

## FASCICULE

**B0, H0(V), BF-HF :**  
**Opérations non électriques**

**BR, BS, BE, BP :**  
**Opérations électriques**

# Habilitation Électrique

Imexco Sécurité Oblige !

# Fascicule de Formation à l'Habilitation Électrique

## Opérations d'ordre Non Électrique Interventions d'ordre Électrique

### Prescriptions de sécurité électrique selon la Norme NF C 18-510 et l'Amendement NF C 18510/A1 de Février 2020, l'Arrêté du 5Juin 2023 et l'Amendement A2 de Juin 2023

Les prescriptions de sécurité électrique exposées dans ce fascicule réalisé par IMEXCO concernent :

- **Tout travailleur** exécutant ou encadrant des opérations **d'ordre non électrique** (peinture, serrurerie, carrelage...), mais qui peut être exposé dans l'exercice de son métier aux risques électriques, et ainsi être victime d'un accident. Cette personne est désignée dans le fascicule qui suit par le vocable «Non-électricien»

Symboles : B0, H0(V), BE Mancœuvre, BF-HF

- **Tout travailleur** réalisant des **interventions électriques élémentaires et générales** (maintenance, dépannages...)

Symboles : BS, BP, BR...

Ce fascicule constitue :

#### 1°/ Un support de formation à l'habilitation électrique :

Le formateur sélectionnera, pour la formation concernée, en fonction des symboles, les chapitres adéquats.

#### 2°/ Un carnet de prescriptions de sécurité :

Ce fascicule a été rédigé au plus près des prescriptions de sécurité de la Norme NF C 18-510.

De ce fait, il peut être considéré par l'employeur comme un carnet de prescriptions de sécurité, « établi selon les prescriptions pertinentes de la Norme NF C 18-510, remis obligatoirement à chaque travailleur avec son titre d'habilitation » (Code du Travail 4544-10).

#### 3°/ Un support technique et informatif :

Les pages repérées par un liseré jaune vertical traitent des bases élémentaires de l'électricité : sa constitution, sa production, sa distribution et présentent des éléments informatifs sur les statistiques d'accidents électriques et sur les effets du courant électrique sur le corps humain et les dommages occasionnés. Ainsi la compréhension des prescriptions de sécurité à respecter conformément à la Norme NF C 18-510 sera mieux appréhendée si besoin.

*NOTONS que l'étude de ces pages ne fait pas partie strictement du programme normatif de la formation à l'habilitation. Cette étude est donc facultative, laissée à l'appréciation du formateur en accord avec les stagiaires, selon leur niveau de connaissances pré-requises et en fonction de la durée de la formation.*

Michel FOUGERE DE HAUTMONT

Licence d'enseignement Sciences Physiques  
Ingénieur École Nationale Supérieure d'Électrotechnique.  
Expert en Normalisation à l'AFNOR

Impression autorisée à titre personnel



IMEXCO S.A.S – Organisme de Formation Professionnelle

S.A.S capital de 80 000 € ; RCS PARIS B 453789224 ; SIRET 45378922400012 ; NAF: 8559 A ; R.C.P MATMUT 971000129132F30

Déclaration d'Activité de Formation enregistrée sous le n° 11 75 43 187 75 auprès du Préfet de Région Île de France.

Déclaration CNIL n°194 9808vO - Membre des acteurs de la compétence – Certifié ISQ - OPQF / QUALIOPI

Siège Social : 68 Boulevard de Port Royal PARIS 75005 - Siège Administratif : 50 Bd Gambetta 16300 BARBEZIEUX

Tél : 09 79 32 35 99 - 05 45 78 50 83 – email : [paris@imexco.org](mailto:paris@imexco.org) ; [charentes@imexco.org](mailto:charentes@imexco.org)

# SOMMAIRE

		PAGES
<b>CHAPITRE I</b>	<b>TEXTES REGLEMENTAIRES</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE II</b>	<b>SUPPORT TECHNIQUE</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE III</b>	<b>EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE</b>	<b>30</b>
<b>CHAPITRE IV</b>	<b>DEFINITION ET ANALYSE DES RISQUES ELECTRIQUES</b>	<b>34</b>
<b>CHAPITRE V</b>	<b>DEFINITION HABILITATION ELECTRIQUE</b>	<b>42</b>
<b>CHAPITRE VI</b>	<b>DEFINITION DES TERMES USUELS</b>	<b>48</b>
<b>CHAPITRE VII</b>	<b>SUPPRESSION DU RISQUE ELECTRIQUE : TRAVAIL HORS TENSION</b>	<b>53</b>
<b>CHAPITRE VIII</b>	<b>REDUCTION DU RISQUE ELECTRIQUE : TRAVAIL AU VOISINAGE</b>	<b>59</b>
<b>CHAPITRE IX</b>	<b>TYPES D'OPERATIONS</b>	<b>76</b>
1.	Opérations d'ordre non électrique B0 - H0V – BF- HF	77
2.	Interventions élémentaires BS	79
3.	Interventions générales BR	82
4.	Opérations spécifiques, BE Mancuvre	87
5.	Opérations sur installations photovoltaïques, BP	89
6.	Opérations sur batteries stationnaires	91
<b>CHAPITRE X</b>	<b>INCENDIES ET ACCIDENTS D'ORIGINE ELECTRIQUE</b>	<b>93</b>
<b>CHAPITRE XI</b>	<b>CONDUITE A TENIR EN CAS D'ACCIDENTS</b>	<b>95</b>
<b>ANNEXES</b>		<b>98</b>

## **CHAPITRE I**

### **TEXTES REGLEMENTAIRES**

CODE DU TRAVAIL

# TEXTES RÈGLEMENTAIRES

**Article R. 4544-3** Nouveau

La définition des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ainsi que les modalités recommandées pour leur exécution figurent dans les normes homologuées dont les références sont publiées au Journal Officiel de la République Française, par arrêté des Ministres chargés du Travail et de l'agriculture.

**Art. R. 4544-4.** Nouveau

L'employeur définit et met en œuvre les mesures de prévention de façon à supprimer ou, à défaut, à réduire autant qu'il est possible le risque d'origine électrique lors des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage.

A cet effet, il s'assure que :

1° Les travaux sont effectués hors tension, sauf s'il ressort de l'évaluation des risques que les conditions d'exploitation rendent dangereuse la mise hors tension ou en cas d'impossibilité technique ;

2° Les opérations effectuées au voisinage de pièces nues sous tension sont limitées aux cas où il n'a pas été possible de supprimer ce voisinage soit en consignant l'installation ou la partie d'installation à l'origine de ce voisinage soit à défaut, en assurant la protection par éloignement, obstacle ou isolation ;

3° Les opérations d'ordre non électrique dans le voisinage de pièces nues sous tension sont limitées aux seules opérations qui concourent à l'exploitation et à la maintenance des installations électriques.

**Art. R. 4544-9.** Nouveau

Les opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ne peuvent être effectuées que par des travailleurs habilités.

**Art. R. 4544-10.** Nouveau

Un travailleur est habilité dans les limites des attributions qui lui sont confiées. L'habilitation, délivrée par l'employeur, spécifie la nature des opérations qu'il est autorisé à effectuer.

L'employeur remet à chaque travailleur un carnet de prescriptions établi sur la base des prescriptions pertinentes de ces normes, complété, le cas échéant, par des instructions de sécurité particulières au travail effectué.

Avant de délivrer l'habilitation, l'employeur s'assure que le travailleur a reçu la formation théorique et pratique qui lui confère la connaissance des risques liés à l'électricité et des mesures à prendre pour intervenir en sécurité lors de l'exécution des opérations qui lui sont confiées.

**NOTA :**

Bien entendu les précédents articles du Code du Travail : 4534 – 107 à 4534 – 130 s'appliquent également, ainsi que les articles du Code de l'Environnement : R554 - 1 à R 554 - 38



# ARRÊTÉ DU 20 NOVEMBRE 2017

**Arrêté du 20 Novembre 2017 des Ministres du Travail et de l'Agriculture et de l'alimentation, relatif aux normes définissant les modalités recommandées pour l'exécution des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage – Prévention du risque électrique**

**NOR : MTRT1732583A**

**Publics concernés** : les employeurs qui font réaliser par leurs salariés des travaux sur les installations électriques dans l'ensemble des domaines concernés : industrie et tertiaire, batteries stationnaires, véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée du domaine très basse tension (TBT) et basse tension (BT).

**Objet** : définir les références des normes applicables à cette activité.

**Entrée en vigueur** : le texte entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2018

**Références** : le présent arrêté peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>)

La ministre du travail et le ministre de l'agriculture et de l'alimentation,

Vu le code du travail, notamment l'article R.4544-3 ;

Vu le décret n° 2009-697 du 16 juin 2009 relatif à la normalisation ;

Vu l'avis du Conseil d'orientation des conditions de travail en date du 21 mars 2017

## **Arrêtent :**

**Art. 1er.** – Les références des normes recommandées conformément à l'article R 4544-3 du code du travail sont les suivantes :

1° NF C 18-510 janvier 2012 relative aux opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ainsi que les modalités recommandées pour leur exécution – Prévention du risque électrique ;

2° NF C 18-550 août 2015 relative aux opérations sur véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée – Prévention du risque électrique.

**Art. 2.** - L'arrêté du 26 avril 2012 relatif aux normes définissant les opérations sur installations électriques ou dans leur voisinage ainsi que les modalités recommandées pour leur exécution est abrogé.

**Art. 3.** - Le présent arrêté est applicable à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2018.

**Art. 4.** - Le directeur général du travail au ministère du travail et le directeur des affaires financières, sociales et logistiques au ministère de l'agriculture et de l'alimentation sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 20 novembre 2017.

## **CHAPITRE II**

### **SUPPORT TECHNIQUE**

*Ce fascicule vous est remis par IMEXCO, au cours du stage de votre formation à l'habilitation électrique.*

*Il reste la propriété d'IMEXCO et un QR CODE sur le memento remis en fin de session vous permet d'avoir ce fascicule en format numérique.*

*Il est donc impératif de ne pas détériorer ce fascicule, ni d'écrire dessus. Un bloc note vous est remis pour cela en début de session.*

*Nous vous remercions de votre confiance.*

## NOTIONS DE BASE EN ELECTRICITE

Ce support technique est un support pédagogique destiné à faire comprendre aux stagiaires non électriciens, en formation à l'habilitation B0, BS BE Manoeuvre, H0(V), BF-HF ce qu'est l'électricité, qui, par définition, est invisible, incolore, inodore !

Ainsi, toute la difficulté à réaliser le danger mortel de cette énergie est donc la non-perception du phénomène.

Les quelques pages qui vont suivre, vont, nous l'espérons, vous aider à mieux appréhender le risque et les conséquences de l'accident électrique afin de respecter les mesures de sécurité obligatoires.

N.B :

Seules dans ce fascicule ont été abordées les notions de base nécessaires à la compréhension du Risque Electrique, telles qu'elles ressortent du programme de formation réglementaire selon la norme NF C 18-510.

*N'ont pas été abordées les notions sur :*

- Le magnétisme et l'électromagnétisme,
- Le courant alternatif (monophasé et triphasé),
- Les machines tournantes : dynamos, alternateurs, moteurs asynchrones,
- Les transformateurs,
- Les différents Régimes de Neutres "SLT" et leurs protections,
- Les sections et longueurs des conducteurs en fonction de l'ampérage, etc.

## SOMMAIRE DU SUPPORT TECHNIQUE

	PAGES
I. STRUCTURE DE LA MATIERE	10
II. COMPRENDRE L'ELECTRICITE	13
- ELECTRICITE STATIQUE	
- ELECTRICITE DYNAMIQUE (Courant électrique)	
III. EXPLICATION DES GRANDEURS ELECTRIQUES	16
- RESISTANCE	
- INTENSITE ELECTRIQUE	
- QUANTITE D'ELECTRICITE	
- TENSION ELECTRIQUE	
IV. DEFINITION DU CIRCUIT ELECTRIQUE	19
- GENERATEUR, FIL CONDUCTEUR, RESISTANCE	
V. LOI D'OHM = LOI DU RISQUE ELECTRIQUE	21
- $U = RI$	
- EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE	
VI. DISPOSITIFS DE PROTECTION	23
- PROTECTION DES EQUIPEMENTS ET DES INSTALLATIONS (FUSIBLES ET DISJONCTEURS)	
- PROTECTION DES PERSONNES (DISPOSITIFS DIFFERENTIELS DDR )	
VII. DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE	27
- CONDUCTEURS ELECTRIQUES	
- CONDUCTEUR DE TERRE	
- MISE A LA TERRE DES MASSES	
- RESISTANCE DE TERRE	
- LIAISON EQUIPOTENTIELLE	

## I. STRUCTURE DE LA MATIERE

### L'ATOME

En tant que la plus petite partie d'un corps, l'atome a été imaginé déjà dans l'Antiquité.

Mais c'est seulement au 19ème siècle qu'il put être étudié et modélisé.

On doit à Ernest Rutherford, un physicien anglais d'avoir proposé la représentation de l'atome sous la forme d'un système solaire miniature.

Conventionnellement, on représente l'atome comme constitué d'électrons (grains d'électricité) gravitant autour d'un noyau, comme le feraien des satellites autour d'une planète.

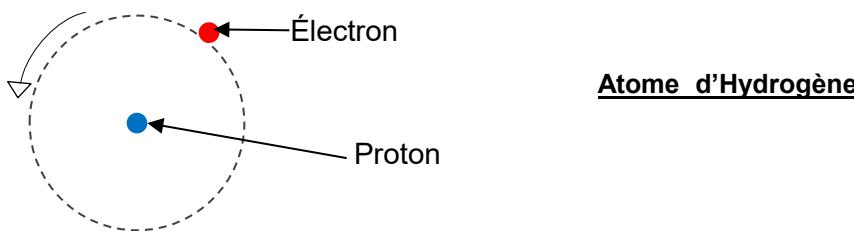
Par rapport au diamètre de l'atome, le noyau semble très petit, la matière est essentiellement constituée de vide.

Si le noyau d'un atome était de la grosseur d'une balle de tennis, les électrons tourneraient à 4 000 m de distance.

### LE NOYAU

Le noyau est constitué de nucléons : Neutrons + Protons.

La charge électrique du neutron est nulle. Le proton a une charge positive égale en valeur absolue à celle de l'électron qui lui, est négatif.



A son état normal un atome est neutre, le nombre d'électrons  $-$  étant égal au nombre de protons  $+$

L'Atome est neutre  $- = +$

- Masse du Proton =  $1,672 \times 10^{-27}$  kg
- Masse de l'électron =  $9 \times 10^{-31}$  kg
- Le Proton est environ 10 000 fois plus lourd que l'Électron
- Charge électrique de l'électron  $1,61 \times 10^{-19}$  coulombs

## I. STRUCTURE DE LA MATIERE

### LES ELECTRONS

Les électrons, de charge négative, sont répartis par couches. Chaque couche ne peut comporter qu'un nombre limité d'électrons.

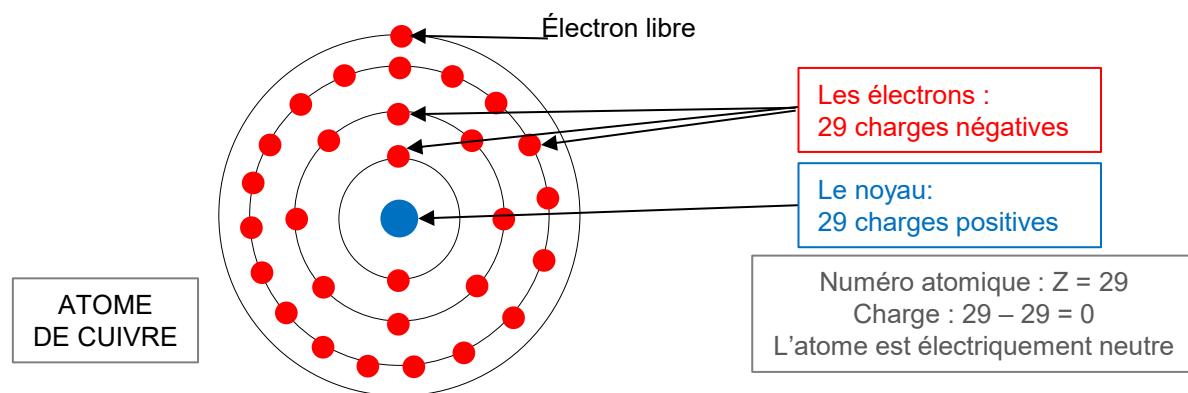
Par exemple la couche K qui est la plus proche du noyau est saturée avec 2 électrons.

La couche la plus à l'extérieur de la plupart des atomes n'est pas complète, elle peut ainsi accepter (provisoirement) des électrons, ou éventuellement en perdre.

Le nombre d'électrons maximum par couche est le suivant : couche K : 2 électrons, couche L : 8 électrons, couche M : 18 électrons, couche N : 32 électrons, O = 50 e, P = 72 e, Q = 98 e.

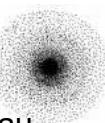
La figure suivante représente un atome de cuivre avec ses 29 électrons et son noyau composé de 29 protons.

(les neutrons de l'atome de cuivre et de silicium ne sont pas représentés pour simplifier le dessin).



Les électrons sont en ronde perpétuelle autour du noyau,  
la vitesse de rotation autour du noyau est de :  $10^{16}$  tours/sec.

Les électrons tournant autour du noyau peuvent être assimilés à une hélice qui en tournant fait un disque. En fait, les électrons constituent un nuage autour du noyau.



### Flux d'Electrons

Les électrons restent liés au noyau, mais certains électrons des couches périphériques les plus éloignées peuvent se :

❖ Détacher facilement du Noyau et sortent des Atomes en se déplaçant avec une totale liberté.

Ils forment un flux d'électrons, c'est à dire un courant électronique : on les appelle des **électrons libres**

### Les Ions

Les Atomes qui ont perdu ou gagné des électrons s'appellent des Ions.

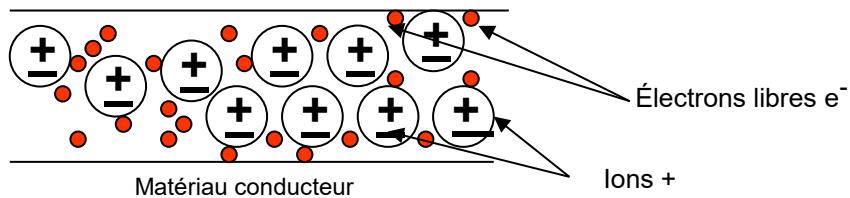
Ion + : atome qui a perdu un électron  
Ion - : atome qui a gagné un électron

Dans un « matériau conducteur », il y a des électrons libres (e-) et des atomes qui ont perdu des électrons et deviennent ainsi des ions positifs (+).

## I. STRUCTURE DE LA MATIERE

### Matériaux Conducteurs

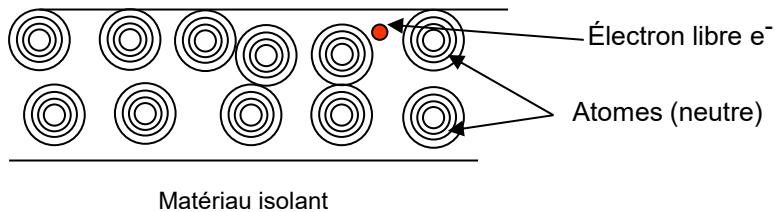
Un matériau conducteur est formé d 'électrons libres  $e^-$  et des ions positifs  $+$



### Matériaux Isolants

La force d'attraction des charges positives du noyau est telle que tous les électrons y compris les périphériques ne peuvent se détacher : ils sont prisonniers.

Pas de transfert de charges électriques entre atomes voisins



Un matériau isolant ne contient pas (ou peu) d'électrons libres.

## II. COMPRENDRE L'ÉLECTRICITÉ

### L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Dans l'Antiquité, les Grecs (Thalès de Millet au 5<sup>e</sup> siècle avant JC) avaient constaté que lorsqu'on frottait de l'ambre jaune (sorte de résine fossile de conifère, nommé en grec *électron*), celle-ci avait la propriété d'attirer des corps très légers.

On peut reproduire facilement cette expérience en frottant une règle en plastique ou un tube en verre à l'aide d'un chiffon.

La règle se charge d'électricité et il est facile d'attirer de petits fragments de polystyrène expansé ou un ruban de bande magnétique suspendu.

Ce phénomène est appelé électrisation.

Il fut étudié d'abord aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles et constituait la base de distractions spectaculaires dans les salons aristocratiques. C'est dans le cadre de ces expériences que Coulomb établit sa loi fondamentale de l'électrostatique.

Électriser un corps : c'est contraindre un ou plusieurs électrons, soit à quitter momentanément leurs atomes, soit à venir augmenter le nombre d'électrons des atomes.

Pour les matériaux isolants, la source qui va arracher des électrons doit être principalement mécanique : en frottant de l'ébonite sur de la fourrure, on force les électrons à quitter la fourrure pour aller sur le bâton d'ébonite.

Ces charges électriques négatives : électrons qui vont se fixer sur l'ébonite qui sera chargée négativement : les électrons vont y rester momentanément jusqu'au moment où ils peuvent quitter le matériau; c'est pour cela que on appelle cette électrisation : **électricité statique**.

Mais l'électricité produite est faible, l'énergie emmagasinée est faible, et on ne peut l'utiliser (sauf pour quelques rares applications)...la peinture, talcage, flocage, dépoussiérage, etc.

#### L'Electrisation par Contact

##### Corps isolant

Lorsqu'un matériau isolant est frotté par un autre matériau isolant, des électrons sont arrachés par le frottement aux atomes superficiels.

L'équilibre des charges proton-électron est alors rompu dans les atomes concernés qui se retrouvent alors chargés positivement. D'un autre côté, l'objet qui a arraché les électrons les a emportés à sa surface et se trouve à son tour chargé négativement.

En théorie, la charge positive d'un des objets est identique à la charge négative de l'autre. En pratique, l'air n'est pas un isolant parfait, surtout quand il est humide, et des électrons s'échappent de l'objet chargé négativement tandis que des électrons vagabonds sont attirés par les charges positives de l'autre objet.

Ce phénomène d'électrisation se rencontre dans la nature, pendant les orages où des masses d'air importantes en mouvement s'électrisent au point d'accumuler des charges électriques importantes capables de provoquer des éclairs d'une puissance considérable.

##### Corps conducteur

Si l'on touche un corps conducteur isolé non chargé électriquement avec un autre corps chargé, une partie des charges se déplace du corps chargé vers le corps neutre.

C'est *l'électrisation par contact*.

L'électrisation peut se produire également sans contact, en rapprochant simplement les deux corps ; on parle alors *d'électrisation par influence*.

## II. COMPRENDRE L'ÉLECTRICITÉ

### L'électrisation par influence

Lorsqu'on approche d'un corps A, électriquement neutre un corps B électrisé, il se produit sur le corps A une électrisation, telle que des charges de signes opposés s'accumulent en regard du corps B.

Comme le corps A ne reçoit, ni ne cède aucune charge, des charges de signes opposés se répartissent à la surface du corps A avec une préférence pour les surfaces courbes ou pointues des extrémités.



Fig 9

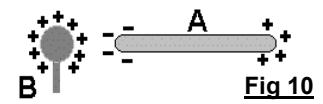
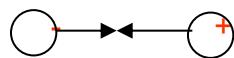


Fig 10

### Les charges de signes opposées s'attirent



### Les charges de même signe se repoussent



### ELECTRICITE DYNAMIQUE = Courant Electrique

Dans un conducteur, les électrons libres se déplacent naturellement dans TOUTES les directions.

Le résultat de ces déplacements désordonnés est une énergie NULLE.

Si on peut faire déplacer tous ces électrons dans le même sens par un moyen quelconque, ces électrons circulant tous dans le même sens produiront alors de l'**ENERGIE**.

Ce déplacement des électrons tous dans la même direction, crée un courant appelé : **COURANT ELECTRIQUE CONTINU**.

Comment faire pour amener les électrons qui ont des déplacements erratiques, à s'organiser pour créer des déplacements uniformes ?

Il faut un **GENERATEUR**

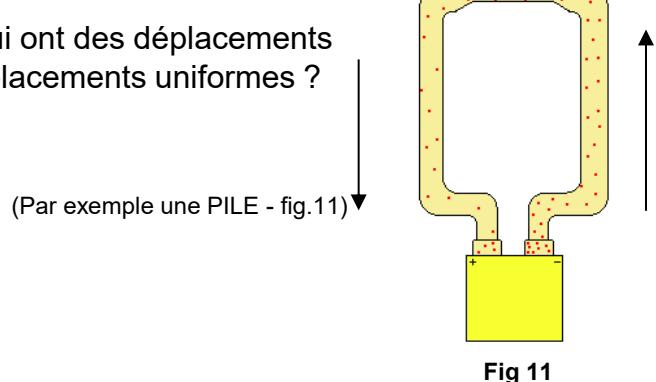


Fig 11

## II. COMPRENDRE L'ÉLECTRICITÉ

### ELECTRICITE DYNAMIQUE = Courant Electrique

On réunit par un fil conducteur le pôle – qui est un réservoir d'électrons chargés négatifs et le pôle + de cette pile chargée d'ions positifs à travers une résistance (fig.12)

Aussitôt, il va s'établir un déplacement des électrons du pôle – au pôle + :

C'est un courant électrique

Un courant est dit *continu* quand il ne change pas de sens (qu'il soit constant ou variable)

et *alternatif* quand il s'inverse.

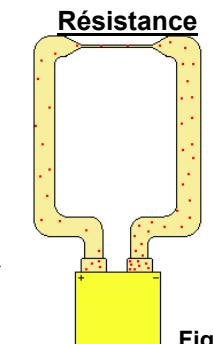


Fig 12

Il s'établit un courant électrique dans un conducteur lorsque celui-ci relie un "réservoir" électrique négatif, donc chargé d'électrons à un "réservoir" électrique positif, donc chargé d'ions positifs.

L'exemple typique est celui d'une pile débitant dans une résistance (fig.13).

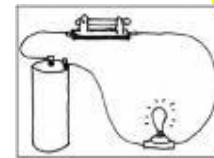


Fig 13

### ELECTRICITE DYNAMIQUE = Courant Electrique

L'énergie électrique, Symbole W = Joule

L'énergie peut se présenter sous toutes sortes de formes :

- Mécanique,
- Chimique,
- Thermique.

Toutes ces formes d'énergie peuvent se transformer en énergie électrique et inversement.

Quelques exemples :

- Dans une pile ou un accumulateur, l'énergie chimique se transforme en énergie électrique,
- Un moteur électrique permet de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique,
- Un des phénomènes les plus ordinaires est la production de chaleur par un courant électrique (effet Joule) :

$$W = R \cdot I^2 t$$

W en joules, t en seconde

- Un courant électrique dans un conducteur produit également des effets magnétiques.

Pour mieux comprendre l'électricité, on peut en première approximation la comparer avec l'eau, dont la **GOUTTE** d'eau serait l'**ELECTRON**

### III. EXPLICATION DES GRANDEURS ÉLECTRIQUES

#### RESISTANCE ELECTRIQUE

Symbol R

##### La notion de résistance

Lorsque qu'un tuyau transporte de l'eau, il suffit d'écraser un peu le tuyau pour que le débit diminue et que la pression augmente en amont A du point d'étranglement et diminue en aval B de celui-ci.

Plus la résistance au point d'étranglement sera importante et plus sera grande la différence de pression entre les points A et B.

En même temps que la résistance augmente, le débit diminue.

Si le tuyau est complètement écrasé, l'eau ne passe plus, le débit est nul et la résistance est infinie.

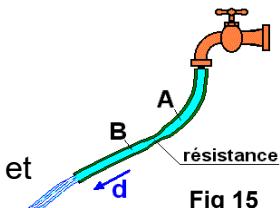


Fig 15

On imagine également que s'il y a deux points d'étranglement l'un à la suite de l'autre (en série) sur le tuyau, la résistance globale sera plus grande et le débit encore plus faible.

Autres constatations : un tuyau court est moins résistant qu'un tuyau long, et un petit tuyau plus résistant qu'un gros tuyau.

#### RESISTANCE ELECTRIQUE

Symbol R

De même, si on met des tamis plus ou moins fins à l'intérieur du tuyau on va augmenter + ou - la résistance au passage de l'eau.

La grosseur des tamis intérieurs sera une caractéristique intrinsèque au tuyau.

On peut faire l'analogie avec un conducteur électrique.

➤ Plus la section du conducteur est petite, plus la résistance au passage des électrons sera grande (fig.18)

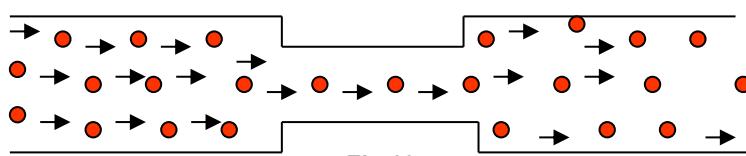


Fig 18

➤ Plus la longueur du conducteur est importante, plus la résistance sera importante (par les chocs des électrons sur les parois)

➤ Plus le conducteur possède des électrons libres, moins la résistance est grande, car ils ne butent pas sur les ions positifs (fig.19).

- = Electrons
- + = Ions

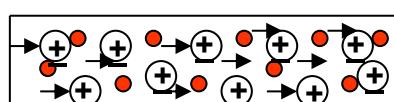


Fig 19

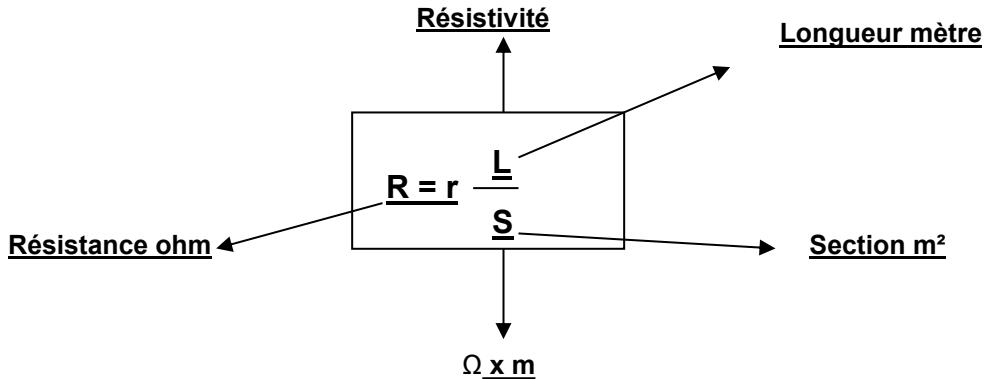
### III. EXPLICATION DES GRANDEURS ÉLECTRIQUES

- ❖ Cette notion de résistance au passage des électrons propre à chaque conducteur s'appelle la Résistivité.

La Résistivité : Symbole r

La résistivité par exemple du fer est plus grande que celle du cuivre ou de l'argent.

On voit que la résistance d'un conducteur R sera fonction de sa résistivité propre, de sa longueur et inversement proportionnelle à sa section.



L'unité de résistance électrique est l'ohm (symbole  $\Omega$ ).

Les valeurs communes de résistance vont de quelques milli-ohms à des dizaines de mégaohms.

INTENSITE ELECTRIQUE

Symbole I

On peut comparer l'intensité d'un courant électrique au débit d'eau circulant dans un tuyau d'arrosage.

L'unité d'intensité du courant électrique est l'ampère (symbole A).

C'est l'intensité du courant constant qui dépose 1,118 mg d'argent en une seconde dans l'électrolyse d'une solution nitrate d'argent, ce qui correspond à un coulomb/seconde.

La définition légale de l'ampère est basée sur les effets magnétiques du courant électrique.

L'appareil qui permet de mesurer l'intensité d'un courant électrique est **l'ampèremètre**

LA QUANTITE D'ELECTRICITE

Symbole Q

Un courant électrique est déterminé par le déplacement d'électrons.

La quantité d'électricité Q (en coulomb) est le produit de l'intensité I du courant (en ampère) par le temps t (en seconde) :

Le coulomb (symbole C) est la quantité d'électricité nécessaire pour déposer 1,118 mg d'argent dans l'électrolyse d'une solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>).

On utilise aussi fréquemment l'ampère-heure, par exemple pour exprimer la quantité d'électricité utilisée pour la charge d'un accumulateur.

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

### III. EXPLICATION DES GRANDEURS ÉLECTRIQUES

TENSION ELECTRIQUE et d.d.p

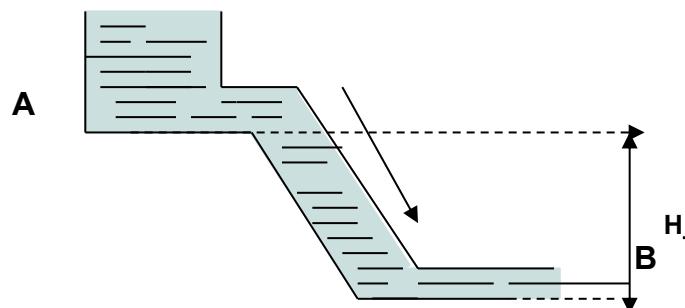
Symbol U

Une analogie hydraulique de la tension ou *différence de potentiel* (d.d.p.) est la différence de pression entre deux points d'un circuit hydraulique, par exemple entre l'aval et l'amont d'une vanne à moitié fermée ou entre la surface d'une retenue d'eau (altitude A) et la vallée (altitude B).

Plus la différence de hauteur A-B est importante, plus la pression sera grande au point B.

Cette différence de hauteur correspond à la « différence de potentiel » en électricité.

Si le point A est à la même hauteur que B, la différence de hauteur (potentiel) est nulle et il n'y a pas de circulation d'eau (courant électrique).



Ce qui est dangereux, ce n'est pas la hauteur (ou le potentiel), mais la différence de hauteur (ou différence de potentiel).

L'unité de tension électrique est le volt (symbole V), c'est la différence de potentiel entre deux points d'un circuit où une quantité d'énergie de 1 joule est perdue entre ces deux points lorsqu'une quantité d'électricité de 1 coulomb y a circulé.

L'appareil qui permet de mesurer une différence de potentiel ou une tension est le [voltmètre](#).

## IV. DEFINITION DU CIRCUIT ELECTRIQUE

### CIRCUIT ELECTRIQUE

Un circuit électrique se compose au minimum d'un générateur et d'une charge reliés par des fils conducteurs.

Les électrons qui participent à l'établissement du courant dans le circuit quittent le générateur par le pôle " - " pour retourner dans le générateur par le pôle " + ".

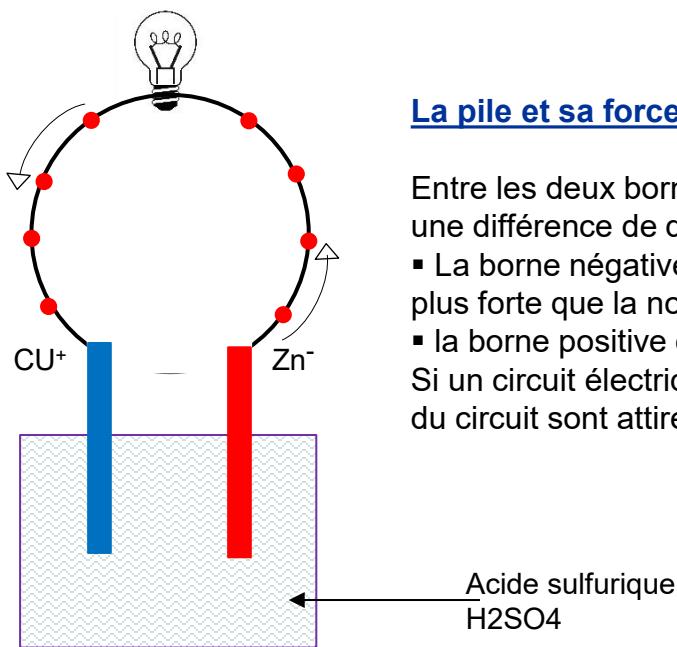
*Schéma d'un circuit électrique.*

En électrocinétique, un circuit électrique est un ensemble simple ou complexe de conducteurs et de composants électriques ou électroniques parcouru par un courant électrique.

Un circuit est constitué d'un générateur qui est la source de courant (pile, accumulateur, dynamo...) et d'un ou plusieurs récepteurs (lampe, fer à repasser, radiateur, machine à laver...). Les bornes de ces appareils sont reliées entre elles par des conducteurs (fils de cuivre, lames de laiton...) pour constituer un circuit fermé, c'est-à-dire ininterrompu.

### GENERATEURS

#### ➤ COURANT CONTINU



Symbolle d'une pile

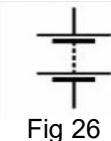


Fig 26

#### La pile et sa force électromotrice:

Entre les deux bornes d'une pile existe continuellement une différence de densité des électrons libres :

- La borne négative possède une concentration d'électrons plus forte que la normale tandis que :
- la borne positive est déficiente en électrons.

Si un circuit électrique est relié à la pile, les électrons libres du circuit sont attirés par la borne positive de la pile.



Acide sulfurique  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ils circulent de la borne « moins » vers la borne « plus » à l'extérieur du générateur.

La différence de potentiel (ou tension électrique) qui existe ainsi entre les bornes de la pile est encore appelée force électromotrice, car elle est capable de mettre en mouvement les électrons libres du circuit.

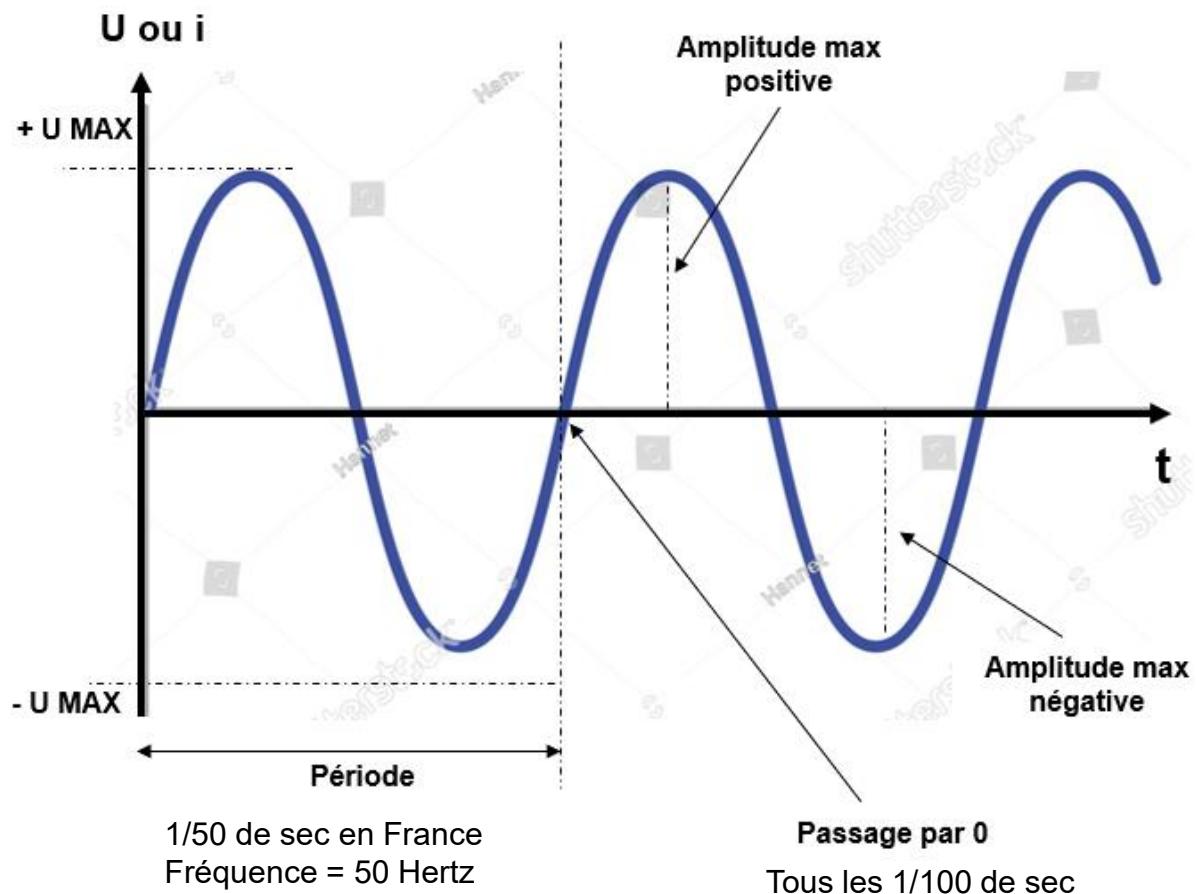
Dans le schéma fig.27, les points rouges symbolisent les électrons libres se déplaçant dans les fils.

Le "tuyau" plus fin représente le filament de la lampe.

## IV. DEFINITION DU CIRCUIT ELECTRIQUE

## GENERATEURS

## ➤ COURANT ALTERNATIF



On appelle courant alternatif, un courant qui change de sens périodiquement. En France le courant alternatif à la fréquence de 50 Hertz change de sens tous les 1/100 de secondes.



Alternateur

## V. LOI D'OHM : LOI DU RISQUE ÉLECTRIQUE

### LA LOI D'OHM

C'est une loi fondamentale de l'électricité. Elle exprime la relation qui existe entre l'intensité  $I$  dans une portion de circuit de résistance  $R$  et la différence de potentiel  $U$  aux bornes de cette portion de circuit et s'énonce :

"La différence de potentiel en volts aux bornes d'une résistance est égale au produit de la valeur en ohm de cette résistance par l'intensité en ampères qui la traverse".

Ce qui se traduit par la formule :

$$U = R \cdot I$$

Note :

R en Ohm, I en Ampère, U en Volt

$R$  doit être une résistance pure, c'est à dire ne transformant l'énergie électrique qu'en énergie calorifique.

Deux autres formules très utiles en découlent :

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{et} \quad I = \frac{U}{R}$$

Pour conserver l'analogie avec notre tuyau d'arrosage du début nous dirons que la différence de pression entre l'aval et l'amont d'un étranglement dans une conduite d'eau est proportionnelle à la résistance de l'étranglement et au débit d'eau dans le tuyau. La comparaison s'arrête là, elle n'a pas d'autre but que d'aider à la compréhension du phénomène.

### EFFETS DU COURANT

Dans le « II », on a principalement étudié l'électricité statique. Il s'agissait de décharges électriques, de l'électricité à l'état brut. Mais quels sont les effets d'un courant qui circule sagement dans les fils d'un circuit ?

#### 1) *Effet thermique* :

Le courant électrique provoque l'échauffement de tous les conducteurs qu'il traverse. On appelle ce phénomène **l'effet Joule**.

Le dégagement de chaleur est variable, il dépend de la nature et de la grosseur du conducteur ainsi que de l'intensité (grandeur) du courant.

Dans le filament d'une lampe à incandescence, le dégagement de chaleur entraîne une élévation très grande de la température (plus de 2500°C). Le filament émet alors une lumière vive.

Principales applications: appareils de chauffage et d'éclairage.

$$W = R \cdot I^2 t, \quad P = \frac{W}{t} \quad (\text{W en joules, t en secondes})$$

donc

$$P = VI = R \cdot I^2 \quad (V = RI) \quad (\text{P en watt, V en Volts, I en Intensité})$$

## V. LOI D'OHM : LOI DU RISQUE ÉLECTRIQUE

### 2) *Effet magnétique :*

Une boussole placée près d'un fil parcouru par le courant est perturbée. Si l'on permute les bornes du générateur, la perturbation s'inverse. Voir expérience de l'[aiguille d'Oersted](#).

Principales applications: Les électro-aimants, les moteurs électriques

### 3) *Effet chimique :*

Lorsqu'un courant électrique circule dans un liquide conducteur (électrolyte), il se produit des réactions chimiques au niveau des électrodes (conducteur solide en contact avec le liquide): dégagement gazeux, dépôt d'un métal...

Si on permute les bornes du générateur, on observe que les réactions s'inversent.

Principales applications: Recharge des [accumulateurs](#).

## VI. DISPOSITIFS DE PROTECTION

### PROTECTION DES EQUIPEMENTS ET DES INSTALLATIONS

Une installation électrique doit être en mesure d'assurer :

- La protection des conducteurs,
- La protection des équipements,
- La protection des personnes.

Différents organes de protection sont disponibles :

Nous abordons dans ce chapitre les cas du fusible, du disjoncteur (protection des installations) et du dispositif différentiel à courant résiduel ddr (protection des personnes).

#### Le fusible

Le fusible est un objet qui a pour rôle d'assurer la sécurité d'une installation en interrompant la circulation du courant électrique.

Lorsque l'intensité qui traverse cet élément est supérieure à une valeur donnée, il ouvre le circuit en se détruisant par une fusion du filament conducteur qui le compose (d'où son nom de fusible).

La section du filament est calculée en fonction de l'intensité maximale du courant à laisser passer.

En effet, la section des câbles dépend de l'intensité du courant à transporter : plus un courant est important, plus le fil conducteur doit avoir une section élevée si l'on ne veut pas qu'il fonde.

La norme [NF C 15-100](#) donne les sections que doivent avoir les conducteurs en fonction du courant assigné.



Fig 33



Fig 34

### PROTECTION DES EQUIPEMENTS ET DES INSTALLATIONS

#### Le disjoncteur magnétothermique

Le disjoncteur a la même vocation : la protection des conducteurs et des équipements. C'est un dispositif capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales, mais aussi dans des conditions de surcharge et/ou de court-circuit. Sa différence avec un interrupteur est qu'il peut ouvrir un circuit traversé par un courant très grand (c'est à dire de l'ordre de 1000 A), ce qu'un interrupteur ne peut pas faire :

- on dit qu'il a un fort **Pouvoir de Coupure**.

Il remplace de plus en plus le fusible, en particulier parce qu'il ne se détruit pas lors de l'ouverture du circuit : c'est un dispositif ré-armable.

Il existe plusieurs types de disjoncteurs :

- le disjoncteur magnétique, qui assure la protection contre les courts-circuits (fig.36 symbole a);
- le disjoncteur thermique, qui assure la protection contre les surcharges (fig.36 symbole b);
- le disjoncteur magnétothermique, qui cumule les deux fonctions et assure la protection contre les courts-circuits et contre les surcharges (fig.36 symbole c).
- ❖ C'est ce type de disjoncteur qui équipe nos tableaux électriques domestiques (fig.35 et 37).

## VI. DISPOSITIFS DE PROTECTION

### PROTECTION DES EQUIPEMENTS ET DES INSTALLATIONS

Nous donnons sur la Fig. 7 les symboles électriques correspondant aux différents éléments de protection ainsi que celui du disjoncteur magnéto-thermique.

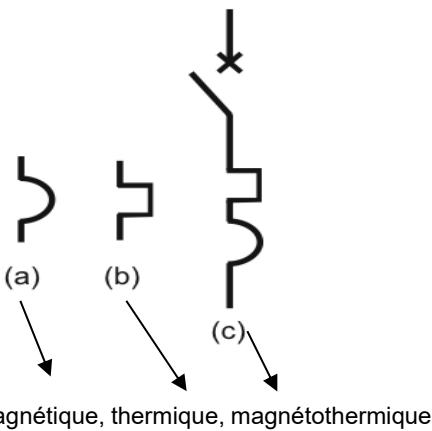


Fig 36

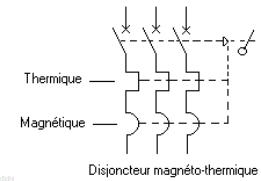


Fig 35



Fig 37

Fig. 35 et 37 : Elément de protection magnétique (a), thermique (b) et disjoncteur muni d'un déclencheur sur surcharge (thermique) et court-circuit (magnétique) (c).

❖ Remarque :

Attention à ne pas confondre *disjoncteur magnétothermique* et *disjoncteur ou interrupteur différentiel* !

*Le disjoncteur est un dispositif assurant la fermeture et l'ouverture d'un circuit. Il n'est différentiel que lorsqu'il assure une fonction de protection particulière.*

### PROTECTION DES PERSONNES (DDR)

#### Le dispositif différentiel à courant résiduel (DDR)

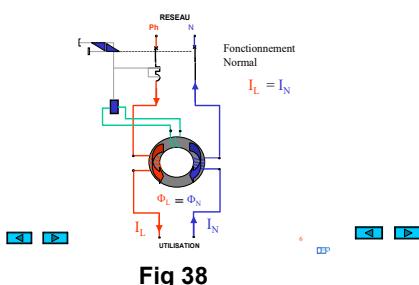


Fig 38

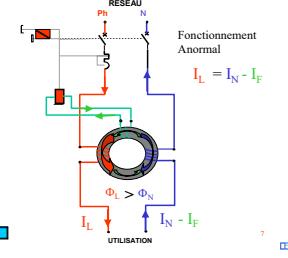


Fig 39

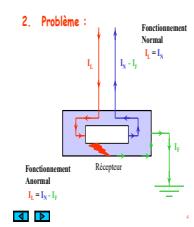


Fig 40

Dans une installation monophasée ou triphasée, un dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) est un appareil de protection des personnes, dont la fonction est de comparer les intensités traversant les fils de phase et de neutre.

En cas de différence, il coupe immédiatement le courant.

En effet, si l'on prend l'exemple d'une installation monophasée domestique, le courant électrique qui arrive dans un récepteur par le fil de phase doit ressortir dans sa totalité par le fil de neutre (fig.38).

De fait, si le courant dans le conducteur de phase au départ d'un circuit électrique est différent de celui du conducteur neutre, c'est qu'il y a une fuite de courant : un défaut électrique (fig. 39 et fig. 40).

## VI. DISPOSITIFS DE PROTECTION

### PROTECTION DES PERSONNES (DDR)

La différence d'intensité du courant à laquelle réagit un disjoncteur est appelée la sensibilité différentielle du disjoncteur, notée  $I/\Delta n$ .

Elle est obligatoirement de 30 mA sur les circuits terminaux domestiques, mais il peut y avoir d'autres sensibilités suivant les applications.

#### Explication Technique

Nous avons reporté sur la figure le schéma ci-contre d'un dispositif différentiel à courant résiduel dans le cas d'une installation monophasée.

- 1 : pôles de puissance du disjoncteur ;
- 2 : déclencheur thermique (il ouvre le circuit en cas de surcharges)
- 3 : tore ;
- 4 : bobinages principaux ;
- 5 : déclencheur magnétique (il ouvre le circuit en cas de court-circuit) ;
- 6 : bobine de détection (c'est elle qui détecte une différence d'intensités dans les fils de phase et neutre) ;
- 7 : relais de détection sur lequel agit la bobine de détection ;
- 8 : bouton de réarmement.

Nous pouvons voir que la phase et le neutre traversent un tore magnétique.

Ils y induisent deux champs magnétiques de même direction, mais de sens opposés.

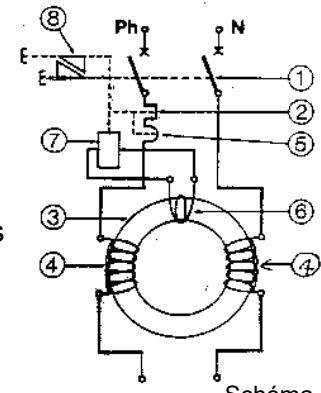


Schéma  
Fig 41

### PROTECTION DES PERSONNES (DDR)

Lorsqu'il n'y a pas de défaut dans le circuit, le courant qui traverse le conducteur de phase est égal à celui qui traverse le fil relié au neutre du générateur et, par conséquent, les champs magnétiques présents dans le tore ont un même module, une même direction, mais un sens opposé : ils s'annulent.

Il n'y a donc pas de courant qui circule dans le relais sensible :

la gâchette est maintenue dans une position fermée par l'aimant permanent, en dépit des efforts du ressort.

Par contre, si les valeurs des courants de phase et de neutre sont différentes, les champs magnétiques créés dans le tore ne peuvent plus s'annuler :

il apparaît alors au sein du tore un champ magnétique alternatif qui va engendrer à son tour un courant dans l'enroulement alimentant l'électro-aimant.

Ce dernier induit alors un champ magnétique qui s'oppose à celui de l'aimant permanent, ce qui permet à la gâchette de se libérer de l'emprise de l'aimant.

Celle-ci subit alors la force de rappel du ressort et bascule dans la position ouverte, provoquant ainsi la coupure du courant.

## VI. DISPOSITIFS DE PROTECTION

## PROTECTION DES PERSONNES (DDR)

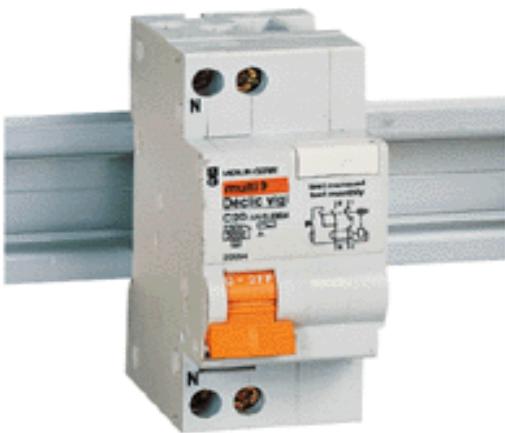
modèles DDR

Fig 42



Fig 43

**Sensibilité d'un différentiel :**

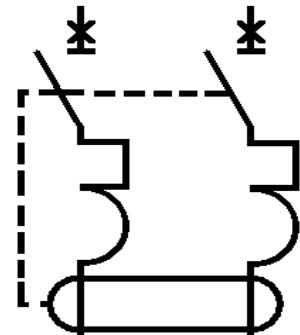
Sur la face avant du différentiel représenté fig.42 et fig.43, figure l'indication : 0,03 A.

Cette indication représente la sensibilité du différentiel. Elle signifie que le différentiel ouvre le circuit de l'installation dès que la différence entre l'intensité du courant dans le fil de phase et l'intensité du courant dans le fil neutre atteint 30 mA.

**❖ Remarque :**

Il existe pour les différentiels d'autres sensibilités : 500 mA par exemple.

Un tel différentiel de 500 mA est dit moins sensible qu'un différentiel de 30 mA. la fig.44 représente le symbole du disjoncteur différentiel.



symbole

Fig 44

## VII. DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### CONDUCTEURS ELECTRIQUES

L'électricité est amenée par des câbles qui distribuent l'électricité dans la maison.

- ❖ Phase = fil rouge, noir, marron (Toutes les couleurs, sauf Bleu, Vert et Jaune)
- ❖ Neutre = fil bleu
- ❖ Terre = fil vert et jaune

Fig 45

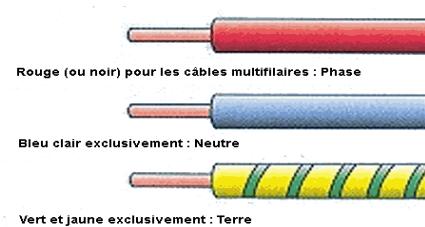


Fig 46

### CONDUCTEURS TERRE

- ❖ A quoi sert le conducteur de terre

Dans les installations domestiques, on utilise le régime TT dont le schéma de principe est reporté ci dessous.

Ce SLT a en effet l'avantage d'empêcher les surtensions, réduisant ainsi les risques d'incendie. De plus, il est simple à mettre en œuvre et à contrôler, et il ne demande pas d'entretien. Il permet la coupure au premier défaut, ce qui facilite la détection de celui-ci (mais qui s'avère un inconvénient dans le domaine industriel).

En revanche, de par sa nature même, il induit des courants de fuite en cas de défaut, et c'est d'ailleurs la détection de ces courants qui permet l'ouverture du circuit.

Or, si une protection différentielle de type 300 ou 500 mA, telle que celle effectuée dans les disjoncteurs principaux que fournit EDF à ses abonnés suffit à protéger les installations, il faut ajouter un organe de protection pour les personnes : un dispositif différentiel sensible aux courants de 30 mA.

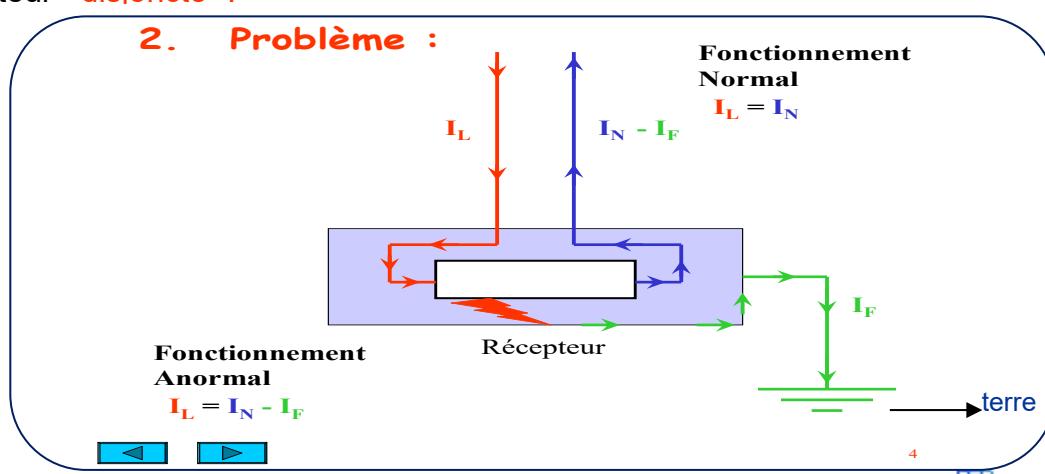
En effet, nous pouvons aisément comprendre d'après ce que nous avons vu précédemment :

- ❖ Qu'un courant de 500 mA présente un Danger Mortel pour l'utilisateur.

### MISE A LA TERRE DES MASSES

Au moment où le défaut d'isolement apparaît, une partie du courant passe directement à la terre.

Les intensités dans le fil neutre et le fil de phase ne sont plus, alors, égales et le disjoncteur "disoncte".



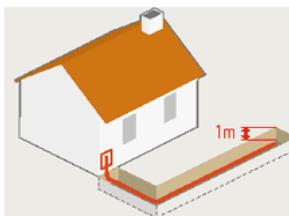
## VII. DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### RESISTANCE DE TERRE

Le fil de terre est obligatoire pour la protection des personnes, ce fil doit être relié à la prise de terre. Il existe 3 possibilités essentielles de réaliser une résistance de terre (fig.49, fig.50 et fig.51).



**MISE À LA TERRE 1**  
Un câble en cuivre est noyé dans les fondations



**MISE À LA TERRE 2**  
Un câble en cuivre est enterré dans une tranchée.

Fig 49

Fig 50

PRISE DE TERRE RÉALISÉE AVEC PIQUET

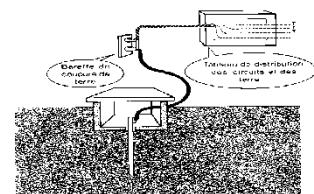


Fig 51

#### Résistance d'une prise de terre

Plus la résistance d'une prise de terre est faible, meilleure est cette prise de terre ; La résistance de la prise de terre dépend de la nature (plus ou moins conductrice) du sol, du taux d'humidité et de la température. Elle dépend également de ses dimensions et de sa forme.

### RESISTANCE DE TERRE

#### Sans terre ou avec terre déconnectée :

S'il existe un défaut d'isolation au niveau d'un appareil, le différentiel ne détectera pas de différence entre le courant dans la phase et le courant dans le neutre et la carcasse métallique sera portée au potentiel d'alimentation de l'appareil.

Si une personne touche alors à la carcasse (**contact indirect**), le différentiel de 30 mA peut sauver l'utilisateur, mais un différentiel de 500 mA ne sert à rien.

#### Avec mauvaise terre ou cosses desserrées :

La résistance de terre étant trop élevée, le courant de fuite sera inférieur au courant de déclenchement du différentiel. Celui-ci ne déclenche pas et ne sert donc à rien.

Si une personne touche à la carcasse (**contact indirect**) d'un appareil mal isolé, elle ne peut être sauvée que par un différentiel de 30 mA.

#### Avec une "bonne" terre :

En cas de mauvaise isolation d'un appareil, le courant de défaut sera supérieur au différentiel et celui-ci ouvrira ses contacts et mettra l'installation hors tension.

La protection remplira donc son rôle avant qu'une personne rentre en contact avec la carcasse métallique (**contact indirect**).

## VII. DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### RESISTANCE DE TERRE

Le défaut d'isolement d'un appareil électrique peut provoquer l'électrisation d'un de ses éléments métalliques (par exemple la carcasse d'une machine à laver).

Au contact de cet élément, le corps humain peut subir cette électrisation, car il offre un chemin au courant (contact indirect).

Si la machine à laver est raccordée au fil de terre, les électrons suivent ce chemin plus aisément que celui du corps humain.

Cette fuite déclenche le dispositif différentiel 30 mA avant tout risque d'électrocution.

Chez vous, il existe plusieurs façons de la mettre en œuvre :

❖ Grâce à un câble en cuivre nu de  $25 \text{ mm}^2$  de section, enterré ou noyé dans les fondations.

❖ Grâce à un piquet en acier galvanisé enterré d'au moins 2m.

En logement collectif, il faut se raccorder à la borne située sur les paliers de tous les immeubles modernes.



Fig 52

### LIAISON EQUIPOTENTIELLE

Les différentes sections de câble :

- Le conducteur de protection relie les terminaux au tableau électrique.  
Sa section est égale à celle des conducteurs phase et neutre.
- Le conducteur principal de protection relie le tableau électrique à la barrette de mesure.  
Sa section est de  $16 \text{ mm}^2$ .
- Le conducteur de terre relie la barrette de mesure à la prise de terre.  
Sa section est de  $16 \text{ mm}^2$  en cuivre isolé ou de  $25 \text{ mm}^2$  en cuivre nu.

#### ✓ LA LIAISON EQUIPOTENTIELLE

Elle a pour but de limiter les différences de potentiel entre les éléments conducteurs afin d'éviter tous les risques d'électrisation.

- Vous devez équiper votre maison de deux liaisons :
- ❑ Une liaison équipotentielle « principale » qui relie entre elles et à la terre les conduites métalliques (alimentation extérieure en eau et en gaz ; réseau de chauffage central) et les éléments de structures (poteaux et poutres en métal).
- ❑ Une liaison équipotentielle « locale » dans les salles d'eau, qui consiste à relier entre eux tous les éléments conducteurs (baignoire, siphon de baignoire, tuyauterie...) et de les raccorder à la terre.



**Imexco**

## **CHAPITRE III**

### **EFFETS**

### **DU COURANT ELECTRIQUE**



## LE CORPS HUMAIN

Le corps humain est un véritable conducteur qui présente une résistance au passage du courant électrique. Mais en fait, seule **la PEAU** présente une résistance au passage des électrons :

- l'intérieur du corps (système cardio-pulmonaire, viscères, muscles) a une résistance pratiquement négligeable, environ 40 fois moins que la peau.

➤ **La résistance du corps humain est en fait uniquement la résistance de la peau**

## La résistance varie en fonction des facteurs suivants :

- 1 La surface et la pression de contact,
- 2 La tension de contact,
- 3 La température de la peau,
- 4 L'état d'humidité et la sudation de la peau,
- 5 Le temps de passage du courant,
- 6 L'état physiologique de la personne,
- 7 La morphologie de l'individu,
- 8 Le trajet du courant dans le corps humain.

RÉSISTANCE DE LA PEAU EN FONCTION SON ETAT EN OHM  $\Omega$ 

- Peau sèche :  $1500 \Omega$
- Peau humide :  $1000 \Omega$
- Peau mouillée :  $650 \Omega$
- Peau immergée :  $325 \Omega$

➤ On voit qu'une peau immergée est 5 fois plus faible qu'une peau sèche ! L'intensité du courant qui traverse le corps sera 5 fois plus lente !! **DANGER**



## ROLE DE L'INTENSITE DANS LE CORPS HUMAIN

**Le courant électrique suit le chemin le plus court** entre le point d'entrée et le point de sortie, et peut endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage.

Par exemple

CONTACT DIRECT ENTRE 2 CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES SOUS TENSION

- Contact avec la main droite et la main gauche :
  - **30% du courant passent par le cœur,**
- Contact avec la main droite et le pied droit :
  - **10 % du courant passent par le cœur,**
- Contact entre la main gauche et le pied gauche :
  - **95% du courant passent par le cœur,**
- Contact avec la tête et le pied gauche :
  - **65% du courant passent par le cœur,**
- Contact avec la tête et le pied droit :
  - **10% du courant passent par le cœur.**



Si un courant électrique traverse :

- Le cœur → fibrillations ventriculaires,
- La cage thoracique → asphyxie (tétanisation du diaphragme)
- Le cervelet → asphyxie (blocage du diaphragme)

## □ EFFETS DU COURANT ALTERNATIF, fonction de l'intensité et du temps en BT

INTENSITE QUI TRAVERSE LE CORPS	PERCEPTION DES EFFETS	TEMPS
0,5 à 1 mA	seuil de perception suivant l'état de la peau	
8 mA	choc au toucher, réactions brutales	
<b>10 mA</b>	<b>contraction des muscles des membres, crispations durables</b>	<b>4 mm 30</b>
20 mA	début de tétanisation de la cage thoracique	60 sec
<b>30 mA</b>	<b>paralysie ventilatoire</b>	<b>30 sec</b>
40 mA	fibrillation ventriculaire	3 sec
75 mA	fibrillation ventriculaire	1 sec
300 mA	paralysie ventilatoire	110 ms
500 mA	fibrillation ventriculaire	100 ms
1 000 mA	arrêt cardiaque	25 ms
2 000 mA	centres nerveux atteints	instantané

## □ EFFETS DU COURANT CONTINU

Le courant continu entraîne les mêmes conséquences que le courant alternatif à 50 Hz, mais avec un facteur d'équivalence K de l'ordre de 3,75, c'est à dire, le risque est 3,75 fois plus petit.

→ Le moment le plus dangereux est la mise sous tension et la coupure du courant.

2 mA	Seuil de perception
Non défini	Seuil de non lâcher
130 mA	Seuil de fibrillation cardiaque

## □ ROLE DE LA TENSION

### En Basse Tension

#### ➤ En courant alternatif

- Au dessous de 50V : (mains sèches) absence d'accident mortel, (24V mains humides, 12V mains mouillées),
- Entre 50 et 500 V, on constate le plus grand pourcentage de **fibrillation cardiaque**,
- Pour des tensions de l'ordre de **500 et 1000 V**, il y a principalement **syncope respiratoire** et brûlures.

#### ➤ En courant continu

- En dessous de 120 V, absence d'accident mortel,
- Entre 120 et 750 V, tensions des chaînes de traction sur les véhicules et engins électriques, on constate des effets d'électrolyse et des brûlures par effet Joule,
- A partir d'environ 750V, les accidents entraînent des brûlures internes et externes.

### En Haute Tension

Il s'agit d'accidents concernant les personnels intervenant sur les réseaux de distribution, lignes, accidents de delta plane, poste de transformateurs...

Les conséquences sont toujours des brûlures corporelles.

Il y a 2 types d'accidents :

- ❖ **Brûlures par arc-flash** - Le courant électrique ne traverse pas le corps.

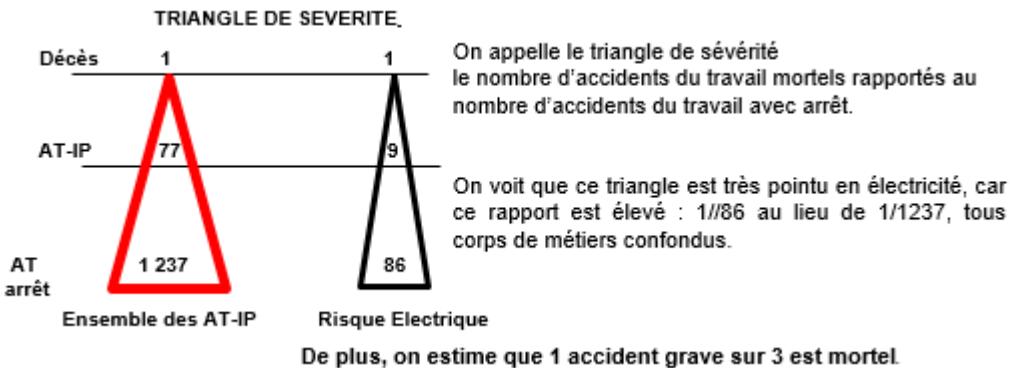
La température est de l'ordre de 3 000°, les parties du corps découvertes sont gravement brûlées, surtout le visage et les yeux.

- ❖ **Brûlures électro-thermiques** - Le courant électrique traverse le corps.

L'énergie thermique dégagée est énorme

**Les brûlures sont toujours très graves, avec séquelles fonctionnelles et souvent mortelles.**

## □ STATISTIQUES SUR ACCIDENTS ELECTRIQUES



### REPARTITION PAR TYPES DE TRAVAUX

- Travail sur des installations fixes basse tension (22,9%).
- Utilisation de machines-outils, d'appareils de soudure électrique, de lampes portatives (6,3%).
- Ponts roulants (1,6%).
- Interventions sur ou au voisinage du réseau concernant les lignes aériennes (2,3%).
- Postes de transformation (1,3%).
- Canalisations enterrées (1,0%).

### PRINCIPAUX FACTEURS D'ACCIDENTS (Accidents de travail)

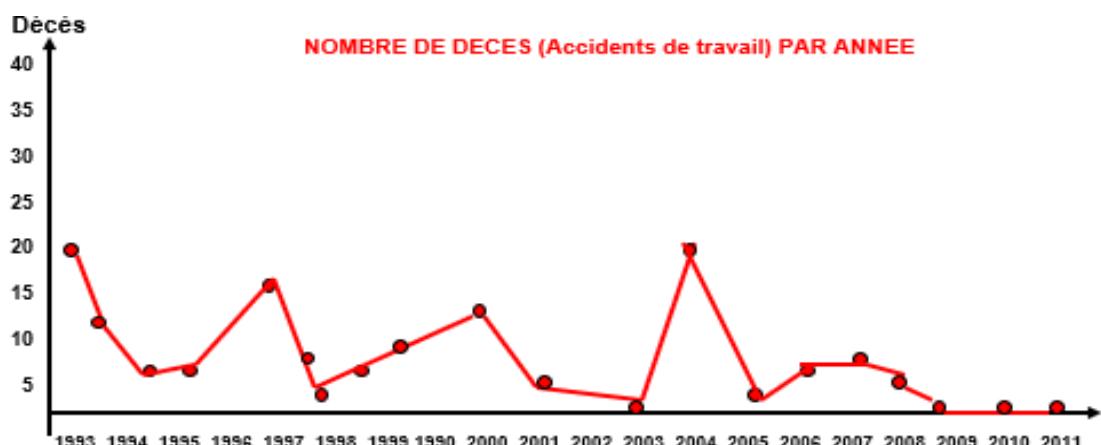
- Un mode opératoire inapproprié ou dangereux (31%).
- La méconnaissance des risques (30%).
- L'application incomplète des procédures (15%).
- La formation insuffisante (14%).
- L'état du matériel (10%).

### SIEGES DES LESIONS

- Lesions multiples (33,5%).
- Lesions à la main (25,6%).
- Lesions aux membres supérieurs (12,6%).
- Lesions aux yeux (8,7%).

### NATURE DES LESIONS

- Brûlures (49,1%).
- Douleurs (8,1%).
- Autres (21,4%).
- Commotions (5,6%).
- Contusions (4,0%).
- Plaies (3,3%).

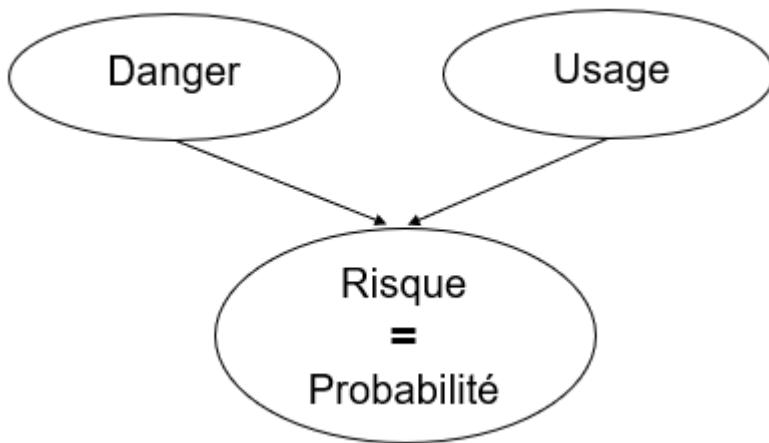


## **CHAPITRE IV**

### **DEFINITION ET ANALYSE DES RISQUES ELECTRIQUES**

## I. DEFINITION DU RISQUE ELECTRIQUE

### Définition du risque



#### □ DEFINITION DU RISQUE EN GENERAL

Il faut bien distinguer le « danger » et le « risque ».

**Le danger fait partie intrinsèquement de l'outil, de l'énergie, du matériel ...**

Par exemple le couteau est dangereux par définition. Mais si on n'utilise jamais le couteau, il n'y aura jamais d'accident.

La probabilité d'avoir un accident vient du fait que l'on va utiliser le couteau. Le risque est donc la conjonction du danger et de l'usage.

#### □ ANALYSE DU RISQUE

Dans cet exemple, pour faire une analyse de cette probabilité d'accident il faudra étudier :

- 1) la vraie nature du danger (longueur de la lame, le tranchant, le manche ...)
- 2) quel sera l'usage ?

On voit que pour diminuer la probabilité (c'est-à-dire le risque) d'avoir un accident, il faudra :

- 1) d'abord analyser le danger
- 2) ensuite adapter les bonnes pratiques d'usage c'est-à-dire les prescriptions de sécurité en fonction de l'usage que l'on en fera (par exemple utiliser des gants en cotte de maille).

## □ RISQUE ELECTRIQUE

Nous avons étudié dans le chapitre III le danger du courant électrique et les conséquences dramatiques des accidents d'origine électrique .

La probabilité d'être victime d'un accident sera fonction de deux facteurs : le danger et l'usage que l'on fera de cette énergie (comme dans l'exemple du couteau)

De nombreux facteurs vont déterminer la probabilité d'accidents et leur gravité, c'est ce que l'on appelle **le risque électrique** :

- La nature de l'installation : aérienne, souterraine, encastrée,
- Les caractéristiques électriques : tension (volts), intensité (ampères), puissance (Watts),
- Les protections électriques (différentiels, coupe circuit, disjoncteurs magnétothermique),
- La nature des opérations à réaliser,
- Les erreurs humaines...

Les conséquences de ces accidents d'origine électrique, analysées en détail dans ce fascicule sont sommairement les suivantes :

- Chocs électriques : électrisation pouvant être mortelle (électrocution),
- Brûlures corporelles externes ou internes,
- Atteinte des systèmes optiques (émission de rayon UV) et auditifs,
- Effets collatéraux, incendie...

Seules des prescriptions de sécurité très strictement observées permettent de supprimer le risque électrique, ou du moins si la suppression n'est pas possible, de s'en protéger.

## II. CONDUITE DE L'ANALYSE DU RISQUE ELECTRIQUE

Il est obligatoire avant de commencer toute opération électrique ou non, de **procéder à l'analyse du Risque Electrique** afin de mettre en place les mesures de prévention pour la protection des personnes et des biens.

**L'analyse du Risque Electrique est de la responsabilité de l'employeur.**

Cette analyse a pour but de respecter les mesures réglementaires et de définir les moyens de protection mis en place, les distances de sécurité...

### ➤ Dans les phases de préparation

L'employeur ou son représentant doit faire l'analyse exhaustive des risques électriques, notamment analyser en premier lieu les situations suivantes :

1°) Présence de pièces nues susceptibles d'être sous tension accessibles dans le périmètre de l'opération :

**Oui ? - Non ?**

2°) Présence de canalisations isolées :

**Oui ? - Non ? ; leur état : bon ? - mauvais ?**

3°) Y-a-t'il un risque d'endommager les canalisations isolées lors de la manutention d'équipements de travail ou matériaux :

**Oui ? - Non ?**

4°) L'opération envisagée peut-elle exposer d'autres personnes aux risques électriques :

**Oui ? - Non ?**

### ➤ Dans l'exécution du travail

Le Chargé de chantier, le Chargé de travaux, ou le Chargé d'intervention sous la responsabilité du Chargé d'exploitation électrique ou de l'employeur doit conduire cette analyse du risque

**!!! Attention : l'exécutant quel qu'il soit n'est pas exempté de cette analyse du risque il doit assurer sa sécurité et celle des autres personnes qui travaillent à proximité de lui.**

Pour cela, le responsable doit :

- Analyser précisément les opérations électriques et non électriques,
- Nommer, si besoin, un surveillant de sécurité et baliser les zones de voisinage en tenant compte des incertitudes de positionnement des canalisations enterrées, des balancements, des ouvrages aériens par grand vent, etc...
- S'assurer que les équipements de travail sont sécurisés et adaptés aux opérations.

Si pendant la réalisation des opérations, un risque imprévu intervient ou subsiste, l'opération doit être suspendue.

► **Une nouvelle analyse du risque doit être conduite.**



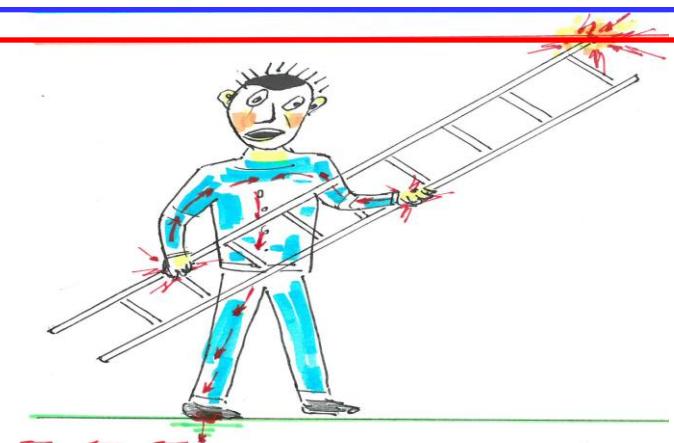
## PRINCIPES FONDAMENTAUX DE SECURITE A RESPECTER

Pour tout type d'opération, toute phase de travail, on doit en fonction de l'analyse du risque, respecter la hiérarchie suivante :

- 1°) D'abord, si un risque est détecté, il faut le supprimer par la mise hors tension, ou la consignation de l'installation, ou de l'ouvrage,
- 2°) Si on ne peut supprimer le risque, à défaut, il faut mettre en place une protection collective (obstacle, éloignement, isolation),
- 3°) Si cela s'avère impossible, il faut alors utiliser les équipements de protection individuelle (EPI : gants, écran facial, casque, etc...).

## III. DIFFERENTS RISQUES D'ORIGINE ELECTRIQUE

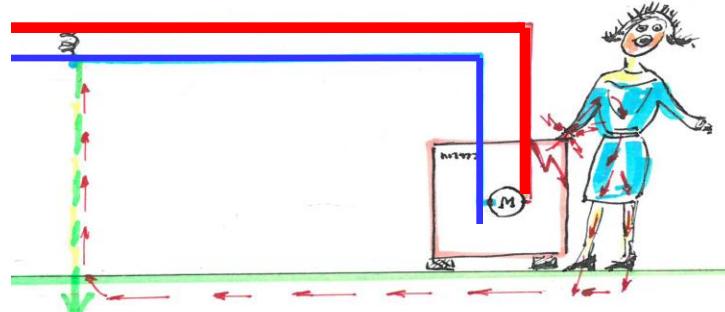
## ➤ 1°) Accidents par Contact Direct



La personne touche directement avec ses doigts ou toute partie de son corps ou tout outil qu'elle manipule, une pièce nue sous tension, par exemple, un fil de phase et une masse simultanément, ou un fil de phase et le neutre simultanément, ou un fil de phase seul, mais ayant les pieds par terre, soit plusieurs fils de phase simultanément (en triphasé).

→ **Dommages possibles : Electrisation ou électrocution, brûlures.**

## ➤ 2°) Accidents par Contact Indirect



- Soit la personne, les pieds posés sur le sol, touche une masse métallique (chassis, carrosserie de machine à laver, par exemple, charpente métallique) qui a été mise **accidentellement** sous tension, suite à un défaut d'isolement qui peut être **franc** (si la phase touche la masse), ou **résistant** (si la gaine est déteriorée, mais présente encore une résistance).

- Soit la personne touche simultanément des masses métalliques mises accidentellement sous tension.

→ **Dommages possibles : Electrisation ou électrocution, brûlures.**

➤ **3°) Accidents par Armorçage en Haute Tension**

Si la personne s'approche trop près d'une pièce nue sous haute tension, elle sera électrisée par amorçage (même si elle ne touche pas la pièce).

→ **Dommages possibles : Brûlures graves, voire mortelles par "effet chaleur"**

➤ **4°) Accidents par Court-circuit avec projection de métal en fusion**

→ **Dommages possibles : Brûlures par projections de métal en fusion,  
Déterioration de l'oeil par rayons U.V,  
Dégagement de gaz毒ique.**

➤ **5°) Accidents dus à la Foudre et lignes Haute Tension**

→ **Dommages possibles : Electrisation, Electrocution.**

➤ **6°) Accidents collatéraux**

→ **Dommages possibles : Incendies,  
Explosion,  
Chutes.**

□ **PROTECTION CONTRE LES RISQUES DE CONTACTS DIRECTS**

→ **On appelle contact direct, un contact de personne avec une partie active d'un circuit sous tension.**

**Généralités**

Les dispositifs de protection contre les risques de contact direct ont pour but d'assurer la mise hors de portée de pièces nues sous tension accessibles aux travailleurs.

**La protection peut être obtenue par l'un des trois moyens suivants :**

- ELOIGNEMENT
- OBSTACLES
- ISOLATION

**qui doivent répondre aux critères : PERMANENCE ET EFFICACITE**

**INDICES DE PROTECTION DES OBSTACLES**

Les indices de protection sont définis par la norme française EN 60529 et symbolisés par les lettres IP suivies de deux caractères spécifiques : IPXX.

- **le 1° caractère représente la protection contre les corps solides,**
- **le 2° caractère représente la protection contre les corps liquides.**
- ❖ ***Ils assurent la protection contre les contacts directs.***

**Les degrés minima de protection du matériel sont :**

**Basse tension : IP 2X (bille d = 12,5 mm)**  
(doigt d'épreuve articulé d = 12 mm, longueur 80 mm)

**Haute tension : IP 3X (fil d'acier d = 2,5 mm)**

□ PROTECTION CONTRE LES RISQUES DE CONTACTS INDIRECTS

**On appelle contact indirect, un contact de personne avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.**

➤ **Protection par Coupure automatique de l'Alimentation**

**DISPOSITIF DIFFERENTIEL A COURANT RESIDUEL DDR**

▪ **LA PROTECTION EST REALISEE PAR COUPURE AUTOMATIQUE** de l'alimentation en associant la mise à la terre des masses à des dispositifs différentiels résiduels (DDR).

Dans une installation monophasée ou triphasée, un dispositif différentiel résiduel (DDR) est un appareil de protection des personnes, dont la fonction est de comparer les intensités traversant les fils de phase et de neutre. En cas de différence,

**il coupe immédiatement le courant**

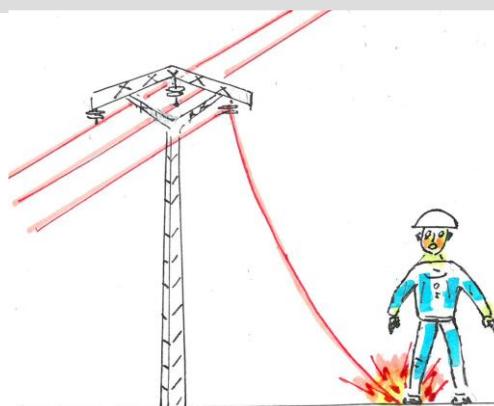
➤ **Protection par double Isolation : Classe II**

L'utilisateur est protégé des défauts d'isolement par une double enveloppe ou renforcée.

➤ **Protection par très Basse Tension de Sécurité : TBTS, TBTP; TBTF : classe III**  
**CLASSES DE MATERIEL**

CLASSE	SYMBOLE	UTILISATION
0	Pas de symbole	Interdite dans l'industrie
1		Matériel devant être relié obligatoirement à la terre
2		Matériel à double isolation, ne jamais relier à la terre
3		Matériel alimenté en TBTS, non relié à la terre

□ PROTECTION CONTRE LES RISQUES D'UNE LIGNE HT TOMBEE A TERRE



**Définition**

Si un conducteur électrique est rompu et tombé à terre, il se produit une quantité d'arcs électriques comme dans le cas d'un éclair.

➔ **Toucher ce fil est mortel instantanément.**

**Tension de pas**

Lorsqu'un conducteur sous tension touche le sol qui est conducteur, il se produit un champ électrique qui crée une tension électrique dans le sol

➔ **L'électrisation peut être mortelle, alors que l'on ne touche pas le câble.**

**Mesures de Protection**

Ne jamais toucher ou s'approcher d'un conducteur tombé à terre de moins de 10 m



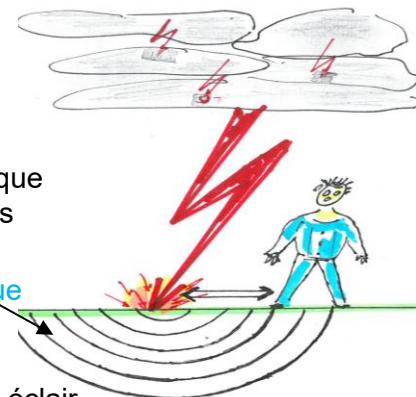
## PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

## Définition

La foudre est un phénomène dangereux qui tue chaque année une vingtaine de personnes et plusieurs milliers de têtes de bétail.

La foudre est une décharge électrostatique entre les nuages et la terre.

La foudre est dangereuse parce qu'elle peut tuer directement si l'éclair tombe sur la victime, mais aussi et beaucoup plus fréquemment par ce que l'on appelle la « **Tension de pas** » qui peut atteindre plusieurs centaines de volts..



## Protection

- Ne pas travailler en extérieur lorsqu'il y a un risque de foudroiement : éclair
- Ne pas rester sous un arbre
- Ne pas s'abriter sous un parapluie ouvert
- Porter des chaussures à semelles isolantes ou mettre un plastique sous ses pieds
- Ne pas écarter les jambes ; si on court, n'avoir toujours qu'un pied au sol
- Se mettre à l'abri dans un véhicule (cage de faraday)



## PROTECTION A PRENDRE LORS DE TRAVAUX EN FOUILLES

Si on endommage une canalisation enterrée il faut appliquer la règle des 4 A :

- Arrêter la manœuvre et dégager l'outil ou l'engin en contact avec la canalisation
- Alerter : les secours
- Aménager un périmètre de sécurité
- Accueillir les secours en leur précisant la canalisation endommagée



## PROTECTION CONTRE LES COURANTS DE COURT-CIRCUIT ET SURCHARGE

## ➤ Courant de Court-circuit

Un court-circuit entre 2 conducteurs actifs peut générer des courants de plusieurs milliers d'ampères avec un dégagement de chaleur portant les parties actives à plus de 3500° et **provoquant ainsi la projection de métal en fusion et des incendies.**

## ➤ Courant de Surcharge

Si le courant d'emploi devient supérieur à celui qui est normalement admis à cause, par exemple : d'une surcharge d'équipements à alimenter, alors l'isolant se ramollit jusqu'à fondre, permettant ainsi aux conducteurs actifs de se toucher et provoquer un court-circuit qui pourrait **déclencher un incendie.**

Pour se protéger de ce type d'accident, il faut se munir d'un écran facial anti UV, ou mieux, d'un casque avec visière.

NOTA : Si l'installation est bien réalisée, les organes protecteurs : fusible ou disjoncteur, coupent le courant avant qu'il n'atteigne sa valeur maximale de court-circuit, mais même ainsi, des accidents rarissimes sont possibles. C'est pourquoi, dès que l'on intervient sur une installation, il faut obligatoirement porter au minimum un écran facial, ou mieux un casque à visière intégrée et des gants isolants.

## **CHAPITRE V**

### **DEFINITION HABILITATION ELECTRIQUE**

**□ DEFINITION HABILITATION ELECTRIQUE**

On comprend donc la difficulté d'appréhender correctement le danger et de savoir mettre en place les prescriptions de sécurité pour éliminer le danger et en cas d'impossibilité savoir s'en protéger.

C'est l'objet de la formation à l'habilitation électrique qui débouche sur un document appelé HABILITATION ELECTRIQUE que délivrera l'employeur.

Cette formation a pour but de donner à des personnes compétentes dans leur métier, qui possèdent les règles de l'art, des connaissances supplémentaires sur les risques d'électrisation, induits dans l'exécution d'opérations sur ou au voisinage de pièces nues sous tension accessibles et les moyens à mettre en œuvre pour supprimer totalement ce risque ou à défaut pour s'en prémunir.

**Cette formation comprend 2 parties :**

- 1°) formation théorique concernant les risques et les moyens de les prévenir, cette partie théorique étant sanctionnée par des tests (QCM),
- 2°) Formation pratique sur des équipements électriques comparables à ceux sur lesquels elles interviendront.

**RAPPELONS QUE LA FORMATION À L'HABILITATION ÉLECTRIQUE N'EST PAS UNE FORMATION QUALIFIANTE.**

Au sens de la norme NF C 18-510, lorsque l'employeur remet le Titre d'Habilitation à une personne, c'est qu'il reconnaît en cette personne d'une part ses compétences professionnelles et d'autre part ses connaissances et compétences en matière de sécurité électrique associées aux tâches réalisées pour éviter l'accident de travail. Le Titre d'Habilitation doit être signé par l'employeur et l'employé.

L'employeur doit préciser sur le Titre d'Habilitation, outre le symbole d'habilitation

- Les domaines de tension,
- Les champs d'application,
- Eventuellement des restrictions ou mentions spéciales,
- La durée de validité (l'INRS préconise 3 ans).

## Exemple d'attestation de formation

### VALIDATION DES ACQUIS EN FIN DE FORMATION

#### STAGE FORMATION HABILITATION ELECTRIQUE

M. ....,

au cours du stage de Formation Initiale à l'habilitation électrique,

Niveaux : .....en BT, ..... en HTA

qui s'est déroulé du ....au ..... 2024, soit une durée de .... heures

a suivi une formation théorique et pratique relative à la prévention des risques électriques, selon les prescriptions de la norme NF C 18-510, animée par :

Monsieur ...., formateur d'IMEXCO.

A l'issue de cette formation, M. .... a subi une évaluation sur ses connaissances en matière de sécurité électrique pour mettre en œuvre les prescriptions de sécurité électrique selon la norme NF C 18-510, afin de se prémunir de tout accident lors des opérations pour lesquelles il est habilité.

Ses mises en situations théoriques et pratiques nous permettent d'émettre un avis favorable. Elles permettront à son employeur de l'habiliter aux niveaux ..... (domaine de tension BT), et ..... (domaine de tension HTA), en établissant un titre d'habilitation conforme au chapitre 5 et à l'article 5-7-5 de la Norme NF C 18-510, s'étant assuré au préalable que :

- Les symboles proposés correspondent bien aux tâches effectuées par la personne habilitée.
- M. .... possède les compétences techniques requises pour exercer ses fonctions.
- M. ...., sur le plan médical, validé par le Médecin du Travail, soit en capacité d'exercer ses fonctions.

Ce titre devra notamment préciser le(s) domaine(s) de tension, et les ouvrages et/ou les installations sur lesquels M. .... pourra être appelé(e) à exercer son activité, et éventuellement les indications supplémentaires permettant d'éviter toute ambiguïté dans le champ d'application de l'habilitation.

Il appartiendra à son employeur d'assurer sa formation aux risques particuliers propres à l'établissement, et à l'emploi tenu.

*Il est rappelé également à l'employeur que celui-ci doit remettre contre reçu, un carnet de prescriptions établi sur la base des prescriptions pertinentes de ces normes, complété le cas échéant par des instructions de sécurité particulières au travail effectué « Code du Travail, article R 4544 - 10 ».*

Il est précisé que cette habilitation électrique devra être examinée chaque année, et le maintien des compétences devra être effectué par un recyclage, dont la périodicité recommandée est de trois ans.

*NB : L'évaluation des compétences professionnelles du stagiaire est de la responsabilité de l'employeur.*

Fait à PARIS, le .....

Pour Servir et Valoir ce que de Droit



**DEFINITION DES SYMBOLES**

➤ **Le 1° Caractère précise le domaine de tension**

**B** : installation du domaine ***Basse Tension***

**H** : installation du domaine ***Haute Tension***

➤ **Le 2° Caractère précise le type d'opération**

s'exprime par une lettre :

**C** : chargé de consignation

**E** : opérations **spécifiques** complétées obligatoirement de l'attribut « Essai, Vérification, Mesurage, Manœuvre »,

**F** : travaux d'ordre non électrique dans la ZAP des canalisations électriques enterrées sous tension

**P** : opérations BT élémentaires sur chaîne de panneaux photovoltaïques,

**R** : chargé d'intervention **générale** (uniquement en BT),

**S** : chargé d'intervention **élémentaire** (uniquement en BT, limité à 400V),

ou par un chiffre :

**0** : précise qu'il s'agit d'opération non électrique,

**1** : opérateur exécutant pour opération électrique

**2** : opérateur chargé de travaux, responsable du chantier électrique

➤ **Le 3° Caractère précise la nature de l'opération**

**N** : autorisation de nettoyer **sous tension**,

**T** : autorisation de travailler **sous tension**,

**V** : Le titulaire peut travailler dans la zone de **voisinage renforcé** zone 4 en BT, et zone 2 en HT),

**X** : autorisation de certaines opérations spéciales et exceptionnelles qui doit préciser exactement la matière des opérations.

➤ **L'attribut :**

« **chargé de chantier** » ou « **exécutant** »

complète certains symboles : B0, H0(V), BF-HF

« **Essai** » « **Mesurage** » « **Vérification** » « **Manœuvre** »

complète les symboles BE , HE



## TABLEAU RECAPITULATIF DES SYMBOLES

## DOMAINE B.T et H.T

	Travaux Hors Tension	Travaux en Fouilles	Travaux au Voisinage	Interventions	Opérations spécifiques	Consignation	Opérations Photo- Voltaïques	Opérations spéciales	Opérations sous tension
Opérations d'ordre NON électrique									
Exécutant	B0, H0	BF-HF							
Chargé de Chantier	B0, H0	BF-HF	H0V						
Opérations d'ordre électrique									
Exécutant	B1, H1		B1V, H1V				B1X, H1X	B1T, B1N, H1T, H1N	
Chargé de Travaux	B2, H2		B2V, H2V				B2X, H2X	B2T, B2N, H2T, H2N	
Chargé d'intervention élémentaire				BS					
Chargé d'intervention générale				BR					
Chargé de consignation					BC, HC				
Chargé d'opérations spécifiques					BE, HE + Attribut				
Chargé d'opérations spéciales									
Chargé d'opérations élémentaires chaîne PV							BP		



## MODELE DE TITRE D'HABILITATION

TITRE D'HABILITATION				
Nom : Prénom : Fonction :		Employeur : Affection :		
Personnel	Symbole d'Habilitation et Attribut	Champ d'Application		
		Domaine ou Tension concernés	Ouvrages ou installations concernés	Indications supplémentaires
Travaux d'ordre non électrique				
Exécutant				
Chargé de chantier				
Opérations d'ordre électrique				
Exécutant				
Chargé de travaux				
Chargé d'intervention générale ou élémentaire				
Chargé de consignation				
Chargé d'opérations spécifiques				
Chargé d'opérations élémentaires chaîne PV				
Habilité spécial				
Document supplémentaire : oui - non				
Le Titulaire Signature :	Pour l'Employeur Nom - Prénom : Fonction :			DATE : Validité : fixée par l'Employeur



## SUIVI DE L'HABILITATION

L'employeur (ou son représentant) doit **réexaminer** l'habilitation du titulaire au moins une fois par an, et chaque fois dès qu'un constituant du titre est modifié, c'est à dire :

- Un changement d'employeur,
- Un changement de fonction du titulaire,
- Une modification de son champ d'application (rubrique ouvrages ou/et installations énumérées),
- Une évolution de la réglementation,
- une absence de longue durée ( à déterminer par l'employeur)
- Un comportement qui peut être dangereux...

L'employeur décide alors des mesures à prendre : **Maintien – Modification – Suspension**

### RECYCLAGE

Ce recyclage a pour but de maintenir les compétences du titulaire en matière de sécurité, notamment grâce à l'analyse avec le formateur des REX (retour d'expérience).

Rappelons que le CNAM et l'INRS préconisent :

- une formation de recyclage tous les 3 ans.

Notons que cette périodicité peut être diminuée en fonction de l'analyse des éléments précités.

## **CHAPITRE VI**

### **DEFINITION DES TERMES USUELS**



## DOMAINES DE TENSION

Les mesures de protection sont étroitement liées à la valeur de la tension de l'installation électrique ou de l'ouvrage.

Pour cela on a défini des domaines de tension :

- La très basse tension TBT,
- La basse tension BT,
- La haute tension HT

Domaine de Tension		Valeur de la Tension nominale $U_n$ exprimé en Volts	
		Tension alternative	Tension continue
TBT	Très basse tension	$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
BT	Basse tension	$50 < U_n \leq 1\,000$	$120 < U_n \leq 1\,500$
HT	Haute tension A HTA	$1\,000 < U_n \leq 50\,000$	$1\,500 < U_n \leq 75\,000$
	Haute tension B HTB	$U_n > 50\,000$	$U_n > 75\,000$



## DEFINITIONS DES INSTALLATIONS ET DES OUVRAGES

➤ **Ouvrage électrique**

*Selon la norme NF C 18-510, ce terme désigne exclusivement les «réseaux publics de transport et distribution d'électricité et leurs annexes».*

➤ **Installation électrique**

Ce terme désigne toute installation électrique, sauf les ouvrages.



## DEFINITIONS DES ZONES ET LOCAUX

➤ **Environnement Electrique**

C'est un volume dans lequel on peut trouver des pièces nues accessibles (PNST) ou des canalisations isolées, ou les deux à la fois. Il est limité à 500m en champ libre.

➤ **Voisinage**

Le terme « **voisinage** » ne s'utilise exclusivement que s'il y a

- 1°) des **pièces nues**,
- 2°) **susceptibles d'être sous tension**,
- 3°) **accessibles**

Ces 3 conditions sont obligatoires pour nommer l'espace, autour des pièces nues « **Voisinage** ».

**Il y a 2 sortes de voisinage :**

- « **le « voisinage renforcé** » défini à partir de la page 60 (Basse Tension) et 64 (Haute Tension) est le voisinage le plus près des pièces nues.
- « **Le voisinage simple** » à partir de la page 60 (Basse Tension) et 64 (Haute Tension)

➤ **Champ libre**

Lorsqu'il n'y a pas de mur, d'obstacle, de grillage, etc...on appelle l'espace autour des **pièces nues**, accessibles sous tension, **un champ libre**.

➤ **Zone d'incertitude**

Zone autour d'une canalisation isolée enterrée non visible dont la distance est définie par les spécifications de l'exploitant du réseau.

➤ **Zone d'approche prudente (ZAP)**

Zone fixée à 50 cm d'une canalisation isolée enterrée ou non, visible ou non dans laquelle on procède avec prudence.

➤ **Local ou Emplacement d'Accès réservé aux Electriciens**

C'est un local technique qui peut contenir des **pièces nues, sous tension et accessibles**, c'est-à-dire de degré de protection inférieur à IP 2X en basse tension (BT) et inférieur à IP 3X en haute tension (HT).



## DEFINITIONS DES OPÉRATIONS

➤ **Opérations d'ordre électrique**

**Définition :**

Dès que l'on opère sur :

- Des parties actives : bobines, pièces nues, âme des conducteurs, vis de connexion, jeux de barres ...
- Des conducteurs de protection
- Des isolants des câbles ou autres
- Toutes parties conductrices de matériel

**On réalise une opération d'ordre électrique**

**Liste des principales opérations d'ordre électrique :**

✓ **Travaux d'ordre électrique :**

Réalisation d'une installation électrique, réfection, extension...

✓ **Intervention générale :**

Opération de maintenance, de dépannage ; mise en service d'une nouvelle installation partielle et temporaire

✓ **Intervention élémentaire :**

Intervention simple de remplacement et raccordement (prise de courant, interrupteur...)

✓ **Opérations spécifiques :**

Mesurage, Vérification, Manœuvre, Essai, opérations élémentaires BT, chaînes PV

✓ **Opérations sur une canalisation isolée enterrée ou non :**

Raccordement, nettoyage, déplacement ...

✓ **Opération sur batterie stationnaire :**

Travaux et interventions : connexion, nettoyage ...

✓ **Opérations sur installations photovoltaïques :**

Selon certains types d'opérations définis page 89

## ➤ Opérations d'ordre non électrique

Toutes les opérations quelles qu'elles soient sauf les opérations mentionnées ci-dessus (peinture, soudure, nettoyage, plomberie, ripage d'une canalisation isolée...) seront définies comme opérations d'ordre non électrique à condition, et seulement si, ces opérations sont **réalisées dans un environnement électrique**.

Rappelons que l'environnement électrique se définit comme un espace qui contient soit des pièces nues sous tension soit et/ou des canalisations électriques.

## ➤ Procédure de Consignation

Cette procédure, obligatoire lors des opérations d'ordre électrique comprend :

**Les 5 opérations suivantes après la pré-indentification :**

- **1 Séparation,**
- **2 Condamnation,**
- **3 Identification,**
- **4 VAT (vérification d'absence de tension),**
- **5 Malt et Cc (mise à la terre et en court-circuit)**

Cette procédure est explicitée pages 54 à 56

## ➤ Procédure de mise hors tension

**1<sup>ère</sup> Opération : Pré-Identification**

**2<sup>nde</sup> Opération : Séparation**

**3<sup>ème</sup> Opération : Condamnation**

**4<sup>ème</sup> Opération : VAT si possible**

Elle ne comprend pas la VAT ni la Malt et Cc

En conséquence, cette procédure qui ne comprend pas toutes les opérations de la consignation doit être obligatoirement complétée par des mesures compensatoires (nappes isolantes, obstacles, identification approfondie etc...) car elle ne garantit pas la sécurité des opérateurs.

## □ DEFINITIONS DES OPERATEURS

En fonction des différentes situations de travail, et en fonction des risques électriques encourus, les opérateurs ont des appellations, des qualifications, des rôles et des symboles d'habilitation très précis.

### ▪ L'Employeur ou le Chef d'établissement (s'il a reçu une délégation)

*L'Employeur est la personne physique qui emploie du personnel auquel il est lié par un contrat de travail, et sur lequel il exerce l'autorité.*

*Il doit mettre en œuvre les mesures de prévention pour supprimer ou à défaut réduire le risque d'origine électrique.*

(Article R 4544-4 du Code du Travail)

### ▪ Personne qualifiée (en électricité)

(Selon la Norme NF C 18-510)

C'est une personne compétente qui connaît les règles de l'art, compétences acquises par une formation, une expérience lui permettant d'appréhender le risque électrique pour se protéger.

### ▪ Personne avertie

(Selon la Norme NF C 18-510)

Personne suffisamment informée et formée par des personnes qualifiées sur le danger de l'électricité.

### ▪ Personne ordinaire

(Selon la Norme NF C 18-510)

Personne qui n'est ni qualifiée, ni avertie. Cette personne peut en fait ne pas être informée des dangers de l'électricité.

**INTERVENANTS RÉALISANT DES OPÉRATIONS D'ORDRE ÉLECTRIQUE :****▪ Le chargé de travaux d'ordre électrique : B2(V), H2(V)**

*C'est en fait le chef des opérations électriques sur le chantier.*

**▪ L'exécutant de travaux d'ordre électrique : B1(V), H1(V)**

*Il ne peut travailler que, selon les cas, sous l'autorité et la conduite d'un Chargé de travaux, d'un Chargé d'intervention générale, d'un Chargé d'essai*

**▪ Le chargé de consignation : BC, HC**

*Il est chargé de mettre en sécurité les personnes contre les conséquences de tout maintien accidentel ou de toute apparition ou réapparition intempestive de tension.*

**▪ Le chargé d'intervention générale : BR**

*Il réalise principalement des opérations de maintenance (réparation).*

**▪ Le chargé d'intervention élémentaire : BS**

*Il effectue certaines opérations électriques élémentaires, exclusivement de remplacement et de raccordement sous certaines conditions.*

**▪ Le chargé d'opération spécifique : BE + attribut**

*L'opérateur ainsi habilité ne réalise exclusivement que ce type d'opérations, Manœuvre, mesurage, vérification et/ou essai ;*

**▪ Le chargé d'interventions élémentaires sur chaînes de panneaux photovoltaïques : BP**

*Il est responsable de ses opérations et de sa propre sécurité.*

**▪ Le surveillant de sécurité électrique est habilité B1(V), H1(V), B2(V), H2(V), BR****INTERVENANTS RÉALISANT DES OPÉRATIONS D'ORDRE NON ÉLECTRIQUE :****▪ Le chargé de chantier : B0 chargé de chantier, H0(V) chargé de chantier**

*C'est le chef des opérations d'ordre non électrique sur le chantier. Il doit identifier les risques du chantier et prendre en conséquence toutes les mesures de sécurité qui s'imposent.*

**▪ L'exécutant : B0 exécutant, H0(V) Exécutant**

*Il peut accéder sans surveillance à un local ou emplacement d'accès réservé aux électriciens.*

*Il ne peut réaliser des travaux d'ordre non électrique que sous la conduite d'un Chargé de chantier habilité ou d'un Chargé de travaux dans un environnement électrique.*

*Il peut être désigné surveillant de sécurité électrique.*

**▪ Le chargé de chantier des opérations en fouilles dans les ZAP : BF-HF chargé de chantier**

*C'est le chef de chantier pour les travaux de fouilles dans la Zone d'Approche Prudente d'une canalisation sous tension.*

**▪ L'exécutant pour les opérations en fouilles dans les ZAP : BF-HF**

*Il réalise les travaux en fouilles dans les ZAP d'une canalisation sous tension, sous la conduite d'un chargé de chantier ou chargé de travaux. Il peut être désigné comme surveillant de sécurité électrique.*

**▪ Le surveillant de sécurité électrique est habilité B0, H0(V), BF-HF**

## **CHAPITRE VII**

# **SUPPRESSION DU RISQUE ELECTRIQUE : TRAVAIL HORS TENSION**

Que ce soit pour des opérations non électriques ou des opérations électriques, il faut toujours (sauf impossibilité) supprimer le risque électrique. Seule la séparation de l'installation de la canalisation électrique isolée de la source de tension avec condamnation en position d'ouverture, garantit la sécurité des opérateurs c'est ce qu'on appelle **LA CONSIGNATION**.

On n'étudiera ici que la consignation en 1 étape.

La personne qui est responsable de cette procédure s'appelle :

➤ **Le Chargé de consignation**, symbole **BC/HC**

Seule cette personne est autorisée à procéder à la **Consignation** pour autrui, notons en effet la responsabilité qui est la sienne, si la consignation est mal faite.

Cette faute pourrait provoquer des accidents très graves aux personnes qui travaillent en toute confiance sur l'installation consignée.

### ***Pré- Identification***

Préalablement au déroulement de la procédure de consignation, il faut bien repérer en fonction des documents dont on dispose, ou à défaut d'une identification visuelle (si elle est possible), l'endroit où on va faire la séparation, TGBT, armoire divisionnaire, terminale...

**C'est ce qu'on appelle la Pré-Identification.**

## **□ CONSIGNATION EN 1 ETAPE – DEROULEMENT**

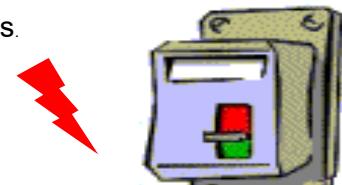
Le Chargé de consignation BC/HC **réalise les 5 opérations** :

- 1 **Séparation,**
- 2 **Condamnation,**
- 3 **Identification,**
- 4 **VAT**
- 5 **Mise à la terre et en court-circuit.**

### **I La Séparation**

Il s'agit de la Séparation totale et certaine de l'installation avec sa source de tension.

On manipule pour cela des appareils spécialement conçus.



Disjoncteur.

## Organes de Séparations

- Une prise de courant,
- Disjoncteur,
- Retrait de fusible,
- Sectionneur,
- Inter-sectionneur,
- Retrait de prises de courant embrochables,
- Appareils de commande sous certaines conditions.



Prise de courant,

### Attention :

➤ **Cette séparation doit se faire sur Tous les conducteurs actifs (neutre compris, sauf en schéma TNC = neutre et terre communs).**

Un sectionneur ne doit jamais être manœuvré en charge, car il n'a pas de chambre de coupure pour supporter et éteindre l'arc (il est conseillé d'utiliser des inter-sectionneurs pour la séparation).

➤ Tout conducteur est supposé être sous tension, tant que l'on n'a pas la preuve du contraire par une attestation de consignation.

## II La Condamnation

Cette opération a pour but de s'assurer que personne ne pourra faire la manœuvre de remise sous tension.

Seule une double mesure de protection est indispensable et obligatoire.

- Blocage de l'appareil par un cadenas permanent à clé
- Pancarte et interdiction de manœuvrer

### Ainsi il y a 2 interdictions

- Interdiction physique sécurisée avec un cadenas,
- Interdiction administrative (pancarte).

En BT, si on ne peut pas mettre un cadenas, l'interdiction par affiche, pancarte... est tolérée.



## III Identification

Cette opération est essentielle, mais souvent délicate à réaliser, car on manque d'informations fiables.

Il faut consulter :

- Les schémas (s'ils existent),
- Lire les pancartes, affiches, étiquettes,
- Procéder à une identification visuelle, si possible...



Cette identification nécessaire n'est pas suffisamment probante pour garantir la mise hors danger des personnes qui vont travailler sur l'installation.

Il faut procéder à la 4<sup>e</sup> opération : La VAT.

## IV Vérification d'Absence de Tension VAT

### 3 Règles fondamentales à respecter :

- 1°) Vérifier son appareil juste **avant et après** la mesure,
- 2°) Faire la VAT sur tous les conducteurs actifs (y compris le neutre) entre eux et avec la terre,
- 3°) Faire la VAT au plus près de l'endroit où l'on travaille (et non sur l'organe de séparation).

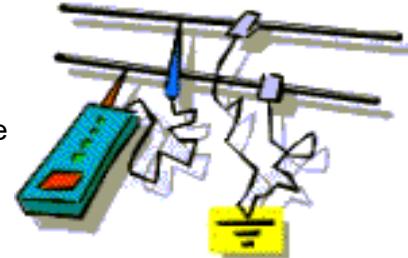


**INTERDIT d'utiliser un VAT pour mesurer une présence de tension et réciproquement d'utiliser un voltmètre pour vérifier une absence de tension.**

## V Mise à la terre et en court-circuit

C'est la seule mesure qui permet de se protéger totalement d'une remise sous tension intempestive.

Cette Malt et Cc doit être réalisée de part et d'autre de la zone de travail avec un équipement spécial adapté à la tension nominale et au courant de court-circuit supposé au point de fixation.



→ Un dispositif Malt et Cc qui a fonctionné doit être réformé ou renvoyé éventuellement au fabricant pour le requalifier.

### Attention :

Réaliser d'abord la mise à la terre avant de raccorder les conducteurs actifs.

**En BT, si le Chargé de consignation est en mesure de prouver :**

- qu'il n'y a pas la possibilité de remise sous tension intempestive en amont ou en aval de la zone d'intervention,
- qu'il n'y a pas de condensateurs qui puissent se décharger,
- qu'il n'y a pas de câbles de grande longueur.

**Il peut se dispenser de réaliser la Malt et Cc.**

## ATTESTATION DE CONSIGNATION POUR TRAVAUX N°

## A la demande du :

Chargé d'exploitation     Chargé de chantier (l'Opérateur)

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

## Le Chargé de consignation :

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

Certifie qu'il a réalisé la consignation sur l'installation suivante :

afin que l'Opérateur puisse réaliser les opérations précisées ci-dessous :

L'Opérateur doit considérer que toutes les installations électriques à l'extérieur de l'emplacement désigné ci-dessus sont restées sous tension.

## Observations particulières

Avis de fin de travail au plus tard le ..... à ..... h ..... min

Attestation délivrée le ..... à ..... h ..... min

Le Chargé de consignation

Signature

L'Opérateur

Signature



La procédure de transmission orale est **INTERDITE**



## LA DECONSIGNATION

A la fin des travaux, le B2/H2 doit signer « l'Avis de Fin de Travail » et le faire contresigner au BC/HC.

### AVIS DE FIN DE TRAVAIL N°

L'Opérateur : Nom ..... Fonction ..... Habilitation .....

#### AVISE

Le Rédacteur de l'autorisation de travail :

Nom ..... Fonction ..... Habilitation .....

que les opérations aux lieux et emplacements désignés sont terminés le ..... à .....h ....mn, que le personnel a été informé de la fin du travail, rassemblé avec interdiction de revenir sur les lieux du travail.

**Observations particulières** .....

L'Opérateur  
Signature

Le Rédacteur de l'autorisation  
Signature

### PROCEDURE DE LA DECONSIGNATION

#### Consignation en 1 étape

- Le BC/HC retire la Malt et Cc,
- Enlève la condamnation,
- Remet en service,
- Restitue l'installation au Chargé d'exploitation.

### ATTESTATION DE DECONSIGNATION N°

Après avoir reçu l'avis de Fin de Travail du :

Chargé de travaux       Chargé de chantier

Nom ..... Prénom : .....

Le Chargé de consignation

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

certifie qu'il a remis sous tension l'installation/l'ouvrage suivant :

.....  
.....

**Observations particulières**

.....  
.....

Attestation délivrée le ..... à ..... h ..... min .....

Le Chargé de consignation

Signature

Chargé de travaux

Chargé de chantier

Signature

## **CHAPITRE VIII**

# **REDUCTION DU RISQUE ELECTRIQUE : TRAVAIL DU VOISINAGE**

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

Il est évident que plus on s'approche d'un danger, en l'occurrence du danger électrique représenté par des pièces nues sous tension accessibles, plus on a une probabilité, c'est-à-dire un **RISQUE** d'avoir un accident.

Pour se prémunir de ce danger (**dans la mesure où l'on n'a pas pu supprimer le danger par la consignation de l'installation électrique**), on a délimité des « **zones de voisinage** ».

Ces zones sont déterminées géographiquement à partir des pièces nues sous tension accessibles, associées au degré de dangerosité et aux symboles d'habilitation.



**BASSE TENSION B.T 1 000V**

### 1°) Zone de voisinage renforcé ZVR appelée Z4

- de 0 à 30 cm de la pièce nue.

Cette zone est délimitée par la DLVR la distance limite du voisinage renforcé.

Cette ZVR, appelée Z4 est, on le comprend, la zone la plus dangereuse (faux mouvements, dérapage manuel ou de l'outil, chute d'une pièce métallique, etc..). Il y a dans cette zone des prescriptions de sécurité très strictes à respecter obligatoirement.

- Port des EPI (voir pages 81 et 88)
- Instruction Permanente de Sécurité (IPS) qui dresse la liste des instructions à respecter

### 2°) Zone de voisinage simple ZVS appelée Z1

Cette zone est bornée par la DLVR (soit 30 cm de la pièces nue sous tension) et la distance limite de voisinage simple DLVS, limite conventionnelle, soit 3 m en champ libre, soit par un obstacle fixe, (exemple : cloison, mur, grillage, etc...).

### 3°) Zone d'Investigation ZI appelée Z0

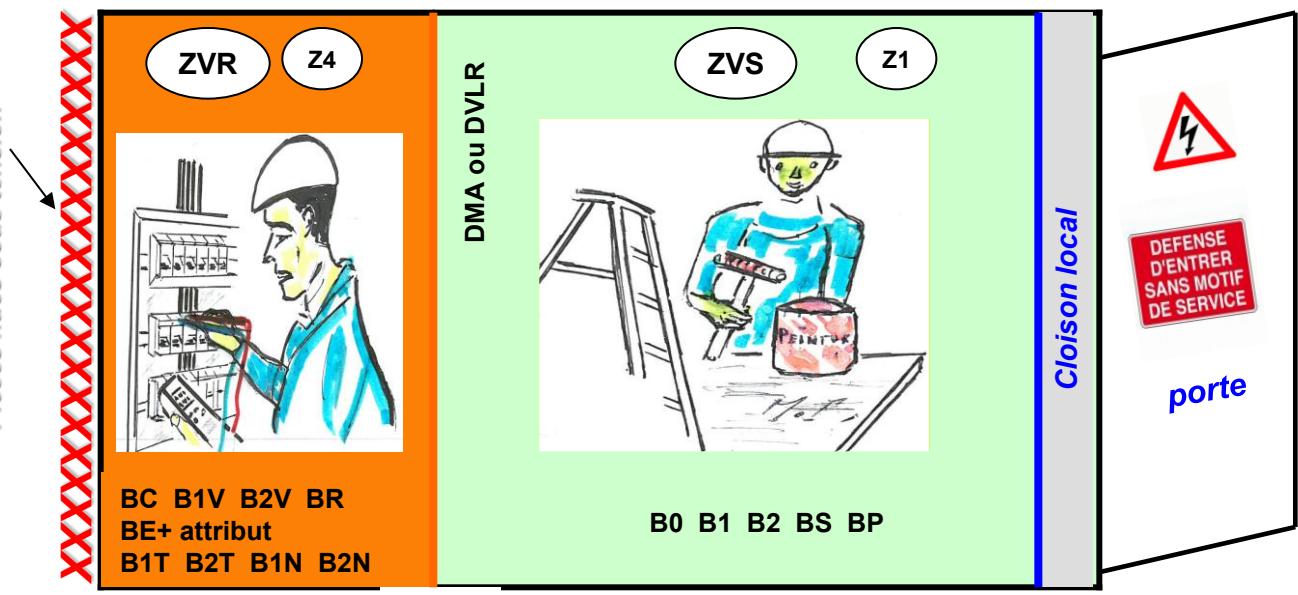
Cette zone est bornée par le DLVS et la distance limite d'investigation DLI fixée conventionnellement, à 50 m.

Cette zone est appelée zone d'investigation, car dans cette zone, on doit faire préalablement à toute opération, une analyse du risque électrique éventuel.

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

□ ZONES VOISINAGE BT

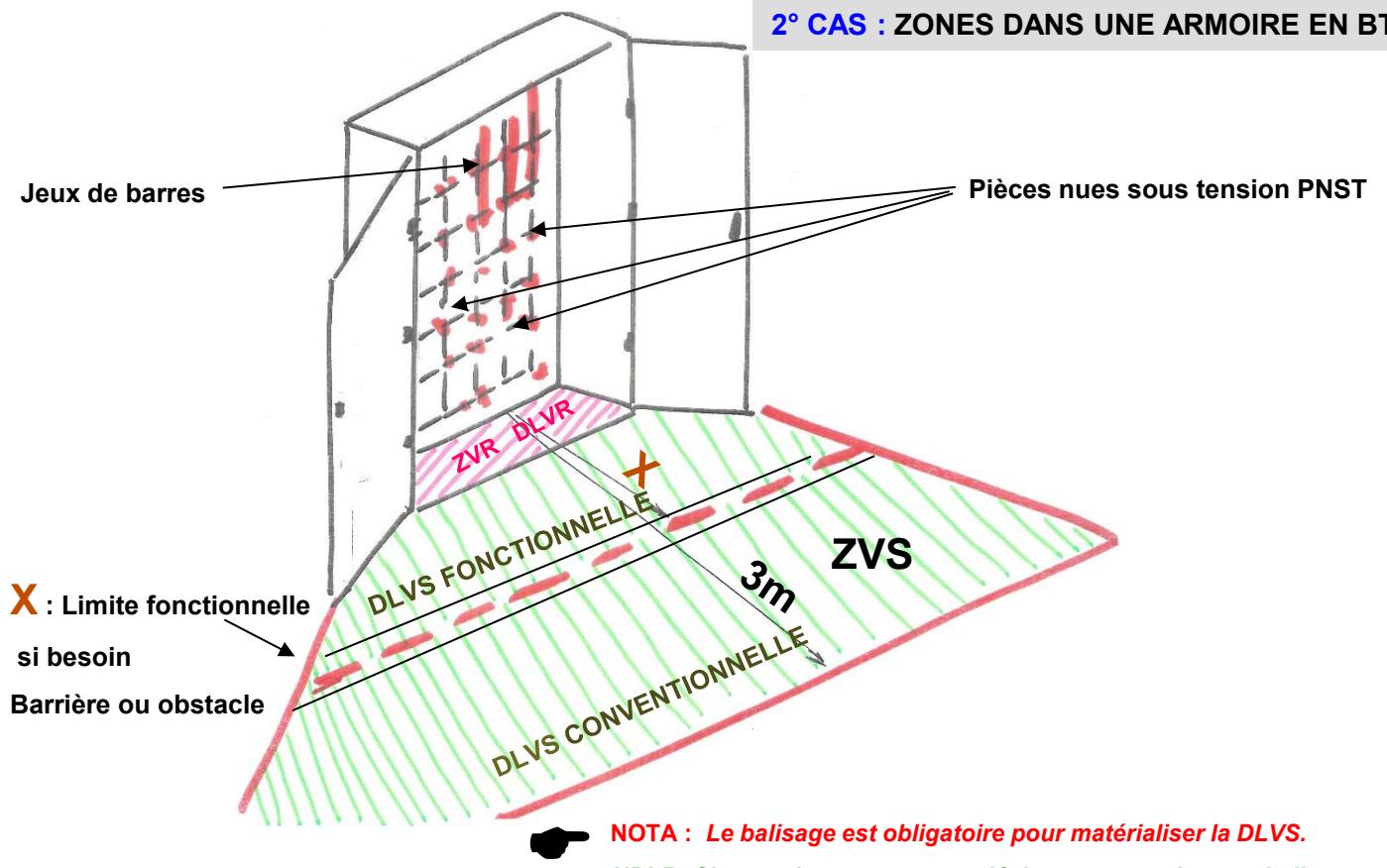
## 1° CAS : ZONES A L'INTERIEUR D'UN LOCAL EN BT



## Zone 1 zone de voisinage simple : ZVS

## Zone 4 zone de voisinage renforcé : ZVR

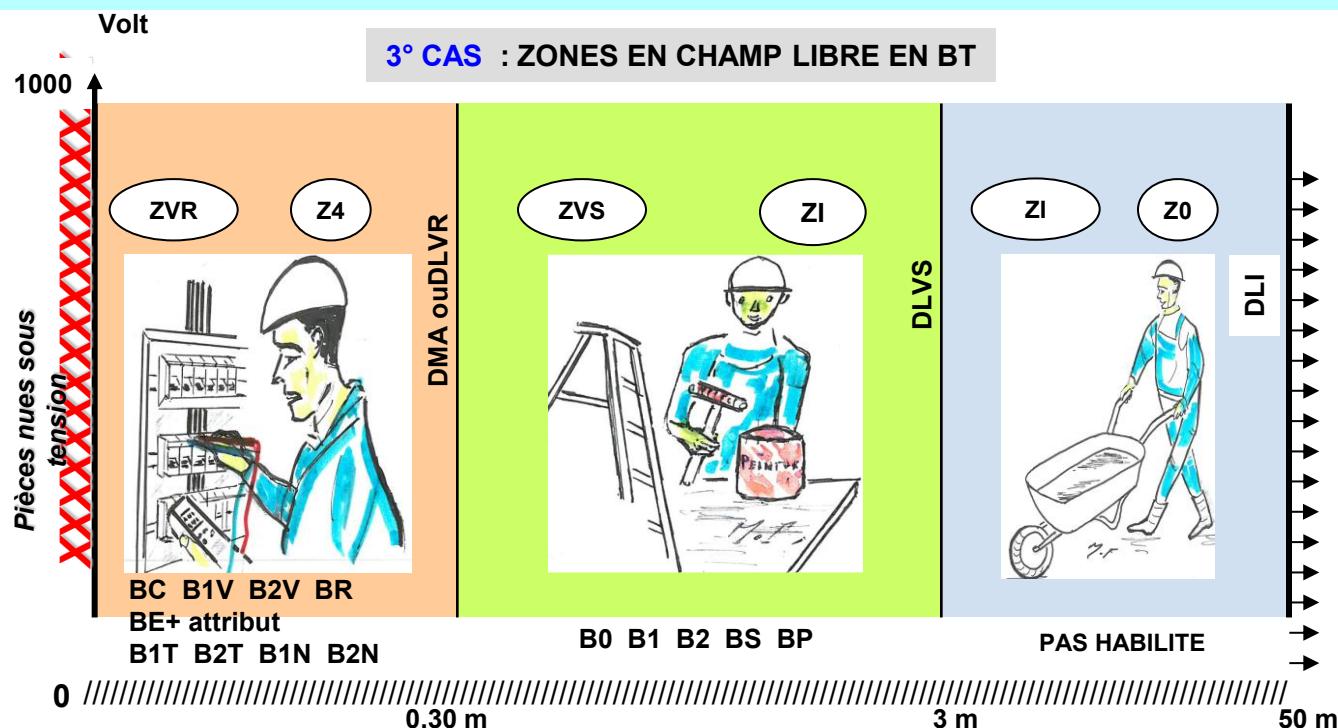
## 2° CAS : ZONES DANS UNE ARMOIRE EN BT



**NOTA : Le balisage est obligatoire pour matérialiser la DLVS.**

**NDLR: C'est toujours recommandé de mettre en place un balisage**

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

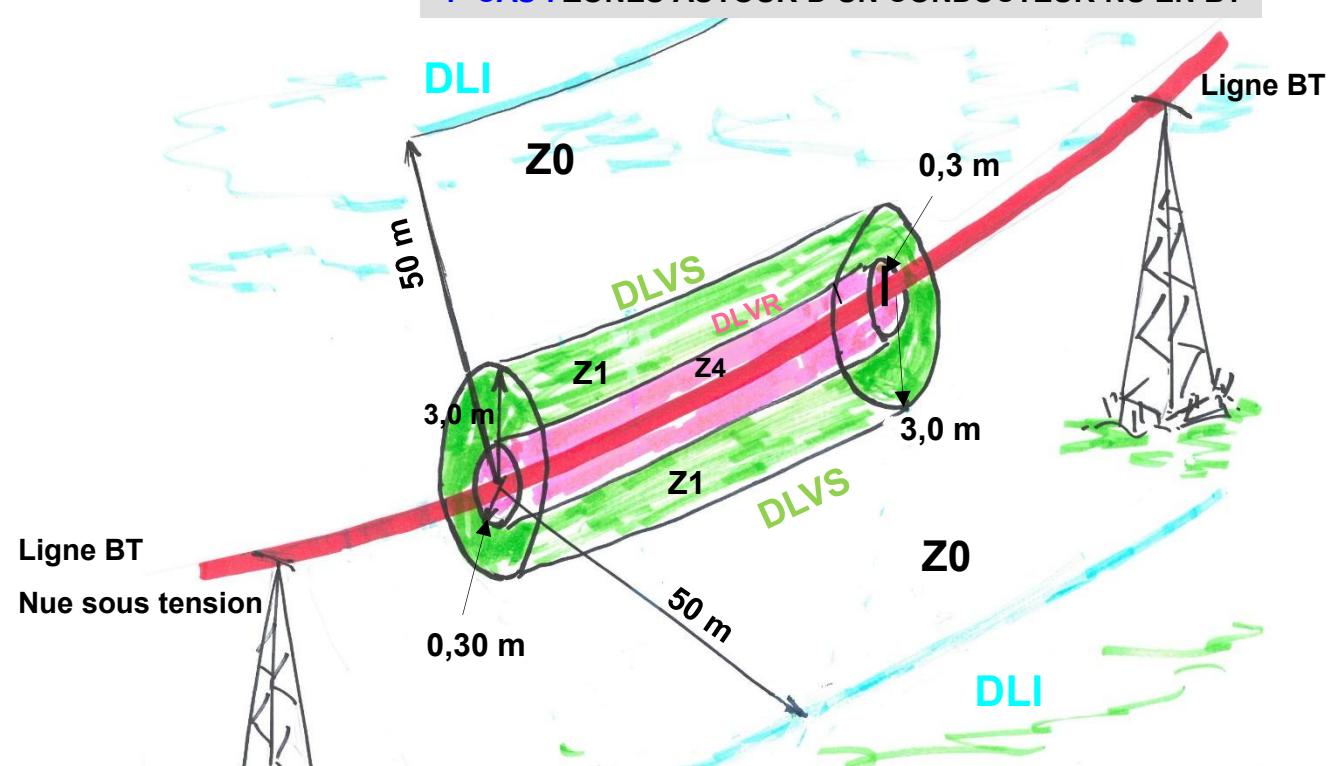


Zone 0 : zone d'investigation : ZI

Zone 1 : zone de voisinage simple : ZVS

Zone 4 : zone de voisinage renforcé en basse tension : ZVR

**4° CAS : ZONES AUTOUR D'UN CONDUCTEUR NU EN BT**



Zone 0 : zone d'investigation

Zone 1 : zone de voisinage simple

Zone 4 : zone de voisinage renforcé en basse tension

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

## CONDITIONS REQUISES BT POUR TRAVAILLER DANS LES DIFFERENTES ZONES DE VOISINAGE

<b>BT</b> <div style="border: 2px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;">Zone 0</div> Zone d'investigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>obligation</b> de procéder à l'évaluation du risque d'électrique,</li> <li>▪ aucune habilitation nécessaire,</li> <li>▪ si risque de franchissement de la DVLS</li> <li>▪ <b>obligation</b> :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>instruction de sécurité,</b></li> <li>- <b>surveillant de sécurité de limite.</b></li> </ul> </li> </ul>		<b>Conduite :</b> Chargé de chantier <b>B0</b> ou non habilité si tout risque électrique a été supprimé  <b>Exécutant :</b> Habilité ou non habilité .
	<b>Zone 1</b> Zone de voisinage simple	Opérations d'ordre non électrique	<b>maintenance, réparation, construction</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Prescriptions Autorisation de travail, Balisage, Instruction de sécurité</b></li> </ul>
<b>Zone 4</b> Zone voisinage renforcé  - Port des EPI obligatoire - Outils isolés - Instruction Permanente de Sécurité (IPS)	Opérations d'ordre non électrique	<b>Travaux</b>	B2, B1
		<b>Intervention</b>	BR, BS
		<b>Consignation</b>	BC
		<b>Opérations spécifiques</b>	BE + attribut
<b>Zone 4</b> Zone voisinage renforcé  - Port des EPI obligatoire - Outils isolés - Instruction Permanente de Sécurité (IPS)	Opérations d'ordre non électrique		
	Opérations d'ordre électrique	<b>Travaux</b>	B2V, B1V.
		<b>Intervention</b>	BR avec un seul exécutant B1V
		<b>Consignation</b>	BC
		<b>Opérations spécifiques</b>	BE** , B1V,
		<b>Travaux sous tension</b>	<b>B2T ou B2N, B1T ou B1N (obligatoire de posséder une ATST et ITST)</b>



\*\* **BE + attribut** : Mesurage, Mancœuvre, Vérification, Essai.

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

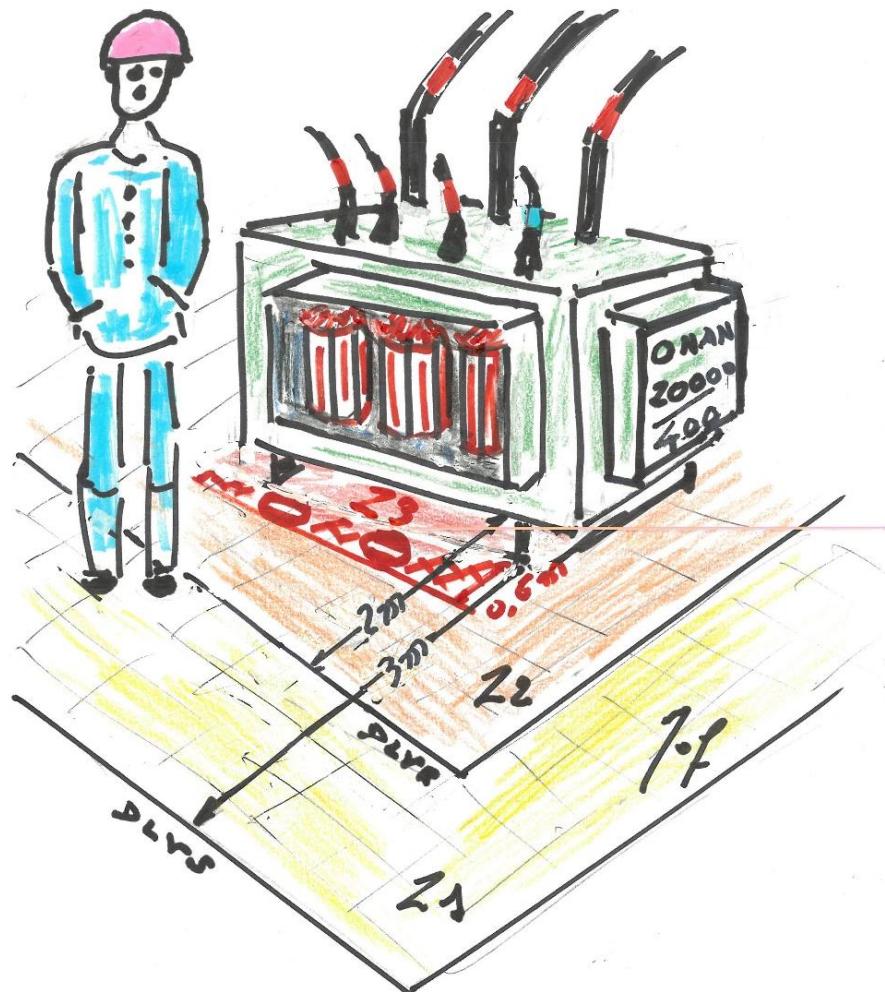


## HAUTE TENSION



## CHAMP DE HAUTE TENSION

## TRANSFORMATEUR HTA-BT



## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION



## HAUTE TENSION

**ZONES D'ENVIRONNEMENT****ZONE DES TST : Travaux Sous Tension :**

La zone des TST (zone 3) est comprise entre les pièces nues sous tension, en TBT, BT et HTA et la DMA (Distance Minimale d'Approche), et en HTB, la DMAC (Distance Minimale d'Approche Corrigée), pour tenir compte de l'altitude, des problèmes de surtension, atmosphériques...ou la DMA si les conditions de sécurité sont mises en œuvre.

La DMA est égale à la somme : **DMA = g + t**

g = distance de garde

t = distance de tension

t = 0,005 un (kV)

g = 0,30 m en TBT et BT et 0,50 m en HT

En TBT et BT : g = 0,30 m

En HT : g = 0,50 m

En TBT et BT t = 0

En HTA t = 0,005 Un (kV)

En HTB : t' = t + (0,15 à 0,60) en fonction de la tension

Voir tableau ci-après :

Tension nominale en kV	t : distance tension	t' : distance tension	g distance de garde	DMA	DMAC
TBT et BT	0		0,30	0,30	
1	0		0,30	0,30	
20	0,10		0,50	0,60	
50	0,20		0,50	0,70	
63	0,30	0,45	0,50	0,80	0,95
90	0,50	0,60	0,50	1	1,10
150	0,80	1,05	0,50	1,30	1,55
225	1,10	1,35	0,50	1,60	1,85
400	2	2,60	0,50	2,50	3,10

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

### □ HAUTE TENSION

#### 2°) Zone de voisinage renforcé

Zone bornée par la DMA (distance minimale d'approche) et la DLVR dont les distances sont données en fonction de la valeur de la tension.

DMA varie de 0.60 m à 20 000V jusqu'à 2.50 m à 400 000V.

$$\text{DLVR} = \begin{cases} 2 \text{ m entre 1000 et 50 000 V} \\ 3 \text{ m entre 50 000 et 250 000 V} \\ 4 \text{ m entre 250 000 et 400 000 V} \end{cases}$$

#### 3°) Zone de voisinage simple ZVS ou Z1

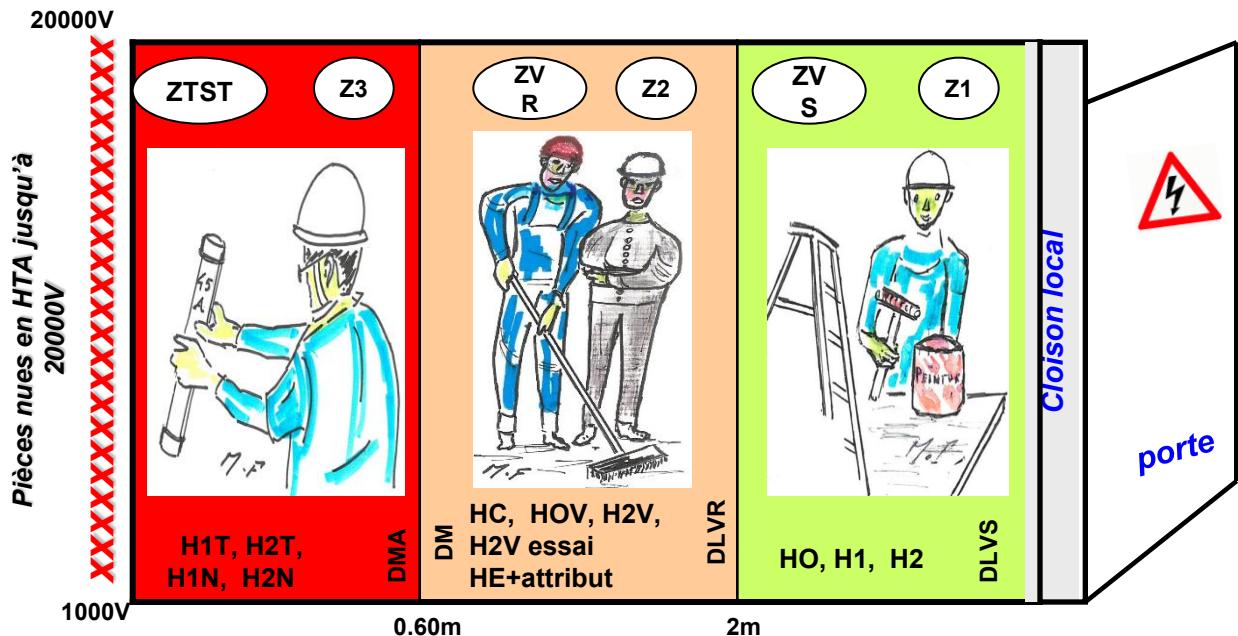
Zone bornée par la DLVR et la distance limite de voisinage simple DLVS fixée à

- 3 m pour :  $U \leq 50 \text{ KV}$
- 5 m pour :  $U \geq 50 \text{ KV}$

#### 4°) Zone d'investigation Z0 ou ZI

Dans cette zone bornée par la DLI : 50 m, on doit analyser le risque électrique éventuel afin de prendre des mesures qui s'imposent.

### 1° CAS LOCAL : PIECES NUES Local HT 20 KV



Zone 1 : zone de voisinage simple ZVS

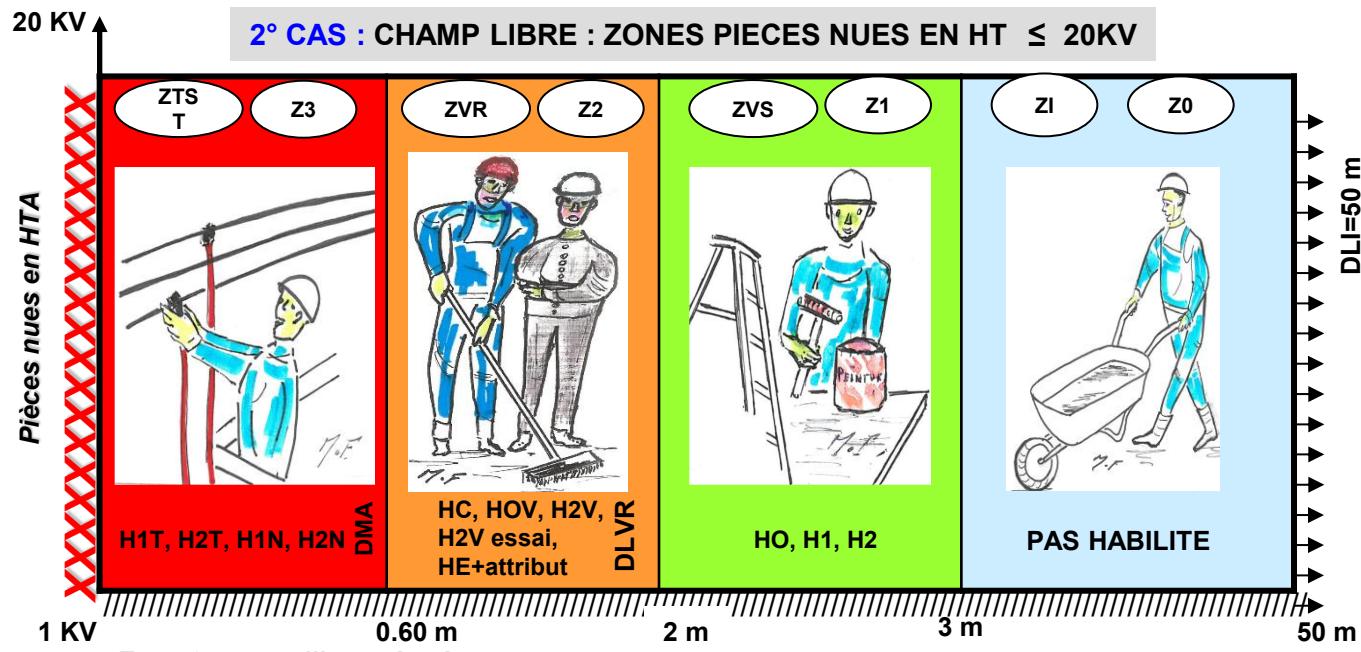
Zone 2 : zone de voisinage renforcé en haute tension ZVR

Zone 3 : zone des travaux sous tension en haute tension ZTST

## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION



## ZONE VOISINAGE HT

**3° CAS : ZONES EN CHAMP LIBRE EN HT - De 1000 V à 400 000 V**

Zone 0 : zone d'investigation

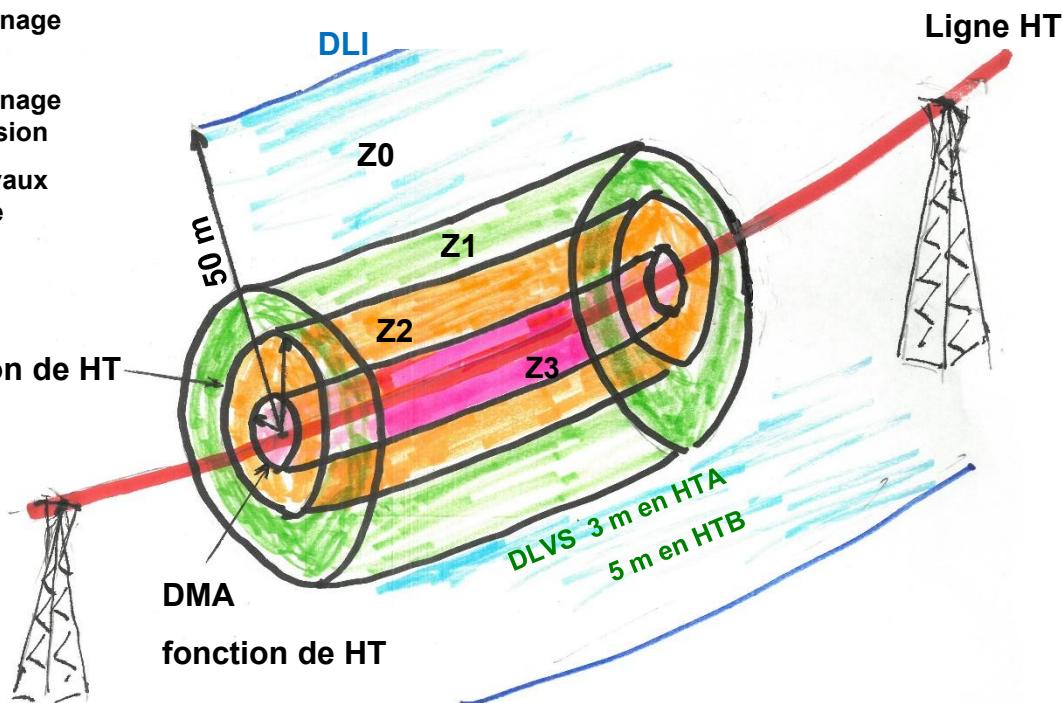
Zone 1 : zone de voisinage simple

Zone 2 : zone de voisinage renforcé en haute tension

Zone 3 : zone des travaux sous tension en haute tension

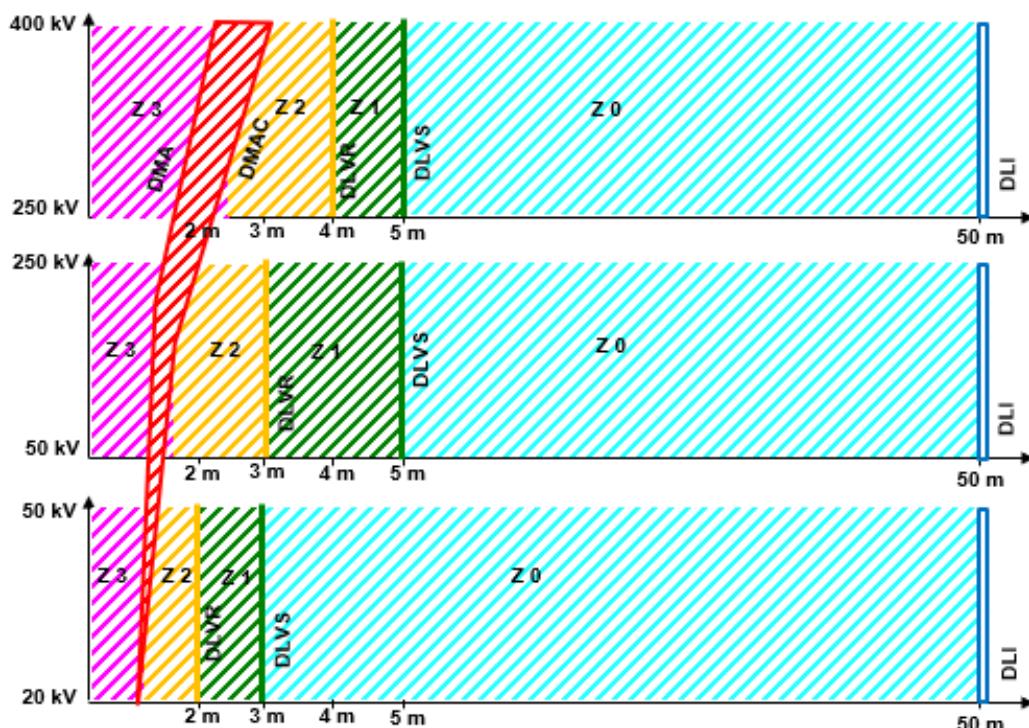
**DLVR**

fonction de HT



## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

## □ CHAMP LIBRE : ZONES DE VOISINAGE HT 20 000V



NOTA : Dans les locaux ou emplacements réservés exclusivement aux professionnels habilités, il n'y a pas de Z0. C'est la cloison ou barrière qui fait office de DLVS

Zone 0	Zone d'investigation
Zone 1	Zone de voisinage simple
Zone 2	Zone de voisinage renforcé en haute tension
Zone 3	Zone des travaux sous tension, limitée par la DMA en HTA Zone des travaux sous tension en haute tension, limitée par la DMA en HTB ou la DMA si des conditions particulières pour prévenir les surtensions sont mises en oeuvre

## □ 4° CAS PYLONE ELECTRIQUE

## DISTANCES LIMITES ET ZONES DEFINIES AUTOUR DES SUPPORTS DES LIGNES AERIENNES

Ces zones, autour des supports des lignes aériennes sont définies comme les « zones autour d'un conducteur nu en champ libre en HT »

DLVS : 3 m en HTA et 5 m en HTB

ZONE 1

DLVR : 2 m ou 3 m ou 4 m en fonction de U (kV)

ZONE 2

DMA ou :  $t + g$  varie de 0.60 à 2.60 m en fonction de U (kV). ZONE 3

DMAC  $t$  : distance de tension = 0.005 U (kV)

$g$  : distance de garde = 0.5 m

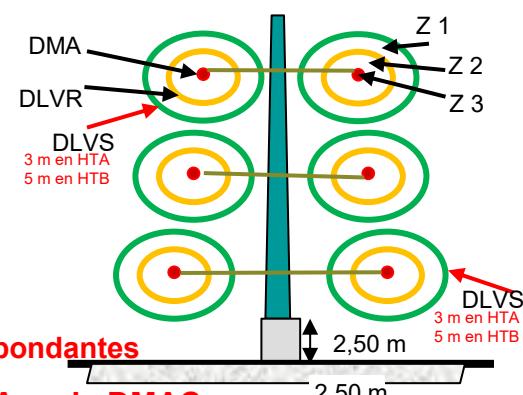
## ASCENSION D'UN PYLONE HT

Jusqu'à 2.5 m, zone 0 : aucune habilitation.

→ Les prescriptions à appliquer à partir de 2.5 m sont celles de la Zone 1.

→ La DLVR qui doit être balisée ne doit pas être franchie au-delà de cette limite.

**Obligation de respecter les prescriptions correspondantes**



**INTERDICTION ABSOLUE DE FRANCHIR LA DMA ou la DMAC**



## I. ZONES AUTOUR DE PIECES NUES SOUS TENSION

## □ CONDITIONS REQUISES POUR TRAVAILLER DANS CES ZONES EN HT

<b>HT</b> <b>Zone 0</b>	<p>Aucune habilitation nécessaire Obligation de procéder à l'évaluation du risque électrique Si risque de franchir la DLVS : <b>Obligation</b> <b>Instruction de sécurité, - Surveillant de sécurité de limite.</b></p>		<p><b>Conduite :</b> Chargé de chantier <b>HO</b> ou non habilité  <b>Exécutant</b> <b>HO</b> ou non habilité.</p>
<b>Zone 1</b>	<p><b>Opérations d'ordre Non électrique</b></p> <p><b>Maintenance, Réparations, Constructions.</b></p>		<p><b>Conduite :</b> Chargé de chantier H0 <b>Exécutant :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ soit H0</li> <li>▪ soit non habilité, <b>mais obligation d'une IS et surveillance constante par un HO</b> (surveillant de sécurité limite ou accompagnement)</li> </ul>
<b>Zone 2</b>  ZVR	<b>Opérations d'ordre électrique</b>	<b>Travaux</b>	<p><b>Conduite :</b> H2 <b>Exécutant :</b> H1</p>
	<b>Consignation</b>	<p><b>HC</b></p>	
	<b>Opérations spécifiques</b>	<p><b>Conduite :</b> HE + attribut <b>Exécutant :</b> H1</p>	
<b>Zone 2</b>  ZVR	<b>Opérations d'ordre Non électrique</b>	<b>Maintenance, Réparations, Constructions.</b>	<p><b>■ Obligation de surveillance constante par un H0V Surveillant,</b> <b>■ Interdiction de franchissement de la DMA matérialisée</b> <b>Conduite :</b> Chargé de chantier H0V <b>Exécutant H0V</b></p>
	<b>Opérations d'ordre électrique</b>	<b>Travaux</b>	<p><b>■ Obligation de surveillance constante par un H1V OU H2V Surveillant,</b> <b>■ Interdiction de franchissement de la DMA matérialisée</b> <b>Conduite :</b> Chargé de travaux H2V <b>Exécutant H1V</b></p>
		<b>Consignation</b>	<p><b>HC</b></p>
		<b>Opérations spécifiques</b>	<p><b>Conduite :</b> HE + attribut <b>Exécutant :</b> H1V</p>
<b>Zone 3</b>  TST	<p><b>Travaux sous tension</b></p>		<p><b>Conduite :</b> H2T ou H2N <b>Exécutant :</b> H1T ou H1N  <b>■ Obligation de posséder une ATST : autorisation de travaux sous tension et une instruction de travaux sous tension ITST</b></p>

## II. ZONES AUTOUR DE CANALISATIONS ISOLÉES

### ➤ PRINCIPES GENERAUX

L'environnement électrique d'une canalisation isolée est divisé en 2 zones.

**1°) Zone d'approche prudente ZAP** qui est fixée conventionnellement à 50 cm de la canalisation. Cette limite s'appelle la distance limite d'approche prudente **DLAP**. Dans cette zone, il faut bien entendu opérer prudemment en fonction de l'analyse du risque.

**2°) Zone d'investigation ZI** qui s'étend en champ libre jusqu'à la DLI (50m), ou en espace clos jusqu'à la limite du local.

### ➤ DÉFINITIONS ET ROLES DES PRINCIPAUX INTERVENANTS DANS CET ENVIRONNEMENT

- **L'EMPLOYEUR** doit rédiger une IS (Instruction de Sécurité) voir annexe p.100, sur laquelle figurent les différentes mesures de sécurité établies en fonction de l'analyse du risque
- **LE RESPONSABLE DE CHANTIER** doit être habilité « CHARGÉ DE CHANTIER » ou non en fonction de l'analyse du risque.
- ✓ **ROLE** : il est le chef responsable des opérations d'ordre non électrique, qui concourent ou non à l'exploitation des installations (ou ouvrages)
- ✓ **AUTORISATION** : Il ne doit commencer à travailler qu'après avoir reçu soit, « une autorisation de travail », soit « un avis pour tiers ».
- ✓ **OBLIGATION** :
  - Prendre connaissance de l'IS (instruction de sécurité)
  - Faire une analyse exhaustive de tous les risques
  - Prendre toutes les mesures de protection collective
  - Vérifier le port des EPI de ses exécutants
  - Diriger les exécutants dans leur travail et vérifier qu'ils ont les autorisations nécessaires et les qualifications adéquates.
  - Organiser la surveillance de ses exécutants
- Il est **RESPONSABLE DE LA SÉCURITÉ, DE LA SANTÉ, ET DE LA QUALITÉ DU TRAVAIL DE SES EXÉCUTANTS**
- ✓ **PÉRIMETRE DE LA MISSION** :
  - Effectuer un ripage
  - Effectuer un soutènement
  - Ouvrir un fourreau
  - Nettoyer une canalisation pour vérifier sa nature.
  - Il devra nommer un **SURVEILLANT DE SÉCURITÉ** si besoin.
- **LE SURVEILLANT DE SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE** sur chantier d'ordre non électrique, est non habilité ou habilité BF-HF pour des opérations d'ordre non électrique en fonction des situations. Il alerte les opérateurs dès qu'ils s'approchent ou entrent dans la zone d'incertitude.
- **L'EXÉCUTANT**, doit être muni d'une autorisation d'intervention à proximité des réseaux (AIPR), dans les conditions fixées par le Titre II de l'arrêté du 15/02/2012. Il peut être non habilité ou habilité BF-HF exécutant en fonction de la situation.

## II. ZONES AUTOUR DE CANALISATIONS ISOLÉES

### ➤ PRESCRIPTIONS DE SECURITE

Nous allons analyser les différentes situations et opérations à réaliser : contact, déplacement, nettoyage des canalisations, etc... sur canalisations isolées visibles, non visibles, enterrées, qui détermineront les prescriptions de sécurité à respecter obligatoirement.

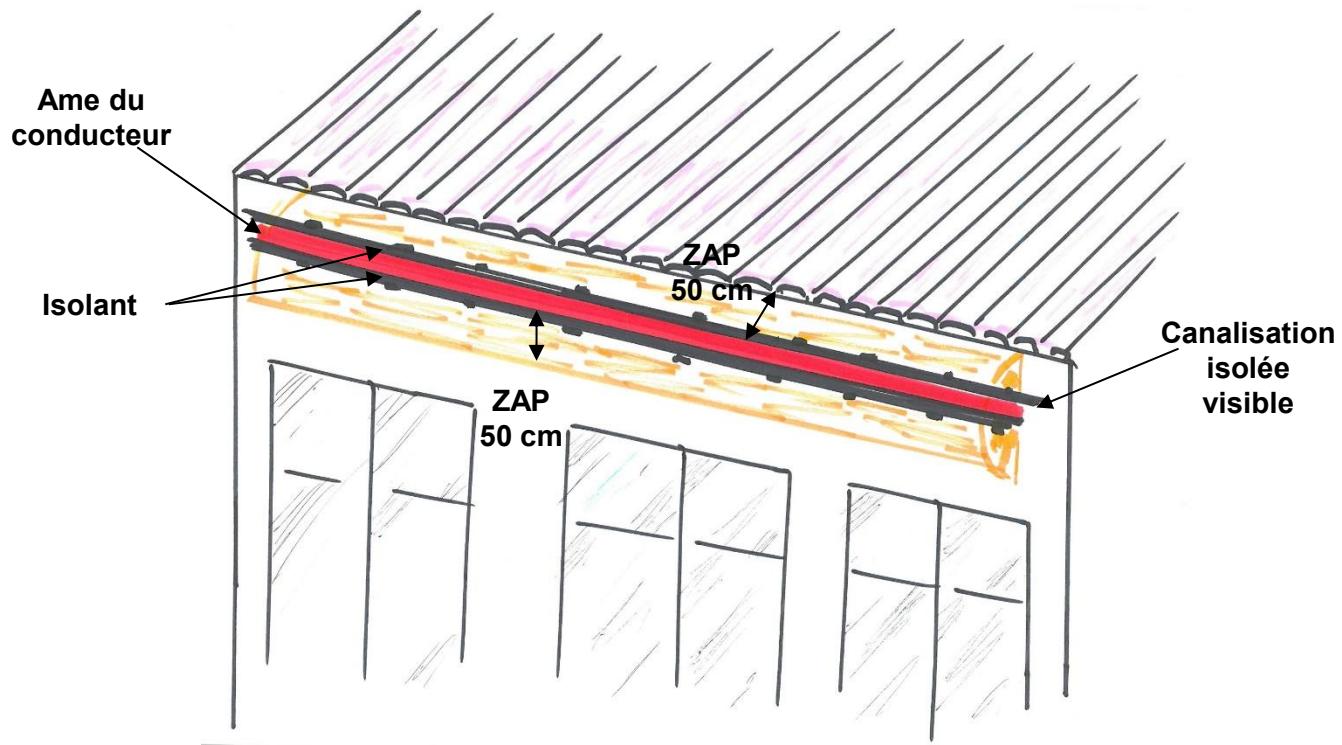
### A. CANALISATIONS ÉLECTRIQUES ISOLÉES VISIBLES NON ENTERRÉES

Exemples :

- Canalisations fixées aux façades des immeubles
- Canalisations isolées aériennes du réseau public
- Canalisations sur chemins de câbles...

#### PRESCRIPTIONS DE SÉCURITÉ :

- Respecter les ZAP (Zone d'Approche Prudente) de 50 cm, et dans cette zone, faire une analyse exhaustive des risques notamment du câble détérioré, des isolants fendus, coupés...
- ATTENTION : Toutes les opérations réalisées dans cette zone doivent être déterminées en fonction de l'analyse des risques.



#### PRECISIONS SUR LES MESURES COMPENSATOIRES :

- Porter une attention très particulière à l'identification de la canalisation (information inscrite sur la gaine, schéma...)
- En cas de plusieurs canalisations, vérifier par l'émission d'un signal et sa non-réception sur les autres canalisations
- **L'identification doit être CERTAINE**
- En fonction du type d'opération, poser des protections sur ou autour de la canalisation.

## II. ZONES AUTOUR DE CANALISATIONS ISOLÉES

## ➤ IL Y A 5 TYPES D'ACTIVITÉS À ANALYSER PRINCIPALEMENT :

ACTIVITÉS	NATURE DES OPÉRATIONS	OPÉRATEURS
Sans risque de contact ni de détérioration.	<b>Opération d'ordre non électrique</b> •Canalisations peuvent rester sous tension * Eviter de rentrer dans la ZAP	<u>Conduite</u> : Chargé de chantier non habilité, mais formé aux risques, <u>Exécutant</u> : non habilité
Sans contact, mais risque de détérioration de la canalisation	<b>Opération d'ordre non électrique</b> * Analyse du risque * <b>Consignation</b> ou à défaut <b>Mise hors tension</b> . * Autorisation de travail ou certificat pour Tiers -Si impossible, prendre des mesures de surveillance.	Conduite : Chargé de chantier habilité B0/H0, <u>Exécutant</u> : Non habilité si risque supprimé
Pas de risque de détérioration, mais Obligation de la toucher sans déplacement	<b>Opération d'ordre non électrique</b> * <b>Consignation</b> ou à défaut <b>Mise hors tension</b> + mesures complémentaires si possible. - Définir mesures de sécurité.	Conduite : Chargé de chantier habilité B0/H0, <u>Exécutant</u> : habilité B0-H0 ou Non habilité, mais accompagné.
Pas de risque de détérioration, mais Nécessite de déplacer la canalisation.	<b>Opération d'ordre électrique</b> <b>Consignation</b> ou à défaut - <b>Mise hors tension</b> + mesures complémentaires. * Si impossible, définir mesures de sécurité, Port des EPI obligatoire.	Conduite : Chargé d'opération B2/H2, ou BR, ou BE/HE + attribut <u>Exécutant</u> : B1/H1
Nettoyage d'une canalisation électrique isolée	<b>Opération d'ordre électrique</b> Instructions de sécurité Documents – <b>Autorisation d'accès ou attestation de consignation</b>	Conduite : Chargé d'opération B2/H2, ou BR, ou BE/HE + attribut <u>Exécutant</u> : B1/H1

## B. CANALISATIONS ÉLECTRIQUES ISOLÉES INVISIBLES ENTERRÉES

2 phases de travail sont à considérer :

1. Opérations de terrassement pour accéder à la canalisation enterrée
2. Activités dans l'environnement des canalisations enterrées visibles APRES terrassement

## B.1) OPÉRATIONS DE TERRASSEMENT :

Pour toute opération de terrassement, d'enfoncement, de perçage, compte tenu de l'incertitude sur le tracé de la canalisation, il faut respecter une « **Zone d'incertitude** » dont les limites sont définies selon des classes indiquées par l'exploitant du réseau conformément à l'article 1 de l'arrêté du 15/02/2012 soit :

- Classe A : Incertitude 50 cm
- Classe B : Incertitude < 1,50 m
- Classe C : Incertitude > 1,50 m ou absence de localisation



(se reporter au **TITRE I**, article 1 du décret du 15/02/2012, modifié par l'arrêté du 26/12/2018)

## II. ZONES AUTOUR DE CANALISATIONS ISOLÉES

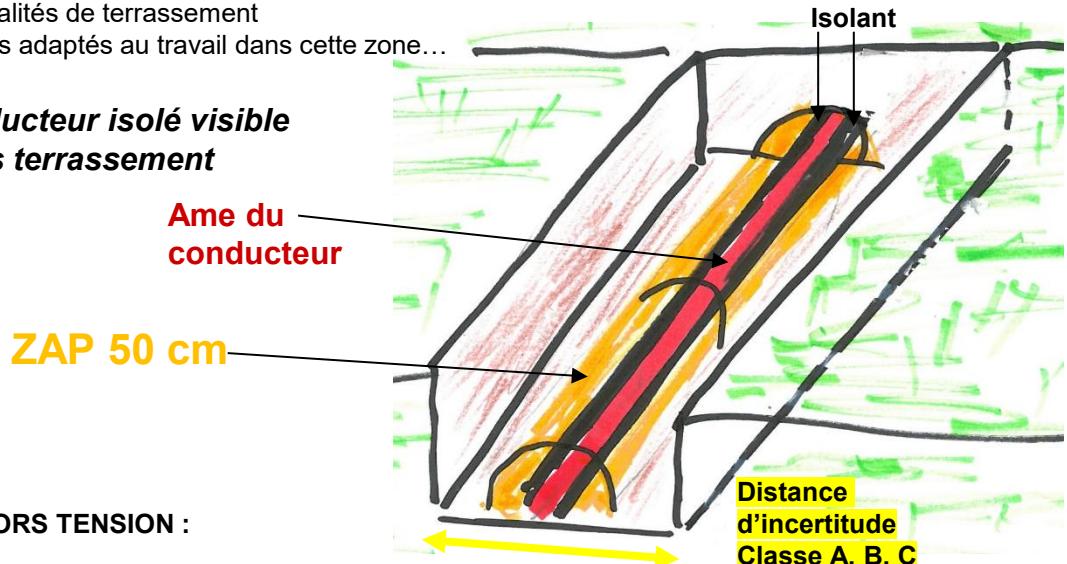
## PRESCRIPTIONS DE SÉCURITÉ :

Il y a 2 risques principaux lors de l'opération de terrassement :

- Court-circuit dont l'énergie dépend de la tension et de l'intensité du conducteur dans la canalisation
- Électrisation dont la gravité est fonction de nombreux facteurs (voir p.31-32)

Réaliser en 1<sup>er</sup> lieu une analyse exhaustive du risque électrique :

- Prise de contact avec l'exploitant du réseau afin de déterminer les caractéristiques de la canalisation : tension, diamètre ; son état électrique, sous tension, hors tension...
- Marquage au sol de la zone d'environnement définie en fonction de la classe
- Définition des modalités de terrassement
- Utilisation des outils adaptés au travail dans cette zone...



## ✓ CANALISATION HORS TENSION :

1<sup>er</sup> cas :

**Travaux d'ordre non électrique concourant à l'exploitation électrique** : il doit être délivré par le chargé d'exploitation électrique ou l'employeur, une AUTORISATION DE TRAVAIL (voir p. 99), signée par l'émetteur de cette autorisation et le chargé d'opération. Le chargé d'opération doit être une personne AVERTIE et qui sait organiser les différents procédures, accès, contrôles et suivis d'un chantier. L'exécutant doit être une personne AVERTIE.

2<sup>ème</sup> cas :

- **Travaux d'ordre non électrique ne concourant pas à l'exploitation électrique** : le document délivré autorisant le début des travaux s'appelle un « CERTIFICAT POUR TIERS » (voir p. 99)

## ✓ CANALISATIONS RESTÉES SOUS TENSION :

Si l'exploitant du réseau ne peut mettre la canalisation hors tension, pour différentes bonnes raisons, le chantier de terrassement doit être réalisé en respectant les prescriptions de sécurité par des intervenants dont la qualification et la mission sont :

- **L'EMPLOYEUR** doit rédiger une IS (Instruction de Sécurité) voir p.100 sur laquelle figurent les différentes mesures de sécurité établies en fonction de l'analyse du risque
- **LE RESPONSABLE DE CHANTIER** doit être habilité CHARGÉ DE CHANTIER BF-HF (détails p. 70)
- **LE SURVEILLANT DE SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE** sur chantier d'ordre non électrique, est non habilité ou habilité BF-HF pour des opérations d'ordre non électrique en fonction des situations. Il alerte les opérateurs dès qu'ils s'approchent ou entrent dans la zone d'incertitude.
- **L'EXÉCUTANT**, doit être muni d'une autorisation d'intervention à proximité des réseaux (AIPR), dans les conditions fixées par le Titre II de l'arrêté du 15/02/2012. Il peut être non habilité ou habilité BF-HF exécutant en fonction de la situation.

## II. ZONES AUTOUR DE CANALISATIONS ISOLÉES

## B.2) ACTIVITÉS DANS L'ENVIRONNEMENT DES CANALISATIONS ENTERRÉES VISIBLES APRES TERRASSEMENT : TABLEAU RÉCAPITULATIF

ACTIVITÉS	NATURE DES OPÉRATIONS	OPÉRATEURS
Sans nécessité de rentrer dans la ZAP	<p><b>Opération d'ordre non électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La canalisation peut rester sous tension</li> <li>Pas de procédure accès, contrôle, suivi</li> </ul>	<u>Conduite</u> : Responsable du chantier non habilité mais formé
Nécessité de rentrer dans la ZAP 1 <sup>er</sup> CAS : risque de contact et risque de dégradation	<p><b>Opération d'ordre non électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Procédure accès, contrôle, suivi</li> <li>Autorisation de travail ou certificat pour tiers après consignation ou mise hors tension</li> <li>Avis de fin de travail</li> </ul>	<u>Conduite</u> : Chargé de chantier non habilité mais formé <u>Exécutant</u> : non habilité mais formé
2 <sup>ème</sup> CAS : pas de risque de contact	<p>Si consignation ou mise hors tension impossible</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Surveillance obligatoire et mesures compensatoires avec instructions de sécurité</li> </ul> <p><b>Opération d'ordre non électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La canalisation peut rester sous tension</li> </ul>	<u>Conduite</u> : Chargé de chantier BF-HF <u>Exécutant</u> : BF-HF
Obligation de contact sans déplacement ni dégradation 1) Nettoyage pour identification	<p><b>Opération d'ordre non électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Établir un mode opératoire qui respecte les prescriptions de sécurité</li> </ul>	Pas besoin d'habilitation pour les opérateurs
2) Ripage (changement de position de – de 10 cm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canalisation hors tension après consignation ou mise hors tension</li> <li>➤ Canalisation sous tension : instructions de sécurité</li> </ul>	Pas besoin d'habilitation pour les opérateurs <u>Conduite</u> : Chargé de chantier BF-HF <u>Exécutant</u> : BF-HF
3) Soutènement	<p>a) SANS déplacement</p> <p><b>Opération d'ordre non électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canalisation hors tension après consignation ou mise hors tension</li> <li>➤ Canalisation sous tension : instructions de sécurité</li> </ul>	Pas besoin d'habilitation pour les opérateurs <u>Conduite</u> : Chargé de chantier BF-HF <u>Exécutant</u> : BF-HF

## II. ZONES AUTOUR DE CANALISATIONS ISOLÉES

## B.2) ACTIVITÉS DANS L'ENVIRONNEMENT DES CANALISATIONS ENTERRÉES VISIBLES APRES TERRASSEMENT : TABLEAU RÉCAPITULATIF (Suite)

ACTIVITÉS	NATURE DES OPÉRATIONS	OPÉRATEURS
3) Soutènement	<p>b) AVEC déplacement</p> <p><b>Opération d'ordre électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instructions de sécurité</li> <li>▪ Procédure d'accès, suivi, contrôle</li> <li>▪ Déplacement hors tension ou à défaut, sous tension avec autorisation de travail</li> </ul>	<u>Conduite</u> : BR, B2, H2 <u>Exécutant</u> : B1, H1
4) Ouverture d'un fourreau ou Protection d'une canalisation	<p><b>Opération d'ordre non électrique</b></p> <p>Exclusivement autorisé pour identification du contenu intérieur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canalisation hors tension après consignation ou mise hors tension</li> <li>➤ Canalisation sous tension : instructions de sécurité</li> </ul> <p><b>NOTA :</b> Interdiction de monter sur une canalisation ou de l'arroser</p>	Pas besoin d'habilitation pour les opérateurs  <u>Conduite</u> : Chargé de chantier BF-HF <u>Exécutant</u> : BF-HF
5) Déplacement d'une canalisation sans risque de la détériorer	<p><b>Opération d'ordre électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prescriptions de sécurité</li> <li>▪ Pas de contraintes sur les extrémités du câble</li> <li>▪ Ne pas détériorer l'enveloppe</li> <li>▪ Travailler hors tension</li> <li>▪ A défaut : autorisation de travail précisant l'état électrique de la canalisation</li> </ul>	<u>Conduite</u> : BR, B2, H2 <u>Exécutant</u> : B1, H1
6) Nettoyage d'une canalisation AVANT intervention	<p><b>Opération d'ordre électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autorisation d'accès</li> <li>▪ Attestation de consignation</li> <li>▪ Prescriptions de sécurité</li> </ul>	<u>Exécutant</u> : B1, H1
7) Canalisation isolée comprenant une partie active et accessible	<p>Situation suite à différentes causes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coupure</li> <li>▪ Usure</li> <li>▪ Raccordement arraché...</li> </ul>	<u>Conduite</u> : Le chargé d'opération doit arrêter l'opération

## **CHAPITRE IX**

### **TYPES D'OPERATIONS**

- 1. Opérations d'ordre non électrique B0-H0V, BF-HF**
- 2. Interventions élémentaires BS**
- 3. Interventions générales BR**
- 4. Opérations spécifiques, BE Manœuvre**
- 5. Opérations sur installations photovoltaïques, BP**
- 6. Opérations sur batteries stationnaires**

## 1. Opérations d'ordre non électrique B0-H0V, BF-HF

### DÉFINITION DES OPÉRATIONS D'ORDRE NON ÉLECTRIQUE :

Toutes opérations qui ne concernent :

- Ni les parties actives et conductrices
- Ni leurs isolants
- Ni les conducteurs de protection (jaune/vert)

Par exemple toutes opérations de peinture, carrelage, menuiserie, serrurerie, maintenance, construction, démantèlement, désherbage, nettoyage, etc...dès lors qu'elles sont effectuées dans ***l'environnement électrique, c'est-à-dire un volume qui peut contenir des pièces nues sous tension ou/et des canalisations isolées.***

On considère 2 types d'opérations d'ordre NON électrique.

**1°) Les opérations d'ordre non électrique** qui participent à l'exploitation de l'installation ou de l'ouvrage électrique.

**2°) Les opérations, d'ordre non électrique** qui ne participent pas à l'installation ou l'ouvrage électrique.

En fonction de ces 2 types d'opérations et de la situation de travail (tout risque électrique supprimé ou non), les opérateurs doivent être soit :

- Habilité B0, H0(V), BF-HF
- Personne « avertie » : c'est-à-dire formée aux risques électriques
- Personne « ordinaire » : ni habilitée, ni avertie

### HABILITATION B0, H0(V), BF-HF :

Il y a 2 niveaux : « Chargé de chantier » ou « Exécutant »

✓ Prérequis :

Aucun prérequis en électricité n'est nécessaire pour suivre la formation et être habilité B0, H0(V), BF-HF.

✓ Champ d'application : Un habilité B0, H0(V), BF-HF peut :

- entrer dans un local réservé aux électriciens (sur autorisation) : B0, H0(V)
- diriger un chantier : « chargé de chantier »
- exécuter des opérations d'ordre non électrique : B0, H0(V), « exécutant », BF-HF « exécutant »
  - BT : en zone 1 (ZVS)
  - HT : en zone 1 (ZVS) ou en zone 2 (ZVR)
  - En zone ZAP d'une canalisation isolée visible
- Peut être surveillant de sécurité électrique pour des travaux d'ordre non électrique

#### □ CHARGE DE CHANTIER B0,H0(V), BF-HF

Le **chargé de chantier** est la personne responsable du chantier qui exerce une autorité sur les exécutants.

A ce titre, il a l'obligation, avant de commander ou commencer un chantier (peinture, carrelage, maçonnerie....) de procéder à une analyse exhaustive des risques professionnels, et en particulier, ici, du risque électrique.

Pour cela, il doit élaborer ou participer à la mise en application de la prévention du risque et il peut s'entourer de professionnels en électricité s'il détecte un risque électrique.

Il doit veiller à la bonne exécution du travail, rassembler le personnel à la fin du travail, et interdire tout nouvel accès.

**1<sup>er</sup> CAS : Opérations ne concourant pas à l'exploitation de l'installation électrique.**

Avant de commencer, il doit réceptionner et signer un **Certificat pour Tiers** (voir page 99), auprès du Chargé d'exploitation électrique qui lui garantit que **Tout Risque Electrique** est supprimé.

A la fin du chantier, il doit rédiger un « **Avis de Fin de Travail** » (voir page 100) qu'il remet au Chargé d'exploitation électrique.

**2<sup>ème</sup> CAS : Opérations d'ordre non électrique (par exemple, peinture extérieure d'une armoire électrique) concourant à l'exploitation électrique.**

**Le Chargé de chantier B0,H0, BF-HF** doit demander une **Autorisation de Travail** (voir page 99) au Chargé d'exploitation électrique qu'il contresignera.

A la fin du chantier, il doit remettre un « **Avis de fin de Travail** » (voir page 100) au Chargé d'exploitation électrique qu'il contresignera..

**EXECUTANT B0,H0(V), BF-HF**

**B0, H0(V) :** Il peut réaliser des travaux d'ordre non électrique en zone 1 (ZVS) en BT ou 2 (ZVR) en HT, sous la conduite d'un **habilité B0/H0 Chargé de chantier**.

Il peut rentrer seul (s'il est autorisé) dans un local d'accès réservé aux électriciens, mais en aucun cas, il ne peut réaliser un travail.

**BF-HF :** Il peut réaliser des travaux d'ordre non électrique en zone ZAP d'une canalisation isolée sous tension

**B0,H0(V), BF-HF :** Il peut être surveillant de sécurité :

- soit Surveillant de limite,
- soit Surveillant d'opération et d'accompagnement dans les zones où il est autorisé à pénétrer, et pour des opérations non électriques, et exercer l'**Autorité** sur les personnes qu'il surveille.

**EXECUTANT NON HABILITE**

➤ Il doit néanmoins être formé aux risques électriques, il peut travailler en zone 0, ou lorsque tout risque électrique a été supprimé, mais sous la conduite d'un Chargé de chantier,

**TABLEAU RECAPITULATIF DES OPERATIONS D'ORDRE NON ELECTRIQUE EN FONCTION DES ZONES ET SITUATIONS**

Travaux Non Electrique	Prescriptions de Sécurité	Conduite
<b>Travaux ne concourant pas à l'exploitation de l'installation</b> Peinture, carrelage, construction...	<b>Document :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Certificat pour Tiers,</b></li> <li><b>Pas de pièces nues dans le voisinage.</b></li> <li><b>La canalisation est consignée ou mise hors tension</b></li> </ul>	<b>Chargé de chantier Non habilité</b> , mais formé aux risques électriques <b>Exécutant Non habilité</b> , mais formé aux risques électriques.
<b>Travaux concourant à l'exploitation de l'installation</b> Peinture, carrelage, construction...	<b>Document :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Autorisation de Travail.</b></li> <li>• <b>Mesures de Prévention.</b></li> <li>• <b>Balisage des zones.</b></li> <li>• <b>Surveillance du personnel.</b></li> </ul> <b>Mise en place des moyens de prévention au travail.</b> <b>La canalisation peut rester sous tension.</b>	<b>Chargé de chantier : B0,H0(V) en zone 1 ou BF-HF en zone ZAP, ou Non habilité en zone 0.</b>  <b>Exécutant : B0,H0(V) en zone 1 ou BF-HF en zone ZAP ou Non habilité</b> , mais formé en zone 0, ou lorsque tout risque électrique est supprimé.

## 2. Interventions élémentaires BS

La formation pour l'habilitation **BS** s'adresse à des personnes non qualifiées en électricité, mais qui ont néanmoins des notions d'électricité ou suivi un stage d'initiation à l'électricité.

### DEFINITION

Le Chargé d'intervention élémentaire est habilité **BS**.

Une intervention élémentaire est une opération d'ordre électrique simple.

Le BS doit respecter les **4 prescriptions suivantes** :

- **Autorisation** : 3 Types d'opérations :

- 1° Remplacement de prise de courant à l'identique hors tension,  
Remplacement à l'identique d'un fusible dans un environnement IP2X,  
Remplacement d'interrupteur à l'identique hors tension,  
Remplacement d'un appareil d'éclairage hors tension,  
Remplacement d'un câble d'alimentation d'un appareil portatif hors tension,
- 2° Réarmement d'un fusible ou disjoncteur inter-différentiel dans un environnement IP2X (sans risque d'électrisation),
- 3° Raccordement d'un équipement électrique sur une boîte de connexion en attente hors tension.  
Vérifier que le circuit aboutissant à la boîte de connexion soit protégé par un dispositif adéquat.

- **Limitation**

- Circuit protégé contre les courts-circuits par un dispositif de coupure calibre 32A,  
Section de fils électriques  $\leq 6 \text{ mm}^2$  en cuivre,  
Tension nominale  $\leq 400\text{V}$ ,  
N'intervient que sur des circuits terminaux,  
Un habilité BS n'a pas d'exécutant sous ses ordres.

- **Interdiction**

- Interdiction de rentrer en zone 4,  
Interdiction d'intervention dans un tableau électrique pour changer un dispositif (différentiel, coupe-circuit, etc..) ou pour brancher un nouvel appareil électrique même si le tableau électrique est consigné, donc sans risque,  
Interdiction de réaliser la procédure de mise hors tension pour autrui,  
Interdiction de réaliser des opérations électriques autres que celles autorisées même sous la responsabilité d'un B2 ou BR.

- **Obligation**

- Il est obligatoire de réaliser « la procédure de mise hors tension ».

### ➤ DÉROULEMENT D'UNE INTERVENTION BT ELEMENTAIRE

**ETAPE 1 : 1°)** Vérifier que la tâche demandée relève bien du domaine d'une intervention élémentaire de remplacement et raccordement,

**2°)** Attendre avant de commencer l'intervention, l'ordre formel du « Chargé d'exploitation électrique, de l'Employeur ou du Chef d'établissement »,

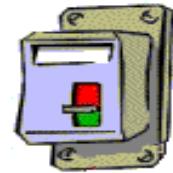
**3°)** Recueillir (si elle existe) l'instruction permanente de sécurité (IPS) pour s'y conformer scrupuleusement et agir conformément aux instructions de l'Employeur.

**4°)** S'assurer qu'il n'y a pas de pièces nues sous tension accessibles dans sa zone de travail (zone 4).

**ETAPE 2 : 5°) REALISER LA PROCEDURE DE « LA MISE HORS TENSION »** pour son propre compte, c'est-à-dire :

### 1 PRE- IDENTIFICATION 2 SEPARATION

Effectuée au moyen d'organes prévus à cet effet sur tous les conducteurs actifs, neutre compris (sauf en TNC).



La séparation doit être effectuée de façon certaine.

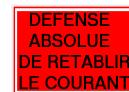


#### Les organes de séparation :

- Sectionneurs,
- Prises de courant ou prises embrochables,
- Retrait de fusible,
- Appareils débrochables,
- Appareils de commande, de protection ou de coupure d'urgence **sous réserve**.

### 3 CONDAMNATION

Elle a pour but d'interdire la manœuvre de cet organe, elle comprend :



- Une immobilisation de l'organe,
- Une signalisation indiquant que cet organe est condamné et ne doit pas être manœuvré (la suppression d'une condamnation ne peut être effectuée que par la personne qui l'a effectuée ou par un remplaçant désigné).



*Lorsqu'il est impossible d'immobiliser matériellement par blocage les organes de séparation ou leur dispositif local de commande, les pancartes, ou autres dispositifs d'avertissement, constituent la protection minimale obligatoire d'interdiction de manœuvre.*

### 4 VERIFICATION D'ABSENCE DE TENSION (VAT)

Dans tous les cas, la VAT doit se faire aussi près que possible du lieu de travail, entre chaque conducteur actif et la terre y compris le neutre avec un vérificateur d'absence de tension (VAT)

Dans certains cas, il faut aussi faire la VAT entre les conducteurs actifs (en triphasé). Le bon fonctionnement du matériel doit être contrôlé **avant et après** la vérification.

S'il y a un risque d'électrisation (dans l'hypothèse où «La Mise Hors tension» a été mal faite), s'équiper des EPI suivants : gants isolants - écran facial, tapis diélectrique...

**6°)** Effectuer les opérations de remplacement ou/et raccordement, prévues dans l'intervention.

**ETAPE 3 : 7°)** Remettre sous tension la partie de l'installation mise hors tension,

**8°)** Aviser le Chargé d'exploitation de la fin de l'opération,

**9°)** Préciser éventuellement les restrictions ou les réserves sur l'intervention réalisée.

➤ **EQUIPEMENT BS**

**Tenue vestimentaire**

Cette tenue est obligatoire si l'opérateur pour vérifier l'absence de tension, suite à une mauvaise manœuvre concernant la séparation (erreur d'étiquetage sur le tableau électrique par exemple), risquait d'être en contact en manipulant les pointes de touche de son VAT avec des contacts nus sous tension.



- Tissus non-propagateurs de la flamme,
- Pas d'inserts métalliques (fermeture, boutons...)
- Pas de porte-clés, mousqueton à la ceinture...
- Pas de chaîne de cou, bracelets...
- Toutes les parties du corps recouvertes (pas de bras nus...)



**EPI**

- Ecran facial anti UV,
- Gants isolants, classe 00,



**EPC**

- Tapis isolant
- Nappe isolante



**Outilage et Accessoires**

- Pinces coupantes isolantes,
- Pinces à dénuder isolantes,
- Jokari isolant,
- Tournevis isolants,
- Cadenas à clé,
- Sabots de condamnation,
- Pancarte signalétique :  
« Interdiction de manœuvre, Appareil condamné »,
- Rouleau de rubalise pour balisage.



**Instruments**

- VAT Norme NF EN 61243-3,
- Multimètre,



### 3. Interventions générales BR

#### DEFINITION

Au sens de la Norme NF C 18-510, une intervention est une opération exclusivement d'ordre électrique, du domaine TBT et BT, simple et de courte durée, effectuée sur une partie très limitée de l'installation électrique, et toujours hors tension (sauf pour connexion et déconnexion selon certaines conditions).

Tout autre type d'opération doit être qualifié différemment.

**Il existe 2 types d'interventions :**

- **INTERVENTION GENERALE (BR)**
- **INTERVENTION ELEMENTAIRE (BS, page 79)**

#### ➤ **INTERVENTION GENERALE, Symbole BR**

On définit une intervention générale par les critères suivants :

- Opération de maintenance,
- Opération de dépannage,
- Mise en service d'une nouvelle installation partielle et temporaire,
- Connexion-déconnexion sous tension selon certaines conditions.

Conditions à respecter

- Les circuits sont alimentés en TBT et/ou BT,

#### ➤ **Déroulement d'une Intervention Générale**

##### **1°) Préparation de l'intervention**

- Recevoir une autorisation de travail,
- Analyse du risque électrique (mais aussi de tous les autres risques professionnels),
- Lire l'IPS,
- S'assurer que l'intervention correspond bien aux critères définis ci-dessus
- Vérifier sa tenue vestimentaire (voir pages 81 et 88),
- Vérifier les EPI,
- Vérifier le bon état de ses appareils,
- Assurer la sécurité de son exécutant et des tiers,
- Mettre en place les protections effectives.

## 2°) Pendant l'intervention

### Réaliser les 3 étapes

**Etape 1 :** Recherche et localisation des défauts en présence de tension,

Dans le cadre de son intervention, le BR va réaliser des opérations de mesurage, essais, manœuvre, vérification.

Ces opérations peuvent être effectuées par un habilité BR si elles sont indispensables à l'intervention (selon l'article 10 de la Norme NF C 18510).

Bien entendu, l'opérateur doit respecter, en fonction des situations de travail les dispositions normatives inhérentes à ces situations.

**Etape 2 :** Elimination des défauts toujours hors tension en respectant  
la **Procédure de Consignation**.

Préalablement au déroulement de la procédure de consignation, il faut bien repérer en fonction des documents dont on dispose, ou à défaut d'une identification visuelle (si elle est possible), l'endroit où on va faire la séparation, TGBT, armoire divisionnaire, terminal...



### Procédure de Consignation - Déroulement

Le Chargé d'intervention **BR** doit réaliser d'abord la Pré-Identification et ensuite la Consignation qui comprend **les 5 opérations suivantes** :

- **Séparation,**
- **Condamnation,**
- **Identification,**
- **VAT** (Vérification d'Absence de Tension)
- **Malt et Cc** (Mise à la terre et en court-circuit).

1

### La Séparation

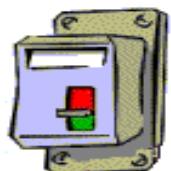
On manipule pour cela des appareils spécialement conçus.

#### Organes de Séparations

- Une prise de courant
- Disjoncteur,
- Retrait de fusible,
- Sectionneur,
- Inter-sectionneur,
- Retrait de prises de courant embrochables,
- Appareils de commande sous certaines conditions.



Prise de courant,



Disjoncteur.

**Attention :**

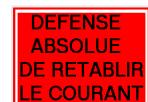
- ▶ **Cette séparation doit se faire sur tous les conducteurs actifs (neutre compris, sauf en schéma TNC = neutre et terre communs).**
- ▶ Un sectionneur ne doit jamais être manœuvré en charge, car il n'a pas de chambre de coupure pour supporter et éteindre l'arc (il est conseillé d'utiliser des inter-sectionneurs pour la séparation).
- Tout conducteur est supposé être sous tension, tant que l'on n'a pas la preuve du contraire par une attestation de consignation.

## 2 La Condamnation

Cette opération a pour but de s'assurer que personne ne pourra faire la manœuvre de remise sous tension.

Seule une double mesure de protection est indispensable et obligatoire.

- Blocage de l'appareil par un cadenas permanent à clé,
- Pancarte d'interdiction de manœuvrer



### Ainsi il y a 2 interdictions

- Interdiction physique sécurisée avec un cadenas,
- Interdiction administrative (pancarte).

APPAREIL CONDAMNE  
DEFENSE DE MANOEUVRER

En BT, si on ne peut pas mettre un cadenas, l'interdiction par affiche, pancarte... est tolérée.

## 3 Identification de l'Ouvrage

Cette opération est essentielle, mais souvent délicate à réaliser, car on manque d'informations fiables.

Il faut consulter :

- Les schémas (s'ils existent),
- Lire les pancartes, affiches, étiquettes,
- Procéder à une identification visuelle, si possible...



Cette identification nécessaire n'est pas suffisamment probante pour garantir la mise hors danger des personnes qui vont travailler sur l'installation.

**Il faut procéder à la 4° opération : La VAT.**

## 4 Vérification d'Absence de Tension VAT

### **3 Règles fondamentales à respecter :**

- 1°) Vérifier son appareil juste **avant et après** la mesure,
- 2°) Faire la VAT sur tous les conducteurs actifs (y compris le neutre) entre eux et avec la terre,
- 3°) Faire la VAT au plus près de l'endroit où l'on travaille (et non sur l'organe de séparation).



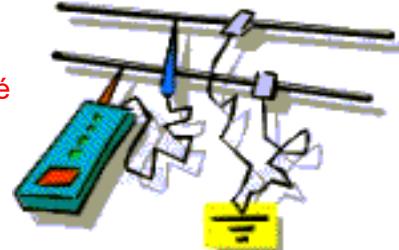
**INTERDICTION d'utiliser un VAT pour mesurer une présence de tension**

**et réciproquement d'utiliser un voltmètre pour vérifier une absence de tension.**

## Mise à la terre et en court-circuit

C'est la seule mesure qui permet de se protéger totalement d'une remise sous tension intempestive. Cette Malt et Cc doit être réalisée de part et d'autre de la zone de travail avec un équipement spécial adapté à la tension nominale et au courant de court-circuit supposé au point de fixation.

→ **Un dispositif Malt et Cc qui a fonctionné doit être réformé ou renvoyé éventuellement au fabricant pour le requalifier.**



### Attention :

Réaliser d'abord la mise à la terre avant de raccorder les conducteurs actifs.

Si le Chargé d'intervention BR est en mesure de prouver :

- qu'il n'y a pas la possibilité de remise sous tension intempestive en amont ou en aval de la zone d'intervention,
- qu'il n'y a pas de condensateur qui puisse se décharger,
- qu'il n'y a pas de câble de grande longueur.

**Il peut se dispenser de réaliser la Malt et Cc.**

**Après** la consignation, remplacer ou réparer l'élément défectueux.

### Etape 3 : Remise sous tension

A la fin de son intervention, le Chargé d'intervention générale, BR, restitue l'installation ou l'équipement à l'exploitation en rendant compte au Chargé d'exploitation électrique.

**Le Chargé d'intervention générale ne peut avoir qu'un seul exécutant B1(V).**

**NDLR :** *S'agissant du dépannage, en principe, il faut toujours remplacer à l'identique, l'élément défectueux.*

**Veiller à bien respecter les Calibres des protections, car ceux-ci ont été calculés très précisément lors de l'installation par les techniciens compétents : bureaux d'étude, chargé de travaux....**

**NOTA : Pendant toute la durée des 3 étapes de l'intervention, le BR doit veiller à sa sécurité, celle de son exécutant et à celle des Tiers y compris du Public, s'il s'agit d'un ERP.**

### ➤ CONNEXION – DECONNEXION SOUS TENSION

Le chargé d'intervention générale **doit toujours intervenir hors tension.**

Si cette condition ne peut être réalisée ou s'il y a une obligation technique, il peut néanmoins connecter et déconnecter sous tension dans les limites suivantes :

## ➤ LIMITES :

### □ CIRCUIT DE COMMANDE ET DE CONTROLE :

La connexion/déconnexion peut se faire sous tension et sous faible charge en respectant toutes les prescriptions de sécurité notamment les EPI avec des outils isolants ou isolés...

### □ CIRCUIT DE PUISSANCE

Connexion/ déconnexion : toujours hors charge

**OBLIGATION** de respecter les limites suivantes :

- Section maximale des conducteurs : CU = 10 mm<sup>2</sup>  
AL= 16 mm<sup>2</sup>
- Dispositif de protection maximale : Continu : 32 A  
Alternatif : 63 A
- Tension maximale : Continu : 750 V  
Alternatif : 500 V

 **INTERDICTION** d'intervenir au-delà de ces limites car les opérations deviennent des TST (Travaux Sous Tension)

- ✓ Ne connecter ou déconnecter qu'un **câble sous tension** à la fois,
- ✓ Poser un capuchon isolant, immédiatement après avoir connecté ou déconnecté le conducteur, **avant** d'opérer sur un 2<sup>ème</sup> conducteur sous tension.
- ✓ Connecter et déconnecter très rapidement (pour éviter l'arc électrique)
- ✓ Ne déconnecter jamais le Neutre PEN (dans le schéma TNC) qui est commun au circuit de protection, sans avoir préalablement réalisé une dérivation pour écouler les courants de défaut.

## ➤ EQUIPEMENT DU BR

Identique à l'équipement du BS (page 81), complété par le dispositif de Mise à la Terre et en court-circuit (Malt + CC).

## 4. Opérations spécifiques, BE Manoeuvre

### DEFINITION

Une manœuvre est une opération d'ordre électrique qui consiste à modifier l'état électrique d'une installation/ouvrage.

Il existe 3 types de Manœuvre :

- Manœuvre d'exploitation,
- Manœuvre de consignation,
- Manœuvre d'urgence

Les personnels qui ne réalisent exclusivement que ces types d'opérations (sans réaliser des opérations d'ordre électrique telles que les interventions ou travaux) doivent être habilités BE Manœuvre.

#### ❖ MANŒUVRE D'EXPLOITATION

Par exemple :

- Réarmer un différentiel, un magnétothermique,
- Changer un fusible,
- Brancher ou débrancher un équipement,
- Réarmement d'un relais de protection moteur.
- Mise en marche ou arrêt d'un équipement

### 2 types de situations pour l'opérateur

#### 1<sup>ère</sup> Situation pour l'opérateur

**Si les 3 conditions suivantes sont respectées.**

- L'appareillage à manœuvrer n'est pas situé dans un local ou armoire réservé aux électriciens,
- Tous les risques électriques ont été éliminés par construction (IP 2X au minimum) en BT,
- L'opérateur est formé pour ce type de manœuvre sur l'appareillage concerné,

 **L'opérateur n'a pas besoin d'habilitation**

#### 2<sup>ème</sup> Situation pour l'opérateur

L'appareillage à manœuvrer est en zone 4, c'est à dire zone de voisinage renforcé (- 30 cm en BT) des pièces nues sous tension.

L'opérateur doit être formé pour rentrer dans cette zone 4.

Il doit respecter toutes les exigences de sécurité.

 **Il doit être habilité BE manœuvre**

Pour cette habilitation, il n'est pas nécessaire que la personne soit compétente en électricité.

Le **BE manœuvre** doit être désigné par son Employeur, ou le Chargé d'exploitation électrique,

Avant l'opération, il doit procéder à l'analyse du risque.

Assurer sa sécurité et celle des tiers par tous les moyens qui découlent de l'analyse du risque électrique : protection collective et individuelle, balisage, etc...

Pour rentrer en zone 4, le BE manœuvre doit obligatoirement respecter l'IPS (Instruction Permanente de Sécurité) et revêtir la tenue de travail et les EPI définis.

**Tenue vestimentaire**

- Tissus non-propagateurs de la flamme,
- Pas d'inserts métalliques (fermeture, boutons...)
- Pas de porte-clés, mousqueton à la ceinture...
- Pas de chaîne de cou, bracelets..
- Toutes les parties du corps recouvertes (pas de bras nus...)



**EPI**

- Ecran facial anti UV,
- Gants isolants, classe 00



**EPC**

- Tapis isolant



**IMPORTANT** : Le BE Manœuvre ne peut agir que sur l'autorisation expresse du chef d'établissement ou du chargé d'exploitation électrique ou d'un responsable dûment accrédité

**!** **NE JAMAIS MANŒUVRER** face à l'appareil de coupure ( risque d'explosion dû à un court-circuit résultant d'une rupture de pièce à l'intérieur de l'appareil lors de la manœuvre)

❖ **MANŒUVRES DE CONSIGNATION**

Seules les personnes habilitées BC peuvent réaliser des manœuvres de consignation pour autrui.

La personne habilitée BE Manœuvre ne peut réaliser que la 1<sup>ère</sup> opération de la consignation sur ordre du chargé de consignation BC : c'est-à-dire la **SÉPARATION**

❖ **MANŒUVRES D'URGENCE**

(Hors manœuvres sur dispositifs d'urgence homologués)

Toute personne peut effectuer une manœuvre d'urgence en cas d'accident ou de sinistre. Cette personne doit être formée pour ce type de situation, ce qui inclut qu'elle possède une habilitation en fonction de la zone où elle va intervenir.

## 5. Opérations sur installations photovoltaïques BP

INFORMATION DE LA REDACTION D'IMEXCO : pour mieux appréhender les risques électriques sur les installations photovoltaïques, les stagiaires en formation aux habilitations BP et BR option photovoltaïque peuvent, s'ils le souhaitent, se référer au cahier Tome VIII « Le Photovoltaïque » dans la collection « Les cahiers didactiques d'IMEXCO ». Ce cahier peut vous être fourni gratuitement en format « PDF » pendant le stage sur simple demande au formateur.

### RISQUE D'ÉLECTROCUTION

➔ C'est le risque le plus important.



**Danger de mort, car les tensions des panneaux PV sont comprises entre 250 et 800 volts continu en sortie de champ, chaque panneau délivrant une tension entre 12 et 100 volts continu avec une intensité comprise entre 5 et 10 A, et une température d'une centaine de degré en plein soleil.**

Le problème vient du fait que l'on ne peut pas arrêter la production d'électrons (donc d'électricité), tant que les cellules sont frappées par les photons de la lumière !

Sur une installation photovoltaïque, on réalise des opérations d'ordre non électrique et d'ordre électrique telles que :

- Connexion – déconnexion de câble
- Sectionnement de câble
- Manipulation de module
- Pose d'écran opaque
- Opérations d'ordre non-électrique dans l'environnement
- Nettoyage de panneaux
- Mesurage
- Mancœuvre
- Essais

### PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES DE SÉCURITÉ

- Utiliser les EPI et EPC adaptés
- Travailler toujours (sauf impossibilité) sur circuit ouvert : une installation photovoltaïque est dite ouverte si la partie en courant continu qui relie tous les panneaux est séparée de l'onduleur
- Travailler toujours sur l'installation hors charge
- Être très attentif aux courts-circuits

**!! ATTENTION !! Les panneaux sont toujours sous tension par la production de photons (sauf la nuit)**

Tous les opérateurs doivent être habilités :

BP : pour effectuer des « opérations élémentaires chaîne PV » uniquement sur une installation initiale chaîne PV

BR mention chaîne PV : pour effectuer des interventions générales sur chaîne PV

### ➤ INTERVENTIONS BT ÉLÉMENTAIRES CHAINE PV : HABILITATION BP :

- Manipulation de modules photovoltaïques : risque d'électrisation si un câble à son extrémité n'est pas isolé ou dégradé et sous la responsabilité d'un habilité BR mention chaîne PV
- Mise en place d'écran opaque, nettoyage des verres en tant qu'exécutant sous la direction et la présence du BR mention chaîne PV

➤ **INTERVENTIONS BT GENERALES SUR INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE :  
HABILITATION BR MENTION CHAINE PV :**

- Opérations de connexion – déconnexion
- Opérations de sectionnement

**!! Travailler obligatoirement sur une installation HORS CHARGE et sur CIRCUIT OUVERT (sauf impossibilité) !!**

**!! Si la tension d'alimentation est supérieure à 750 V CC ou de courant assigné égal ou supérieur à 32 A, il faut obligatoirement travailler hors tension ou utiliser des connecteurs au minimum IP2X !!**

□ **PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES DE SÉCURITÉ**

- Déetecter les courants de défauts,
- Faire très attention à la confusion des polarités qui peuvent mettre les modules en court-circuit,
- Poser des écrans opaques,
- Ne pas entrer en contact avec un élément de l'installation sans besoin,
- Ne pas marcher ou poser des objets sur un élément photovoltaïque,

En cas d'impossibilité,

Si  $U \geq 60$  V CC : prendre les mesures complémentaires de sécurité imposées par l'analyse du risque.

➤ **OPÉRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE :**

Les travaux d'ordre non électrique dans l'environnement de la partie en courant continu de l'installation PV doivent être réalisés en suivant les prescriptions de sécurité des canalisations isolées (voir pages 66 – 67) et plus particulièrement :

- Ne pas entrer en contact avec un élément de l'installation sans besoin,
- Ne pas marcher ou poser des objets sur un élément,
- Signaler au responsable de l'établissement toute atteinte, ou détérioration pendant les travaux.

**NOTA :**

Dispense d'habilitation si :

- Manipulation d'un module PV de tension  $U_{0CSTC}$  inférieur à 60Vcc
- ou
- Manipulation de modules avec l'extrémité des câbles de liaison IP2X ou IP4X si exposés aux intempéries
- ou
- Connecteurs débrochables conformes à la norme 62852 : 2015 + A1 2020

L'opérateur doit être néanmoins formé aux risques électriques

**LEXIQUE :**

U<sub>0C</sub> : tension en circuit ouvert

STC : « standard test conditions » en laboratoire

UMPP : tension maximale

ICC : intensité court-circuit

## 6. Opérations sur batteries stationnaires

**NDRL :** les batteries sur véhicules et engins sont exclues et analysées dans la Norme NF C 18-550 ainsi que les batteries concernant les ouvrages électriques.

### ➤ MANUTENTION

Toute manutention de batteries aux bornes non protégées est interdite.

Pose de protections adaptées obligatoirement.

Pour la pose de protections et la manutention

3 cas se présentent :

- Batterie  $U \leq 60$  → Opérateur formé et  $C \leq 50\text{Ah}$
- Batterie  $U \leq 60 \text{ V}$  → Opérateur habilité B1V ou BR selon la nature des opérations et  $U \leq 275 \text{ Ah}$
- Batterie  $U > 60 \text{ V}$  → Opérateur habilité B1T ou  $C > 275 \text{ Ah}$

### ➤ NETTOYAGE DES BATTERIES

#### 1° Nettoyage du corps de la batterie

Pas de bornes nues accessibles

Opérateur formé, mais pas obligatoirement habilité

Pièces nues accessibles

La protection des pièces nues préalablement au nettoyage doit être réalisé selon les conditions suivantes :

3 cas se présentent :

- Batterie  $U \leq 60$  → Opérateur formé et  $C \leq 50\text{Ah}$
- Batterie  $U \leq 60 \text{ V}$  → Opérateur habilité B1V ou BR selon la nature des opérations et  $U \leq 275 \text{ Ah}$
- Batterie  $U > 60 \text{ V}$  → Opérateur habilité B1T ou  $C > 275 \text{ Ah}$

## 2° Nettoyage des bornes de la batterie

Le nettoyage doit être réalisé selon les conditions suivantes :

- $U \leq 60 \text{ V}$  et  $C \leq 50 \text{ Ah}$

section conducteurs cuivre  $\leq 10 \text{ m}^2$  Cu ou  $16 \text{ m}^2$  Al  $\rightarrow$  Opérateur formé

- $U \leq 60 \text{ V}$  et  $C \leq 275 \text{ Ah}$

sections conducteurs  $\leq 10 \text{ m}^2$  Cu ou  $16 \text{ m}^2$  Al  $\rightarrow$  Opérateur habilité BR

sections  $U > 60 \text{ V}$  ou  $C > 275 \text{ Ah}$

conducteurs  $> 10 \text{ m}^2$  Cu ou  $16 \text{ m}^2$  Al  $\rightarrow$  Opérateur B1T ou B1N

On ne doit découvrir qu'une borne à la fois pour la nettoyer après avoir préalablement protégé l'autre borne.

### ➤ OPERATIONS DE CONNEXION - DECONNEXION

Connexion et déconnexion toujours hors charge.

3 caractéristiques à vérifier avant toute opération :

- Section des conducteurs
- Voltage de la batterie U
- Capacité de la batterie exprimée en Ampères X heure : Ah

#### 1°) Cas : la connectique est IP2X

- $U \leq 750 \text{ Volts}$   $\rightarrow$  Opérateur formé (pas d'habilitation nécessaire)
- $U > 750 \text{ Volts}$   $\rightarrow$  Opérateur B1 au minima

#### 2°) Cas : la connectique n'est pas IP2X

- $U \leq 60 \text{ V}$  et  $C \leq 50 \text{ Ah}$

section conducteurs cuivre  $\leq 10 \text{ m}^2$  Cu ou  $16 \text{ m}^2$  Al  $\rightarrow$  Opérateur formé

- $U \leq 60 \text{ V}$  et  $C \leq 275 \text{ Ah}$

sections conducteurs  $\leq 10 \text{ m}^2$  Cu ou  $16 \text{ m}^2$  Al  $\rightarrow$  Opérateur habilité BR

- $U > 60 \text{ V}$  ou  $C > 275 \text{ Ah}$

sections conducteurs  $> 10 \text{ m}^2$  Cu ou  $16 \text{ m}^2$  Al  $\rightarrow$  Opérateur B1T ou B1N

### ➤ CONTRÔLES

Les contrôles qui ne relèvent pas que d'une inspection visuelle doivent être exécutés en respectant les prescriptions de sécurité dans le voisinage renforcé ou le voisinage simple par des opérateurs dûment habilités.

Lorsqu'il y a contrôle de l'électrolyte, s'il y a des pièces nues sous tension, c'est un habilité B1V ou BR qui devra mettre en place préalablement les protections adéquates.

## **CHAPITRE X**

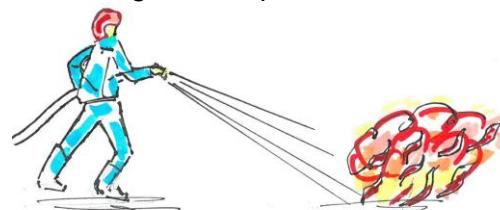
# **INCENDIES ET ACCIDENTS D'ORIGINE ELECTRIQUE**



## INCENDIE SUR INSTALLATIONS/OUVRAGES

En cas d'incendie, sur une installation /ouvrage électrique ou dans son voisinage, il faut :

- Donner l'alarme
- Combattre le feu.



### PREScriptions GENERALES

Mettre hors tension l'appareil en feu et éventuellement toute l'installation,

- Se munir de moyen de protection contre les gaz toxiques,
- Fermer les ouvertures,
- Ouvrir les exutoires de fumées,
- Combattre le feu à l'aide des dispositifs d'extinction sur place.

#### En HT,

Seule une personne qualifiée peut mettre HORS tension l'installation /ouvrage en feu.

#### Extincteurs :

##### 1) à neige carbonique CO2

- Attaquer directement la base des flammes

##### 2) à eau pulvérisée

- Rabattre lentement le jet de pulvérisation sur la base des flammes

 **Attention, les jets bâtons sont interdits,**

**utiliser obligatoirement un diffuseur NFS-61-620**

##### 3) à poudre

- Attaquer le feu à la base des flammes, afin de les étouffer



## □ PRESCRIPTIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES EXTINCTEURS

Distance minimale entre l'extincteur et les parties actives de l'ouvrage :

- Ouvrages BT 0,5 mètre
- Ouvrages HT jusqu'à 20 kV inclus 1 mètre
- Ouvrages compris entre 20 kV exclus et 50 kV inclus 2 mètres

#### Pour les ouvrages au-delà de 50 kV,

- l'utilisation des extincteurs n'est autorisée que dans le cas où l'on est certain que la partie d'ouvrage sinistrée est hors tension, sans qu'elle soit obligatoirement consignée et sans être tenu de vérifier l'absence de tension.

#### Pour les interventions sur incendie panneaux photovoltaïques :

- Toute l'installation de la partie « continu » est en classe II, mais en cas d'incendie, il y a des risques importants d'arcs électriques, car les isolants fondent à la chaleur.
- De plus, les câbles de liaison à la terre sont très souvent endommagés, ce qui a pour conséquence de mettre sous tension (jusqu'à 800 Volts), selon les installations, les châssis ou les rails.
- Ainsi en projetant de l'eau avec la lance ou lors de travaux de déblaiement, il y a un risque important d'électrocution.

## **CHAPITRE XI**

**CONDUITE A TENIR**

**EN CAS D'ACCIDENTS**

## RESPECTER LA TRILOGIE : P. A. S.



## P = PROTEGER

Un accident électrique peut survenir en basse tension (BT) et en haute tension (HT), voir les définitions p. 31 et 32

## DIFFÉRENTS TYPES D'ACCIDENTS :

Les différents types d'accidents, de risques électriques et les moyens de protection sont explicités p.38 à 39.

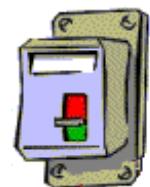
## CONDUITE A TENIR :

**Protéger, c'est supprimer tout danger et s'assurer qu'il n'existe aucun risque persistant.**

**Il faut surtout éviter les suraccidents.**

Lorsqu'il y a une victime électrisée,

- ❖ **Il faut protéger**
  - La victime
  - Soi-même
  - L'entourage



**❖ Par suppression de la cause de l'accident :**

Par exemple

- **en coupant le courant** à l'aide d'un système de coupure accessible sans risque : coupure d'urgence (interrupteur, disjoncteur ou tout simplement en débranchant la prise de courant ou en retirant les fusibles),

- **en écartant** l'électrisé de la source de tension avec une perche ou un manche à balai en bois, tout en s'isolant si possible du sol.



Il faut également penser à se protéger soi-même pour éviter d'être électrisé à son tour.

**→ Le secours à l'électrisé ne tolère aucun retard**



## A = ALERTER

**Interdire toute proximité avec la victime en attendant les secours médicalisés de l'entreprise ou externes en composant (appel gratuit)**

**le 15 (SAMU) ou le 18.**

**le 112 est un numéro unique européen  
interconnecté avec les services de secours**

**En précisant :**

- le lieu de l'accident
- la nature de l'accident (électrisation, chutes, brûlures)
- le nombre de victimes et leur état apparent si possible
- les risques particuliers (victimes sur échafaudage, sur poteau...)
- en donnant la qualité de l'intervenant (s'il y en a un) effectuant le premier secours

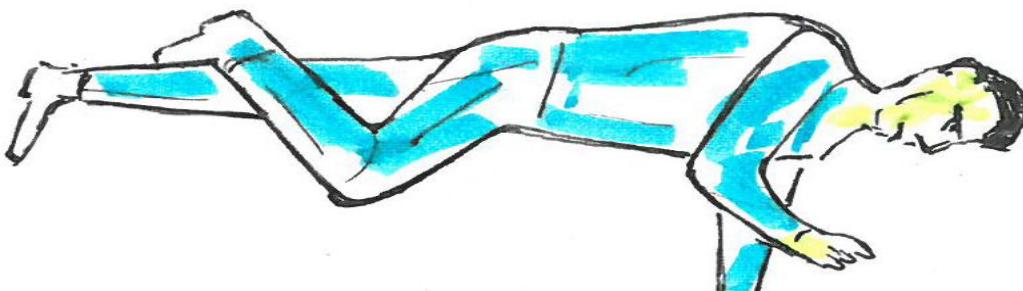


**S = SECOURIR**

- ❖ **Avant de secourir, il faut faire un bilan de l'accidenté :**
- **Si la victime ne respire plus,**  
il faut immédiatement réaliser une réanimation cardio-pulmonaire RCP



- **Si la victime est inconsciente, mais respire,**  
il faut la mettre en position latérale de sécurité (PLS).



- ❖ **Toute personne victime d'une électrisation doit obligatoirement et immédiatement après l'accident, procéder à tous les examens nécessaires.**

Dans le cadre d'un accident du travail d'origine électrique, il convient de se référer à l'arrêté du 14 Février 1992, concernant les premiers soins à donner aux victimes d'accidents électriques que nous pouvons résumer par :

### P. A. S. : Protéger, Alerter, Secourir

#### □ TRAVAUX EN FOUILLES : endommagement d'une canalisation isolée enterrée

#### RESPECTER LA REGLE DES 4 A :

- **Arrêter la manœuvre et dégager l'outil ou l'engin de la canalisation**
- **Alerter les secours et/ou l'exploitant**
- **Aménager un périmètre de sécurité**
- **Accueillir les secours en leur précisant la canalisation endommagée**

## ANNEXES

### ATTESTATION DE MISE HORS TENSION N°

A la demande du :

Chargé d'exploitation       Chargé de chantier (l'Opérateur)

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

Le Chargé de consignation :

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

Certifie qu'il a mis hors tension l'installation suivante :

.....

.....

afin que l'Opérateur puisse réaliser les opérations précisées ci-dessous :

.....

.....

après avoir pris obligatoirement des mesures compensatoires de sécurité, car la mise hors tension ne garantit pas à elle seule la sécurité de l'opérateur.

Attestation délivrée le ..... à ..... h ..... min .....

Le Chargé de consignation

L'Opérateur

Signature

Signature

### ATTESTATION DE CONSIGNATION POUR TRAVAUX N°

A la demande du :

Chargé d'exploitation       Chargé de chantier (l'Opérateur)

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

Le Chargé de consignation :

Nom ..... Fonction : ..... Habilitation .....

Certifie qu'il a réalisé la consignation sur l'installation suivante :

.....

.....

afin que l'Opérateur puisse réaliser les opérations précisées ci-dessous :

.....

.....

L'Opérateur doit considérer que toutes les installations électriques à l'extérieur de l'emplacement désigné ci-dessus sont restées sous tension.

Observations particulières

.....

Avis de fin de travail au plus tard le ..... à ..... h ..... min

Attestation délivrée le ..... à ..... h ..... min

Le Chargé de consignation

L'Opérateur

Signature

Signature

# ANNEXES

## CERTIFICAT POUR TIERS N°

A la demande

du Chargé de chantier

Nom ..... Prénom ..... Fonction .....

d'un Tiers

Nom ..... Prénom ..... Fonction .....

Le Rédacteur de ce certificat, CERTIFIE :

Avoir consigné

Avoir mis hors tension

L'installation électrique suivante : .....

Toute autre installation que celle précisée ci-dessus est considérée comme étant sous tension.

Si dans le périmètre autorisé l'Opérateur travaille au voisinage de pièces nues sous tension, il devra respecter les prescriptions suivantes : .....

Instructions complémentaires :

Certificat délivré le..... à ..... h ..... min .....

Le Rédacteur

L'Opérateur

Signature

Signature

## AUTORISATION DE TRAVAIL N°

Le Rédacteur de cette autorisation : Nom ..... Fonction .....

Autorise

Le Chargé d'opération : Nom ..... Fonction ..... Habilitation .....  
à réaliser les opérations suivantes : .....

Emplacement des opérations à effectuer .....

L'Opérateur doit considérer que les installations électriques à l'extérieur de l'emplacement désigné ci-dessus sont restées sous tension.

Si dans le périmètre autorisé l'Opérateur travaille au voisinage de pièces nues sous tension, il devra respecter les prescriptions suivantes : .....

Instructions complémentaires :

Attestation délivrée le..... à.....h ..... min .....

Signature

Signature

Le Rédacteur de cette autorisation

Le Chargé d'opération

## AVIS DE FIN DE TRAVAIL N°

L'Opérateur : Nom ..... Fonction ..... Habilitation .....

### AVISE

Le Rédacteur de l'autorisation de travail :

Nom ..... Fonction ..... Habilitation .....

que les opérations aux lieux et emplacements désignés sont terminés le ..... à .....h ....mn, que le personnel a été informé de la fin du travail, rassemblé avec interdiction de revenir sur les lieux du travail.

**Observations particulières** .....

L'Opérateur  
Signature

Le Rédacteur de l'autorisation  
Signature

## INSTRUCTIONS DE SECURITE :

Objet : fiche établie par l'employeur qui précise les conditions de travail pour respecter les prescriptions de sécurité.

Cette fiche doit préciser pour le type d'opération à réaliser :

- Les personnes autorisées, habilitées ou non
- Les mesures de prévention collectives à mettre en place (balisage, marquage, écrans...)
- Les mesures de prévention individuelles :
  - Les EPI éventuellement
  - Le type d'outillage à utiliser en priorité
  - Le contrôle du port des EPI éventuellement
- Le protocole de l'opération
- Cette IS peut être établie individuellement ou non, orale ou écrite, ponctuelle ou permanente, en fonction de l'opération proprement dite.

Exemple d'une IS (instructions de sécurité)

### INSTRUCTIONS DE SECURITE

### REEMPLACEMENT D'UN DISJONCTEUR DPN DANS UNE ARMOIRE ELECTRIQUE

- Personnel autorisé : habilité BR, B1(V) sous la conduite d'un B2(V)
- Vérifier l'autorisation de travail
- Vérifier le domaine de tension
- Protection collective :

Avant l'ouverture de la porte de l'armoire, mettre en place un balisage avec pancarte d'avertissement de danger

- Protection individuelle :

Utiliser les EPI suivants : gants isolants, tapis isolant, nappe isolante, écran facial

N'utiliser que des outils isolants ou isolés et des appareils de mesure à pointes protégées

- **Protocole de l'opération :**

Avant toute opération de remplacement du DPN : consigner (BR) ou contresigner l'attestation de consignation (B2V), soit de toute l'armoire, soit de la partie intéressée de l'armoire

- A la fin de l'opération, rassembler le personnel en un point convenu
- Rédiger l'avis de fin de travail