE

### 4.1. Sa définition

Le choc électrique est l'effet ressenti par une personne dont le corps est traversé par un **courant électrique**.

### 4.2. Le choc électrique par contact direct

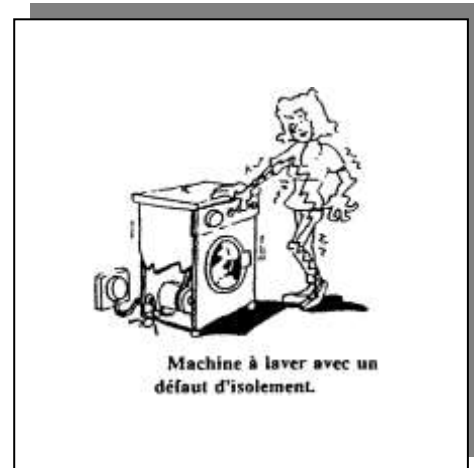
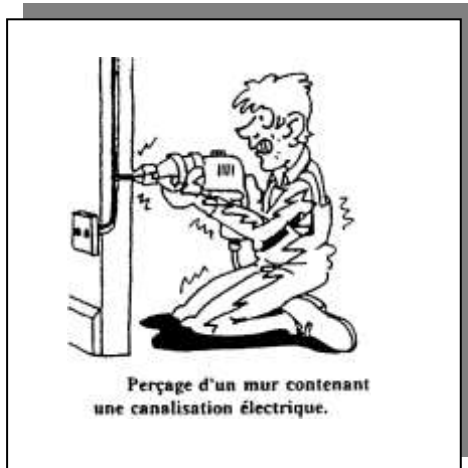
Un choc électrique à lieu par contact direct lorsqu'une personne entre en contact avec **une pièce nue sous tension**.



### 4.3. Le choc électrique par contact indirect

Un choc électrique par contact indirect a lieu lorsqu'une personne entre en contact avec une **masse métallique accidentellement sous tension**.

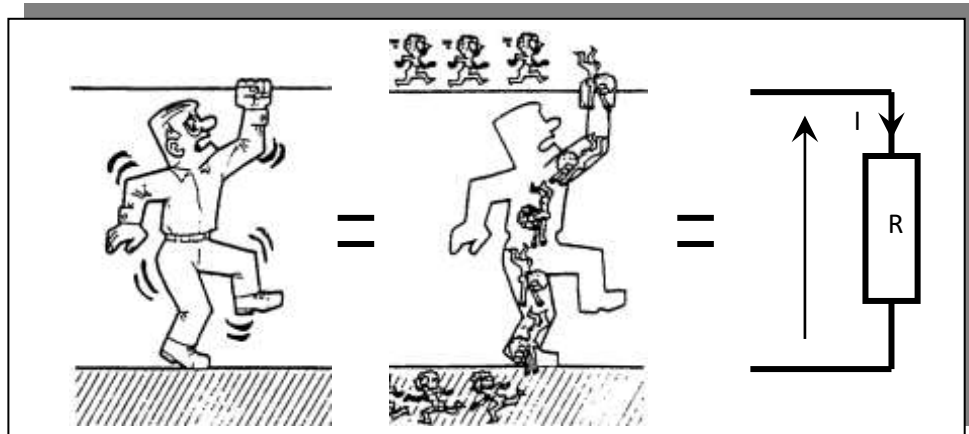
*Une masse est une partie conductrice normalement isolée et qui peut être touchée (carcasse d'un moteur, habillage métallique d'un lave linge, etc...). Dans le cas où cette masse est mise accidentellement sous tension, la personne qui la touche est traversée par un courant électrique qui rejoint le sol.*



## 4. LES CONSEQUENCES D'UN CHOC ELECTRIQUE

### 4.1. Que se passe-t-il en cas de choc électrique ?

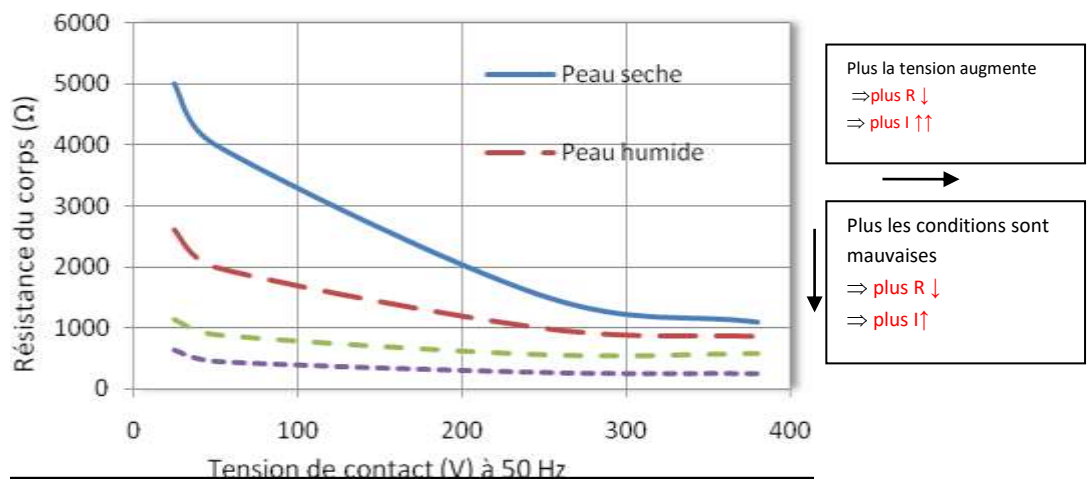
En cas de choc électrique, le corps humain se comporte comme une résistance traversée par un courant.



## 4.2. Résistance du corps humain

La résistance du corps humain varie selon plusieurs paramètres :

- ☞ La **surface** de contact : plus elle est importante, plus la résistance **diminue** ;
- ☞ La **pression** : plus elle est importante, plus la résistance est **faible** ;
- ☞ L'**épaisseur** de la peau ;
- ☞ La **sudation** qui dépend de la chaleur, de l'absorption de médicaments, de boissons ;
- ☞ La présence **d'humidité** : les courbes ci-dessous montrent la variation non linéaire de la résistance du corps humain en fonction de l'état du local et de la tension de contact.



Exemples de valeurs de résistance :

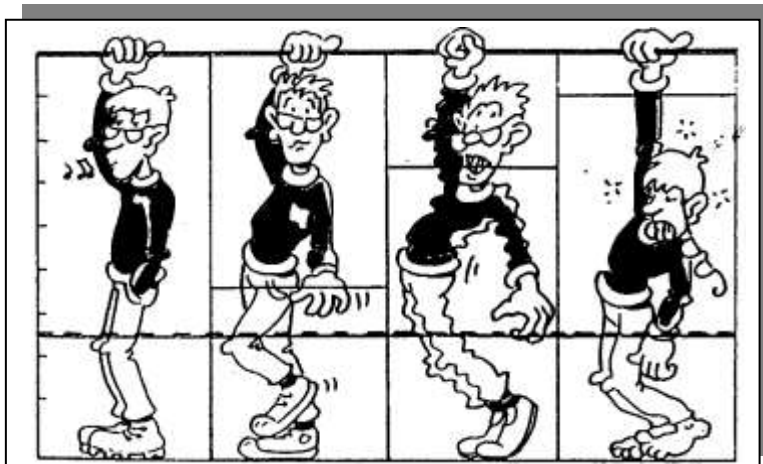
Mains sèches et calleuses : 50 000Ω

Résistance moyenne : 5 000Ω

Conditions défavorables (humidité) : 1 000Ω

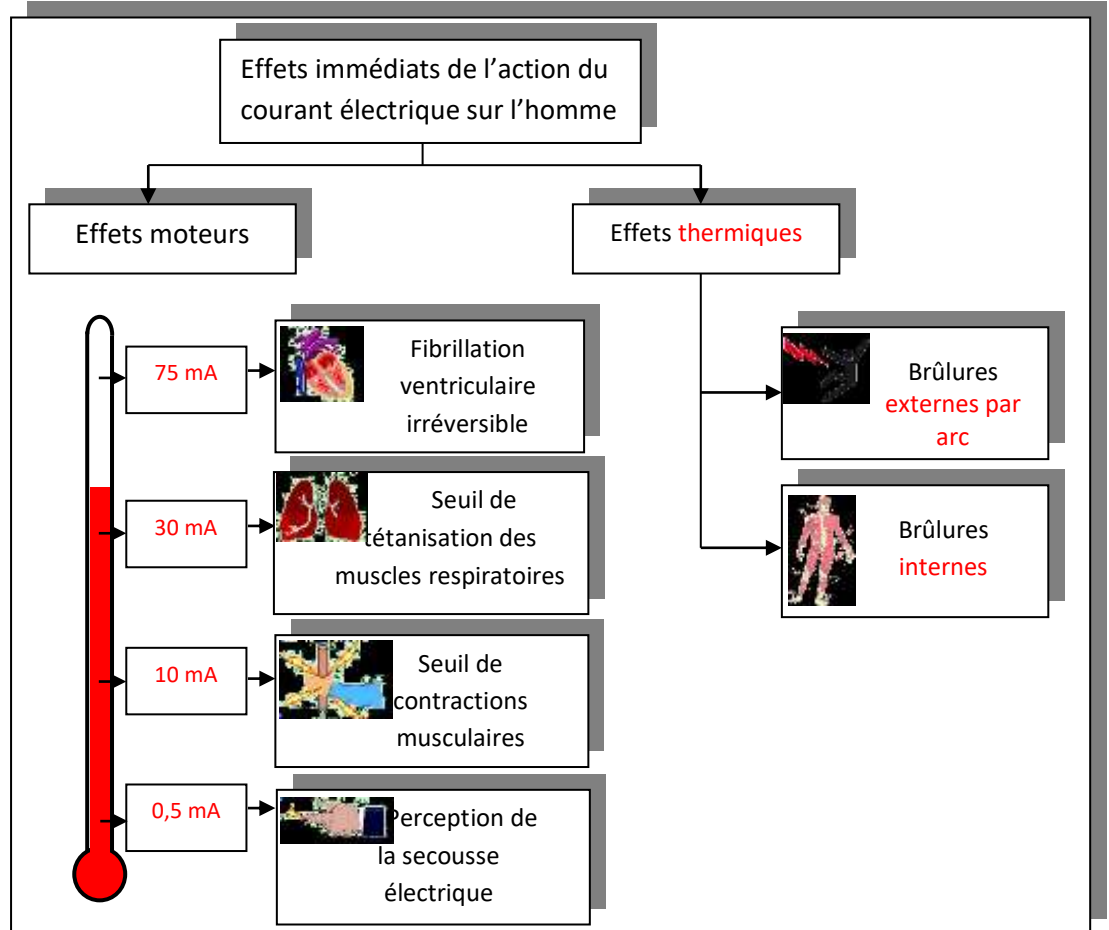
Cette résistance peut être augmentée des résistances de contact qui peuvent être variables.

## 4.3. Effets immédiats d'un choc électrique





Les conséquences immédiates d'un choc électrique sont variables en fonction de l'intensité du courant qui traverse le corps humain.



Remarques :

- Une intensité de 50 mA (c'est-à-dire 10 fois plus petite que celle qui traverse une lampe à incandescence de 100W (lampe interdite à la vente en France depuis le 30 juin 2009, fonctionnant sous 230V) suffit pour entraîner la mort.
- Quelque soit le point d'impact, le choc électrique engendre des brûlures internes invisibles de l'extérieur, mais graves pouvant entraîner des séquelles sur les organes traversés.

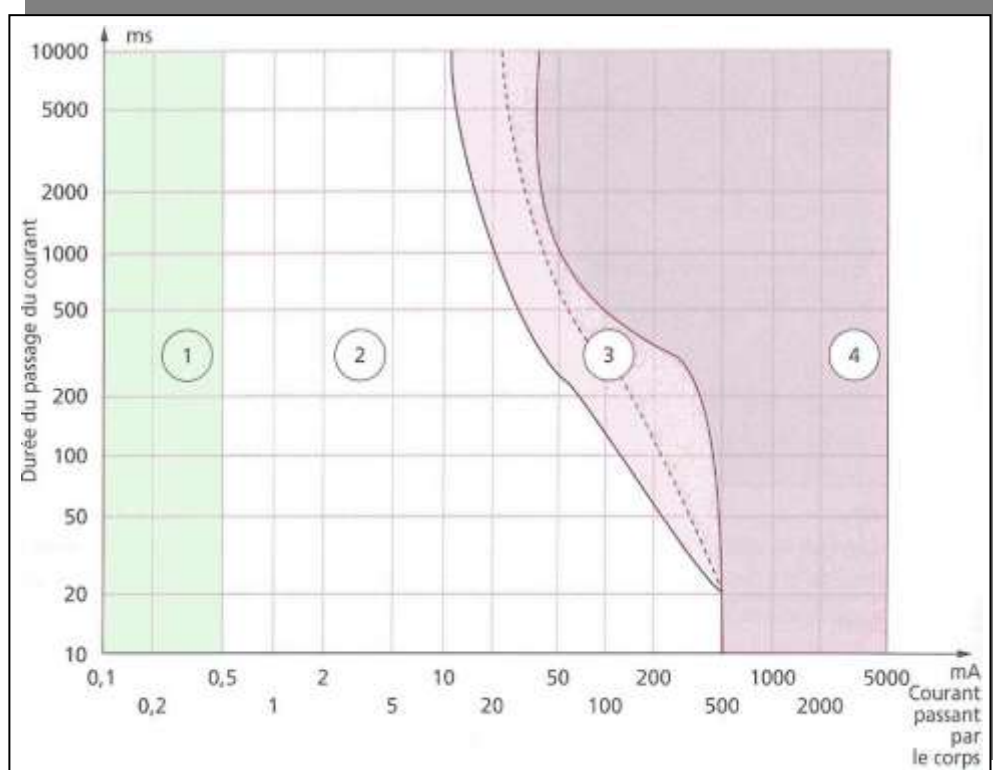
#### 4.4. Effets secondaires d'un choc électrique

Les effets secondaires d'un choc électrique, sont les troubles, séquelles et complications qui peuvent apparaître après un temps de latence plus ou moins long (journée, jours, mois, années), et selon le chemin par lequel le courant a circulé, on note :

- ☞ Complications **cardio-vasculaires** (tachycardie, ...) ;
- ☞ Complications **neurologiques** (insomnies, paralysie partielle, ...) ;
- ☞ Complications **osseuses** (fracture par brûlures internes, ...) ;
- ☞ Complications **sensorielles** (troubles auditifs, oculaires, ...).

#### 4.5. Durée de passage du courant

Le temps de passage du courant intervient sur les effets physiologiques en cas de choc électrique. Les courbes ci-dessous font apparaître les conséquences d'un choc électrique en fonction de l'intensité et de la durée du passage du courant.



- ☞ Zone 1 : **habituellement, aucune réaction ;**
- ☞ Zone 2 : **habituellement, aucun effets dangereux ;**
- ☞ Zone 3 : **effets physiopathologiques (troubles) non mortels réversibles ;**
- ☞ Zone 4 : **probabilité de fibrillation ventriculaire supérieure à 5%.**

#### 4.6. Les points de contact

Les conséquences d'un choc électrique peuvent s'aggraver si :

- ☞ La surface de contact est importante ;
- ☞ La pression de contact est importante.

#### 4.7. Electrocutation ou électrisation ?

**Electrisation :** Effets physiologiques dus au passage du courant électrique dans le corps humain.

**Electrocutation :** Mort immédiate consécutive au passage du courant électrique dans le corps humain.



## Chapitre IV

---

# LES CONDITIONS DE RISQUE ELECTRIQUE

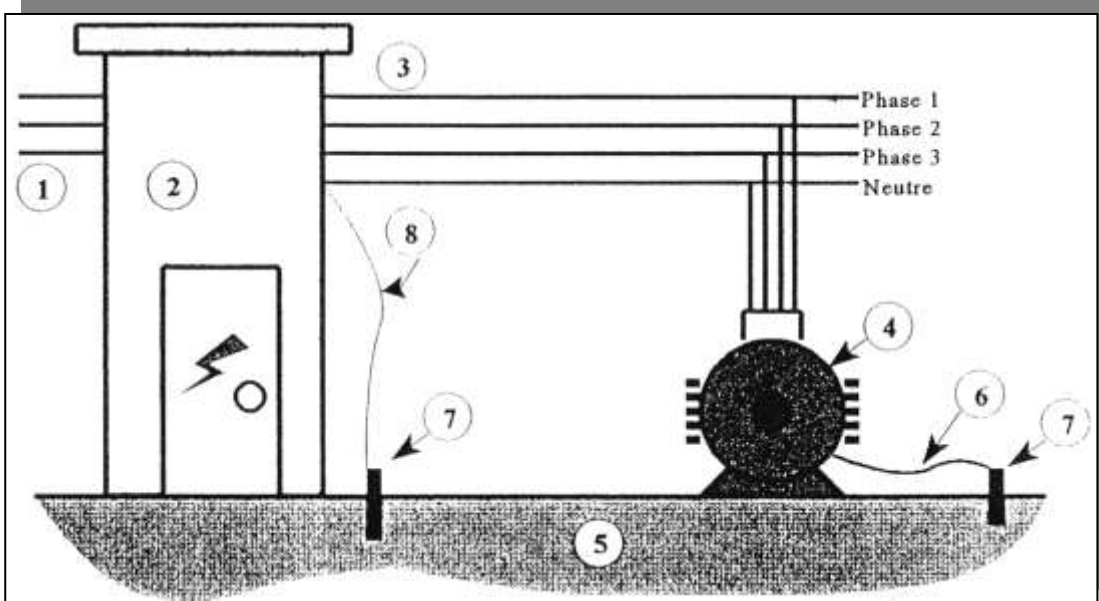
---



## IV- LES CONDITIONS DE RISQUES ELECTRIQUES

### 1. INSTALLATIONS ELECTRIQUES

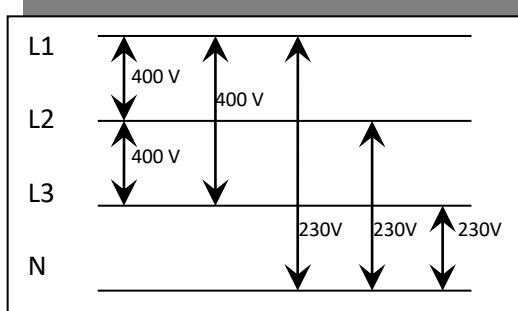
Schéma général



- ❶ : Arrivée haute tension (HTA : 20 000V) ;
- ❷ : Transformateur HT/BT ;
- ❸ : Départ basse tension (3\*400V ou 230/400) ;
- ❹ : Carcasse métallique appelée masse ;
- ❺ : Terre : très bon conducteur ;
- ❻ : Conducteur de protection électrique (PE) reliant les masses aux prises de terre ;
- ❼ : Prises de terre : point de contact entre le PE et la terre (résistance de passage à la terre variable selon la nature du sol) ;
- ❽ : Mise à la terre du neutre au départ du transformateur ;

#### Caractéristiques :

La plupart des installations industrielles sont alimentées par un réseau comportant souvent 4 conducteurs.



Au départ du transformateur, le conducteur neutre est relié à la terre pour évacuer les surtensions (foudre).

Les masses métalliques des appareils sont elles aussi reliées à la terre pour des raisons de sécurité électrique.

Exemple de réseau 3\*400V (en amont du transformateur, la tension entre phase vaut 20 000V)

## 2. CONDITIONS ENTRAINANT UN ACCIDENT D'ORDRE ELECTRIQUE

Les trois conditions suivantes doivent être réunies simultanément :

- ☞ Le circuit doit être **sous tension** ;
- ☞ Le circuit doit être **fermé** ;
- ☞ La personne doit être en contact avec **2 points distincts** avec des pièces sous tension.

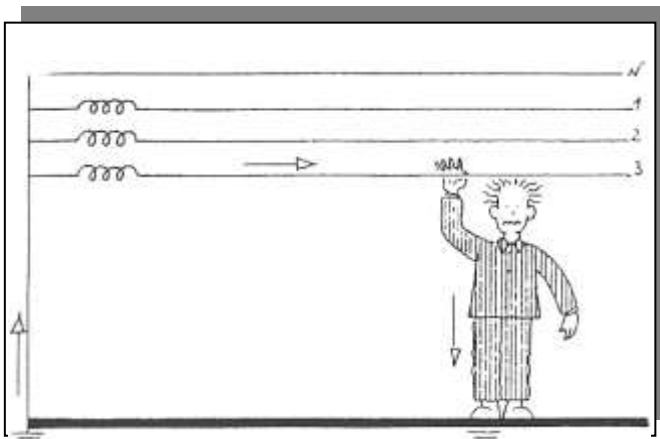
La personne électrisée ou électrocutée peut subir un choc soit :

- ☞ Par contact avec la pièce sous tension ;
- ☞ Sans contact. A l'approche d'un conducteur sous haute tension, il peut se former **un arc électrique** entre la pièce sous tension et la personne.

## 3. QUELQUES EXEMPLES

Dans le cas ci-dessous, Monsieur Châtaigne se trouve dans des conditions bien délicates ...

### 3.1. Cas n° 1



Monsieur Châtaigne est en contact entre :

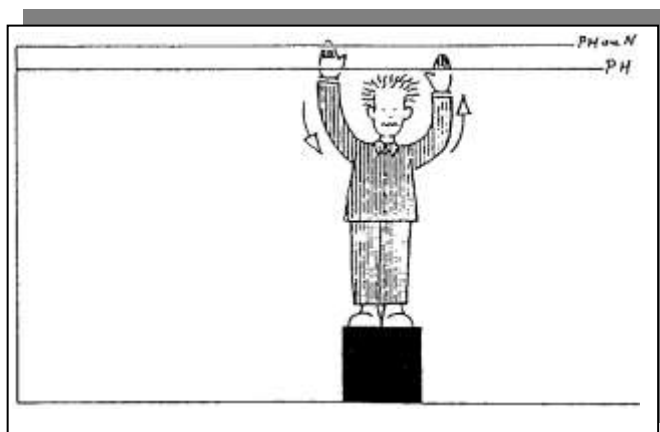
- **1 phase**

et

- **La terre**

Nous sommes dans le cas d'un choc électrique par contact **direct**. Accident **très fréquent**.

### 3.2. Cas n° 2



Monsieur Châtaigne est en contact entre :

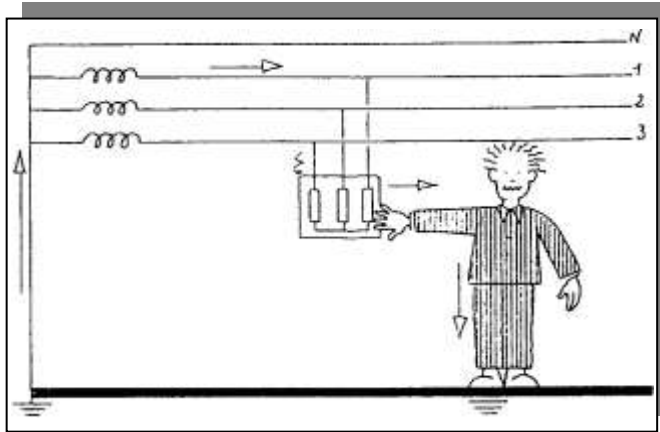
- **Une partie sous tension**

et

- **Une autre partie sous tension**

Nous sommes dans le cas d'un choc électrique par contact **direct**. Accident **fréquent**.

### 3.3. Cas n° 3



Monsieur Châtaigne est en contact entre :

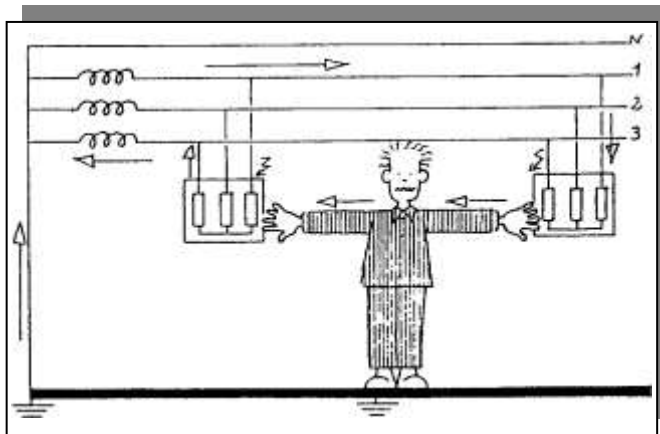
- Une masse métallique en défaut

et

- La terre

Nous sommes dans le cas d'un choc électrique par contact **indirect**. Accident **fréquent**.

### 3.4. Cas n° 4



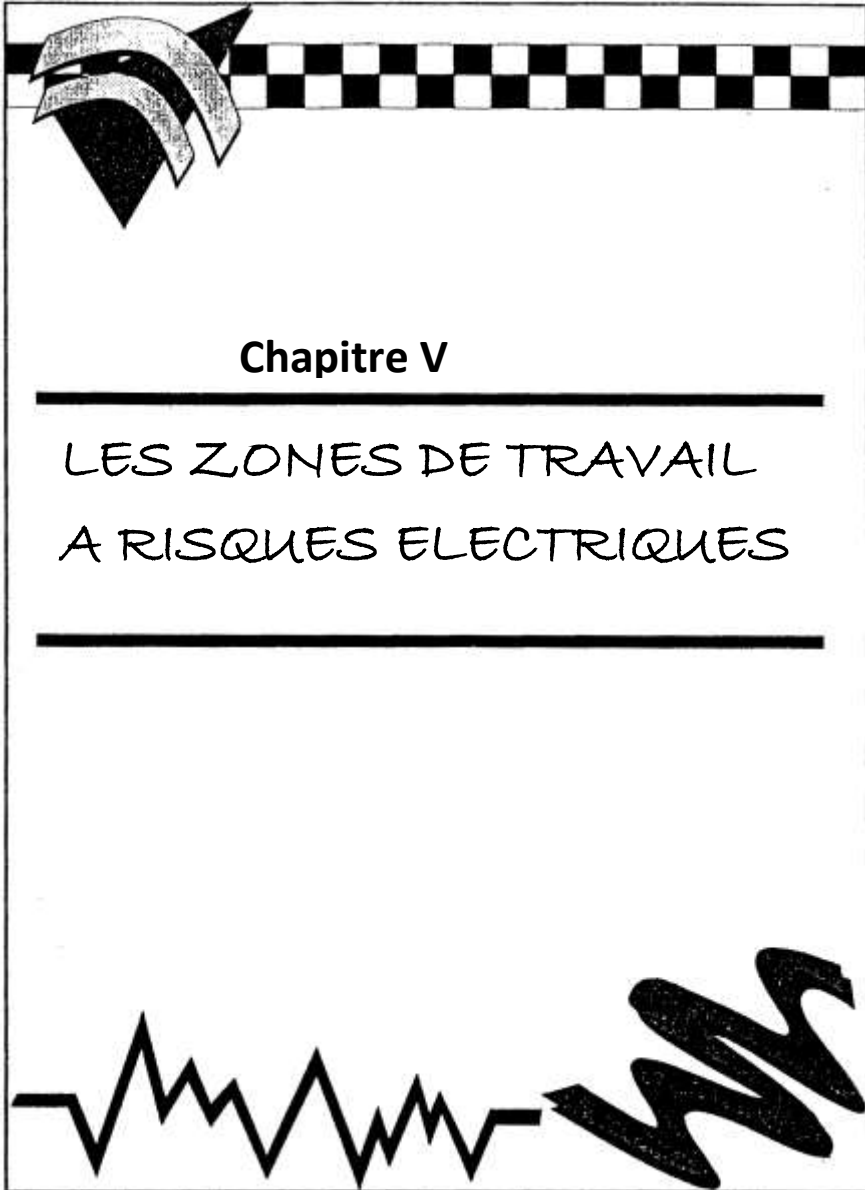
Monsieur Châtaigne est en contact entre :

- Une masse métallique en défaut

et

- Une autre masse métallique en défaut

Nous sommes dans le cas d'un choc électrique par contact **indirect**. Accident **rare**.



## Chapitre V

---

# LES ZONES DE TRAVAIL A RISQUES ELECTRIQUES

---



## V-LES ZONES DE TRAVAIL A RISQUES ELECTRIQUES

### 1. GENERALITES

Les risques dus à l'électricité sont variables en fonction :

- ☞ Du niveau de tension concerné ;
- ☞ Du type d'ouvrage ou d'installation sur lequel on travaille ;
- ☞ De la distance entre la pièce sous tension et l'endroit où l'on travaille ;
- ☞ De la nature des opérations à effectuer.

### 2. LES NIVEAUX DE TENSION

3. Il existe trois niveaux (ou domaines) de tension selon la norme NF C 18-510 :

DOMAINES		Valeur de la tension nominale (V)	
		Courant alternatif 50 Hz	Courant continu
Très Basse Tension	<b>T.B.T.</b>	<b><math>Un &lt; 50V</math></b>	<b><math>Un &lt; 120V</math></b>
Basse Tension (B.T.)	<b>B.T.</b>	<b><math>50V \leq Un &lt; 1000V</math></b>	<b><math>120V \leq Un &lt; 1500V</math></b>
Haute Tension (H.T.)	<b>H.T.A</b>	<b><math>1000V \leq Un &lt; 50\ 000V</math></b>	<b><math>1500V \leq Un &lt; 75\ 000V</math></b>
	<b>H.T.B</b>	<b><math>50\ 000V \leq Un</math></b>	<b><math>75\ 000V \leq Un</math></b>

*Remarque :*

La plupart des accidents d'ordre électrique ont lieu en basse tension.

### 4. INSTALLATIONS ET EQUIPEMENTS

On peut classer le matériel électrique de la façon suivante :

- ☞ Les ouvrages de production et de transport HTB ;
- ☞ Les ouvrages de distribution HTA et BT ;
- ☞ Les installations ;
- ☞ Les équipements.



#### 4.1. Les ouvrages de production et de transport HTB

Ces ouvrages regroupent les **centrales électriques ainsi que les transfos et les lignes caractérisées par des tensions supérieures à 50 000V.**

Ces ouvrages sont généralement gérés par **RTE (EDF).**

#### 4.2. Les ouvrages de distribution

Ce sont les ouvrages permettant de transporter et transformer l'énergie électrique depuis le poste source (où EDF reçoit la H.T.B. et la transforme en H.T.A.) et le point de livraison. Celui-ci peut être alimenté :

- ☞ Soit en H.T.A. pour les entreprises utilisant beaucoup d'énergie électrique ;
- ☞ Soit en B.T. pour les autres usagers.

*Exemple d'ouvrage de distribution : la canalisation souterraine partant du poste source (Petits Bérus) et alimentant le lycée ?*

#### 4.3. Les installations

Ensemble des matériels électriques qui transforment et distribuent le courant aux équipements, à partir des ouvrages de distribution.

*Exemples d'installations : le (transformateur ?) du lycée, les armoires électriques de distribution et les canalisations qui les relient.*

#### 4.4. Les équipements

Ils comprennent les canalisations et les appareils d'utilisation de l'énergie électrique.

*Exemples d'équipements : les systèmes du laboratoire, l'éclairage des salles de cours ainsi que les canalisations électriques qui les alimentent.*

## 5. LES ZONES D'ENVIRONNEMENT

L'environnement des ouvrages comportant des pièces nues sous tension a été découpé en zones définies en fonction de leur distance par rapport à ces pièces.

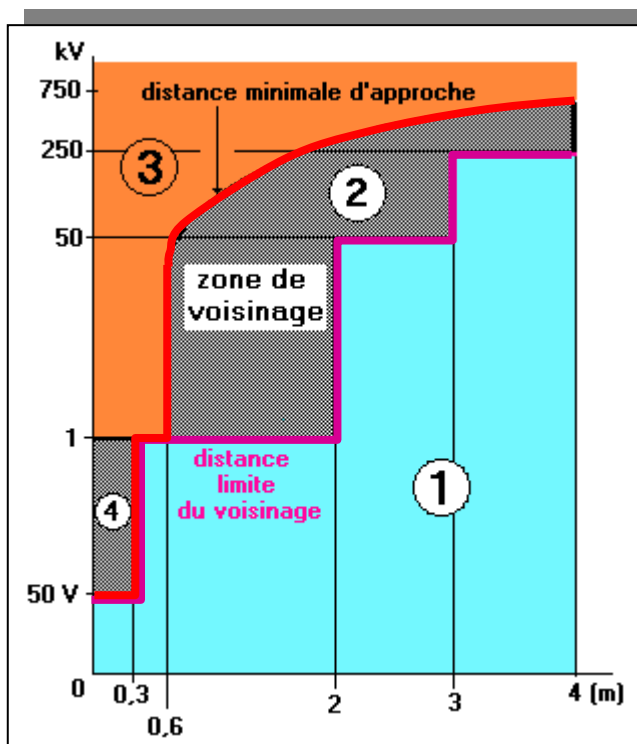
Un intervenant ne pourra agir à proximité d'un ouvrage sous tension qu'en respectant des distances minimales appelée DMA et DLV. Dans ce cas, il devra être habilité.

☞ DMA : **Distance Minimale d'Approche** indique la distance minimale en deçà de laquelle l'intervenant doit avoir une habilitation de travail sous tension (courbe rouge dans l'illustration suivante).

☞ DLV : **Distance Limite de Voisinage** indique la distance en deçà de laquelle l'intervenant doit avoir une habilitation de travail au voisinage (courbe violette dans l'illustration suivante).

Ces 2 distances dépendent des niveaux de tension des pièces nues sous tension et du lieu où l'on se situe.

### 5.1. Dans les locaux réservés aux électriciens



*Remarque :* Dans le domaine BT, la distance de voisinage et la distance minimale d'approche ont la même valeur soit 0,30 m à partir d'une pièce nue sous tension.

Cette zone délimitée par les 0,30 m peut donc être considérée soit comme une zone de travail sous tension, soit comme une zone de voisinage.

L'opération est considérée "effectuée au voisinage" dès lors que l'exécutant ou les objets qu'il manipule se trouvent dans la zone décrite ci-dessus mais sans qu'il y ait contact intentionnel avec des pièces nues sous tension (exception : le mesurage).

### 5.2. A l'extérieur des locaux réservés aux électriciens

Le personnel doit être habilité lors de tout travail réalisé en deçà des distances limites de voisinage des pièces nues sous tension.

Ces distances (dans l'air) sont lorsque :

- Un < 50 kV : 3 m
- Un ≥ 50 kV : 5 m

---

## VI- LES OPERATIONS

---

1. Généralités
2. La consignation d'un équipement
3. Les manœuvres d'exploitation
4. Les travaux
5. Les interventions
6. Opérations de mesurage

---

## VII- LES HABILITATIONS

---

1. Qu'est-ce qu'une habilitation ?
2. Domaines d'utilisation
3. Conditions d'habilitation
4. Symboles d'habilitation
5. Tableau des habilitations
6. Quelques habilitations

---

## VIII- PROTECTION DE L'EXECUTANT ELECTRICIEN

---

1. Les règles à respecter
2. Le matériel individuel de protection
3. Le matériel collectif de protection