

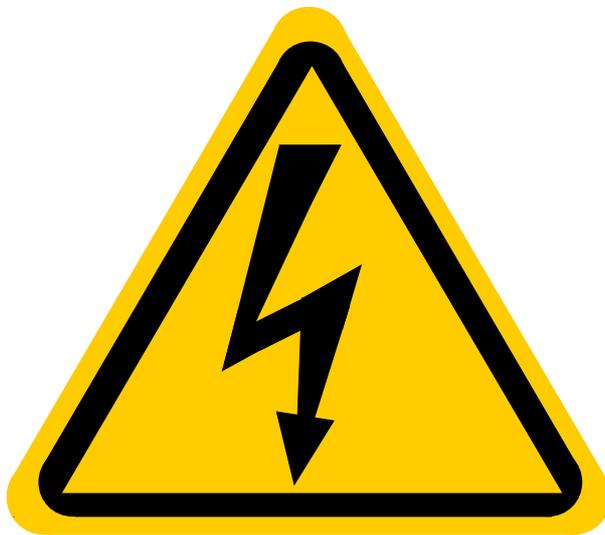


**Lycée Grandmont TOURS**  
**GOUDEAU B., MAHUTEAU G., PONT P.**

# **FORMATION A OPERER EN SECURITE SUR UN OUVRAGE ELECTRIQUE**

**Module BASSE TENSION**

**Habilitations B1, B2, BR et BC**



**Danger électrique**

Septembre 2003  
**SOMMAIRE**

<b>GENERALITES</b> .....	<b>4</b>
<b>1 - RAPPELS</b> .....	<b>5</b>
1.1 - Electricité .....	5
1.2 - Définitions .....	6
1.3 - Réglementation, normalisation, recommandations .....	8
<b>2 - DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE</b> .....	<b>9</b>
2.1 - Domaines de tension .....	9
2.2 - Différents domaines très basse tension (TBTS, TBTP, TBTF) .....	9
2.3 - Signalisation et repérage des ouvrages électriques .....	11
2.4 - Canalisations .....	11
2.5 - Production d'énergie électrique .....	12
2.6 - Réseaux de transport et de distribution .....	13
<b>3 - EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU COURANT ELECTRIQUE</b> .....	<b>14</b>
3.1 - Statistiques des accidents du travail .....	14
3.2 - Mécanismes d'électrisation .....	14
3.3 - Le court-circuit .....	16
3.4 - L'induction .....	16
3.5 - Effets physiopathologiques .....	17
<b>4 - HABILITATION</b> .....	<b>20</b>
4.1 - Qualification et habilitation .....	20
4.2 - Obligations de l'employeur .....	20
4.3 - Différentes opérations (travaux, interventions, mesurage, etc.) .....	20
4.4 - Distances de sécurité par rapport aux pièces actives .....	22
4.5 - Zones d'environnement électrique .....	22
4.6 - Zones à risque d'explosion .....	23
4.7 - Symboles d'habilitation .....	24
4.8 - Comment habilitier une personne préalablement formée ? .....	24
4.9 - Cas particulier du surveillant de sécurité électrique .....	25
4.10 - Titres d'habilitation .....	25
<b>5 - APPAREILLAGE DE SECTIONNEMENT, COMMANDE ET PROTECTION</b> .....	<b>26</b>
5.1 - Fonction de sectionnement .....	26
5.2 - Fonction de commande .....	26
5.3 - Fonction de protection .....	26
5.4 - Fonction d'arrêt d'urgence et de coupure d'urgence .....	26
5.5 - Fonctions combinées ou multiples .....	27
5.6 - Symboles de l'appareillage .....	27
5.7 - Lecture des plans et schémas .....	28
<b>6 - PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS</b> .....	<b>31</b>
6.1 - Schémas des liaisons à la terre : TT, TN et IT .....	31
6.2 - Prises de terre, conducteurs de terre, de protection et d'équipotentialité .....	33
6.3 - Précautions à prendre lors de la mesure de la résistance d'une prise de terre .....	34
6.4 - Protection par coupure automatique .....	34
6.5 - Protection sans coupure automatique .....	34
<b>7 - PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS</b> .....	<b>35</b>
7.1 - Mesures principales de protection (mise hors de portée) .....	35
7.2 - Autres mesures de protection .....	35
7.3 - Cas particulier du contact direct avec les lignes électriques .....	36

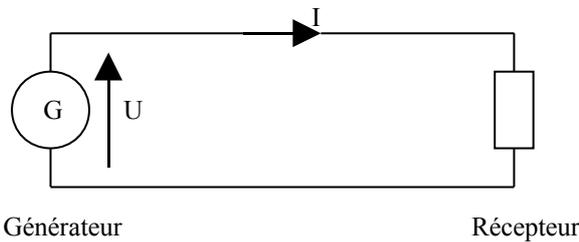
<b>8 - LE MATERIEL ELECTRIQUE</b> .....	<b>37</b>
8.1 - Définitions .....	37
8.2 - Classes de matériel .....	37
8.3 - Degrés de protection (normes NF EN 60529 et NF EN 50102) .....	38
8.4 - Influences externes (chapitre 32 de la norme NF C 15-100) .....	39
8.5 - Lampes baladeuses (NF EN 60598-2-8) .....	39
8.6 - Enrouleurs de câbles (NF C 61-420) .....	40
8.7 - Chantiers extérieurs .....	40
8.8 - Enceintes conductrices exigües .....	40
8.9 - Soudage manuel à l'arc (permis de feu) .....	41
8.10 - Fiches, prises, adaptateurs, prolongateurs .....	41
<b>9 - OPERATIONS SUR TOUT OU PARTIE D'UN OUVRAGE ELECTRIQUE</b> .....	<b>42</b>
9.1 - Locaux d'accès réservés aux électriciens .....	42
9.2 - Opérations hors tension .....	42
9.3 - Opérations au voisinage .....	43
9.4 - Opérations sous tension .....	44
9.5 - Manœuvres, mesurages, essais et vérifications .....	44
9.6 - Outils isolés à main .....	45
9.7 - Echelles, plates-formes, échafaudages mobiles .....	45
9.8 - Ponts roulants .....	47
9.9 - Matériel de protection individuel et collectif .....	47
9.10 - Consignes et documents écrits .....	49
<b>10 - INCIDENTS OU ACCIDENTS</b> .....	<b>50</b>
10.1 - Incendie d'origine électrique .....	50
10.2 - Notions de secourisme .....	51
10.3 - Enceintes confinées .....	52
10.4 - Cas particuliers des PCB et du SF6 .....	53
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>54</b>



# 1 - RAPPELS

## 1.1 - Electricité

**Tension et courant** : pour qu'un courant d'électrons puisse exister, il faut une différence de potentiel (tension) et un circuit bouclé entre les deux potentiels.



La tension décrit la différence de potentiel électrostatique entre deux points. Elle s'exprime en volts (V).

**PAR CONVENTION LE POTENTIEL ELECTRIQUE DE LA TERRE EST NUL**

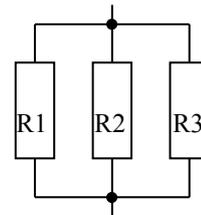
L'intensité du courant s'exprime en ampères (A). Le sens conventionnel du courant est du + vers le - à l'extérieur du générateur (sens inverse du déplacement des électrons).

**Résistor** : un résistor est un récepteur purement thermique qui transforme en chaleur toute l'énergie électrique qu'il reçoit. La grandeur physique qui caractérise le résistor est sa Résistance (R) qui s'exprime en ohms ( $\Omega$ ).

Résistor équivalent :



$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3$$



$$1/R_{\text{eq}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

**Loi d'Ohm** : la tension entre les bornes d'un résistor est égale au produit de sa résistance par l'intensité du courant qui le traverse.

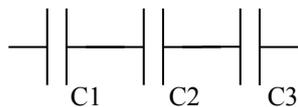
$$U = RI \quad U \text{ en volts, } R \text{ en ohms, } I \text{ en ampères.}$$

**Condensateur** : composé des deux plaques conductrices séparées par un isolant (diélectrique), il est capable d'accumuler des charges électriques. La grandeur physique qui caractérise le condensateur est sa Capacité (C) qui s'exprime en farads (F).

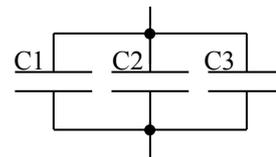
La tension aux bornes d'un condensateur est directement proportionnelle à la charge Q stockée dans le condensateur :

$$U = Q/C \quad U \text{ en volts, } Q \text{ en coulombs, } C \text{ en farads.}$$

Condensateur équivalent :



$$1/C_{\text{eq}} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$$



$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3$$

**Nota** : un condensateur, dans une installation mise hors énergie, peut conserver sa charge pendant plusieurs minutes, voire plusieurs heures.

**UN CONDENSATEUR DOIT ETRE DECHARGE AVANT D'ETRE MANIPULE**

**Bobine** : est constituée par un enroulement de fil autour d'un noyau magnétique (certaines bobines sont sans noyau magnétique). Les grandeurs physiques qui caractérisent la bobine sont son Inductance (L) qui s'exprime en henrys (H) et sa Résistance ( $R_L$ ).

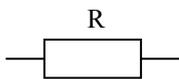
**Tension et courant efficaces** : en alternatif, la valeur efficace du courant (I) est égale à la valeur du courant continu qui provoquerait le même effet thermique en traversant un même résistor.

La tension efficace (V ou U) est égale à la valeur de la tension continue qui provoquerait le même effet thermique si on l'appliquait aux bornes d'un même résistor.

**Impédance** : en alternatif, elle permet d'exprimer les caractéristiques d'un récepteur. L'impédance est le quotient de la tension efficace qu'on impose à un récepteur passif par l'intensité efficace qui le traverse. L'impédance s'exprime en ohms ( $\Omega$ ). L'impédance provoque un déphasage angulaire  $\varphi$  entre le courant et la tension ( $\varphi$  angle de I vers U).

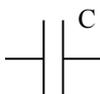
$$Z=U/I$$

Z en ohms, U en volts, I en ampères.



$$Z=R$$

$$\varphi=0$$



$$Z=1/C\omega$$

$$\varphi=-\pi/2$$



Bobine purement inductive

$$Z=L\omega$$

$$\varphi=+\pi/2$$



Bobine réelle

$$Z=\sqrt{R_L^2 + (L\omega)^2}$$

$$\varphi=\text{Arc tg}(L\omega/R_L)$$

**Loi de Joule** : en régime permanent, l'énergie électrique dissipée en chaleur par effet Joule dans un appareil est proportionnelle :  
 • à la résistance de cet appareil ;  
 • au carré de l'intensité du courant qui le traverse ;  
 • à la durée de passage de ce courant.

Energie thermique

$$W=RI^2t$$

W en joules, R en ohms, I en ampères, t en secondes.

Puissance thermique

$$P=RI^2$$

P en watts, R en ohms, I en ampères.

La loi de Joule s'applique à tous les appareils traversés par un courant électrique : les récepteurs (résistors, moteurs, lignes de distribution,...), mais aussi les générateurs de toute nature (piles, accumulateurs, alternateurs, photopiles...).

**Puissances** : trois puissances sont couramment utilisées, la puissance active (P) qui s'exprime en watts (W), la puissance réactive (Q) qui s'exprime en volts ampères réactifs (VAR) et la puissance apparente (S) qui s'exprime en volts ampères (VA).

La **puissance active** (P) exprime la puissance réellement utile. C'est elle qui est convertie en puissance thermique, mécanique,...

La **puissance réactive** (Q) exprime la puissance absorbée par des bobines pures ou fournie par des condensateurs. Dans la plupart des cas cette puissance n'est pas utilisable. Les distributeurs d'énergie en limitent la quantité en imposant  $\text{tg } \varphi \leq 0,4$  ( $\varphi$  déphasage entre le courant et la tension).

La **puissance apparente** (S) est celle que doit fournir le distributeur pour alimenter l'ensemble des récepteurs. Elle est toujours supérieure ou égale à la puissance active.

Puissances	En courant continu	En monophasé	En triphasé équilibré
Puissance active en W	$P=UI$	$P=UI\cos \varphi$	$P=UI\sqrt{3}\cos \varphi$
Puissance réactive en VAR		$Q=UI\sin \varphi$	$Q=UI\sqrt{3}\sin \varphi$
Puissance apparente en VA		$S=UI$	$S=UI\sqrt{3}$
	U tension continue I courant continu	U tension efficace I courant efficace $\varphi$ déphasage de I vers U	U tension composée efficace I courant de ligne efficace $\varphi$ déphasage de I vers V

Dans le tableau précédent : U en volts (V), I en ampères (A) et en triphasé  $\varphi$  déphasage de I vers V (tension simple).

## 1.2 - Définitions

**Ouvrages électriques** : ensembles des matériels, des appareillages, des canalisations assurant la production, la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique dans une entreprise. Un ouvrage est dit en "exploitation" dès lors qu'il est mis sous tension (en partie ou en totalité) au moins une fois, même pour essai.

**Ouvrages de distribution (Réseaux)** : ensembles de matériels (lignes aériennes, canalisations souterraines et dans les bâtiments, postes) exploités par des distributeurs d'énergie électrique (EDF, régies, etc.).

**Installations électriques** : ensembles des matériels électriques qui produisent, transforment et distribuent au moyen de canalisations fixes l'énergie électrique d'une façon globale et permanente aux divers équipements qui l'utilisent localement.

**Équipements électriques** : canalisations et appareillage (y compris les circuits de commande et de protection) des moteurs et autres appareils utilisant l'énergie électrique. Les circuits et auxiliaires BT sont considérés comme des équipements.

**Canalisations électriques** : ensembles constitués par un ou plusieurs conducteurs électriques nus ou isolés et les éléments assurant leur fixation et leur protection mécanique si elle existe.

**Locaux d'accès réservés aux électriciens** : tout volume ordinairement enfermé dans une enceinte quelconque (armoire, poste, clôture,...) et pouvant contenir des pièces nues accessibles sous tension, c'est-à-dire, par exemple, en BT celles ne présentant pas le degré de protection IP 2X ou IP XXB.

**Opérations** : comprennent les travaux hors tension ou sous tension, les interventions, les manœuvres, les mesurages, les essais, les vérifications et les opérations particulières à certains ouvrages, effectués sur les ouvrages électriques ou au voisinage de pièces nues sous tension.

**Travaux** : toute opération dont le but est de réaliser, de modifier, d'entretenir ou de réparer un ouvrage électrique. Les travaux font l'objet d'une **préparation**, soit au coup par coup, soit générale.

**Interventions** : opérations, de courte durée et n'intéressant qu'une faible étendue de l'ouvrage, réalisées sur une installation ou un équipement.

**Manœuvres** : opérations conduisant à un changement de la configuration électrique d'un réseau, d'une installation ou de l'alimentation électrique d'un équipement.

**Mesurages** : opérations nécessitant la mise en œuvre d'appareils mobiles ou portatifs et permettant le mesurage de grandeurs électriques, mécaniques, thermiques.

**Essais** : opérations permettant la vérification du fonctionnement ou de l'état correct, soit électrique, soit mécanique, d'un ouvrage (ou d'une partie d'ouvrage) restant alimenté en énergie électrique.

**Vérifications** : opérations destinées à contrôler la conformité avant mise en service d'un ouvrage aux dispositions prévues à la fois par la réglementation et la normalisation. Les vérifications sont généralement visuelles, mais certaines comprennent des phases de mesurage et/ou des essais.

**Opérations particulières** : il s'agit, d'une part des travaux dans les zones présentant des risques d'explosion, d'autre part des opérations d'entretien du domaine BT effectuées en présence de tension et concernant les batteries d'accumulateurs, les batteries de condensateurs, le réglage du matériel électrique, la rectification ou ponçage de collecteurs ou de bagues collectrices de machines tournantes, le prélèvement de diélectrique d'un transformateur, etc.

**Consignation** : c'est l'ensemble des dispositions permettant de mettre et de maintenir en sécurité (si possible par un dispositif matériel) une machine, un appareil ou une installation de façon qu'un changement d'état (remise en état de marche d'une machine, fermeture d'un circuit électrique, ouverture d'une vanne...) soit impossible sans l'action volontaire de tous les intervenants.

**Déconsignation** : c'est l'ensemble des dispositions permettant de remettre en état de fonctionnement une machine, un appareil ou une installation préalablement consigné, en assurant la sécurité des intervenants et des exploitants.

**Employeur** : personne qui, directement ou indirectement par délégation, assure la responsabilité légale dans le cadre du code du travail :  
- soit d'un établissement ou d'une entreprise à caractère industriel, commercial ou agricole,...  
- soit d'une entreprise de production ou de distribution publique d'énergie électrique.

Le terme employeur désigne la personne utilisant également les services de personnels mis à sa disposition par une entreprise de travail temporaire.

**Chargé d'exploitation** : personne désignée par l'employeur et qui a reçu délégation de celui-ci en vue d'assurer l'exploitation d'un ouvrage électrique, notamment pendant l'exécution de travaux et d'interventions sur cet ouvrage. Cette définition est plus particulièrement adaptée aux réseaux ou aux ouvrages de production publics ou aux installations étendues.

**Personne qualifiée** : personne possédant les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la bonne exécution des tâches qui lui sont confiées, mais qui peut ne pas posséder de connaissances en matière de sécurité électrique.

**Electricien** : personne reconnue par son employeur comme étant qualifiée dans le domaine électrique.

**Chef de chantier** : personne assurant sur place la direction du chantier pour des travaux non électriques. Dans le cas de travaux d'ordre électrique, le chef du chantier est appelé "chargé de travaux".

**Chargé de travaux ou chargé d'intervention** : personne désignée par son employeur pour assurer la direction effective des travaux ou des interventions et qui est chargée de prendre, ou de faire prendre, les mesures de sécurité nécessaires et de veiller à leur application. Cette personne peut aussi travailler seule ou participer aux travaux ou interventions qu'elle dirige.

**Chargé de consignation** : personne désignée par l'employeur, ou par le chargé d'exploitation, pour effectuer tout ou partie de la consignation électrique d'un ouvrage et qui est chargée de prendre, ou de faire prendre, les mesures de sécurité correspondantes.

**Chargé d'essais** : personne désignée par son employeur pour assurer la direction effective des essais et qui est chargée de prendre les mesures de sécurité nécessaires et de veiller à leur application.

**Exécutant** : personne désignée par son employeur pour effectuer des travaux, des interventions ou des manœuvres, en exécution d'un ordre écrit ou verbal, à caractère temporaire ou permanent. Ces opérations peuvent être, soit d'ordre électrique et l'exécutant doit alors posséder la qualification d'électricien correspondant au travail à effectuer, soit d'ordre non électrique et l'exécutant est soit électricien soit non-électricien.

**Surveillant de sécurité électrique** : personne possédant une connaissance approfondie en matière de sécurité électrique, désignée par son employeur pour veiller à la sécurité des personnes opérant sur un ouvrage électrique ou à son voisinage. Elle peut jouer le rôle de chef du chantier pour les travaux d'ordre non électrique.

### 1.3 - Réglementation, normalisation, recommandations

**Textes réglementaires** : la formation à opérer en sécurité sur un ouvrage électrique s'appuie sur différents documents de référence dont quelques-uns sont cités ci-dessous (la liste n'étant pas exhaustive) :

- décret n°88-1056 du 14 novembre 1988, relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques ;
- décret n°82-167 du 16 février 1982, relatif aux ouvrages de distribution d'énergie électrique ;
- arrêté du 17 janvier 1989, portant approbation d'un recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique (UTE C 18-510) ;
- norme NF C 15-100 (**norme d'application obligatoire**) : Installations électriques à Basse Tension ;
- norme NF EN 50110-1 (indice de classement C 18-501) : Exploitation des installations électriques ;
- recommandations CRAM du Centre (**C**aisse **R**égionale d'**A**ssurance **M**aladie) concernant la formation à opérer en sécurité sur un ouvrage électrique ;
- publication UTE C 18-510 : recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique.

#### **Nota :**

- Décret : décision écrite de l'exécutif, dont les effets sont analogues à ceux d'une loi. En France, elle est prise par le Président de la République ou par le Premier Ministre.
- Arrêté : décision écrite de l'exécutif, dont les effets sont analogues à ceux d'une loi. En France, elle est prise par un ministre, préfet, maire...
- Norme : la norme est un "*document établi par consensus, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats, garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné*" (extrait du Guide ISO/CEI 2). Une norme peut être rendue d'application obligatoire par décret ou arrêté.
- **Les recommandations des CRAM, plus exigeantes que les décrets ou les normes sur certains points, doivent être impérativement respectées.**

## 2 - DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

### 2.1 - Domaines de tension

Domaines de tension		Valeur de la tension nominale $U_n$ exprimée en volts	
		En courant alternatif	En courant continu lisse
Très basse tension (TBT)		$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
Basse tension (BT)	domaine <b>BTA</b>	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
	domaine <b>BTB</b>	$500 < U_n \leq 1\ 000$	$750 < U_n \leq 1\ 500$
Haute tension (HT)	domaine <b>HTA</b>	$1\ 000 < U_n \leq 50\ 000$	$1\ 500 < U_n \leq 75\ 000$
	domaine <b>HTB</b>	$50\ 000 < U_n$	$75\ 000 < U_n$

**Tension nominale** : elle est exprimée en valeur efficace pour tous les courants autres que les courants continus lisses.

**Courant continu lisse** : il faut entendre, un courant dont le taux d'ondulation ( $U$  efficace de l'ondulation /  $U$  moyen de la grandeur) n'est pas supérieur à 10 % en valeur efficace et dont la variation crête à crête ne dépasse pas 15 % de la valeur moyenne. Pour les autres courants continus les valeurs des tensions nominales sont les mêmes que pour l'alternatif.

- Nota** : - les **installations électriques** de toute nature sont **classées** en fonction de la plus grande des **tensions** nominales, existant aussi bien entre deux quelconques de leurs conducteurs qu'entre l'un d'eux et la terre ;
- en régime normal, la plus grande des tensions existant entre deux conducteurs actifs ou entre un conducteur actif et la terre ne doit pas excéder la tension nominale de plus de 10 %.

### 2.2 - Différents domaines très basse tension (TBTS, TBTP, TBTF)

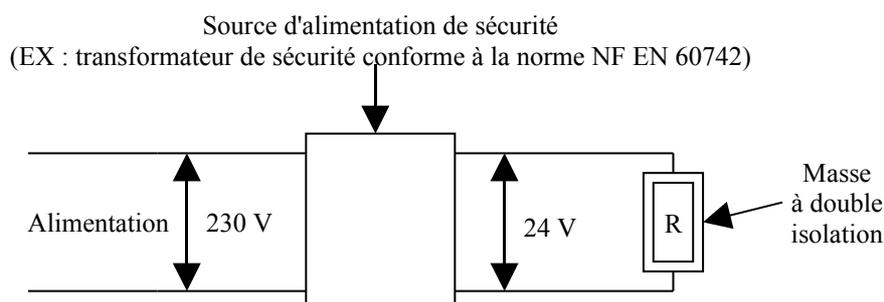
Les dénominations TBTS, TBTP, TBTF désignent les trois catégories des installations du domaine très basse tension en fonction des caractéristiques des matériels utilisés ainsi que du mode des liaisons à la terre de leurs parties actives :

- la très basse tension de sécurité (en abrégé TBTS) ;
- la très basse tension de protection (en abrégé TBTP) ;
- la très basse tension fonctionnelle (en abrégé TBTF).

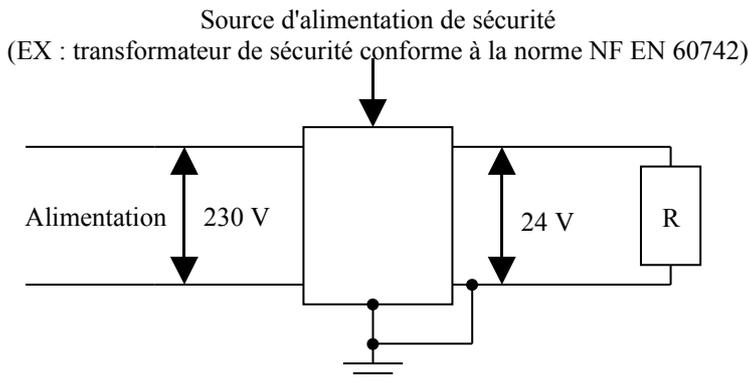
En dehors des valeurs réputées non dangereuses des tensions mises en jeu, le principe essentiel de sécurité des installations TBTS et TBTP réside dans les caractéristiques de la séparation entre les parties actives d'une installation TBTS ou TBTP et celles de toute autre installation.

**TBTS** : la TBTS est obtenue à partir de sources d'alimentation de sécurité (transformateur de sécurité conforme à la norme NF EN 60742 (C 52.742) ou source totalement autonome : accumulateurs, piles, groupe moteur - générateur...), possédant des canalisations électriques indépendantes et présentant des dispositions séparatives de construction pour les parties actives et aucune liaison électrique avec la terre ou avec un conducteur de protection. La valeur de la tension ne devant pas dépasser celles indiquées dans le tableau suivant :

Type de locaux	Tension maximum autorisée en volts	
	En alternatif	En courant continu lisse
Secs	50	120
Mouillés	25	60



**TBTP** : la différence avec la TBTS réside dans la présence d'une liaison entre une partie active et la terre, du côté utilisation (toutes les autres règles de construction et les tensions maximums étant identiques).



**TBTF** : les installations du domaine TBT qui ne peuvent être classées en TBTS ou en TBTP.

**Précautions à prendre en TBT :**

Si l'installation est classée en TBTP avec des tensions inférieures ou égales à la moitié des valeurs indiquées dans le tableau précédent ou si l'installation est classée en TBTS, aucune précaution n'est à prendre vis-à-vis des risques d'électrisation, toutefois il y a lieu de se prémunir des risques de courts-circuits et de brûlures.

**En TBTP avec des tensions supérieures à la moitié des valeurs indiquées dans le tableau précédent, et en TBTF ou lorsqu'il y a incertitude sur la nature de la TBT, toutes les règles de la BT doivent être appliquées.**

	En alternatif		En courant continu lisse		Risques d'électrisation
	Locaux secs	Locaux mouillés	Locaux secs	Locaux mouillés	
<b>TBTS</b>	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 25 \text{ V}$	$U \leq 120 \text{ V}$	$U \leq 60 \text{ V}$	NON
<b>TBTP</b>	$U \leq 25 \text{ V}$	$U \leq 12 \text{ V}$	$U \leq 60 \text{ V}$	$U \leq 30 \text{ V}$	NON
	$25 \text{ V} < U \leq 50 \text{ V}$	$12 \text{ V} < U \leq 25 \text{ V}$	$60 \text{ V} < U \leq 120 \text{ V}$	$30 \text{ V} < U \leq 60 \text{ V}$	OUI * par contacts directs
<b>TBTF</b>	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 120 \text{ V}$	$U \leq 120 \text{ V}$	OUI * par contacts directs et par contacts indirects

\* Toutes les règles de sécurité du domaine BT doivent être appliquées.

**Tension maximum à mettre en oeuvre en TBTS et TBTP pour qu'il n'y est pas de risque d'électrisation :**

Du tableau précédent on en déduit les deux tableaux suivants :

**En TBTS**

Type de locaux	Tension maximum à mettre en oeuvre en volts	
	En alternatif	En courant continu lisse
Secs	50	120
Mouillés	25	60

**En TBTP**

Type de locaux	Tension maximum à mettre en oeuvre en volts	
	En alternatif	En courant continu lisse
Secs	25	60
Mouillés	12	30

### 2.3 - Signalisation et repérage des ouvrages électriques

Les ouvrages électriques doivent être signalés par une affiche, pancarte pour avertir du danger électrique. Ces affiches et pancartes doivent être conformes à l'arrêté du 4 novembre 1993 et à la norme NF X 08-003.

*Exemple :*



### 2.4 - Canalisations

**Canalisation électrique :** ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques nus ou isolés et les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique (câbles multiconducteurs, ensemble de conducteurs isolés sous conduit, ensemble de câbles monoconducteurs sur chemin de câbles ou tablettes, canalisations préfabriquées, canalisations enterrées).

**Conducteur isolé :** ensemble comprenant l'âme, son enveloppe isolante et ses écrans éventuels. Section normalisée en mm<sup>2</sup> : 0,5 - 0,75 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10 - 16 - 25 - 35 - 50 - 70 - 95 - 120 - 150 - 185 - 240 - 300...

**Câble :** ensemble constitué par :

- un ou plusieurs conducteurs isolés ;
- leur revêtement individuel éventuel ;
- la protection d'assemblage éventuelle ;
- le ou les revêtements de protection éventuels.

Il peut comporter en plus un ou plusieurs conducteurs non isolés.

**Dénomination des conducteurs et câbles :** voir brochure UTE "LE PETIT FORMULAIRE DE L'INSTALLATEUR ELECTRICIEN".

**Conducteur actif :** conducteur normalement affecté à la transmission de l'énergie électrique, tel que les conducteurs de phase et le conducteur neutre en courant alternatif, les conducteurs positif, négatif et le compensateur en courant continu.

<b>LE PEN N'EST PAS CONSIDÉRÉ COMME UN CONDUCTEUR ACTIF</b>
---

**Conducteur de protection (PE ou PEN) :** conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement des parties suivantes :

- masses ;
- éléments conducteurs ;
- borne principale de terre ;
- prise de terre ;
- point de mise à la terre de la source d'alimentation ou point neutre artificiel.

La norme **NFC 15-100** fixe la section minimale  $S_{PE}$  (ou  $S_{PEN}$ ) du conducteur de protection en fonction de la section  $S_A$  des conducteurs actifs.

Exemple : pour des conducteurs actifs en Cu et un conducteur de protection PE en Cu.

Section du conducteur actif	Section du PE
$S_A \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{PE} = S_A$
$16 \text{ mm}^2 < S_A \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$
$S_A > 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} \geq S_A / 2$

**Conducteur d'équipotentialité :** conducteur de protection assurant une liaison équipotentielle.

**Liaison équipotentielle :** liaison électrique spéciale mettant au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et des éléments conducteurs.

**Conducteur d'équipotentialité principal :** liaison équipotentielle principale concernant le bâtiment et reliant entre eux les éléments suivants :

- la borne principale de terre ;
- toutes les canalisations métalliques d'alimentation en eau, gaz, chauffage...

Sa section doit être au moins égale à la moitié de la section du plus grand conducteur de protection avec un minimum de 6 mm<sup>2</sup>. Toutefois elle peut être limitée à 25 mm<sup>2</sup> Cu ou 35 mm<sup>2</sup> Al.

**Conducteur d'équipotentialité supplémentaire** : il permet de raccorder un élément conducteur, éloigné du conducteur d'équipotentialité principal, à un conducteur de protection proche. Sa section sera au moins égale à celle du PE le plus petit, avec un minimum de 2,5 mm<sup>2</sup> s'il est protégé mécaniquement et de 4 mm<sup>2</sup> s'il n'est pas protégé mécaniquement.

**Signalisation des canalisations enterrées** : toute canalisation doit être signalée par un **DISPOSITIF AVERTISSEUR** inaltérable placé au minimum à 10 cm au-dessus d'elle.

Ces canalisations enterrées sont de type isolé et dont l'enveloppe extérieure (gaine ou conduit de protection) est en contact direct avec la terre.

Le tracé des canalisations dans le sol doit être relevé sur un plan qui permette de connaître leur emplacement sans avoir à faire une fouille.

Couleurs conventionnelles des dispositifs avertisseurs

Couleur du dispositif	Canalisations enterrées
Rouge	Electricité
Jaune	Gaz
Vert	Télécommunication
Bleu	Eau sous pression
Marron	Eaux usées

Ouvrages courants

Couleur du dispositif	Canalisations enterrées
Bleu	S.N.C.F.
Marron	Métro
Marron	Chauffage urbain
Blanc	Téledistribution
Orange et Vert	Téledistribution

Ouvrages particuliers

## 2.5 - Production d'énergie électrique

**Energie primaire et secondaire** : on distingue deux formes d'énergie :

- énergie primaire : c'est l'énergie brute avant transformation. On la trouve dans la nature sous forme de charbon, de gaz, de pétrole, d'uranium, de chutes d'eau ;
- énergie secondaire : c'est l'électricité qui est obtenue à partir des énergies primaires.

**Production pour l'année 2001** : (1 TWh = 10<sup>12</sup> Wh = 10<sup>9</sup> kWh)

Type de centrales	Energie primaire	Puissance installée	Production	Part de production
Nucléaires	Uranium	62 400 MW	401 TWh	83 %
Hydrauliques	Chute d'eau	23 300 MW	59 TWh	15 %
Thermiques	Charbon, gaz, fuel	17 200 MW	16 TWh	2 %
Total		102 900 MW	476 TWh	

**Différentes centrales** :

- **centrales hydrauliques** : environ 500 centrales sont réparties sur l'ensemble du territoire et plus particulièrement en montagne. L'énergie utilisée est renouvelable et ne coûte que la construction de la centrale. La puissance installée est d'environ de 23 300 MW. Elles sont classées en trois catégories :
  - les hautes chutes, dont la hauteur est supérieure à 200 m. Ce sont surtout des usines de montagne alimentées par des conduites forcées ;
  - les moyennes chutes, dont la hauteur est comprise entre 30 m et 200 m. Le barrage et l'usine sont souvent associés et les débits d'eau sont importants ;
  - les basses chutes, dont la hauteur est inférieure à 30 m (ce sont des centrales au fil de l'eau). Elles sont implantées sur des fleuves tels que le Rhin ou le Rhône avec des débits d'eau très importants ;
- **centrales thermiques classiques** : placées à proximité des grandes agglomérations, elles sont alimentées en charbon, gaz et au fuel lourd. La chaleur produite par le combustible permet la production de vapeur qui entraîne des groupes turboalternateurs. La puissance d'une unité est de 600 MW et la vitesse de rotation est de 3 000 tr/min ou de 1 500 tr/min. La puissance installée est d'environ de 17 200 MW. L'énergie utilisée est non renouvelable et ces centrales sont de moins en moins utilisées ;
- **centrales thermiques nucléaires** : elles sont réparties sur 20 sites différents et sont de type à eau pressurisée (PWR). La puissance installée est d'environ 62 400 MW. La réaction nucléaire est réalisée à partir d'uranium enrichi à 3 % en uranium 235 fissile. La chaleur produite est évacuée hors du réacteur par un circuit fermé d'eau sous pression de 155 bars, à une température de 328 °C. Le générateur de vapeur produit de la vapeur à 280 °C, qui entraîne un groupe turboalternateur de 900 MW, 1 300 MW ou 1 450 MW à 1500 tr/min ;
- **centrales à énergie renouvelable** : les sites hydrauliques étant quasiment tous exploités, le développement s'effectue principalement dans l'utilisation du vent (éoliennes) et du soleil (centrales solaires et piles photovoltaïques). La puissance unitaire de ces centrales est faible (de l'ordre de 1 MW) et elles sont utilisées principalement sur des sites isolés.



- le réseau de distribution BTA (230/400 V) alimenté par le réseau de distribution HTA, dessert les utilisateurs par les postes de distribution publique.

### 3 - EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU COURANT ELECTRIQUE

**Effets physiologiques** : effets du courant électrique sur le fonctionnement de l'organisme.

#### 3.1 - Statistiques des accidents du travail

Le nombre des accidents du travail d'origine électrique est passé de 3600 (dont 361 accidents graves) avant 1970 à 896 (dont 89 accidents graves) en 1998. Les accidents d'origine électrique sont dix fois plus souvent mortels (9 décès ont été recensés en 1998) que l'ensemble des accidents du travail toutes causes confondues. Les salariés les plus touchés appartiennent aux Comités techniques nationaux du Bâtiment et des travaux publics (30,6 %), de la Métallurgie (20,2 %), de l'Interprofessionnel (21,8 %) et de l'Alimentation (10,8 %). Les lésions occasionnées sont pour la moitié des brûlures. La moitié des lésions sont localisées au niveau des mains, des membres supérieurs, des yeux et de la tête.

Les statistiques d'accidents du travail d'origine électrique nous montrent que :

- 95 % des accidents ont pour origine un contact direct, c'est-à-dire avec une pièce conductrice normalement sous tension ;
- 4 % des accidents sont dus à un contact indirect, c'est-à-dire avec une pièce conductrice accidentellement sous tension (défaut) ;
- 1 % dont l'origine exacte n'est pas précisée.

De plus, 1/3 des accidents ont lieu en basse tension et 2/3 en haute tension.

Les principaux facteurs entraînant l'accident sont :

- un mode opératoire inapproprié ou dangereux 31 % ;
- la méconnaissance des risques 30 % ;
- l'application incomplète des procédures 15 % ;
- une formation insuffisante 12 % ;
- l'état du matériel 12 % ;
- l'état du sol 11 %.

**Nota** : « est considéré comme accident de travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre ou à quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise ».

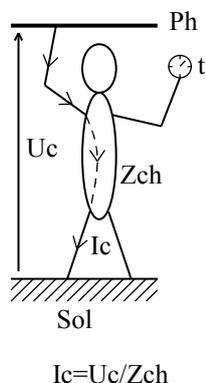
Un accident du travail au sens légal est soit :

- un accident survenu au cours du travail proprement dit ;
- un accident survenu au cours du trajet (domicile travail et vice-versa).

#### 3.2 - Mécanismes d'électrisation

**Electrisation** : on appelle **électrisation** le passage d'un courant électrique à travers le corps humain.

Lorsque le corps humain est soumis entre deux points à une tension  $U_c$  (tension de contact) il est traversé par un courant  $I_c$  qui dépend de l'impédance  $Z_{ch}$  entre les deux points de contact.



**Impédance du corps humain** :  $Z_{ch} = Z_p + Z_i$  avec :  $Z_p$  = impédance de la peau et  $Z_i$  = impédance interne  $\approx 500 \Omega$  ( $Z_{ch} \approx 2000 \Omega$  contact main/main,  $Z_{ch} \approx 5000 \Omega$  contact main/pied pour des locaux secs et la moitié pour des locaux humides).

L'impédance du corps humain, mesurée entre les extrémités du corps est variable. Elle varie selon la nature de la peau (sèche, humide, grasse, etc.), les matériaux au contact, l'état de santé, etc.

Un bref contact, en 230V, avec des mains sèches et calleuses engendre une forte secousse. Par contre, si les mains, les pieds ou les semelles de chaussures sont humides, le même contact peut être mortel.

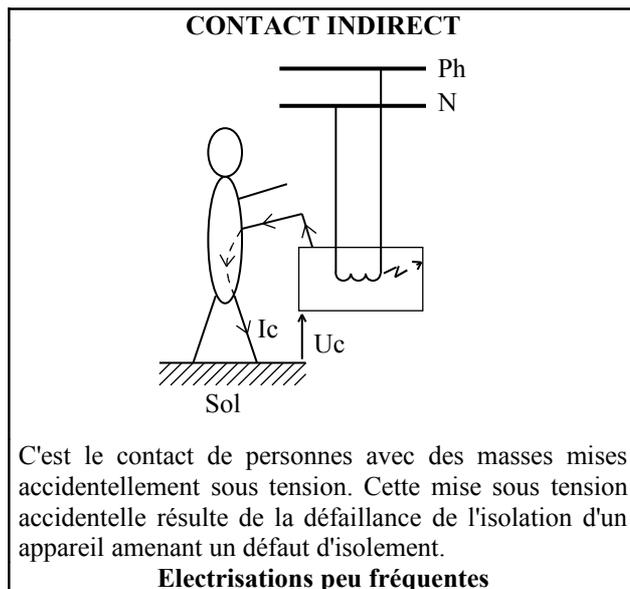
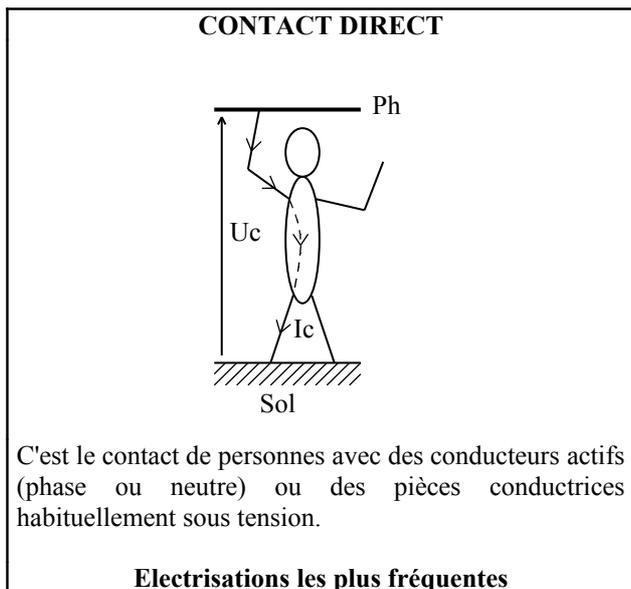
L'impédance de la peau est pratiquement inversement proportionnelle à : la tension de contact (phénomène de claquage ou de rupture diélectrique), l'humidité et la fréquence (à 500 Hz, l'impédance de la peau est environ le dixième de celle à 50 Hz, dans ces conditions l'impédance totale du corps humain peut être assimilée à son impédance interne).

#### GRANDEURS LES PLUS IMPORTANTES LORS D'UNE ELECTRISATION :

- $I_c$  (COURANT TRAVERSANT LE CORPS HUMAIN) ;
- $t$  (TEMPS PENDANT LEQUEL LE COURANT TRAVERSE LE CORPS).

**Electrocution** : le terme d'**électrocution** est réservé à toute électrisation immédiatement mortelle.

**Contact direct et contact indirect :**



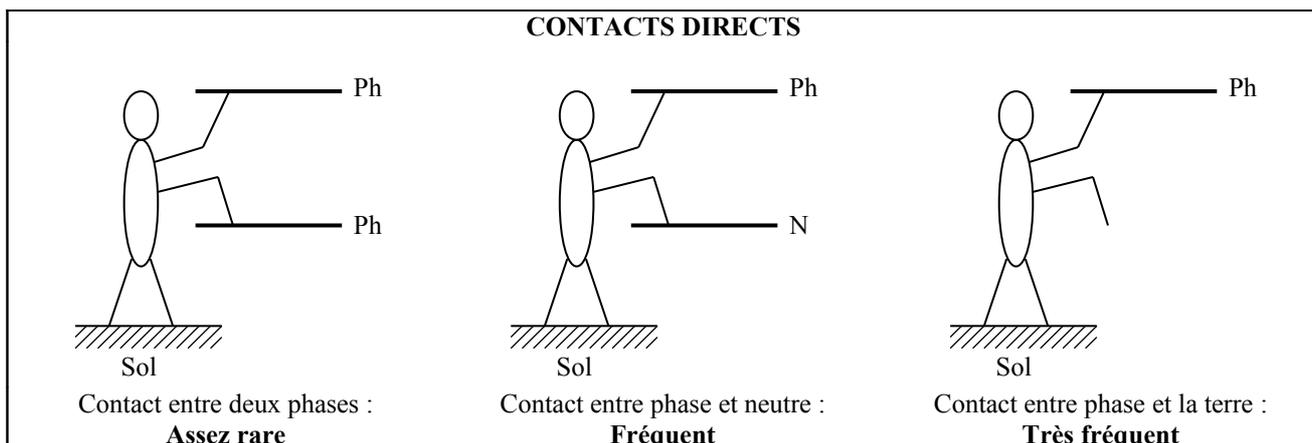
**Exemples d'accidents réels** : ci-dessous, trois exemples d'accidents électriques extraits de la brochure INRS ED 325 :

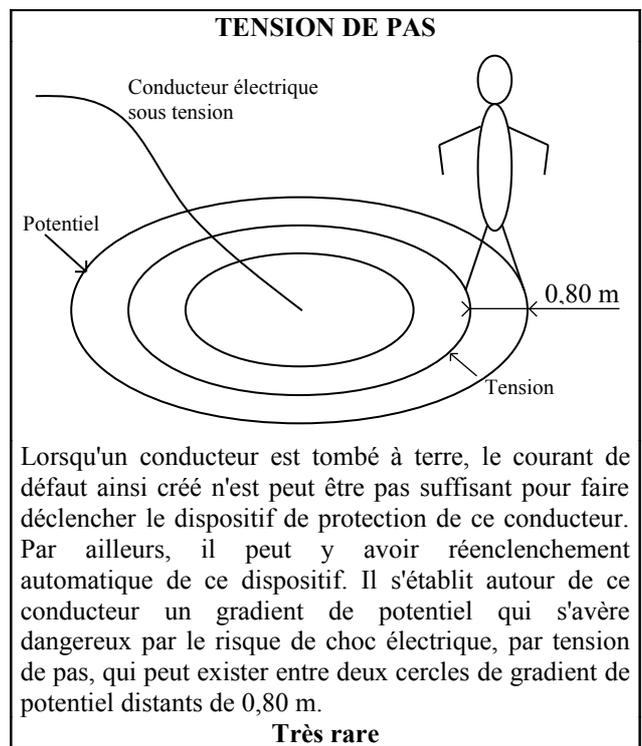
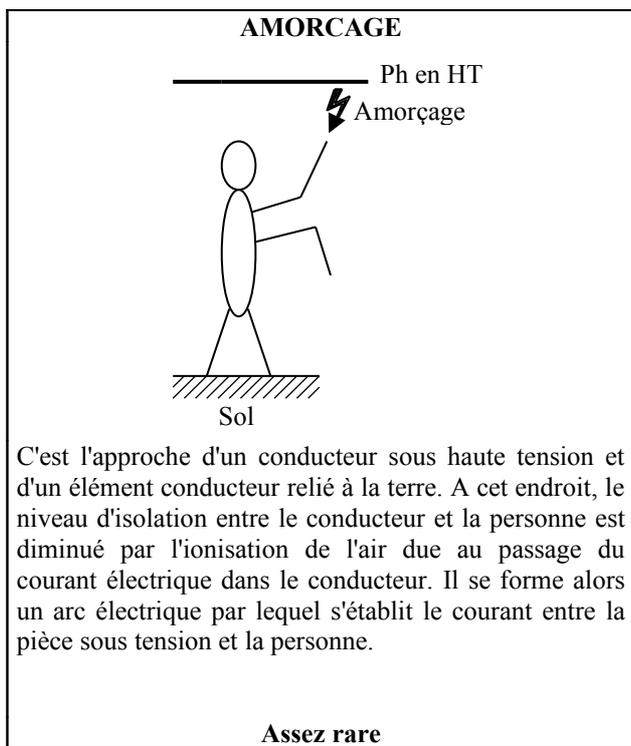
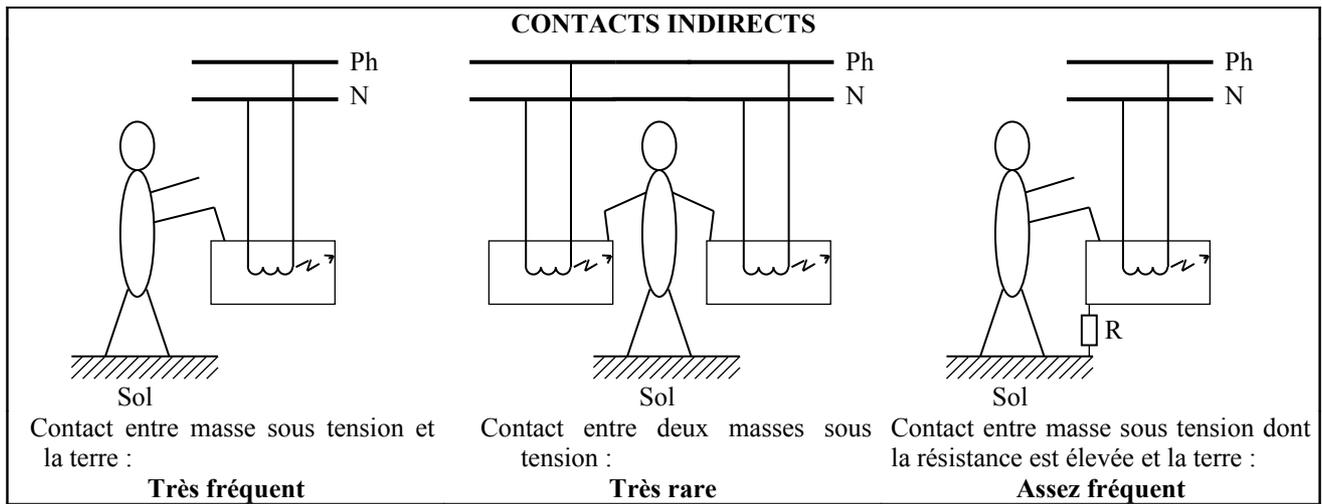
- **travail sous tension** : un ouvrier électricien procède, dans un sous-sol, au remplacement d'un coffret de raccordement. A un moment donné, il touche malencontreusement une pièce sous tension (contact direct), il s'écroule électrocuté ;
- **canalisations d'eau utilisées comme circuit de protection** : dans une blanchisserie, un ouvrier est commotionné en ouvrant un robinet d'eau (contact indirect). Il se trouve pieds nus sur un sol mouillé et le choc électrique l'ayant projeté contre le mur, il est très fortement contusionné. Après examen de l'installation, il ressort que :
  - l'isolation du câble d'alimentation du moteur de l'essoreuse est détériorée et que la masse de l'appareil se trouve, de ce fait, sous tension ;
  - le conducteur de protection électrique de l'essoreuse est raccordé à la canalisation d'eau ;
  - la continuité électrique de cette canalisation avec la terre n'est pas assurée, une partie de celle-ci ayant été remplacée par un tuyau en matière plastique.
- **contact entre un échafaudage métallique mobile et une ligne sous tension** : trois peintres sont en train de repeindre des panneaux sur un stade. Pour ce faire, ils disposent d'un échafaudage métallique mobile ; en le déplaçant, celui-ci heurte une ligne à haute tension alimentant un transformateur situé dans le stade (contact direct). L'un des trois peintres se trouve sur une plaque métallique de prise d'eau ; il est électrocuté et les deux autres sont projetés contre les murs du stade et fortement commotionnés.

**Conditions pour subir une électrisation** : pour qu'il y ait un accident d'origine électrique, il faut que les trois conditions suivantes soient réunies :

- existence d'une différence de potentiel (tension) ;
- existence de contact (ou d'amorçage) avec des pièces conductrices de l'électricité ;
- bouclage d'un circuit électrique.

**Diverses façons d'être électrisé** : par contacts directs, par contacts indirects, par amorçage et par tension de pas.





### 3.3 - Le court-circuit

**Court-circuit** : surintensité produite par l'apparition d'un défaut d'isolement ayant une impédance négligeable entre les conducteurs actifs présentant une différence de potentiel en service normal.

**Conséquences** : le court-circuit peut être à l'origine de graves lésions :

- lésions oculaires : conjonctivite aiguë due au rayonnement ultraviolet de l'arc (identique au « coup d'arc des soudeurs »), lésion de la rétine due à l'éblouissement électrique, etc. ;
- brûlures (projections de métal en fusion).

### 3.4 - L'induction

**Induction électrostatique** : un conducteur, non relié à ses extrémités, se trouvant à proximité d'un ou plusieurs autres conducteurs sous tension, peut être porté à une certaine tension par influence électrique (cas d'une ligne en construction, d'une ligne coupée à ses deux extrémités mais non reliée à la terre).

**Induction électromagnétique** : un conducteur se trouvant à proximité d'un ou plusieurs autres conducteurs parcourus par des courants, peut être porté à une certaine tension par induction électromagnétique.

**Courant de boucle :** ces phénomènes (induction électrostatique et induction électromagnétique) créent des tensions et peuvent donner naissance à des courants non négligeables dans les boucles constituées par les conducteurs eux-mêmes, les mises à la terre et les retours par le sol. L'ouverture du circuit soumis à ces phénomènes, soumettra l'opérateur au courant de décharge électrostatique augmenté du courant électromagnétique, ce qui accroît considérablement le danger. De nombreux accidents mortels se sont ainsi produits. **Toute ouverture du circuit électrique constitué par cette boucle doit être précédée par la mise en place d'un dispositif de shunt, préalablement relié à la terre, maintenant la continuité de cette boucle.**

**Nota :** toute ligne, non en exploitation, mais exposée aux effets d'induction doit systématiquement être considérée comme une ligne susceptible d'être sous tension. Il y a donc lieu de vérifier l'absence de tension et, dans la plupart des cas, de mettre la ligne à la terre et en court-circuit de part et d'autre de la zone de travail (MALT-CC).

### 3.5 - Effets physiopathologiques

**Les effets physiopathologiques (troubles qui perturbent les fonctions physiologiques) :** ils sont immédiats ou secondaires et se manifestent différemment à partir de seuils qui sont fonction :

- de la nature du courant (alternatif ou continu) ;
- de la fréquence ;
- du type d'onde du courant.

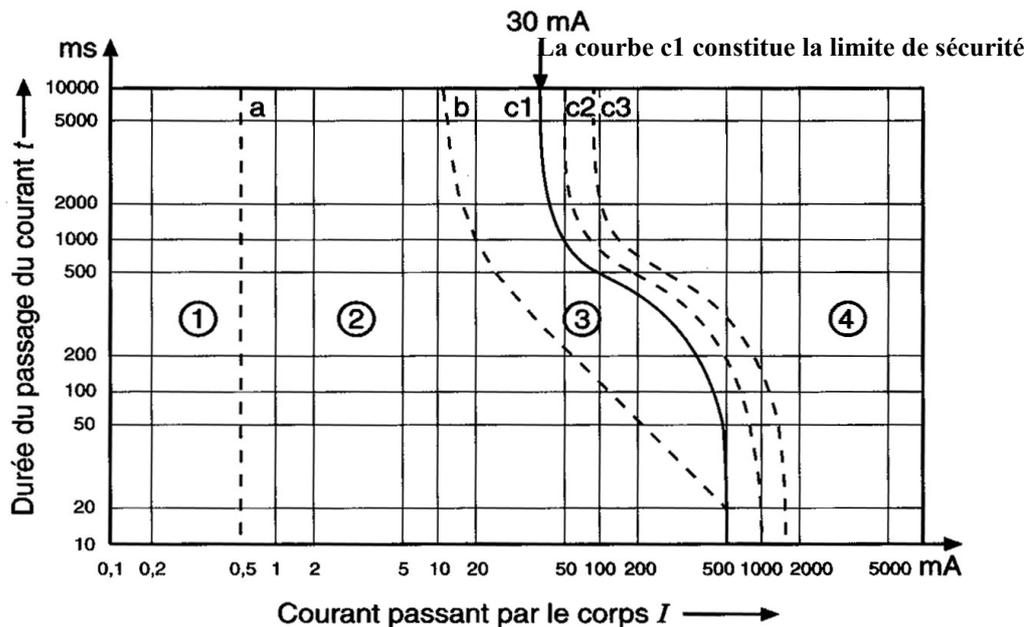
**Effets immédiats :** on distingue les effets excito-moteurs (électrisation) et les effets thermiques (brûlures) qui se manifestent simultanément et dont l'importance varie selon les circonstances.

**EFFET EXCITO-MOTEUR (ÉLECTRISATION)  $\Rightarrow U=RI$**   
**EFFET THERMIQUE (BRULURE)  $\Rightarrow W=RI^2t$**

**Effets excito-moteurs :** ils sont dus à l'action directe du courant sur les muscles ou sur les nerfs lors du passage du courant : contraction musculaire avec inhibition ou projection, tétanisation des muscles respiratoires, fibrillation ventriculaire.

#### Cas du courant alternatif :

Zones temps/courant des effets du courant alternatif (15 à 100 Hz) sur les personnes selon CEI 479-1.



Zone 1 : habituellement aucune réaction.

Zone 2 : habituellement aucun effet physiologique dangereux.

Zone 3 : habituellement aucun dommage organique. Probabilité de contractions musculaires et de difficulté de respiration, de perturbations réversibles dans la formation et la propagation des impulsions du cœur, y compris la fibrillation auriculaire et des arrêts temporaires du cœur sans fibrillation ventriculaire augmentant avec l'intensité du courant et le temps.

Zone 4 : en plus des effets de la zone 3, probabilité de fibrillation ventriculaire augmentant jusqu'à environ 5 % (courbe c2), 50 % (courbe c3), et plus de 50 % (au-delà de la courbe c3). Augmentant avec l'intensité et le temps, des effets pathophysiologiques tels qu'arrêt du cœur, arrêt de la respiration, brûlures graves peuvent se produire.

Valeur de l'intensité	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	
10 mA	Contractions des muscles des membres, seuil de non lâcher	4 min 30
20 mA	Début de téτανisation de la cage thoracique	60 s
30 mA	Seuil de paralysie respiratoire	30 s
40 mA	Paralysie respiratoire	3 s
75 mA	Seuil de fibrillation cardiaque irréversible	1 s
300 mA	Paralysie respiratoire syncope bleue	110 ms
1000 mA	Arrêt cardiaque syncope blanche	25 ms
2000 mA	Centres nerveux atteints	instantané

- **Muscles moteurs** : les muscles antagonistes par leurs actions opposées permettent la flexion et l'extension des membres. C'est le cas du biceps et du triceps du bras. A partir de 10 mA, le cerveau ne contrôle plus les muscles parcourus par un courant électrique, la contraction musculaire involontaire peut avoir deux effets opposés :
  - soit projection ou répulsion loin du conducteur (muscles extenseurs), le sujet déclare qu'il a "**pris une châtaigne**";
  - soit téτανisation ou non lâcher se traduisant par une impossibilité de lâcher le conducteur (muscles préhenseurs), le sujet déclare qu'il "**a été collé**".
- **Muscles de la cage thoracique** : la cage thoracique fonctionne automatiquement sous le contrôle du cervelet qui commande les nombreux muscles concernés par la fonction respiratoire (diaphragme notamment). L'asphyxie d'origine respiratoire peut donc être due à l'action du courant électrique au niveau :
  - des muscles thoraciques provoquant la téτανisation ;
  - du cervelet entraînant l'arrêt respiratoire pur et simple.
- **Téτανisation** : contraction prolongée d'un muscle incontrôlable par la volonté. Il s'agit d'un phénomène réversible lorsque le courant ne passe plus. Dans le cas d'un trajet mains pieds, il s'agit souvent de téτανisation des muscles respiratoires (intercostaux, pectoraux, diaphragme). Cela provoque une asphyxie ventilatoire avec cyanose (coloration bleue de la peau). Si l'on coupe rapidement le courant, la respiration normale reprend.
- **Fibrillation cardiaque** : série de contractions violentes et désordonnées des fibres du muscle cardiaque. Elle requiert deux conditions pour se déclencher :
  - le courant doit passer par la région cardiaque ;
  - l'intensité et la durée de passage du courant doivent se situer dans la zone 4 de la courbe zone temps/courant des effets du courant alternatif (ex : 50 mA pendant 1 seconde).

La fibrillation auriculaire, n'affectant que les oreillettes, se traduit par une arythmie complète.  
La fibrillation ventriculaire, généralisée à toutes les fibres cardiaques, entraîne la mort par arrêt cardiaque en l'absence de traitement d'extrême urgence.

**Nota** : la fibrillation cardiaque, contrairement à la téτανisation, est un phénomène irréversible. Elle ne cessera que lors de l'utilisation d'un matériel médical spécialisé (défibrillateur cardiaque utilisé en cardiologie).
- **Inhibition des centres nerveux** : due au passage d'un courant dans le bulbe rachidien (arrêt respiratoire et/ou cardiaque), l'inhibition des centres nerveux ne peut avoir lieu que si un courant très important passe par le bulbe, ce qui est très rare.

#### Cas du courant continu :

La différence avec les effets du courant alternatif est due à l'excitation des muscles par le courant qui est liée aux variations d'intensité. Une même excitation correspond à une intensité deux à trois fois plus élevée en courant continu qu'en courant alternatif.

Lors d'un accident en courant continu, le moment le plus dangereux est la mise sous tension et la coupure du courant.

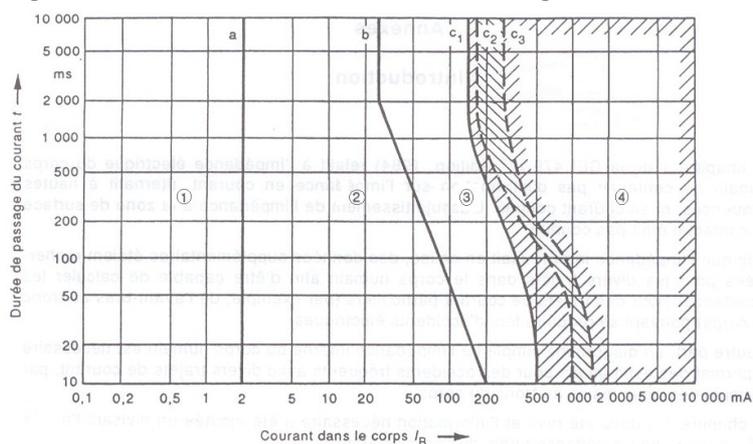
Valeur de l'intensité	Perception des effets	Temps
2 mA	Seuil de perception suivant l'état de la peau	
Non défini	Contractions des muscles des membres, seuil de non lâcher	
130 mA	Seuil de fibrillation cardiaque irréversible	1 s

Pour des courants continus inférieurs à 300 mA environ, une sensation de chaleur est sentie dans les extrémités pendant le passage du courant.

Les courants d'intensité au plus égale à 300 mA passant à travers le corps humain pendant plusieurs minutes peuvent provoquer des arythmies cardiaques réversibles, des brûlures, des vertiges et parfois l'inconscience.

Au-dessus de 300 mA, l'inconscience se produit fréquemment.

Zones temps/courant des effets du courant continu sur les personnes selon CEI 479-1.



Zone 1 : habituellement pas d'effets de réaction.

Zone 2 : habituellement, pas d'effets physiologiques nocifs.

Zone 3 : habituellement pas de dégât organique. Probabilité de perturbations réversibles de formation et de conduction des impulsions dans le cœur.

Zone 4 : en plus des effets de la zone 3, effets pathophysiologiques dangereux (ex : brûlures profondes), probabilité de fibrillation ventriculaire augmentant jusqu'à 5 % (courbe  $c_2$ ), 50 % (courbe  $c_3$ ), et plus de 50 % (au-delà de la courbe  $c_3$ ).

**Effets thermiques** : ils provoquent des brûlures qui peuvent être externes ou internes :

- **brûlures électrothermiques** : elles sont dues à l'énergie dissipée lors du passage du courant dans l'organisme qui atteint particulièrement les muscles. Les brûlures sont plutôt localisées aux mains pour les accidents en basse tension, multiples et étendues pour les accidents en haute tension ;
- **brûlures indirectes par arc** : elles sont dues également à l'effet joule produit lorsqu'un arc s'est formé, elles se localisent le plus souvent sur les mains et le visage ;
- **brûlures par contact** : elles sont dues à l'échauffement d'un élément conducteur parcouru par un courant électrique.

**Effets secondaires** : le choc électrique peut avoir des effets secondaires, parfois plus dangereux que l'électrisation :

- état de choc (c'est l'état d'un blessé dont la circulation sanguine est ralentie à la suite d'un accident grave) ;
- traumatismes, un électrisé peut présenter des traumatismes (fractures, luxations...) provoqués par une violente tétanisation ou une projection loin du point de contact ou une chute ;
- troubles auditifs, de la vue ;
- troubles nerveux ;
- dysfonctionnement de certains organes (foie, reins, etc.) ;
- hémorragies, elles proviennent du sectionnement ou de l'éclatement d'une artère, d'une veine ou de vaisseaux capillaires ;
- mort suite à une chute.

**Séquelles** : sont d'autant plus importantes que la durée de passage du courant est longue. Exemples :

- **séquelles neurologiques** : elles se répartissent en troubles organiques, psychiques et psychonévrotiques (traumatismes). Les cellules du cerveau, plus fragiles, souffrent les premières du manque d'oxygène ;
- **séquelles cardio-vasculaires** : le système artériel et veineux peut être lésé sur le trajet du courant électrique. Par exemple, le système conducteur de l'influx peut être lésé et entraîner une dissociation entre oreillettes et ventricules (troubles du rythme cardiaque) ;
- **séquelles psychologiques** constituent un tableau qui est proche du syndrome subjectif des traumatisés crâniens. On retrouve également, parmi les complications psychiques, le syndrome de stress post-traumatique qui peut également se rencontrer chez les témoins de l'électrisation. Ces pathologies posent le délicat problème de la réinsertion socioprofessionnelle des patients pour lesquels la qualité de la prise en charge précoce est fondamentale ;
- **séquelles rénales** : les séquelles rénales sont rares, alors que les atteintes rénales passagères sont fréquentes. Elles sont les conséquences des brûlures électrothermiques ;
- **séquelles sensorielles** : le plus souvent oculaires (conjonctivite, brûlures cornéennes, diminution de la vue pouvant aller à la cécité), plus rarement auditives (diminution de l'audition après les troubles vestibulaires), elles peuvent être dues aussi à l'arc électrique lumineux ;
- **séquelles musculaires** : il peut y avoir atteinte de certains muscles (perte de motricité) ;
- **séquelles cutanées et tendineuses** : les brûlures électriques peuvent être très délabrantes en profondeur. Des cicatrices vicieuses ou des rétractions des tendons entraînent parfois une gêne fonctionnelle.

**COURANT ALTERNATIF ET COURANT CONTINU SONT AUSSI DANGEREUX**

# UN SUIVI MEDICAL EST INDISPENSABLE APRES UNE ELECTRISATION

## 4 - HABILITATION

### 4.1 - Qualification et habilitation

**Qualification** : c'est la reconnaissance chez une personne d'un certain acquis tant technique (connaissances) que pratique (aptitudes) et de ce fait entraîne une rémunération en conséquence. Seules des personnes qualifiées peuvent effectuer des travaux sur les installations électriques.

**Habilitation** : c'est la désignation écrite (sous une forme résumée) par l'employeur des attributions ou des opérations qui peuvent être confiées à une personne, compte tenu de sa qualification, lors d'intervention ou de travaux sur les installations et les équipements électriques ou à leur voisinage. Une habilitation appropriée est nécessaire notamment pour :

- accéder sans surveillance aux locaux d'accès réservés aux électriciens ;
- exécuter des travaux, des interventions d'ordre électrique, certaines manœuvres ;
- diriger des travaux ou interventions d'ordre électrique ;
- procéder à des consignations d'ordre électrique ;
- effectuer des essais, mesurages ou vérifications d'ordre électrique ;
- assurer la fonction de surveillant de sécurité électrique.

**LORS DE TOUS TRAVAUX OU INTERVENTIONS SUR UN OUVRAGE OU UNE PARTIE D'OUVRAGE ÉLECTRIQUE, UNE PERSONNE HABILITÉE DOIT ÊTRE CAPABLE DE VEILLER À SA PROPRE SÉCURITÉ ET À CELLE DES AUTRES**

**CETTE PERSONNE HABILITÉE PEUT ÊTRE DÉSIGNÉE PONCTUELLEMENT "SURVEILLANT DE SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE" POUR ASSURER LA SÉCURITÉ D'UNE OU PLUSIEURS PERSONNES NON HABILITÉES**

### 4.2 - Obligations de l'employeur

La réglementation en vigueur, et plus particulièrement le décret du 14 novembre 1988, impose à tout chef d'entreprise les mesures suivantes :

- organisation d'une surveillance des ouvrages électriques (les travailleurs doivent signaler les défauts et anomalies qu'ils constatent) ;
- classification du personnel en deux catégories : travailleurs utilisant les installations électriques (utilisateurs) et travailleurs effectuant des opérations sur tout ou partie d'un ouvrage électrique (opérants) ;

les obligations suivantes ne concernent que les opérants :

- vérification de l'aptitude médicale ;
- formation des travailleurs (formation à opérer en sécurité sur un ouvrage électrique) ;
- contrôle de l'acquis des connaissances ;
- remise contre émargement d'un recueil de prescriptions à chaque travailleur (UTE C18-510) ;
- établissement et remise au personnel concerné des Instructions Permanentes de Sécurité (IPS) complétées éventuellement par les Instructions de Service de Sécurité Spécifique (ISSS) ;
- habilitation du personnel préalablement formé ;
- établissement et remise à chaque intéressé des Consignes Particulières de Sécurité (CPS) ;
- ouverture d'un registre spécial propre à l'entreprise mentionnant la liste des personnes habilitées, la date de délivrance ou de renouvellement des habilitations, leurs niveaux d'habilitation respectifs, ...

### 4.3 - Différentes opérations (travaux, interventions, mesurage, etc.)

**Opérations** : comprennent les travaux hors tension ou sous tension, les interventions, les manœuvres, les mesurages, les essais, les vérifications et les opérations particulières à certains ouvrages, effectués sur les ouvrages électriques ou au voisinage de pièces nues sous tension.

**Travaux** : toute opération dont le but est de réaliser, de modifier, d'entretenir ou de réparer un ouvrage électrique. Les travaux font l'objet d'une préparation, soit au coup par coup, soit générale.

Les différents intervenants :

- les travaux sont organisés par et sous la responsabilité du **chargé de travaux (B2)** ;
- les travaux d'ordre non électrique peuvent être réalisés par du personnel **non électricien (B0)** ;
- les travaux d'ordre électrique peuvent être réalisés par des **exécutants électriciens (B1)**.

**Interventions** : opérations, de courte durée et n'intéressant qu'une faible étendue de l'ouvrage, réalisées sur une installation ou un équipement. La notion d'intervention se trouve limitée aux domaines TBT et BT, mais elle peut concerner certains circuits alimentés en BTA et présentant un circuit HTA (cas des téléviseurs, terminaux....).

Les différents intervenants :

- les interventions de dépannage sont réalisées par le **chargé d'intervention (BR)** ;
- les interventions de connexion et de déconnexion sur des circuits maintenus sous tension (TBT et BTA uniquement) sont réalisées par le **chargé d'intervention (BR)** ;
- les interventions de remplacement pouvant être réalisées avec présence de tension sans risque particulier (explosion par exemple) peuvent être réalisées :
  - si pas de risque de contact direct par un **non électricien (B0)** ;
  - si risque de contact direct par un **non électricien (BS)** uniquement sur de petites interventions prédéterminées) ou par le **chargé d'intervention (BR)**.

**Manœuvres** : opérations conduisant à un changement de la configuration électrique d'un réseau, d'une installation ou de l'alimentation électrique d'un équipement.

Les différents intervenants :

- les manœuvres de consignation ou déconsignation sont réalisées par le **chargé de consignation (BC)**, le chargé d'intervention (BR) pouvant consigner pour lui-même ;
- les manœuvres d'exploitation, si aucune pièce sous tension est accessible, ne requièrent pas d'habilitation et peuvent être réalisées par **tout travailleur** ;
- les manœuvres d'urgence ne requièrent pas d'habilitation et peuvent être réalisées par **tout travailleur**.

**Mesurages** : opérations nécessitant la mise en œuvre d'appareils mobiles ou portatifs et permettant le mesurage de grandeurs électriques, mécaniques, thermiques.

Les différents intervenants :

- les mesurages ne nécessitant pas l'ouverture de circuits électriques réalisés à l'aide de pinces ampère métriques, de voltmètres, etc. peuvent être réalisés par des **exécutants électriciens (B1)** sur instruction ou sous la direction d'un chargé de travaux (B2) ou d'un chargé d'interventions (BR) ;
- les mesurages ne nécessitant pas l'ouverture de circuits électriques réalisés à l'aide d'oscilloscopes ou d'appareils identiques opérant par captage de tension peuvent être réalisés par le **chargé d'intervention (BR)** ou par un **exécutant électricien (B1)** sous la direction d'un chargé de travaux (B2) ou d'un chargé d'interventions (BR) ;
- les mesurages nécessitant l'ouverture de circuits électriques réalisés à l'aide de shunts, wattmètres, etc. doivent être réalisés par le **chargé d'intervention (BR)** ou par le **chargé de travaux (B2)**.

**Essais** : opérations permettant la vérification du fonctionnement ou de l'état correct, soit électrique, soit mécanique, d'un ouvrage (ou d'une partie d'ouvrage) restant alimenté en énergie électrique.

Les différents intervenants :

- les essais doivent être réalisés par le **chargé d'intervention (BR)** ou par le **chargé de travaux (B2)**.

**Vérifications** : opérations destinées à contrôler la conformité avant mise en service d'un ouvrage aux dispositions prévues à la fois par la réglementation et la normalisation. Les vérifications sont généralement visuelles, mais certaines comprennent des phases de mesurage et/ou des essais.

Les différents intervenants :

- les vérifications doivent être réalisées au minimum par un **exécutant électricien (B1)** ;
- pour les vérifications nécessitant des mesurages ou des essais ce reporter aux rubriques précédentes.

**Opérations particulières** : il s'agit, d'une part des travaux dans les zones présentant des risques d'explosion, d'autre part des opérations d'entretien du domaine BT effectuées en présence de tension et concernant les batteries d'accumulateurs, les batteries de condensateurs, le réglage du matériel électrique, la rectification ou ponçage de collecteurs ou de bagues collectrices de machines tournantes, le prélèvement de diélectrique d'un transformateur, etc.

Les différents intervenants :

- personnel électricien habilité spécialement pour ce type d'opération.

**Consignation** : c'est l'ensemble des dispositions permettant de mettre et de maintenir en sécurité (si possible par un dispositif matériel) une machine, un appareil ou une installation de façon qu'un changement d'état (remise en état de marche d'une machine, fermeture d'un circuit électrique, ouverture d'une vanne...) soit impossible sans l'action volontaire de tous les intervenants.

Les différents intervenants :

- la consignation est réalisée par le **chargé de consignation (BC)**.

**Déconsignation** : c'est l'ensemble des dispositions permettant de remettre en état de fonctionnement une machine, un appareil ou une installation préalablement consigné, en assurant la sécurité des intervenants et des exploitants.

Les différents intervenants :

- la déconsignation est réalisée par le **chargé de consignation (BC)**.

#### 4.4 - Distances de sécurité par rapport aux pièces actives

**Distances minimales d'approche (DMA) :** la distance minimale d'approche (DMA) dans l'air (ou distance de sécurité) d'une pièce nue sous tension est, pour un opérateur (considéré au potentiel de la terre), égale à la somme de la distance de tension (dt) avec la distance de garde (dg) :

$$DMA=dt+dg \quad \text{DMA, dt et dg en mètres.}$$

**Distance de tension (dt) :** distance que nous pouvons assimiler à une tension d'amorçage est égale en courant alternatif à :

$$dt=0,005U_n \quad \text{dt en mètres et } U_n \text{ (tension nominale) en kilos volts.}$$

**Nota :** en alternatif, dt doit être arrondi au décimètre supérieur sans jamais être inférieur à 0,10 m pour le domaine haute tension (> 1 000 V) ;

en continu, dt=0 pour les tensions ≤ 1 500 V et pour toute tension supérieure, les distances de tension sont les mêmes que pour les tensions alternatives.

**Distance de garde (dg) :** a pour but de libérer tout opérateur du souci constant du respect de la distance de tension et d'éviter au maximum les conséquences des gestes involontaires lors de l'exécution du travail. Cette distance est fixée à :

- 0,30 m pour le domaine BT
- 0,50 m pour le domaine HT

Exemple de distance minimale d'approche en courant alternatif :

Tension nominale $U_n$ (kV)	Distance de tension dt (m)	Distance de garde dg (m)	Distance minimale d'approche DMA (m)
0,400	0	0,30	0,30
1	0	0,30	0,30
15	0,10	0,50	0,60
20	0,10	0,50	0,60
63	0,30	0,50	0,80
225	1,10	0,50	1,60
400	2	0,50	2,50

**Distances limites de voisinage (DLV) :** permet de délimiter les zones de travaux ou d'intervention dites "au voisinage". Les distances limites de voisinage DLV des pièces conductrices nues sous tension sont :

**A l'intérieur des locaux réservés aux électriciens :**

- En BT DLV = 0,30 m
- En HT DLV = 2 m si  $U_n \leq 50$  kV
- DLV = 3 m si  $50$  kV <  $U_n \leq 250$  kV
- DLV = 4 m si  $U_n > 250$  kV

**A l'extérieur des bâtiments :**

- DLV = 3 m si  $U_n < 57$  kV
- DLV = 5 m si  $U_n \geq 57$  kV

**EN BT DANS LES LOCAUX RESERVES AUX ELECTRICIENS :**  
**DMA = DLV = 0,30 m**  
**CETTE ZONE PEUT ETRE CONSIDEREE SOIT COMME UNE ZONE DE TRAVAIL SOUS TENSION, SOIT COMME UNE ZONE DE VOISINAGE**

**Distances minimales de fouille (DMF) :** dans le cas de canalisations électriques souterraines enterrées ou non et quelle que soit la tension on a :

$$DMF = 1,50 \text{ m}$$

#### 4.5 - Zones d'environnement électrique

**Définitions des zones :** dans les locaux ou emplacements d'accès réservé aux électriciens, le document UTE C 18-510 définit 4 zones d'environnement :

**Zone 1 :** zone située au-delà de la distance limite de voisinage.

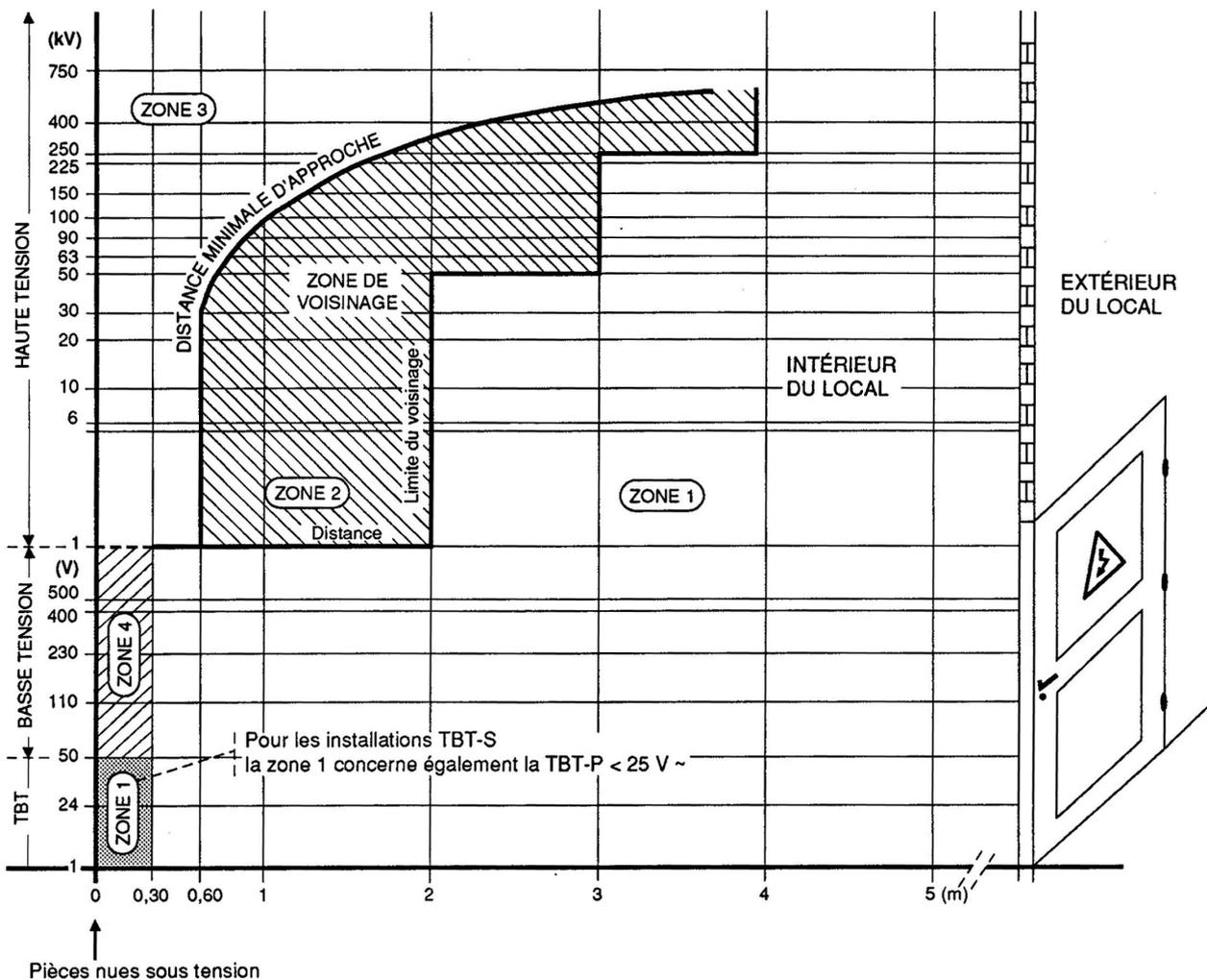
Dans le cas de la TBTP limitée à 25V en AC et 60 V en DC ou de la TBTS, et si les risques, de court-circuit, de brûlure, voire d'explosion, sont pris en compte, la zone 1 est située au-delà du conducteur nu.

**Zone 2 :** n'est définie que pour le domaine HT et se situe entre la distance limite de voisinage et la distance minimale d'approche.

**Zone 3 :** n'est définie que pour le domaine HT et se situe entre les pièces nues sous tension et la distance minimale d'approche.

**Zone 4 :** en BT : se situe entre les pièces nues sous tension et la distance minimale d'approche (0,30 m).  
 en TBT : se situe entre les pièces nues sous tension et la distance minimale d'approche (0,30 m) si les conditions de la zone 1 propre à la TBT ne sont pas réunies (la zone 4 n'existe pas dans le cas contraire).

**Zones pour les tensions alternatives (d'après le document UTE C 18-510) :**



**Zones de travail :** les différentes zones dans lesquelles un opérateur est appelé à évoluer sont :

**Zone de travail hors tension :** Zone 1 ;

**Zone de travail au voisinage de pièces nues sous tension :** Zone 2 et Zone 4 ;

**Zone de travail sous tension :** Zone 3 et Zone 4.

#### 4.6 - Zones à risque d'explosion

Toute intervention impose un certain nombre de précautions :

- toute opération sur des pièces sous tension est interdite même en BT ;
- utiliser des outils anti-étincelants ;
- ventiler la zone avant et pendant l'intervention ;
- contrôler en permanence l'atmosphère à l'explosimètre ;
- utiliser un éclairage d'appoint normalisé pour atmosphère explosive ;
- arrêter immédiatement l'intervention dès que le mélange explosif dépasse 50 % de la LIE (limite inférieure d'explosivité).

#### 4.7 - Symboles d'habilitation

L'habilitation est symbolisée de manière conventionnelle par une ou plusieurs lettres majuscules suivies d'un indice numérique.

**Première lettre** : caractérise le domaine de tension concerné :

- B** : installations BT et TBT ;
- H** : installations HT.

**Seconde lettre** : lorsqu'elle existe, précise la nature de certaines opérations que le titulaire de l'habilitation peut effectuer :

- C** : procéder à des consignations ;
- N** : effectuer des travaux de nettoyage sous tension ;
- R** : procéder, dans le domaine de la basse tension seulement, à des interventions de dépannage ou de raccordement, à des mesurages, essais et vérifications ;
- S** : habilitation spéciale : par exemple, dans le domaine de la basse tension A, le personnel non électricien effectuant après formation spécifique, de petites interventions de dépannage prédéterminées doit être habilité BS ;
- T** : travailler sous tension ;
- V** : travailler au voisinage (lettre à rajouter uniquement aux symboles B0, B1, B2, H0, H1, H2).

**Indices numériques** :

- 0** : personnel réalisant exclusivement des travaux d'ordre non électrique ;
- 1** : personne exécutant des travaux d'ordre électrique et/ou des manœuvres ;
- 2** : chargé de travaux d'ordre électrique quel que soit le nombre d'exécutants placés sous ses ordres.

Habilitation du personnel	Opérations		
	Travaux		Intervention du domaine BT
	Hors tension	Sous tension	
Non électricien	B0 ou H0		BS (1)
Exécutant	B1 ou H1	B1T ou H1T	
Chargé d'intervention			BR
Chargé de travaux	B2 ou H2	B2T ou H2T	
Chargé de consignation	BC ou HC		BC
Agent de nettoyage	B0 ou H0	BN ou HN	
(1) Effectuant de petites interventions prédéterminées			

**Nota :**

Une habilitation BC ou HC n'entraîne pas l'attribution des autres types d'habilitation et réciproquement.  
 Une habilitation BR entraîne l'habilitation B1 et B1V. Le titulaire d'une habilitation BR peut remplir les fonctions du chargé de consignation pour son propre compte et celui des exécutants qu'il dirige lors d'une intervention.  
 Une habilitation d'indice numérique déterminé entraîne l'attribution des habilitations d'indice inférieur, mais exclusivement pour les opérations sur les ouvrages du même domaine de tension et pour des opérations de même nature.

#### 4.8 - Comment habilitier une personne préalablement formée ?

**Délivrance de l'habilitation** : l'habilitation d'une personne est délivrée par le chef d'établissement et sous sa responsabilité après qu'il se soit assuré que :

- la personne a suivi une formation, à la sécurité en matière électrique, qui soit adaptée aux travaux ou opérations à effectuer ;
- la personne qualifiée a bien assimilé cette formation attestée par un contrôle des connaissances et de ce fait possède les règles de sécurité en matière d'électricité, ainsi que les manœuvres à effectuer en cas d'accident ou d'incident ;
- la personne qualifiée a éventuellement suivi le recyclage tri annuel de formation ;
- l'aptitude médicale délivrée par le médecin du travail tient bien compte des risques particuliers pour lesquels l'habilitation est délivrée (travaux en hauteur, sous tension par exemple) ;
- le travailleur concerné a reçu contre émargement un recueil de prescription (par exemple la publication UTE C 18-510), les instructions permanentes de sécurité (IPS) pour les opérations effectuées normalement ainsi que les consignes de sécurité (CPS) propres aux opérations à caractère spécifique ou occasionnel.

#### 4.9 - Cas particulier du surveillant de sécurité électrique

**Surveillant de sécurité** : personne habilitée (d'indice 0 ou S pour des opérations d'ordre non électrique, 1 ou 2 ou BR pour les opérations d'ordre électrique et T pour les travaux sous tension (TST)) dans le domaine de la tension considérée (BT ou HT) et qui a été nommément désignée par l'employeur et ce au cas par cas.

Le surveillant de sécurité électrique doit :

- avoir une connaissance approfondie de la sécurité en matière d'électricité ;
- être capable de visualiser dans l'espace les distances minimales d'approche (DMA), les distances limites de voisinage (DLV) et la distance minimale de fouille (DMF) afin d'avertir les opérateurs lorsqu'ils s'approchent ou risquent de s'approcher de la zone dangereuse ;
- faire respecter les mesures de sécurité prescrites dans l'ordre écrit donné par l'employeur pour entreprendre de tels travaux ;
- prévenir les opérateurs en cas d'orage imminent.

**LE SURVEILLANT DE SECURITE DOIT VEILLER A SA PROPRE SECURITE ET A CELLE DES EXECUTANTS QU'IL EST CHARGE DE SURVEILLER**

#### 4.10 - Titres d'habilitation

**Titre d'habilitation** : les symboles d'habilitation sont reportés sur un titre d'habilitation que le titulaire doit être porteur pendant ses heures de travail ou l'avoir à proximité immédiate.

L'habilitation doit être révisée chaque fois que cela s'avère nécessaire en fonction de l'évolution des aptitudes de l'intéressé, notamment dans les cas suivants :

- mutation avec changement de dépendance hiérarchique ;
- changement de fonction ;
- interruption de la pratique pendant plus de 6 mois ;
- restriction médicale ;
- modification importante des ouvrages ;
- évolution des méthodes de travail ;
- constat d'inaptitude ou de non-respect des règles régissant les opérations.

**Exemple de titre d'habilitation :**

<p>Entreprise</p> <p style="text-align: right;"><b>RECTO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TITRE D'HABILITATION ÉLECTRIQUE N°</b></p> <p>Nom : ..... Fonction : .....</p> <p>Prénom : ..... Affectation : .....</p> <p>Date de naissance : ..... Validité : .....</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Personnel</th> <th rowspan="2">Symbole d'habilitation</th> <th colspan="3">Champ d'application</th> </tr> <tr> <th>Domaine de tension</th> <th>Ouvrages concernés</th> <th>Indications supplémentaires</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Non électricien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Exécutant électricien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chargé de travaux ou d'interventions</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chargé de consignation</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Habilités spéciaux</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;">Le titulaire, <span style="margin-left: 100px;">Pour le chef d'entreprise</span> <span style="margin-left: 100px;">Date :</span></p> <p>Signature : <span style="margin-left: 100px;">Nom et prénom :</span> <span style="margin-left: 100px;">Fonction :</span> <span style="margin-left: 100px;">Signature :</span></p>	Personnel	Symbole d'habilitation	Champ d'application			Domaine de tension	Ouvrages concernés	Indications supplémentaires	Non électricien					Exécutant électricien					Chargé de travaux ou d'interventions					Chargé de consignation					Habilités spéciaux					<p style="text-align: right;"><b>VERSO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CODIFICATION</b></p> <p>_____</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce titre doit comporter les indications suivantes :</li> <li>• l'une des majuscules B ou H, distinctive du domaine de tension dans lequel le titulaire peut être amené à exercer son activité</li> <li>• l'un des indices 0, 1, 2 ou 2ème lettre R ou C, fixant les attributions qui peuvent lui être confiées</li> <li>• l'aptitude à travailler sous tension (lettre T ajoutée à B1-B2 ou exceptionnellement à H1-H2)</li> <li>• l'aptitude à nettoyer sous tension (lettre N ajoutée à B ou H)</li> <li>• l'autorisation à travailler au voisinage de pièces nues sous tension (avec lettre V ou indication, en toutes lettres, dans la colonne INDICATIONS SUPPLÉMENTAIRES)</li> <li>• l'absence d'une indication à valeur d'interdiction</li> <li>• l'habilitation d'indice 2 implique celles des indices 0 et 1</li> <li>• l'habilitation d'indice 1 implique celle d'indice 0</li> <li>• l'habilitation BR implique l'habilitation B1, mais celle-ci peut être supprimée en indiquant dans la colonne INDICATIONS SUPPLÉMENTAIRES)</li> <li>• le personnel non électricien effectuant de petites interventions de dépannage prédéterminées doit être habilité BS.</li> <li>• les habilitations d'indices 0, 1, 2 ou de 2ème lettre R permettent d'être désigné comme surveillant de sécurité électrique dans le même champ d'application que celui fixé par le titre d'habilitation. Cette désignation est toujours ponctuelle.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>AVIS</b></p> <p>_____</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le présent titre d'habilitation est établi et signé par l'employeur ou son représentant et remis à l'intéressé qui doit également le signer.</li> <li>- Ce titre est strictement personnel et ne peut être remis à des tiers. Il est valable 1 an.</li> <li>- Le titulaire doit être porteur de ce titre pendant les heures de travail ou le conserver à sa portée.</li> <li>- La perte éventuelle de ce titre doit être signalée immédiatement au supérieur hiérarchique.</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; font-size: small;"> <p>Cette habilitation n'autorise pas à elle seule son titulaire à effectuer de son propre chef les opérations pour lesquelles il est habilité. Il doit, en outre, être désigné par son chef hiérarchique pour l'exécution de ces opérations.</p> </div> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); position: absolute; right: 0; top: 50%; font-size: x-small;">MODELE DE TITRE D'HABILITATION (d'après UTE C-18-510)</p>
Personnel			Symbole d'habilitation	Champ d'application																														
	Domaine de tension	Ouvrages concernés		Indications supplémentaires																														
Non électricien																																		
Exécutant électricien																																		
Chargé de travaux ou d'interventions																																		
Chargé de consignation																																		
Habilités spéciaux																																		

## 5 - APPAREILLAGE DE SECTIONNEMENT, COMMANDE ET PROTECTION

### 5.1 - Fonction de sectionnement

Son but est de séparer et d'isoler un circuit ou un appareil du reste de l'installation électrique, afin de garantir la sécurité des personnes ayant à intervenir sur l'installation électrique pour entretien ou réparation.

La norme NF C 15-100 impose :

- que tous les conducteurs actifs à l'exception du PEN soient coupés ;
- que l'appareil de sectionnement soit verrouillable ou cadénassable en position "ouvert" ;
- qu'on puisse vérifier l'ouverture des contacts, soit visuellement (appareils à coupure visible), soit mécaniquement par un indicateur reflétant la position des contacts (appareils à coupure pleinement apparente).

*Exemple d'appareil assurant cette fonction* : sectionneur, prise de courant  $\leq 16$  A si puissance de l'équipement  $\leq 3$  kW.

**LES CONDUCTEURS PE ET PEN NE DOIVENT JAMAIS ETRE COUPES**

**UN SECTIONNEUR DOIT ETRE MANŒUVRE A VIDE**

### 5.2 - Fonction de commande

Elle est destinée à assurer en service normal la mise "en" et "hors" tension de tout ou partie de l'installation ou d'un appareil d'utilisation. La manœuvre peut être manuelle par action sur la poignée de l'appareil ou par commande électrique à distance.

*Exemple d'appareil assurant cette fonction* : interrupteur, contacteur, rupteur, disjoncteur.

### 5.3 - Fonction de protection

Son rôle est d'éviter ou de limiter les conséquences destructrices ou dangereuses des surintensités (surcharges et courts-circuits), des surtensions, des baisses de tension, des défauts d'isolement, et dans la majorité des cas de séparer la partie défectueuse du reste de l'installation.

*Exemple d'appareil assurant cette fonction* :

- fusible à usage domestique (surintensités) ;
- fusible à usage industriel type gG (surintensités) ;
- fusible à usage industriel type aM (courts-circuits) ;
- relais de protection thermique, associé à un contacteur (surcharges) ;
- disjoncteur magnétothermique (surintensités), disjoncteur magnétique (courts-circuits) ;
- parafoudre (surtensions) ;
- relais à minima de tension, associé à un contacteur (baisses de tension) ;
- dispositif à courant différentiel résiduel (DDR), associé à un interrupteur ou un disjoncteur (défauts d'isolement).

**DDR (dispositif à courant différentiel résiduel)** : détecte tout courant qui ne se reboucle pas au travers des parties actives (phases ou neutre). Si la valeur de ce courant dit de "fuite" est supérieure au seuil de réaction du DDR (compris entre 50 et 100% de sa sensibilité) celui-ci provoque l'ouverture de l'interrupteur ou du disjoncteur qui lui est associé.

### 5.4 - Fonction d'arrêt d'urgence et de coupure d'urgence

**Arrêt d'urgence** : dispositif de sécurité facilement et rapidement accessible, permettant, compte tenu d'une inertie irréductible, tant en marche automatique qu'en marche manuelle, l'arrêt quasi immédiat d'une machine ou d'un ensemble. Cela implique l'utilisation complémentaire d'un freinage énergétique, pour immobiliser instantanément cette dernière, qui peut être réalisé soit mécaniquement, soit le plus souvent électriquement (contre-courant, injection de courant continu.).

**ARRÊT D'URGENCE      ⇒      RISQUE MECANIQUE**

**LE DISPOSITIF D'ARRÊT D'URGENCE NE MET PAS FORCÉMENT HORS TENSION LA MACHINE**

**Coupure d'urgence** : dispositif de sécurité aisément reconnaissable et disposé de manière à être facilement et rapidement accessible, permettant en une seule manœuvre de couper en charge tous les conducteurs actifs.

<b>COUPURE D'URGENCE      ⇒      RISQUE ELECTRIQUE</b>
--

<b>LE DISPOSITIF DE COUPURE D'URGENCE MET TOUJOURS HORS TENSION LA MACHINE (OU LA PARTIE D'INSTALLATION CONSIDEREE)</b>
---

### **5.5 - Fonctions combinées ou multiples**

Elles permettent de réaliser des installations avec moins d'appareillage et moins d'études de compatibilité. Les précédentes fonctions sont combinées dans un même appareil.

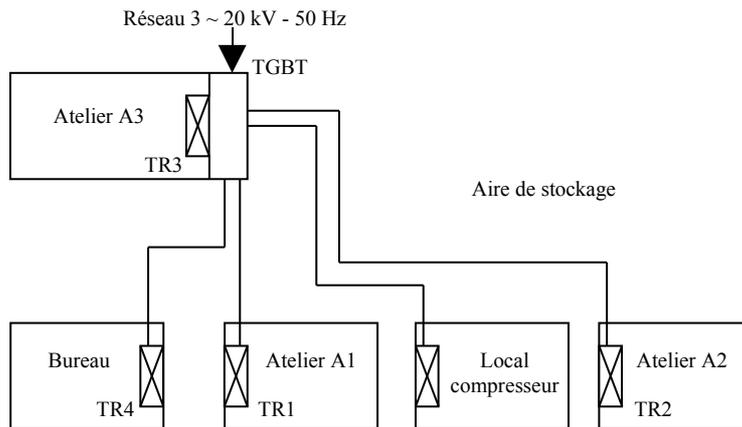
***Exemple d'appareil assurant ces fonctions :***

- sectionneur porte fusibles (fonctions de sectionnement et de protection) ;
- interrupteur sectionneur (fonctions de commande, de sectionnement et de coupure d'urgence) ;
- interrupteur sectionneur porte fusibles (fonctions de commande, de sectionnement, de protection et de coupure d'urgence) ;
- disjoncteur sectionneur (fonctions de commande, de protection, de sectionnement et de coupure d'urgence).

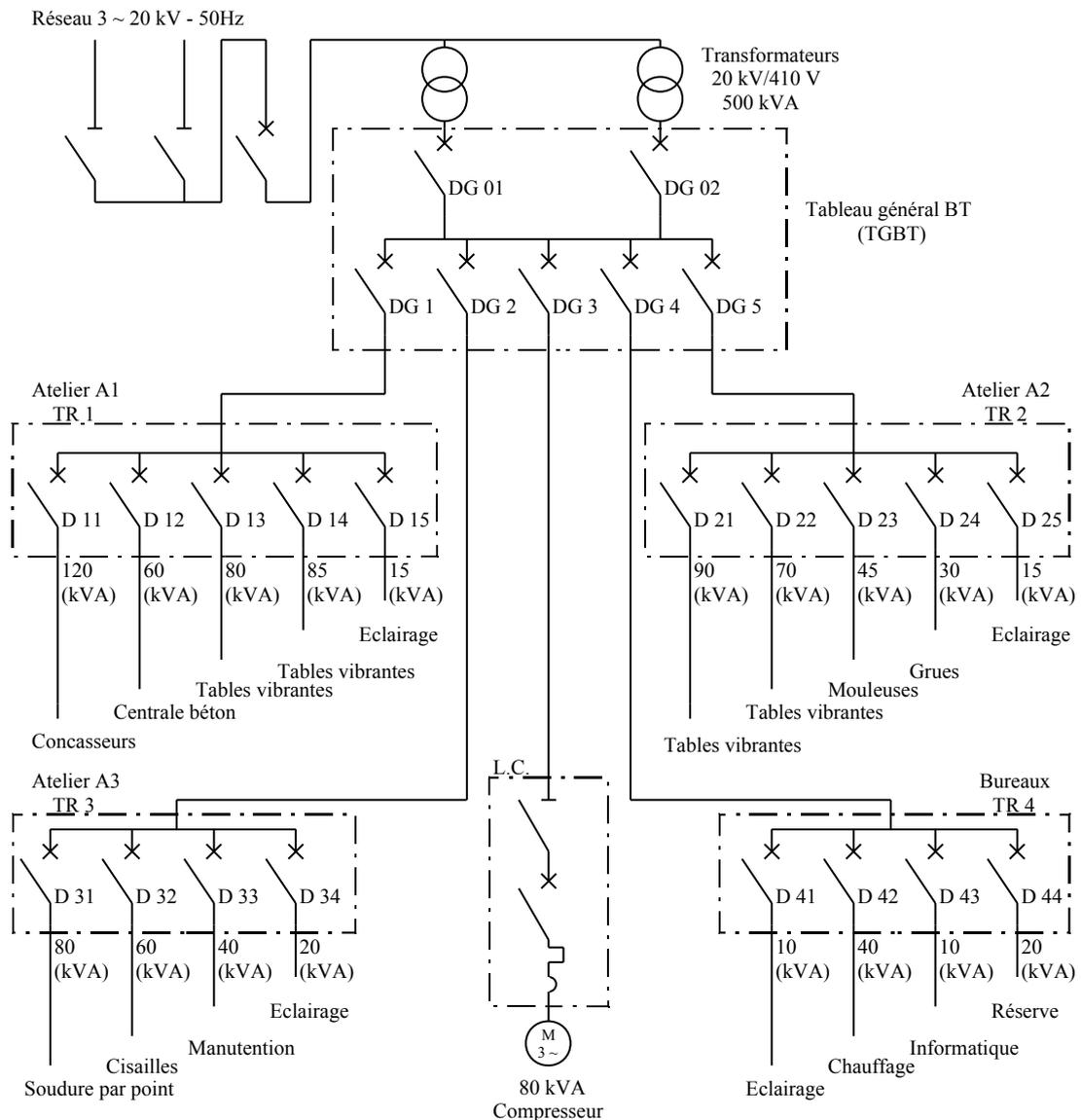
### **5.6 - Symboles de l'appareillage**

## 5.7 - Lecture des plans et schémas

### Plan d'implantation des tableaux de répartition d'une usine de produits préfabriqués en béton armé :



### Schéma unifilaire de la distribution d'énergie électrique de l'usine précédente :



*Schéma d'un équipement de nettoyage de bouteilles de plongée : circuit de puissance*

*Schéma d'un équipement de nettoyage de bouteilles de plongée : circuit de commande*

## 6 - PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

**Tension limite conventionnelle  $U_L$**  : tension de sécurité en fonction de l'environnement définie par la norme CEI 479-1, qui est la tension de contact maximale admissible pendant au moins 5 s. Cette tension est pour les milieux secs de 50 V en alternatif, 120 V en continu et pour les milieux mouillés 25 V en alternatif, 60 V en continu.

**Temps de coupure du dispositif de protection selon  $U_L$  et  $U_C$**  : la norme NF C 15-100 précise que si la tension de contact  $U_C$  risque de dépasser la tension  $U_L$ , la durée d'application de la tension de défaut doit être limitée par un dispositif de protection à une valeur indiquée par les tableaux suivants :

Milieu sec BB1 ( $U_L=50$ V en AC, 120 V en DC)		
$U_C$ maximal présumée (V)	Temps de coupure (s)	
	en alternatif	en continu
< 50	5	5
50	5	5
75	0,60	5
90	0,45	5
120	0,34	5
150	0,27	1
220	0,17	0,40
280	0,12	0,30
350	0,08	0,20
500	0,04	0,10

Milieu mouillé BB2 ( $U_L=25$ V en AC, 60 V en DC)		
$U_C$ maximal présumée (V)	Temps de coupure (s)	
	en alternatif	en continu
< 25	5	5
25	5	5
50	0,48	5
60	0,38	5
75	0,30	2
90	0,25	0,80
120	0,18	0,50
150	0,12	0,25
220	0,05	0,06
280	0,02	0,02

### 6.1 - Schémas des liaisons à la terre (SLT) : TT, TN et IT

**Codification des SLT** : chaque schéma des liaisons à la terre se trouve repéré par deux lettres :

- la **première lettre** symbolise la situation du point neutre par rapport à la terre :
  - T = liaison directe du neutre à la terre ;
  - I = pas de liaison ou liaison par l'intermédiaire d'une impédance de valeur élevée du neutre à la terre ;
- la **deuxième lettre** symbolise la situation des masses de l'installation électrique BT :
  - T = liaison des masses à une prise de terre distincte de celle du point neutre ;
  - N = liaison des masses au point neutre.

**Règles communes au trois SLT** : les trois SLT présentent en commun cinq règles importantes, à savoir :

- liaison des masses de l'installation à un conducteur de protection (PE ou PEN) ;
- liaison des éléments conducteurs simultanément accessibles à un conducteur d'équipotentialité. Ce dernier est relié au conducteur principal de protection ;
- masses simultanément accessibles reliées à la même prise de terre ou à un ensemble de prises de terre interconnectées ;
- coupure automatique de l'alimentation en énergie électrique de tout ou partie de l'ouvrage électrique par un dispositif de protection approprié. Celui-ci doit éviter, en cas de défaut d'isolement entre un conducteur de phase et la masse, l'apparition d'une tension de contact supérieure à la tension limite conventionnelle de sécurité, c'est-à-dire d'un risque d'effet physiopathologique dangereux pour une personne ;
- subdivision correcte des installations afin de faciliter la localisation des défauts d'isolement.

**Schéma TT** : « neutre mis directement à la terre », protection par DDR.

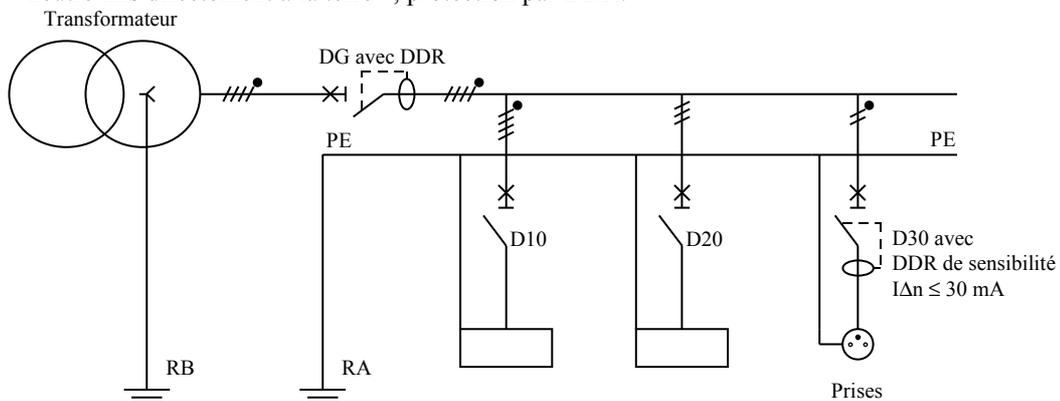


Schéma de principe SLT TT (coupure au premier défaut)

RA : résistance de la prise de terre des masses, RB : résistance de la prise de terre du neutre.

**Protection des personnes si  $I\Delta n_{DG} \leq U_L/RA$**  (ex : milieu sec  $U_L=50$  V,  $RA=10 \Omega \Rightarrow I\Delta n_{DG} \leq 5$  A).

**Schéma TN** : « mise au neutre des masses de l'installation », protection par cartouche fusible ou disjoncteur.

Il existe trois types de schémas TN :

- **TN-S** : conducteur de neutre et conducteur de protection sont **Séparés**. Le schéma TN-S est obligatoire pour les réseaux ayant des conducteurs de section inférieure à 10 mm<sup>2</sup> en cuivre et 16 mm<sup>2</sup> en aluminium ;
- **TN-C** : conducteur de neutre et conducteur de protection sont **Confondus** (PEN). Le PEN de couleur vert/jaune est simultanément conducteur de protection et conducteur neutre. La fonction conducteur de protection est prioritaire sur la fonction conducteur actif. Le conducteur PEN ne doit pas être coupé ;
- **TN-C-S** : le schéma TN-C est toujours en amont du schéma TN-S. On passe du TN-C au TN-S en séparant le neutre du conducteur de protection électrique.

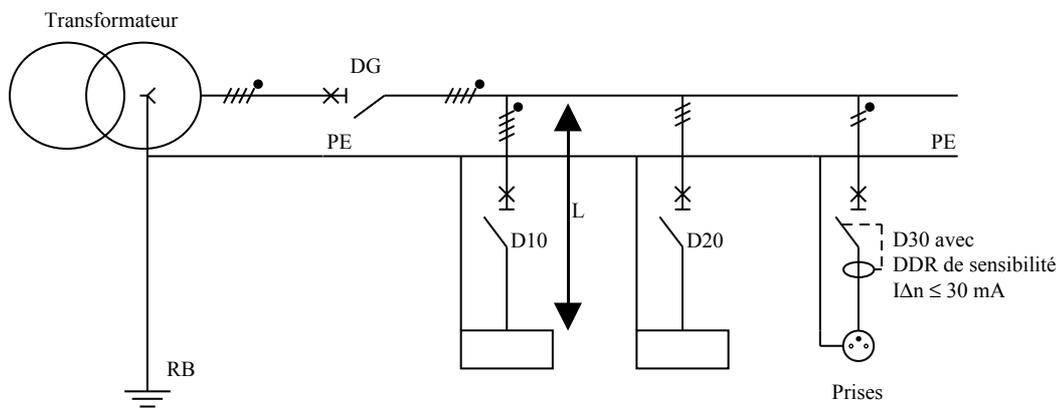
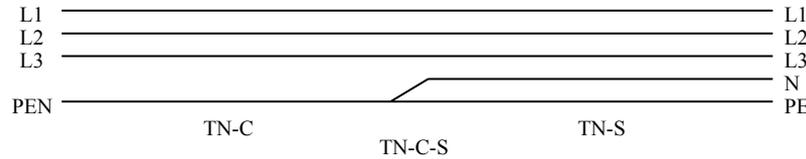


Schéma de principe SLT TN-S (coupure au premier défaut)

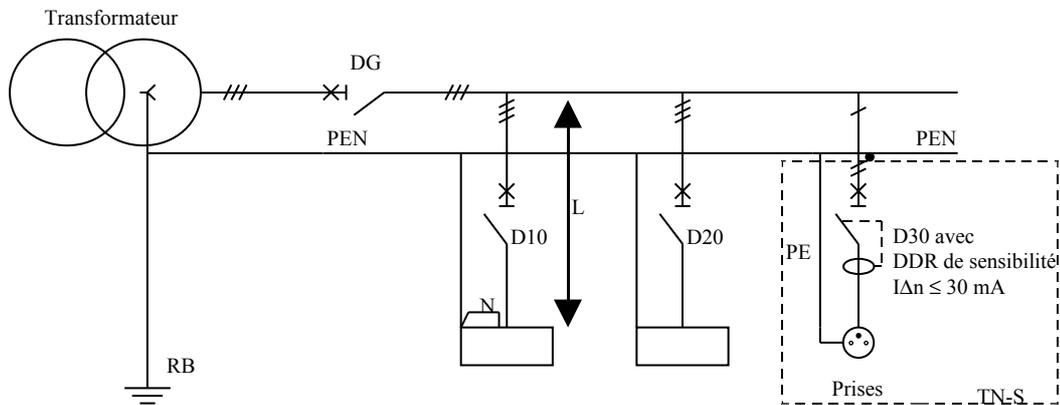


Schéma de principe SLT TN-C (coupure au premier défaut)

RB : résistance de la prise de terre du neutre.

**Protection des personnes si  $L \leq 0,8U_0S_{ph}/\rho(1+m)I_a$**  (L : longueur maximale en m,  $U_0$  : tension entre phase et neutre en V,  $S_{ph}$  : section des conducteurs en mm<sup>2</sup>,  $\rho$  : résistivité (0,0225  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  pour le cuivre, 0,036  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  pour l'aluminium),  $m=S_{ph}/S_{PE}$  (ou PEN),  $I_a$  : courant de fonctionnement en A du dispositif de protection dans le temps t prescrit (pour un réseau 230/400 V,  $t=0,4$  s pour  $U_L=50$  V et 0,2 s pour  $U_L=25$  V).

**Schéma IT :** « neutre isolé ou impédant », protection identique à TN si masses interconnectées ou TT dans l'autre cas.

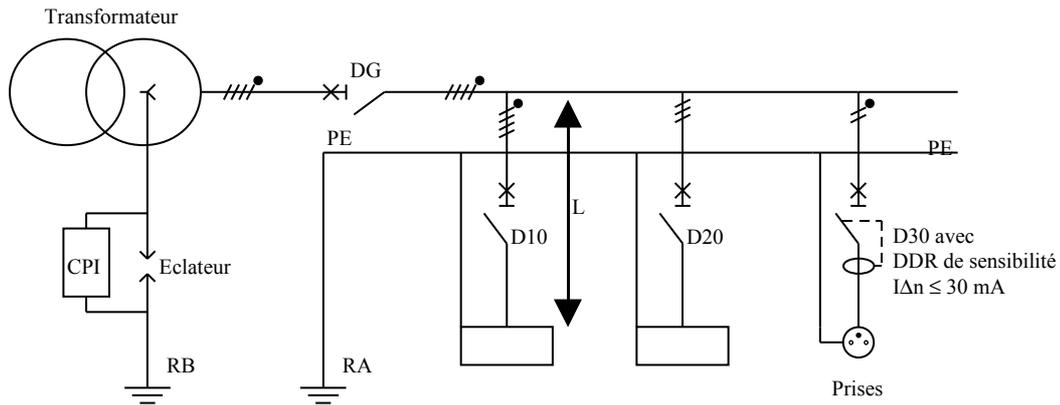


Schéma de principe SLT IT (coupure au deuxième défaut)

CPI : Contrôleur Permanent d'Isolément, RA : résistance de la prise de terre des masses, RB : résistance de la prise de terre du neutre.

**Protection des personnes si  $L \leq 0,8kU_0S_{ph}/\rho(1+m)I_a$**  ( $L$  : longueur maximale en m,  $k=\sqrt{3}/2$  si le neutre n'est pas distribué et  $k=0,5$  si le neutre est distribué,  $U_0$  : tension entre phase et neutre en V,  $S_{ph}$  : section des conducteurs en  $mm^2$ ,  $\rho$  : résistivité ( $0,0225 \Omega \cdot mm^2/m$  pour le cuivre,  $0,036 \Omega \cdot mm^2/m$  pour l'aluminium),  $m=S_{ph}/S_{PE}$ ,  $I_a$  : courant de fonctionnement en A du dispositif de protection dans le temps  $t$  prescrit (pour un réseau 230/400 V,  $t=0,4$  s pour  $U_L=50$  V et  $0,2$  s pour  $U_L=25$  V si le neutre n'est pas distribué,  $t=0,8$  s pour  $U_L=50$  V et  $0,5$  s pour  $U_L=25$  V si le neutre est distribué).

**Nota :** ces trois schémas des liaisons à la terre ont une même finalité en terme de protection des personnes et des biens : la maîtrise des effets des défauts d'isolement. Ils sont considérés comme équivalents sur le plan de la sécurité des personnes contre les contacts indirects. Ce sont les impératifs de continuité de service et de conditions d'exploitation qui déterminent le ou les choix des schémas des liaisons à la terre.

## 6.2 - Prises de terre, conducteurs de terre, de protection et d'équipotentialité

Illustrations : voir brochure PROMOTELEC "MISE A LA TERRE POUR LA SECURITE ELECTRIQUE".

**Prise de terre :** corps conducteur enterré, ou ensemble de corps conducteurs enterrés et interconnectés, assurant une liaison électrique avec la terre.

**Masse :** partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée par une personne, qui n'est normalement pas sous tension mais peut le devenir en cas de défaut d'isolement des parties actives de ce matériel.

**Borne principale ou barre principale de terre :** borne ou barre prévue pour la connexion aux dispositifs de mise à la terre de conducteurs de protection, y compris les conducteurs d'équipotentialité et éventuellement les conducteurs assurant une mise à la terre fonctionnelle.

**Conducteur de terre :** conducteur de protection reliant la borne principale de terre à la prise de terre.

**Conducteur de protection :** conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement des parties suivantes :

- masses ;
- éléments conducteurs ;
- borne principale de terre ;
- prise de terre ;
- point de mise à la terre de la source d'alimentation ou point neutre artificiel.

**Conducteur d'équipotentialité :** conducteur de protection assurant une liaison équipotentielle.

**Liaison équipotentielle :** liaison électrique spéciale mettant au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et des éléments conducteurs.

**Nota :** toutes les masses, toutes les machines et structures métalliques supportant du matériel électrique doivent être reliées à une prise de terre interconnectée. Cette mise à la terre doit être complétée par l'installation d'un dispositif automatique de coupure en cas de défaut d'isolement portant les masses à une tension dangereuse.

### 6.3 - Précautions à prendre lors de la mesure de la résistance d'une prise de terre

Pour effectuer la mesure de la résistance de la prise de terre, l'opérateur doit toujours utiliser la procédure suivante :

- utiliser un tapis isolant et des gants isolants ;
- s'assurer au moyen d'une pince ampèremétrique, qu'aucun courant de défaut ne s'écoule par l'intermédiaire du circuit de mise à la terre vers le sol ;
- installer une prise de terre provisoire raccordée au conducteur de protection aussi distante que possible de la prise de terre à mesurer ;
- séparer, au niveau de la barrette de coupure, la prise de terre à mesurer, du conducteur principal de protection ;
- procéder à la mesure au moyen d'un tellurohmmètre et de deux prises de terre auxiliaires ;
- après la mesure, refixer la barrette de coupure ;
- supprimer la prise de terre provisoire.

**Nota :** la borne principale de terre, appelée également barrette de mesure, permet, afin d'effectuer la mesure de résistance, de déconnecter la prise de terre de l'ensemble de l'installation. La barrette de coupure d'une prise de terre ne doit pouvoir être ouverte qu'à l'aide d'un outil.

### 6.4 - Protection par coupure automatique

La mise en œuvre d'une mesure de protection contre les chocs électriques par contacts indirects consiste à couper automatiquement l'alimentation du circuit présentant le défaut d'isolement. Pour mettre en œuvre cette mesure, il faudra prendre en compte :

- la tension limite de sécurité du local considéré (25 V ou 50 V en alternatif, 60 V ou 120 V en continu lisse) ;
- le schéma des liaisons à la terre utilisé : TT (uniquement en alternatif car les DDR ne fonctionnent pas en courant continu), TN (en alternatif ou en continu) ou IT (en alternatif ou en continu).

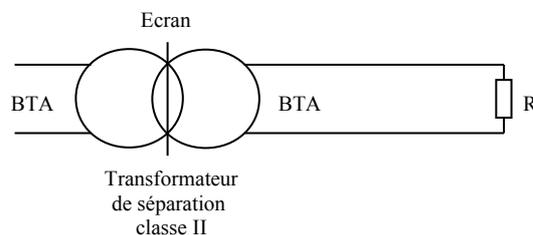
**Nota :** toute masse faisant l'objet d'une mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation doit être reliée à un conducteur de protection.

### 6.5 - Protection sans coupure automatique

**Utilisation de la TBTS ou de la TBTP :** si les règles propres à la TBTS ou TBTP sont respectées, la protection des personnes contre les contacts indirects est assurée.

**Emploi de matériels de classe II :** protection assurée par une double isolation ou une isolation renforcée des parties actives.

**Protection par séparation des circuits :** autorisée uniquement dans le domaine BTA, elle se fait par isolement galvanique des circuits (utilisation d'un transformateur de séparation conforme à la norme NF EN 60.742 (indice de classement C 52-742)), pour des circuits de longueur limitée, bien isolés et alimentant en général un seul appareil. Le circuit séparé doit présenter un niveau d'isolement élevé et ne doit être relié, en aucun de ses points, ni à la terre ni à d'autres circuits ; le bon état de l'isolation doit être vérifié régulièrement.



**Exemple :** prise rasoir dans une salle de bain.

## 7 - PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

### 7.1 - Mesures principales de protection (mise hors de portée)

Les dispositions 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.

**Mise hors de portée par éloignement** : lorsque la mise hors de portée est assurée par le seul éloignement, celui-ci doit être suffisant pour prévenir le risque d'accident par contact ou rapprochement soit avec des travailleurs, soit avec des objets qu'ils manipulent ou transportent habituellement (ex : lignes aériennes en conducteurs nus).

**Mise hors de portée au moyen d'obstacles ou d'enveloppes ou écrans (nappes isolantes)** : l'efficacité de ceux-ci doit être assurée par leur nature, leur étendue, leur disposition, leur stabilité, leur solidité et, le cas échéant, leur isolation, compte tenu des contraintes auxquelles ils sont normalement exposés.

Obstacles : peuvent être constitués par des parois pleines ou percées de trous ou par des grillages ; les dimensions des trous ou des mailles ne doivent pas diminuer l'efficacité de la protection.

Enveloppes : matériels électriques installés dans des coffrets, des armoires, des tableaux possédant au moins le degré de protection IP 2X ou IP XXB.

Ecran : dispositif conçu pour éviter l'approche ou le contact de pièces nues sous tension. L'écran peut être réalisé en matériau conducteur mis à la terre ou matériau isolant ou isolé. Pour supprimer le voisinage lors de travaux on peut utiliser en tant qu'écran des nappes isolantes.

#### Nota :

La suppression des obstacles, quelle qu'en soit la classe de tension, ne sera réalisée que par des électriciens habilités à cet effet.

Les portes d'armoires doivent être fermées à clef, afin que seules les personnes autorisées aient accès aux matériels qu'elles contiennent. Choisir de préférence un matériel conservant, après ouverture de la porte, un degré de protection suffisant (**IP 2X ou IP XXB** : protection contre la pénétration d'un doigt).

**Mise hors de portée par isolation des câbles** : le recouvrement des conducteurs et pièces sous tension doit être adapté à la tension de l'installation et conserver ses propriétés à l'usage, eu égard aux risques de détérioration auxquels il est exposé. Utiliser de préférence :

- des conducteurs et câbles isolés ou à défaut des jeux de barres mis hors de portée par isolation (enrubannage, gaine thermo-rétractable, etc.) ;
- des cosses et des embouts à manchon isolant.

<b>LA MISE HORS DE PORTEE PAR ELOIGNEMENT, OBSTACLE OU ISOLATION DOIT ETRE EXECUTEE PAR DU PERSONNEL HABILITE A CET EFFET</b>
---

### 7.2 - Autres mesures de protection

**Dispositifs DR à haute sensibilité** : toutes les mesures précédentes ont un caractère préventif, l'expérience montre que certaines peuvent parfois se révéler défaillantes par manque d'entretien, de négligence, d'inattention, de présence d'eau imprévue rendant l'isolation ou les enveloppes inefficaces.

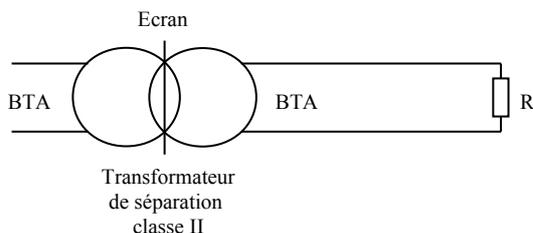
Pour pallier ce risque, la mesure de protection complémentaire contre les contacts directs consiste à utiliser des dispositifs à courant différentiel résiduel de haute sensibilité ( $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ) appelés DDR-HS.

**Utilisation de la TBTS ou de la TBTP\*** : peuvent être utilisées lorsque le risque est très élevé (piscine, etc.) mais ne permet pas de véhiculer des puissances importantes.

**\* Dans le cas de la TBTP, lorsque la tension est inférieure ou égale aux valeurs indiquées dans le tableau suivant, cette mesure est considérée comme assurant la protection contre les contacts directs.**

Type de locaux	Tension maximum en volts pour une protection contre les contacts directs en TBTP	
	En alternatif	En courant continu lisse
Secs	25	60
Mouillés	12	30

**Protection par séparation des circuits** : autorisée uniquement dans le domaine BTA, elle se fait par isolement galvanique des circuits (utilisation d'un transformateur de séparation classe II conforme à la norme NF EN 60.742 (indice de classement C 52-742)), pour des circuits de longueur limitée, bien isolés et alimentant en général un seul appareil. Le circuit séparé doit présenter un niveau d'isolement élevé et ne doit être relié, en aucun de ses points, ni à la terre ni à d'autres circuits ; le bon état de l'isolement doit être vérifié régulièrement.



**Exemple** : prise rasoir dans une salle de bain.

**Impédance de protection** : ensemble de composants dont l'impédance, la construction et la fiabilité sont telles que la mise en œuvre assure une protection contre le risque de choc électrique, en limitant le courant permanent ou de décharge.

Il s'agit de systèmes de protection utilisés essentiellement dans la construction de matériels qui comportent des parties conductrices accessibles, dont le potentiel doit être fixé pour des raisons fonctionnelles par rapport à des parties actives (sortie d'antenne de TV, pistolet électrostatique à peinture, clôture électrique, appareil de test d'isolement...).

### 7.3 - Cas particulier du contact direct avec les lignes électriques

Deux moyens de protection existent :

- par éloignement, **3 m minimum si  $U_n < 57 \text{ kV}$**  et **5 m minimum si  $U_n \geq 57 \text{ kV}$**  ;
- par isolation, protection des câbles par gaines isolantes.

## 8 - LE MATERIEL ELECTRIQUE

### 8.1 - Définitions

**Emplacements ou locaux de travail** : lieux où s'effectuent une ou plusieurs opérations.

**Local ou emplacement de travail électriquement isolant** : lieu où le sol isole les personnes de la terre, les murs sont isolants, les masses et les éléments conducteurs sont isolés de la terre et ne sont pas accessibles simultanément. Ne peuvent être reconnus comme isolants que des locaux dont la construction et l'équipement électrique ont été spécialement étudiés à cet effet.

**Local ou emplacement de travail mouillé** : lieu où l'eau ruisselle sur les murs ou sur le sol et où les matériels électriques sont soumis à des projections d'eau (caves, douches...).

**Local ou emplacement présentant des dangers d'incendie** : lieu où sont traitées, fabriquées, manipulées ou entreposées des matières susceptibles de prendre feu.

**Local ou emplacement de travail à risques particuliers de choc électrique** : lieu réservé à la production, la conversion ou la distribution de l'électricité. Lieu où la présence de parties actives accessibles résulte d'une nécessité technique.

**Local ou emplacement de travail exigü** : tout lieu dont l'une des trois dimensions est restreinte, entraînant par là même des risques de contacts simultanés de la personne avec deux parois (vides sanitaires, galeries ou gaines techniques étroites).

**Enceinte conductrice exigüe** : tout local ou emplacement de travail, dont les parois sont essentiellement constituées de parties métalliques ou conductrices, à l'intérieur duquel une personne peut venir en contact sur une partie importante de son corps, avec les parties conductrices environnantes et dont l'exigüité limite les possibilités d'interrompre ce contact (intérieur d'une chaudière, d'une cuve...).

**Matériel électrique** : tout matériel utilisé pour la production, la transformation, le transport, la distribution ou l'utilisation de l'énergie électrique.

**Amovible** : qualificatif s'appliquant à tout matériel électrique portatif à main, mobile ou semi-fixe.

**Portatif à main** : qualification s'appliquant à tout matériel électrique, ou toute partie de celui-ci, dont l'usage normal exige l'action constante de la main, soit comme support, soit comme guide (perceuse, fer à souder, lampe baladeuse...).

**Mobile** : qualificatif s'appliquant à tout matériel électrique qui, sans répondre à la définition du matériel portatif à main, peut, soit se déplacer par ses propres moyens, soit être déplacé par une personne, alors qu'il est sous tension (palan électrique, aspirateur...).

**Semi-fixe** : qualificatif s'appliquant à tout matériel électrique qui ne doit pas être déplacé sous tension (poste de soudure à l'arc...).

**Parties dangereuses (ou actives)** : toute partie conductrice destinée à être sous tension en service normal.

### 8.2 - Classes de matériel

Classification des matériels en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques :

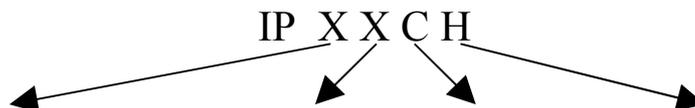
Classes	Symboles	Caractéristiques
0	Pas de symbole	Protection basée uniquement sur l'isolation principale. <b>Emploi interdit.</b>
I	 ou 	Toutes les pièces métalliques accessibles sont interconnectées. <b>Matériel devant être obligatoirement relié à la terre.</b>
II	 ou 	Matériel à isolation renforcée ou à double isolation. <b>Ne doit pas être relié à la terre.</b>
III		Appareil alimenté en TBTS ou TBTP. <b>Ne doit pas comporter de borne de mise à la terre.</b> Valeur de la tension nominale toujours indiquée.

**Nota :** les numéros des classes sont destinés non pas à rendre compte du niveau de sécurité du matériel, mais uniquement à indiquer comment la sécurité est obtenue. Il appartient au constructeur de déclarer la classe de son matériel.

### 8.3 - Degrés de protection (normes NF EN 60529 et NF EN 50102)

**Degré de protection :** niveau de protection procuré par une enveloppe contre l'accès aux parties dangereuses, contre la pénétration de corps solides étrangers et / ou contre la pénétration de l'eau.

**Code IP (International Protection) :** norme NF EN 60529



Protection du matériel contre la pénétration des corps solides et du personnel contre les parties dangereuses (chiffre de 0 à 6 ou lettre X)

Protection du matériel contre la pénétration de l'eau (chiffre de 0 à 8 ou lettre X)

Protection du personnel contre l'accès aux parties dangereuses, en option (lettres additionnelles A, B, C ou D)

Information supplémentaire spécifique en option (lettres supplémentaires H, M, S ou W)

Premier chiffre Protection contre les corps solides		Deuxième chiffre Protection contre les liquides	
<b>0</b>	Pas de protection	<b>0</b>	Pas de protection
<b>1</b>	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex : contacts involontaires de la main)	<b>1</b>	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
<b>2</b>	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm (ex : doigt de la main)	<b>2</b>	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
<b>3</b>	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (ex : outils, fils)	<b>3</b>	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
<b>4</b>	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (ex : outils fins, petits fils)	<b>4</b>	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions
<b>5</b>	Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	<b>5</b>	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
<b>6</b>	Totalement protégé contre les poussières	<b>6</b>	Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
		<b>7</b>	Protégé contre les effets de l'immersion
		<b>8</b>	Protégé contre les effets prolongés de l'immersion sous pression

Protection du personnel contre l'accès aux parties dangereuses	
<b>A</b>	Protégé contre l'accès avec le dos de la main
<b>B</b>	Protégé contre l'accès avec le doigt
<b>C</b>	Protégé contre l'accès avec un outil > 2,5 mm

Information supplémentaire spécifique	
<b>H</b>	Matériel haute tension
<b>M</b>	En mouvement pendant l'essai de pénétration d'eau
<b>S</b>	Stationnaire pendant l'essai de pénétration d'eau

**D** Protégé contre l'accès avec un fil > 1 mm

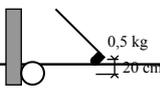
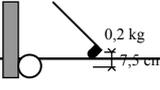
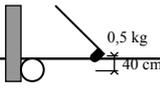
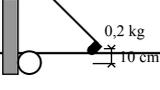
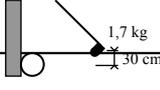
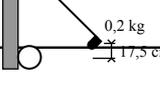
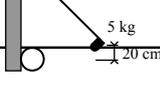
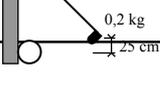
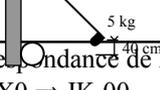
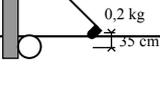
**W** Utilisation aux intempéries

Code **IK** : norme NF EN 50102

## IK 05

Lettre du code (protection mécanique internationale)

Groupe de chiffres caractéristiques (de 00 à 10)

<b>00</b> Non protégé	<b>06</b> Energie d'impact 1 Joule 
<b>01</b> Energie d'impact 0,15 Joule 	<b>07</b> Energie d'impact 2 Joules (AG2) 
<b>02</b> Energie d'impact 0,2 Joule (AG1) 	<b>08</b> Energie d'impact 5 Joules (AG3) 
<b>03</b> Energie d'impact 0,35 Joule 	<b>09</b> Energie d'impact 10 Joules 
<b>04</b> Energie d'impact 0,5 Joule 	<b>10</b> Energie d'impact 20 Joules (AG4) 
<b>05</b> Energie d'impact 0,7 Joule 	Correspondance de l'ancien 3ème chiffre IP : IP XX0 ⇒ IK 00    IP XX3 ⇒ IK 04    IP XX7 ⇒ IK 08 IP XX1 ⇒ IK 02    IP XX5 ⇒ IK 07    IP XX9 ⇒ IK 10

### 8.4 - Influences externes (chapitre 32 de la norme NF C 15-100)

Toute installation électrique est placée dans un environnement qui présente des risques plus ou moins importants :

- pour les personnes ;
- pour le matériel constituant l'installation.

En conséquence, ces conditions d'environnement de l'installation électrique influent sur le choix ou la définition des matériels. Ces conditions constituent ce que l'on appelle les influences externes.

**Code utilisé** : voir brochure UTE "LE PETIT FORMULAIRE DE L'INSTALLATEUR ELECTRICIEN".

### 8.5 - Lampes baladeuses (NF EN 60598-2-8)

Les appareils d'éclairage amovibles dits "lampes baladeuses" sont alimentés sous une tension au plus égale à 250 V et, selon le modèle, équipés d'une lampe à incandescence ou d'un tube à fluorescence. Elles doivent être du type à "usage professionnel", c'est-à-dire conformes à la norme NF EN 60598-2-8. Elles sont non démontables et présentent un degré de protection au moins égal à IP45 faisant l'objet d'un marquage durable et visible.

Les baladeuses alimentées en BT ( $U \leq 250$  V) sont des appareils de classe II.

Les baladeuses alimentées en TBTS sont des appareils de classe III à alimenter par un transformateur de sécurité, spécialement prévu pour l'alimentation des baladeuses, repéré par le symbole  (peut alimenter une ou plusieurs baladeuses) .

Les baladeuses utilisées en atmosphère explosive doivent satisfaire également aux exigences de la norme NF EN 50014.

**SEULES LES BALADEUSES A USAGE PROFESSIONNEL, CONFORMES A LA NORME NF EN 60598-2-8, DOIVENT ETRE UTILISEES**

## 8.6 - Enrouleurs de câbles (NF C 61-720)

**Enrouleur de câble** : appelé parfois "toret dérouleur", il est constitué d'un cordon prolongateur enroulé sur un tambour. Les caractéristiques principales d'un enrouleur sont les suivantes :

- degré de protection minimum de l'ensemble IP 44 résistant à des énergies de choc d'au moins 2 joules ;
- tambour et moyeu en matière isolante ;
- diamètre du moyeu supérieur à 8 fois le diamètre du câble à enrouler ;
- câble H 07 RNF ;
- fiche et socles de prises de courant conformes aux normes (de type non démontable).

Sur cet enrouleur doivent figurer les marques et les indications suivantes :

- la puissance assignée par le constructeur ;
- les caractéristiques du câble d'origine : type, longueur, section et nombre de conducteurs ;
- le marquage de la catégorie :
  - catégorie A : exclusivement à usage domestique, ne doivent jamais être utilisés sur les chantiers ;
  - catégorie B : à usage professionnel.

**SEULS LES ENROULEURS A USAGE PROFESSIONNEL (CATEGORIE B)  
CONFORMES A LA NORME NF C 61-720 DOIVENT ETRE UTILISES**

**EN CAS D'UTILISATION DE PROLONGATEUR SUR TOURET, CE DERNIER  
DOIT ÊTRE ENTIÈREMENT DÉROULÉ AVANT UTILISATION**

## 8.7 - Chantiers extérieurs

Les conditions d'environnement du chantier agressent les matériels : câbles, prises de courant, connecteurs, outils, etc. Tout branchement terminal destiné à alimenter des appareils mobiles ou portatifs doit être protégé par un dispositif différentiel à haute sensibilité. Si un tel dispositif n'est pas intégré à l'installation, ou si on n'est pas sûr de sa présence ou de sa qualité, il faut en installer un soi-même en utilisant une des solutions suivantes :

- un adaptateur différentiel qui s'interpose par enfichage entre une prise de courant et le branchement du récepteur ;
- un prolongateur différentiel qui se présente sous la forme d'un cordon prolongateur au milieu duquel a été incorporé un DDR à haute sensibilité, il s'utilise de la même manière que l'adaptateur ;
- un coffret portatif différentiel.

**LA PROTECTION DOIT ÊTRE INSTALLÉE LE PLUS PRÈS POSSIBLE DE LA  
PRISE DE COURANT DE L'INSTALLATION SUR LAQUELLE ON SE BRANCHE**

## 8.8 - Enceintes conductrices exigües

Dans les enceintes conductrices exigües (intérieurs de chaudières, cuves, bâtis de machines outils, vides sanitaires, réservoirs de faibles diamètres et aux parois conductrices...), le code (en ce qui concerne les influences externes) pour les contacts des personnes avec le potentiel de la terre, est BC4.

**Matériels portatifs à main** : les matériels portatifs à main, autres que ceux de soudage et les baladeuses, doivent être alimentés :

- soit de préférence en TBTS ou en TBTP ;
- soit par un transformateur de séparation des circuits de classe II. Dans ce cas, il ne doit y avoir qu'un seul appareil par transformateur et l'appareil doit être de classe II.

Dans tous les cas :

- les canalisations de liaison "source d'alimentation - récepteurs" doivent être distinctes de toute autre canalisation ;
- les transformateurs de sécurité ou de séparation doivent être situés à l'extérieur de l'enceinte conductrice exigüe.

A défaut, il est toutefois possible d'utiliser un matériel de classe I, alimenté par un transformateur de séparation, sous réserve que sa masse soit interconnectée à l'ensemble des éléments conducteurs constituant l'enceinte conductrice exigüe et qu'aucune partie active du circuit séparé ne soit reliée à la terre ou à d'autres circuits.

**Baladeuse** : l'emploi de la TBTS ou de la TBTP est obligatoire. Il faut donc choisir des baladeuses de classe III ou utiliser des baladeuses de classe II équipées d'ampoules du domaine de la TBT. S'il est fait usage d'un transformateur de sécurité, celui-ci doit être disposé à l'extérieur de l'enceinte conductrice exigüe.

**Travaux de soudage** : les quatre conditions suivantes doivent être simultanément respectées :

- utilisation de l'équipement de protection individuelle (EPI) et utilisation d'un tapis ou un caillebotis isolant ;
- limiter la tension à vide entre électrode de soudage à 90 V en alternatif et 150 V en courant continu lisse ;
- utiliser des portes électrodes de degré de protection minimale IP 2X ou IP XXB ;
- placer le poste de soudage à l'extérieur de l'enceinte conductrice exigüe et le protéger avec un DDR haute sensibilité ( $I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$ ).

### 8.9 - Soudage manuel à l'arc (permis de feu)

**Risques particuliers** : les risques particuliers liés au soudage à l'arc sont :

- risques dus aux fumées émises ;
- risques liés au rayonnement intense, au rayonnement ultraviolet et rayonnement infrarouge ;
- risques dus aux pièces nues sous tension (domaine BT) ;
- risques d'incendie (nécessité de mettre en œuvre la procédure du permis de feu) ;
- risques de brûlures par projection de métal en fusion et pièces chaudes.

**Moyens de protection** : les différents moyens sont :

- utiliser des matériels normalisés en bon état ;
- si nécessaire mettre en œuvre des dispositifs appropriés de captage des fumées de soudage ;
- utiliser l'équipement du soudeur ;
- posséder un permis de feu ;
- respecter les règles propres aux travaux en enceintes conductrices exigües (voir chapitre précédent).

**Permis de feu** : avant toute intervention, il est nécessaire de posséder un document appelé permis de feu. Le permis de feu est l'autorisation, pour un travail particulier dans un temps donné, d'utiliser des matériels, accessoires et outils susceptibles de créer des étincelles, de chauffer des tuyauteries, de présenter des surfaces chaudes ou des flammes. Le permis de feu ne concerne pas les opérations effectuées habituellement à des postes de travail permanents. Il est délivré, sous sa responsabilité, par le chef d'établissement ou son représentant qualifié.

**Nota** : le poste de soudure à l'arc est un appareil semi-fixe qui ne doit pas être déplacé sous tension.

### 8.10 - Fiches, prises, adaptateurs, prolongateurs

**Fiche, prise** : ensemble constitué d'un socle (prise), raccordé à l'installation fixe de la source d'énergie, et de la fiche correspondante, destinée à être raccordée aux divers conducteurs d'un câble souple. La norme NF EN 60-309-2 définit la disposition, le diamètre des broches et alvéoles et la couleur en fonction de la tension. De part leurs dimensions et détrompeurs, les fiches ne peuvent se connecter que sur les prises correspondantes (même : couleur, calibre, nombre de broches et d'alvéoles).

Calibre des prises et fiches (A)	Diamètre des broches et alvéoles	
	Actif (mm)	De protection (mm)
16	5	7
32	6	8
63	8	10
125	10	12

Tension (V) 50 et 60 Hz	Couleur
20 à 25	Violet
40 à 50	Blanc
100 à 130	Jaune
200 à 250	Bleu
380 à 480	Rouge
500 à 690	Noir

**Adaptateur** : s'intercale entre la fiche et la prise et permet la connexion lorsque fiche et prise n'ont pas le même standard ou de rajouter temporairement un DDR haute sensibilité sur un départ.

**Prolongateur électrique de chantier** : c'est un ensemble constitué au minimum des éléments suivants :

- un câble souple de la série H 07 RNF possédant, en plus des conducteurs actifs, un conducteur de protection ;
- une fiche de prise de courant avec contact de terre, à une extrémité ;
- une prise mobile de prolongateur avec contact de terre à l'autre extrémité.

Fiche et prise mobile doivent être des matériels possédant les degrés de protection **IP44** minimum et résistant à des énergies de choc d'au moins **6** joules.

## LA FABRICATION DE PROLONGATEURS MUNIS DE 2 ÉLÉMENTS SEMBLABLES (2 FICHES OU 2 PRISES) EST STRICTEMENT INTERDITE

**Nota :** pour les prises de courant, prolongateurs et connecteurs d'une intensité nominale supérieure à 32 ampères, la réunion ou la séparation des deux constituants ne doit pouvoir s'effectuer que hors charge.

### 9 - OPERATIONS SUR TOUT OU PARTIE D'UN OUVRAGE ELECTRIQUE

#### 9.1 - Locaux d'accès réservés aux électriciens

Sous le vocable **locaux d'accès réservés aux électriciens**, il faut entendre tout volume ordinairement enfermé dans une enceinte quelconque (armoires, boîtes de jonction ou de dérivation, clôtures, coffrets, locaux en maçonnerie, ...) et pouvant contenir des pièces nues sous tension dont le degré de protection est inférieur à l'indice IP2X ou IPXXB en BT et IP3X ou IPXXC en HT.

Ces locaux doivent normalement être maintenus fermés. Des pancartes doivent signaler l'existence de parties actives non protégées et interdire l'entrée ou l'accès à toute personne non autorisée.

L'accès à ces locaux est limité aux personnes :

- habilités et nommément désignés ;
- non habilités mais, informés des consignes à respecter vis-à-vis des risques électriques et placés sous la surveillance constante d'une personne habilitée.

#### 9.2 - Opérations hors tension

**Rôle du chargé de consignation (BC) :** personne désignée par l'employeur ou par le chargé d'exploitation pour effectuer ou faire réaliser la consignation et la déconsignation électrique de tout ou partie d'un ouvrage et prendre ou faire prendre les mesures de sécurité correspondantes.

**Rôle du chargé de travaux (B2) ou chargé d'intervention (BR) :** personne désignée par son employeur pour assurer la direction effective des travaux (B2) ou des interventions (BR) et qui est chargée de prendre ou de faire prendre les mesures de sécurité nécessaires, pour assurer sa propre sécurité et celle du personnel placé sous ses ordres, et de veiller à leur application. Elle peut, en cas de difficultés (par exemple, étendue du chantier), désigner un surveillant de sécurité électrique pour la suppléer dans sa mission de surveillance.

**Rôle de l'exécutant électricien (B1) :** personne désignée par son employeur pour effectuer des travaux, des interventions, des mesurages ou des manœuvres (d'ordre électrique), en exécution d'un ordre écrit ou verbal à caractère temporaire ou permanent. L'exécutant électricien doit veiller à sa propre sécurité (ex.: vérifier le matériel et les outils avant leur utilisation).

**Procédures de consignation et de déconsignation :** le travail hors tension nécessite toujours la mise en œuvre préalable de la procédure de consignation de la partie d'ouvrage concernée. Lorsque le travail est terminé, la remise en service de la partie d'ouvrage consignée, fait appel à la procédure de déconsignation.

**Procédure de consignation :** celle-ci comporte les cinq points suivants :

- ❶ **SEPARER** : consiste à faire la séparation de la partie d'ouvrage concernée de toute source d'alimentation ;
- ❷ **CONDAMNER et SIGNALER** : consiste à maintenir les organes de séparation en position d'ouverture (cadenas) et informer clairement que les organes sont volontairement condamnés et ne doivent pas être manœuvrés (disque normalisé mentionnant le nom de la personne ayant procédé à la consignation) ;
- ❸ **IDENTIFIER** : consiste à s'assurer que la séparation et la condamnation concernent bien le circuit sur lequel l'opération doit avoir lieu (lecture des schémas, suivi visuel du circuit consigné...);
- ❹ **VERIFIER** : consiste à vérifier l'absence de tension (VAT) sur chacun des conducteurs ce qui permet d'être sûr que l'opération s'effectuera hors tension (confirmation de l'identification) ;
- ❺ **METTRE A LA TERRE ET EN COURT-CIRCUIT (MALT-CC)** : permet de se prémunir contre tout risque de réalimentation intempestive ou de tension induite intermittente. La CRAM du Centre recommande la MALT-CC même en BTA.

Les opérations ❸ ❹ et ❺ peuvent être effectuées par un chargé de travaux (B2) ou d'interventions (BR) en cas de **consignation en deux étapes**.

En BTA, lors d'un dépannage, on peut ne pas réaliser les opérations ❷ et ❺ si la zone de travail est d'un accès limité aux seuls opérateurs pendant toute la durée de l'intervention et si les **appareils de séparation restent toujours visibles** depuis le lieu d'intervention. On se trouve alors en présence d'une procédure allégée (ou simplifiée) de consignation électrique.

**Procédure de déconsignation** : la déconsignation électrique d'un ouvrage comprend :

- ❶ l'identification de l'ouvrage ;
- ❷ la dépose des mises à la terre et en court-circuit ;
- ❸ le retrait des écrans protecteurs et matériels de balisage ;
- ❹ la décondamnation des organes de séparation en vue de la remise en service de l'ouvrage.

**Délimitation de la zone de travail ou d'intervention** : délimitation matérielle (balisage) d'une zone de travail à l'aide de banderoles, barrières, etc.

**Zone de travail** : zone dans laquelle l'opérateur est amené à évoluer avec les outils ou les matériels qu'il manipule. A l'intérieur de cette zone, qui doit être balisée, ne doivent pénétrer que les personnes autorisées ou désignées pour le travail à effectuer.

**Matériel de vérification d'absence de tension (norme NF C 18-310)** : dans tous les cas, la vérification d'absence de tension (VAT), aussi près que possible du lieu de travail, doit être effectuée sur chacun des conducteurs actifs, y compris le neutre, à l'aide d'un dispositif spécialement conçu à cet effet et répondant aux normes en vigueur.

La procédure pour réaliser une vérification d'absence de tension est la suivante :

- tester le bon fonctionnement du vérificateur d'absence de tension (VAT) ;
- vérifier l'absence de tension sur tous les conducteurs actifs ;
- tester le bon fonctionnement du vérificateur d'absence de tension (VAT).

**Nécessité de la mise à la terre et en court-circuit (même en BTA)** : la mise à la terre et en court-circuit est destinée à améliorer le fonctionnement des protections et l'élimination de la tension en cas de retour intempestif de celle-ci au point de séparation (réalimentation par des sources autonomes, décharge des condensateurs, etc.).

Dans les installations, immédiatement après la vérification de l'absence de tension, la mise à la terre et en court-circuit des conducteurs actifs du circuit concerné doit être effectuée et être réalisée de part et d'autre de la zone de travail. Pour cela, il faut utiliser du matériel conçu à cet effet et présentant une tenue aux courts-circuits compatible avec le courant de court-circuit de l'ouvrage au point considéré.

**Cas particulier du dépannage** : en général, cette opération comprend, dans l'ordre indiqué ci-dessous, les trois étapes suivantes :

- ❶ recherche et localisation du ou des défauts (avec présence éventuelle de la tension et des autres sources d'énergie). Le mesurage n'est pas considéré comme un travail sous tension ;
- ❷ après la procédure de consignation pour mettre l'équipement hors tension, élimination du ou des défauts (réparation ou remplacement de l'élément défectueux) ;
- ❸ remise sous tension et vérification (réglages, mesurages). Dans ce cas on considère que l'intervention se fait au voisinage de pièces nues sous tension.

**Nota** : si la phase ❷ se déroule sous tension, en zone d'environnement 4, ce n'est plus une intervention mais un travail sous tension. Dans ce cas, la personne doit avoir suivi une formation spécifique aux travaux sous tension (TST) et avoir une habilitation d'indice T (B1T ou B2T).

**Remplacement de fusibles BT** : avant de procéder au remplacement d'un fusible, il convient de rechercher et d'éliminer le défaut ou la surcharge qui a entraîné sa fusion.

Le remplacement d'un élément fusible du domaine BT doit être effectué, en principe, **hors tension**, c'est-à-dire, après avoir vérifié au préalable au moyen d'un VAT (vérificateur d'absence de tension) l'absence de tension de part et d'autre du fusible. L'élément de remplacement doit posséder les mêmes caractéristiques géométriques et électriques que le fusible défectueux.

Son remplacement doit être effectué par une personne titulaire d'une habilitation BS, B1 ou BR.

**Nota** : dans le cas où le fusible serait monté dans un appareil assurant la protection contre les risques de contacts directs et de projections en cas de fermeture sur court-circuit, il n'y a pas lieu de vérifier la mise hors tension et une personne non habilitée peut-être désignée pour effectuer ce remplacement.

**Remplacement des lampes et accessoires d'éclairage débrosables** : cette opération peut être effectuée avec présence de tension par des personnes désignées, même non habilitées, lorsque le matériel présente une protection contre les contacts directs fortuits pendant l'introduction et l'enlèvement desdits lampes et accessoires.

**Nota** : lorsqu'il existe des risques particuliers (atmosphère explosive, bris de lampes, douille à vis à chemise non coupée, contact direct avec des pièces actives nues sous tension, masses des luminaires non reliées au circuit de protection et de mise à la terre...), le remplacement est effectué suivant la procédure de dépannage.

Dans le cas des **accessoires non débrosables**, l'opération de remplacement doit être exécutée **hors tension**.

### 9.3 - Opérations au voisinage

**Evaluation des risques :** les risques de contacts directs sont très importants lors d'opérations au voisinage (zone 2 en HT et zone 4 en BT). Chaque fois que cela est possible, il est préférable d'éliminer le risque dû au voisinage de pièces nues sous tension en supprimant le voisinage lui-même. Cette suppression peut être obtenue soit en consignat l'ouvrage voisin, soit en mettant hors de portée des exécutants les pièces nues sous tension qu'il comporte (éloignement, interposition d'obstacles, isolation).

**Procédure à mettre en œuvre :** lorsque les travaux doivent être effectivement réalisés au voisinage de pièces nues sous tension sans suppression de ce voisinage, les travailleurs doivent :

- être avertis des risques présentés par ces parties actives nues sous tension ;
- avoir reçu une formation spécifique sur les méthodes de travail permettant d'effectuer, au voisinage de parties actives nues sous tension, les tâches qui leur sont confiées ;
- être habilités B0V, B1V, B2V ou BR ;
- disposer d'un appui solide leur assurant une position stable ;
- disposer d'un outillage approprié, de l'équipement et du matériel nécessaires à leur protection ;
- éventuellement être surveillés par un surveillant de sécurité électrique.

**Mission du surveillant de sécurité électrique :** personne habilitée (d'indice 0 ou S pour des opérations d'ordre non électrique, 1 ou 2 ou BR pour les opérations d'ordre électrique et T pour les travaux sous tension (TST)) dans le domaine de la tension considérée (BT ou HT) et qui a été nommément désignée par l'employeur et ce, au cas par cas.

Le surveillant de sécurité électrique doit :

- avoir une connaissance approfondie de la sécurité en matière d'électricité ;
- être capable de visualiser dans l'espace les distances minimales d'approche (DMA), les distances limites de voisinage (DLV) et la distance minimale de fouille (DMF) afin d'avertir les opérateurs lorsqu'ils s'approchent ou risquent de s'approcher de la zone dangereuse ;
- faire respecter les mesures de sécurité prescrites dans l'ordre écrit donné par l'employeur pour entreprendre de tels travaux ;
- prévenir les opérateurs en cas d'orage imminent.

<p style="text-align: center;"><b>LE SURVEILLANT DE SECURITE DOIT VEILLER A SA PROPRE SECURITE ET A CELLE DES EXECUTANTS QU'IL EST CHARGE DE SURVEILLER</b></p>
---

#### 9.4 - Opérations sous tension

Les travailleurs auxquels sont confiés les travaux sous tension doivent avoir reçu une formation spécifique sur les méthodes de travail permettant d'effectuer sous tension les tâches susceptibles de leur être confiées. Les travailleurs doivent être habilités B1T ou B2T.

<p style="text-align: center;"><b>FORMATION OBLIGATOIRE PAR UN ORGANISME AGREE PAR LE COMITE DES TRAVAUX SOUS TENSION</b></p>
---

#### 9.5 - Manœuvres, mesurages, essais et vérifications

**Les différents intervenants :** rappels sur les habilitations nécessaires des travailleurs.

**Manœuvres :**

- les manœuvres de consignation ou déconsignation sont réalisées par le **chargé de consignation (BC)**, le chargé d'intervention (BR) pouvant consigner pour lui-même ;
- les manœuvres d'exploitation, si aucune pièce sous tension accessible, ne requièrent pas d'habilitation et peuvent être réalisées par **tout travailleur** ;
- les manœuvres d'urgence ne requièrent pas d'habilitation et peuvent être réalisées par **tout travailleur**.

**Mesurages :**

- les mesurages, ne nécessitant pas l'ouverture de circuits électriques, réalisés à l'aide de pinces ampère métriques, de voltmètres, etc. peuvent être réalisés par des **exécutants électriciens (B1)** sur instruction ou sous la direction d'un chargé de travaux (B2) ou d'un chargé d'interventions (BR) ;
- les mesurages, ne nécessitant pas l'ouverture de circuits électriques, réalisés à l'aide d'oscilloscopes ou d'appareils identiques opérant par captage de tension peuvent être réalisés par le **chargé d'intervention (BR)** ou par un **exécutant électricien (B1)** sous la direction d'un chargé de travaux (B2) ou d'un chargé d'interventions (BR) ;
- les mesurages, nécessitant l'ouverture de circuits électriques, réalisés à l'aide de shunts, wattmètres, etc. doivent être réalisés par le **chargé d'intervention (BR)** ou par le **chargé de travaux (B2)**.

**Essais :**

- les essais doivent être réalisés par le **chargé d'intervention (BR)** ou par le **chargé de travaux (B2)**.

**Vérifications :**

- les vérifications doivent être réalisées au minimum par un **exécutant électrique (B1)** ;
- les vérifications d'absence de tension (VAT) doivent être réalisées par le **chargé de consignation (BC)** ou par le **chargé d'intervention (BR)** ou par le **chargé de travaux (B2)**.

**Matériel de mesure (norme NF EN 61010-1) :** les appareils et les accessoires de mesure doivent être conformes à la norme de sécurité NF EN 61010 (ou CEI 1010).

La norme européenne EN61010 spécifie les catégories de surtension d'après la distance séparant l'équipement de l'alimentation et l'atténuation naturelle de l'énergie des transitoires (surtension) qui s'effectue dans un système de distribution électrique. Les catégories les plus élevées sont plus près de la source d'alimentation et requièrent davantage de protection.

Catégorie 4 : CAT IV	<b>Distribution directe EDF</b> (postes de distribution EDF, les câbles aériens ou souterrains publics qui alimentent une installation)
Catégorie 3 : CAT III	<b>Distribution industrielle.</b> Les circuits en CAT III sont normalement séparés d'un service d'alimentation public (CAT IV) par au moins un transformateur d'isolement. L'équipement comprend des installations fixes.
Catégorie 2 : CAT II	<b>Distribution domestique</b> (équipements portables, prises secteur 230 V en résidentiel, commercial et industrie légère)
Catégorie 1 : CAT I	<b>Niveau signal</b> (télécommunications, électroniques, certains réseaux à faible niveau de surtension (salles informatiques), circuits d'alimentation sur batteries...)

**Nota :** la tension nominale importe peu : c'est le niveau de surtension qui est pris en compte. Ainsi, il existe des réseaux TBTS servant à alimenter des moteurs ou des transformateurs, qui peuvent être classés en catégorie III.

**LE MATÉRIEL DE MESURAGE UTILISÉ DOIT ÊTRE DE CATÉGORIE ÉGALE OU SUPÉRIEURE À CELLE DE L'INSTALLATION SUR LAQUELLE S'EFFECTUE LE MESURAGE.**

**Sécurité lors des opérations de mesure :** il est recommandé au personnel qui doit procéder à des mesures :

- d'utiliser les équipements de protection individuelle (EPI) notamment les gants isolants et un écran facial ;
- de ne pas porter ou utiliser d'objets métalliques personnels (chaînes, bagues, bracelets, lunettes à branches métalliques, stylos...) ;
- d'utiliser du matériel adapté aux types de mesure à effectuer et aux tensions qui peuvent être rencontrées (pointes de touche isolées par exemple) ;
- de vérifier, avant tout mesure, le bon état du matériel utilisé et des dispositifs de protection ;
- de sélectionner rigoureusement le calibre à utiliser dans le cas des appareils à calibres multiples ;
- de veiller particulièrement aux risques d'arcs électriques de courts-circuits en utilisant, chaque fois que cela est nécessaire, des nappes ou bandes isolantes.

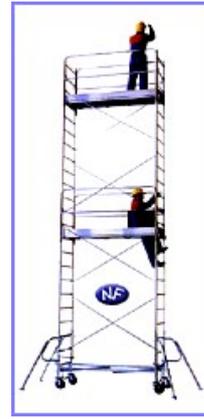
**Entretien des appareils de mesure :** les appareils de mesure portatifs à main ainsi que les câbles souples utilisés doivent être isolés pour la tension mise en jeu et être conçus et protégés de manière à ne pas faire courir de risques aux travailleurs, même en cas d'erreur de branchement ou de mauvais choix de gamme de mesure. Le bon état des appareils de mesure et des conducteurs de raccordement doit être vérifié avant tout usage.

## 9.6 - Outils isolés à main

**Les outils isolés à main :** doivent être conformes à la norme NF C 18-400 et adaptés au domaine de tension concerné. Ils ont pour rôle de limiter les risques de courts-circuits et d'arc électrique lors de leur utilisation.

**L'ISOLATION DES OUTILS ISOLÉS DOIT ÊTRE FRÉQUEMMENT VÉRIFIÉE**

## 9.7 - Echelles, plates-formes, échafaudages mobiles



**Echelles** : tomber d'une échelle constitue une importante cause de blessures graves. Il faut être conscient des dangers et prendre les mesures appropriées pour éviter les chutes.

L'échelle ne devrait être utilisée que pour accéder à un niveau supérieur ; occasionnellement, pour effectuer un travail en élévation de faible durée.

Les échelles doivent être conformes aux normes en vigueur NF EN 131-1, NF EN 131-2 et NF C 18-430.

### Règles à suivre pour utiliser une échelle :

- inspecter l'échelle avant et après chaque usage ;
- rejeter et étiqueter l'échelle si elle présente des défauts. Les échelles défectueuses doivent être réparées ou jetées ;
- utiliser une échelle qui convienne à la tâche à accomplir (solidité, type, longueur..) ;
- consulter les règlements de sécurité pour connaître les exigences quant aux différentes mesures spécifiques ;
- demander de l'aide pour manier une échelle lourde ou longue ;
- tenir l'échelle loin de fils électriques nus ;
- dresser l'échelle pour qu'elle repose sur ses deux montants et non sur un de ses échelons ;
- dresser l'échelle de manière à ce que la section base soit au-dessus de l'autre (cas des échelles à coulisse). C'est donc la section haute qui doit faire face au mur ou à la surface d'appui ;
- placer le pied de l'échelle à une distance horizontale de son point d'appui comprise entre 1/4 et 1/3 de la longueur utile de l'échelle. L'échelle sera donc à un angle de 75 à 70 degrés par rapport au sol ;
- amarrer le haut de l'échelle au moyen d'une corde de fixation et bloquer le pied de celle-ci pour l'empêcher de glisser ;
- installer des barrières de sécurité et des panneaux avertisseurs lorsqu'on doit dresser une échelle dans une baie de porte ou dans un corridor ;
- porter des chaussures en bon état (ne pas monter avec des semelles mouillées) ;
- pour monter sur une échelle ou en descendre, toujours lui faire face ;
- maintenir le centre du corps à l'intérieur des montants ;
- maintenir 3 points de contact avec l'échelle en gardant, soit deux mains et un pied, soit deux pieds et une main en tout temps sur celle-ci ;
- agripper les échelons et non les montants pour grimper à l'échelle. Dans le cas où l'on perdrait pied, il est plus facile de se retenir à l'aide des échelons que des montants ;
- il ne doit jamais y avoir plus d'une personne sur une échelle simple et plus d'une personne de chaque côté sur une échelle double ;
- défendre à quiconque de se tenir sous l'échelle sur laquelle on travaille.

### Nota : il ne faut jamais :

- utiliser une échelle dans le sens horizontal, comme échafaudage ou rampe d'accès ;
- s'engager sur une échelle avec des objets dans les mains. Pour monter des matériaux, utiliser un monte-charge et attacher les outils à la ceinture ;
- travailler depuis les trois derniers échelons. Plus on monte sur une échelle, plus grands sont les risques qu'elle ne glisse à la base ;
- peindre les échelles en bois parce que cela risquerait de camoufler les défauts. Au besoin, les recouvrir d'un produit de préservation du bois ou d'un enduit transparent ;
- appuyer l'échelle sur une surface flexible ou instable ;
- mettre un pied sur un autre objet tout en gardant un pied sur l'échelle ;
- dresser l'échelle sur une boîte, un chariot, une table, un échafaudage ou toute autre surface instable ;
- dresser l'échelle sur une surface glissante ;
- s'étirer et faire des mouvements inappropriés sur une échelle ;
- utiliser une échelle à proximité de fils électriques nus.

**Plates-formes** : idéale pour exécuter des travaux en petite élévation (voir photo page précédente).

**Echafaudages mobiles** : règles à suivre pour utiliser un échafaudage mobile :

- assembler l'échafaudage mobile selon les instructions du fabricant ;
- se reporter aux règlements touchant la sécurité pour connaître les exigences de stabilité en fonction de la hauteur de l'échafaudage ;
- s'assurer que la surface sur laquelle circulera l'échafaudage est de niveau et ne comporte ni trous ni obstacles (attention aux lignes aériennes) ;
- verrouiller les freins des roulettes avant de monter à l'échafaudage ;
- avant de déplacer l'échafaudage, les personnes, les matériaux et le matériel doivent être assujettis à la plate-forme ou ramenés au sol ;
- monter sur la plate-forme par l'intérieur de l'échafaudage ;
- pour déplacer l'échafaudage, le pousser par la base seulement.

**Nota** : il ne faut jamais :

- rester sur l'échafaudage pendant qu'il est déplacé. Si un travailleur doit y rester, s'assurer qu'il est amarré au bâtiment et non à l'échafaudage, au moyen d'un harnais et d'une corde de sécurité appropriés ;
- essayer de déplacer seul, sans aide, un échafaudage mobile ;
- dévisser les vérins à vis au-delà de la longueur recommandée par le fabricant ;
- utiliser de l'équipement motorisé pour déplacer l'échafaudage ;
- appuyer une échelle d'accès contre un échafaudage mobile.

## 9.8 - Ponts roulants

Le raccordement des parties mobiles de matériels électriques tels que chariots de ponts roulants ou ponts roulants eux-mêmes est généralement réalisé soit à l'aide de canalisations électriques souples disposées en guirlandes soit par des lignes de contact fixes protégées contre les contacts directs.

Toutefois, en raison du rayonnement calorifique des matières ou produits manutentionnés, les solutions précédentes ne peuvent être utilisées, les lignes de contact fixes sont alors réalisées en conducteurs nus.

**Il est important de se renseigner sur le type d'alimentation des ponts roulants avant toute intervention.**

## 9.9 - Matériel de protection individuel et collectif

Le personnel, lors de travaux et interventions sur ouvrages électriques, doit disposer des équipements de protection individuelle (EPI) et des accessoires de sécurité conformes aux normes en vigueur. Les EPI doivent être personnels.

**Vêtements** : combinaison de travail en coton à fermeture non métallique et si possible ignifugée (pas de fibres synthétiques, pas de parties conductrices).

**Gants isolants** : ils doivent être :

- conformes aux normes CEI 903 / NF EN 60903 ;
- adaptés à la tension des installations ou équipement sur lesquels sont effectués les travaux ou interventions ;
- vérifiés avant chaque emploi (ne pas présenter de trous ou de déchirures) ;
- rangés dans des boîtiers ou sachets de protection.

**Marquage des gants** : sur les gants on trouvera indiqués la classe, le mois et l'année de fabrication, le nom du fabriquant.

Couleur du sachet et de la pastille sur les gants	Classe	Tension maximale d'utilisation en AC
Beige	00	500 V
Rouge	0	1 000 V
Blanc	1	7 500 V
Jaune	2	17 000 V
Vert	3	26 500 V

**Ecran facial anti-UV** : pour la protection contre les effets de l'arc électrique des courts-circuits. Il doit être :

- conforme à la norme NF EN 166 ;
- utilisé lors de travaux au voisinage, de mesurage et de MALT-CC.

**Casque de protection isolant** : le casque isolant et antichoc doit être conforme à la norme NF S 72-202. Il faut porter un casque isolant et antichoc lorsqu'il y a un risque, soit de choc électrique, soit de blessure par chute d'objet ou de heurts. Toutefois, pour certains travaux particuliers effectués à l'intérieur et lorsqu'il n'existe que le risque d'électrisation, le

casque, si son emploi présente des difficultés importantes, peut être remplacé par une autre coiffure présentant un isolement suffisant (bêret isolant).

**Chaussures de sécurité** : les chaussures de sécurité à semelle isolante doivent être conformes à la norme NF EN 345. Elles offrent une bonne protection mécanique du pied et isolent la personne du sol.

**Le port des chaussures de sécurité est une recommandation de la CRAM du centre.**

**Grimpettes** : les étriers à griffes (grimpettes pour poteaux bois) doivent répondre aux prescriptions de la norme en vigueur (NF S 71-012). Les pointes de grimpettes doivent être maintenues acérées.

**Ceintures et harnais de sécurité** : doivent être utilisés lorsqu'il y a risque de chute de hauteur. Il est préférable de remplacer la ceinture de sécurité par le harnais comme moyen de prévention du corps dans un système de protection individuelle contre les chutes de hauteur. Le choix du harnais se justifie, d'une part par une meilleure localisation et une meilleure répartition des efforts sur le corps en cas de chute, d'autre part par une position de la victime après une chute plus supportable et enfin par une durée de suspension supérieure.

**Tapis (tabouret) isolants** : doivent être adaptés à la tension nominale des ouvrages où ils sont utilisés et conformes à la norme NF C 18-420. Ils permettent d'isoler l'opérateur du sol.

**Nappes isolantes** : feuilles isolantes à fixer, par des pinces bois ou du ruban adhésif, devant les pièces nues sous tension permettant ainsi de supprimer le voisinage. Les nappes et leurs fixations doivent être adaptées à la tension de l'ouvrage.

**Vérificateur d'absence de tension (VAT)** : doit être adapté à la tension nominale des ouvrages où il est utilisé ; doit être conforme à la norme NF C 18-310 pour des tensions alternatives ne dépassant pas 1000 V et à la norme C 18-311 pour des tensions alternatives au-dessus de 1000 V et ne dépassant pas 420 KV. Immédiatement avant et immédiatement après une vérification d'absence de tension (VAT), le bon fonctionnement de l'appareil doit être vérifié.

Un appareil de mesurage ne doit pas être utilisé pour effectuer une VAT.

**Perches isolantes** : permettent d'effectuer des opérations à distance (ex : perches isolantes pour VAT aérienne, perches isolantes pour MALT-CC aérienne, perches isolantes pour le sauvetage d'un électrisé...) et doivent être adaptées à la tension nominale des ouvrages, où elles sont utilisées. Avant l'emploi d'une perche, vérifier qu'aucun défaut n'apparaît dans son aspect extérieur et qu'elle n'est ni humide, ni sale. Lors de son utilisation ne jamais tenir la perche au delà de la "Limite de la position des mains" repérée sur celle-ci.

**Dispositif mobile de mise à la terre et en court-circuit** : dispositif spécial qui doit être adapté à la tension nominale des ouvrages, où il est utilisé, et adapté au courant de court-circuit présumé au point d'installation de celui-ci. Les opérations pour réaliser une MALT-CC doivent être réalisées dans l'ordre suivant :

- ❶ s'assurer que toutes les pièces de contact, ainsi que les conducteurs du dispositif, sont en bon état ;
- ❷ connecter le câble de terre du dispositif :
  - de préférence à la terre des masses existant dans les postes ou sur les supports ;
  - ou à un piquet métallique enfoncé correctement dans le sol ;
  - ou au conducteur neutre avec une perche adaptée dans le cas d'une mise en court-circuit ;
- ❸ dérouler complètement le conducteur du dispositif, s'il est placé sur un touret, pour éviter les effets électromagnétiques dus à un court-circuit éventuel ;
- ❹ fixer les pinces sur chacun des conducteurs, en commençant par le conducteur le plus rapproché et en utilisant des outils isolants adaptés, tels que : perche isolante, cordelette isolante, etc.

Sur les installations BT, les pinces peuvent être placées à la main, à condition d'utiliser des gants isolants et de se tenir écarté des conducteurs actifs.

Pour l'enlèvement des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit, opérer rigoureusement dans l'ordre inverse.

**Appareils de mesurage portatifs utilisés en BTA et BTB** : doivent avoir une enveloppe isolante, être conformes à la norme de sécurité NF EN 61010 ou CEI 1010 (voir chapitre 9.5) et ne pas faire courir de risques à l'utilisateur même en cas d'erreur de branchement ou de mauvais choix de gamme de mesurage. L'emploi de gants isolants est obligatoire lors des mesurages en BTA, lorsque l'opérateur opère à proximité de pièces nues présentant des risques notables de contacts directs en cas de faux mouvements. On doit vérifier avant usage que les appareils de mesurage sont en bon état et qu'ils fonctionnent normalement.

**Accessoires de raccordement** : les cordons de mesurage, faisant partie intégrante ou non des vérificateurs d'absence de tension ou des appareils de mesurage portatifs, doivent être tenus en bon état. L'état de leur isolation doit être vérifié visuellement avant chaque utilisation. Les parties conductrices, des pointes de touche, ou des dispositifs, destinées à être accrochées sur des âmes conductrices ou sur des bornes, doivent, lorsqu'elles ne sont pas utilisées, avoir un degré IP2X. Les dispositifs de raccordement ou d'enfichage rapide et les boutons de réglage des appareils de mesurage doivent aussi avoir un degré de protection IP2X.

**Vérifications périodiques des EPI, ECS et EIS :** indépendamment du contrôle avant l'emploi par les utilisateurs, il est nécessaire que le matériel de sécurité fasse l'objet de vérifications périodiques par des personnes qualifiées, ces vérifications étant consignées sur un registre. En ce qui concerne l'outillage isolant, les vérifications sont visuelles et l'inscription sur le registre n'est pas obligatoire.

<b>EPI</b> Equipement de Protection Individuel	<b>ECS</b> Equipement Collectif de Sécurité	<b>EIS</b> Equipement Individuel de Sécurité
<input type="checkbox"/> Vêtements de protection <input type="checkbox"/> Gants isolants <input type="checkbox"/> Ecran facial anti-UV <input type="checkbox"/> Casque de protection isolant <input type="checkbox"/> Chaussures de sécurité	<input type="checkbox"/> Nappes isolantes <input type="checkbox"/> Perches isolantes <input type="checkbox"/> Dispositifs mobiles pour MALT-CC <input type="checkbox"/> Banderole de balisage de zone <input type="checkbox"/> Pancarte d'avertissement de travaux	<input type="checkbox"/> Grimpettes <input type="checkbox"/> Ceintures et harnais de sécurité <input type="checkbox"/> Tapis (tabouret) isolants <input type="checkbox"/> Vérificateur d'absence de tension <input type="checkbox"/> Appareils de mesurage portatifs <input type="checkbox"/> Accessoires de raccordement <input type="checkbox"/> Cadenas <input type="checkbox"/> Macaron de consignation <input type="checkbox"/> Outils isolants

### 9.10 - Consignes et documents écrits

**IPS (instructions permanentes de sécurité) :** document écrit permanent, établi par le chef d'établissement, à l'usage du personnel, opérant sur tout ou partie d'un ouvrage électrique en exploitation, pour un ou plusieurs types d'opérations habituelles ou répétitives d'ordre électrique. Les IPS fixent :

- les opérations répétitives concernées (hors tension, travaux au voisinage, dépannage,...) ;
- les conditions d'exécution (procédure de consignation par exemple) ;
- les conditions relatives au personnel (désignation, habilitation, surveillance,...) ;
- les modalités des opérations (en cas de besoin) ;
- les besoins en équipements de protection individuelle (EPI) et en outillage ;
- les précautions à observer (balisage, matérialisation des limites,...).

**CPS (consignes particulières de sécurité) :** se distinguent des IPS uniquement par le fait qu'elles ne concernent que les opérations effectuées par le personnel de l'entreprise à titre exceptionnel ou par celui des entreprises intervenantes. Les CPS doivent être remises à chaque intéressé indiquant les consignes propres aux opérations à caractère exceptionnel et toujours établies conjointement avec toute entreprise intervenante.

**ISSS (instructions de service de sécurité spécifique) :** remplacent les IPS dans le cas des laboratoires, plates-formes d'essais, ateliers pilotes,...

**Attestations diverses :** pour que la sécurité des travailleurs soit assurée, il est nécessaire d'avoir la certitude qu'une opération, exemple la consignation, a bien été réalisée. Pour cela, il existe différents documents et procédures permettant de s'en assurer (attestation de consignation pour travaux, attestation de première étape de consignation, autorisation de travail, autorisation de travail sous tension,...)

**Exemple :** attestation de consignation pour travaux.

Document établi par le chargé de consignation attestant qu'un ouvrage est dans un état tel que son accès est autorisé pour l'exécution des travaux hors tension. Il comporte la date et l'heure de la consignation, est rédigé par le chargé de consignation en deux exemplaires numérotés. L'un des exemplaires est conservé par le chargé de consignation, l'autre est remis, contre décharge, au chargé de travaux ou d'interventions.

L'attestation de consignation pour travaux est complétée par un avis de fin de travail établi sur le même document et dont la rédaction et la transmission sont effectuées dans les mêmes conditions que l'attestation de consignation pour travaux.

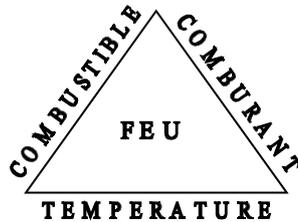
L'attestation de consignation pour travaux cesse d'être valable dès sa restitution par le chargé de travaux au chargé de consignation.

## 10 - INCIDENTS OU ACCIDENTS

### 10.1 - Incendie d'origine électrique

**Généralités** : un incendie est une combustion incontrôlée qui se développe de façon anarchique.

**Combustion** : c'est une réaction chimique (oxydoréduction) qui met en œuvre un combustible et un comburant. Elle fournit de l'énergie et émet généralement de la lumière. La combustion nécessite trois composants, résumés par le triangle du feu :



**Combustibles** : il s'agit de corps qui ont la particularité de brûler (bois, charbon, gaz naturel, matières plastiques...);

**Comburant** : il s'agit d'un corps simple qui, mis en présence d'un combustible, permet puis entretient la combustion. Le comburant le plus répandu est l'oxygène (21% en volume dans l'air). Le chlore, l'acide nitrique... peuvent dans certains cas être des comburants.

**Température** : l'élévation de la température accélère la réaction de combustion.

**Causes des incendies d'origine électrique** : pour qu'un feu prenne naissance il faut un combustible, un comburant et une énergie d'activation (quantité de chaleur nécessaire pour démarrer la combustion). Les sources d'énergie d'activation en électricité sont les échauffements et les arcs électriques dus à des surintensités (surcharges et courts-circuits).

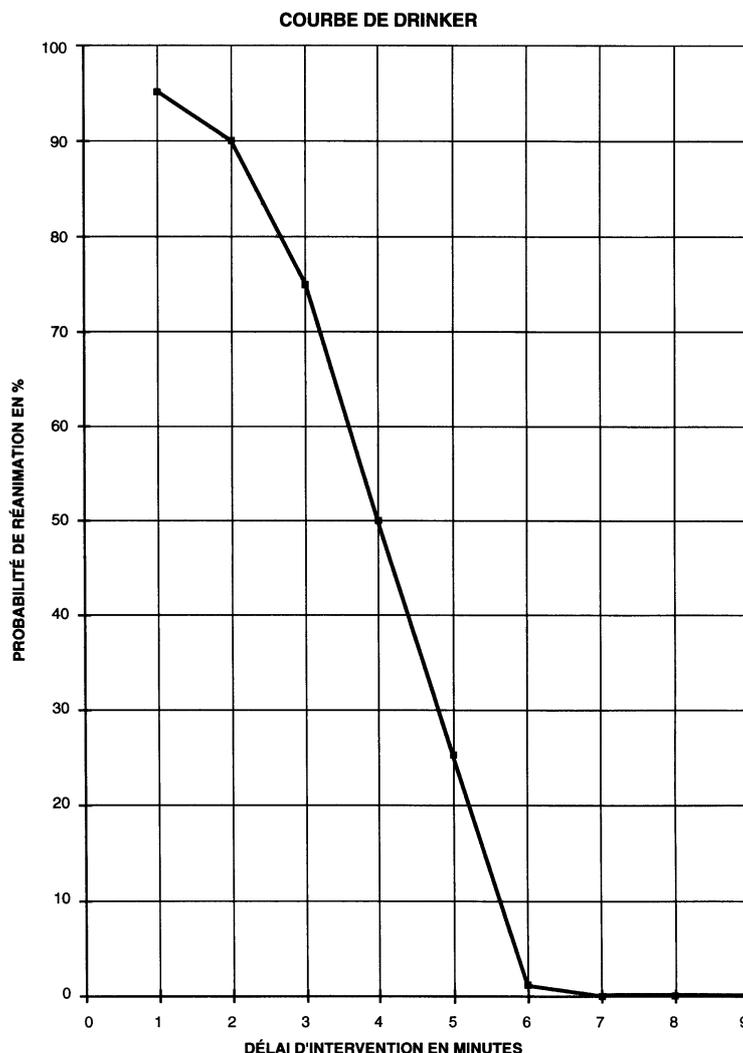
**Moyens de lutte contre l'incendie** : pour éteindre un feu il faut supprimer un des trois éléments du triangle du feu. Pour cela différents moyens existent :

- **étouffer le feu** (supprimer le comburant). Il faut ôter l'oxygène qui entretient le feu. Moyens : couverture, terre, sable, couvercle (ex : friteuse), gaz inerte CO<sub>2</sub>, eau en jet diffusé (lance des pompiers par exemple), mousse ;
- **couper l'alimentation** (supprimer le combustible). Il faut éviter que le feu continue à s'alimenter. Moyen : ôter ce qui peut brûler, couper les énergies (électricité, gaz...);
- **refroidir** (supprimer la source de chaleur). Il faut baisser l'intensité du feu. Moyens : eau et tout agent extincteur (ex : CO<sub>2</sub>).

**Les différents types de feux** : selon le combustible, les feux sont classés en 4 catégories.

Catégories de feux.	Combustibles	Lutte avec
Feux de classe A	les feux secs (bois, papier, carton, chiffon, paille...)	eau, eau et additif, poudre
Feux de classe B	les feux gras (hydrocarbure liquide, plastiques...)	mousse, poudre
Feux de classe C	les feux de gaz (gaz inflammable)	étouffement de la flamme, coupure de l'alimentation, extincteur à eau pulvérisée
Feux de classe D	les feux spéciaux (sodium, magnésium, aluminium...)	poudres spéciales, sable sec, ciment sec





**A = Alerter** : les secours médicalisés de l'entreprise ou externes en composant le **15 (SAMU)**, **18 (Sapeurs-Pompiers)** s'il s'agit d'un accident de la circulation ou incendie en précisant :

- le lieu de l'accident ;
- la nature de l'accident (électrisation) ;
- le nombre de victimes et leur état apparent si possible ;
- en signalant les risques particuliers (victime sur échafaudage, sur poteau...) ;
- en donnant la qualité de l'intervenant (s'il y en a un) effectuant le premier secours.

**Nécessité d'une formation au sauvetage secourisme du travail** : le décret du 14 février 1992 précité relatif aux soins à donner aux victimes d'accidents électriques, ne doit, en aucun cas, être considéré comme une incitation pour du personnel non formé à pratiquer des gestes auxquels il n'est pas correctement entraîné. L'enseignement du secourisme est un ensemble qui ne peut être morcelé. Il est vrai que certains gestes simples peuvent être entrepris sans formation préalable. Cependant, il est fort douteux que la ventilation assistée (bouche à bouche) et le massage cardiaque puissent être efficaces lorsqu'ils sont effectués sans apprentissage préalable. Par ailleurs, nous n'aboutissons à poser les indications de ces soins qu'après un examen complet et systématique du (ou des) blessé(s), tel qu'il est enseigné dans la formation de sauveteur secourisme du travail (SST).

**IL EST PARTICULIEREMENT SOUHAITABLE QUE TOUTE PERSONNE INTERVENANT SUR TOUT OU PARTIE D'UN OUVRAGE ELECTRIQUE SUIVE UNE FORMATION DE SECOURISTE**

### 10.3 - Enceintes confinées

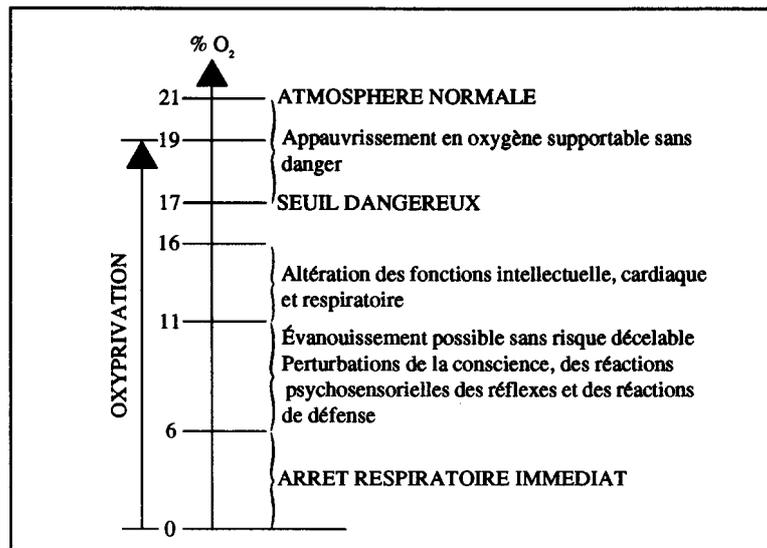
Une **enceinte confinée** est un espace de travail dans lequel le rapport volume/dimension d'ouverture est tel que les échanges naturels de l'air intérieur avec l'atmosphère extérieure se trouvent particulièrement réduits (ex : cales de navires ou de péniches, certaines caves mal aérées, galeries étroites et longues, vides sanitaires, citernes de stockage, cuves, réservoirs, silos...).

**Nature des risques :** en dehors des risques généraux d'accidents du travail, les travaux dans les enceintes confinées exposent à trois types de dangers principaux :

- **asphyxie (oxyprivation) ;**
- **intoxication ;**
- **incendie et explosion.**

Ces trois types de risques peuvent être inhérents à l'état de l'enceinte confinée et la nature des travaux qui y sont effectués.

**Oxyprivation :** en fonctionnement normal, le cœur utilise de grandes quantités d'oxygène. La teneur de ce gaz dans l'air doit rester voisine de 20 %, sinon les échanges gazeux ne se font plus correctement : c'est l'oxyprivation qui devient dangereuse lorsque le taux d'oxygène chute en deçà de 17 % (voir figure ci-dessous). L'air pur et sec contient normalement 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1 % d'argon + gaz rares.



Dans une enceinte confinée, les causes de diminution du taux d'oxygène peuvent être multiples :

- **consommation de l'oxygène :**
  - combustion vive ( flamme, soudage... ) ;
  - combustion lente (fermentation, rouille, chauffage catalytique... ) ;
  - fixation sur un support quelconque (charbon actif humide par exemple) ;
- **apport d'un gaz inerte (même non toxique) :**
  - inertage à l'azote, à l'anhydride carbonique, à l'hélium... ;
  - utilisation de gaz protecteur ;
  - évaporation d'azote liquide (circuits de refroidissement) ;
  - fonctionnement d'une installation d'extinction automatique.

**Interventions en enceintes confinées :** avant toute intervention dans un espace confiné, il faut :

- procéder à une analyse détaillée des risques ;
- déterminer la procédure d'intervention ;
- prévoir le matériel de protection nécessaire.

Il convient donc de :

- faciliter l'accès à l'espace confiné ;
- établir la procédure et les moyens de consignation ;
- mettre en œuvre les moyens permettant de rendre l'atmosphère salubre et de maintenir l'atmosphère salubre pendant toute l'intervention (ventilation) ;
  - prévoir un éclairage suffisant ;
- mettre en œuvre le matériel de protection individuelle :
  - masques autonomes ou adduction d'air ;
  - harnais de sécurité et palan ;
  - surveillant de sécurité avec moyen de communication ;
  - permis de feu ou de pénétrer ;
- respecter les règles en vigueur pour les enceintes conductrices exigües lors du raccordement et de l'utilisation des baladeuses et des outils portatifs.

**Utilisation du masque isolant et autonome de protection respiratoire :** le masque doit être utilisé lorsque, avant l'intervention, le moindre doute existe sur la qualité de l'air, mais également, lorsque la qualité de l'air est susceptible de se détériorer durant l'intervention.

Les appareils isolants et autonomes sont alimentés en air respirable à partir d'une source d'air non contaminée (ou d'oxygène dans certains cas) et rendent l'utilisateur indépendant de l'atmosphère environnante. Ils sont constitués d'une pièce faciale et d'un dispositif d'apport d'air (ou d'oxygène) vers celle-ci. La source d'air (ou d'oxygène) est portée avec l'appareil.

Les appareils autonomes présentent des autonomies variables en fonction de la capacité et de la pression de remplissage des bouteilles.

#### 10.4 - Cas particuliers des PCB et du SF6

**Les polychlorobiphényles (PCB) :** liquides plus ou moins visqueux, composants des Pyralènes qui sont utilisés principalement dans les transformateurs comme conducteur thermique. Lorsqu'ils sont soumis à des températures de 800 à 1000° C, c'est-à-dire celles que l'on rencontre lors d'expositions à la flamme (incendies), les PCB subissent des phénomènes de pyrolyse et se décomposent en créant de petites quantités de composés très toxiques (polychlorodibenzofuranes PCDF, polychlorodibenzodioxines PCDD et polychlorodiphénylènes PCDP).

La directive européenne de 1996 fixe l'échéance de l'élimination des PCB à la fin de 2010. La directive européenne laisse néanmoins une certaine latitude aux états membres. Elle autorise l'élimination des transformateurs contaminés à moins de 0,005 % en masse à la fin de leur période d'utilisation.

**L'hexafluorure de soufre (SF6) :** gaz qui est essentiellement utilisé comme :

- isolant électrique dans les transformateurs, condensateurs, interrupteurs et disjoncteurs haute tension ;
- gaz traceur pour l'étude et l'évaluation des systèmes de ventilation ;
- gaz détecteur de fuites.

L'hexafluorure de soufre est un produit ininflammable et inexplorable. L'hexafluorure de soufre peut être asphyxiant à forte concentration en remplaçant l'oxygène nécessaire à la vie. Les produits de décomposition de l'hexafluorure de soufre (fluorures, fluorure d'hydrogène) sont, eux, de redoutables toxiques.

**Pour les interventions il faut :**

- que le personnel intervenant soit soumis à une surveillance médicale spéciale ;
- que le personnel soit instruit des risques présentés par les produits de décompositions thermique et électrique des PCB ou du SF6, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident ;
- utiliser les appareils de protection respiratoire autonomes isolants et les combinaisons de protection spéciales.

## BIBLIOGRAPHIE

PUBLICATION UTE C 18-510, *Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique*, UTE, novembre 1988 (mise à jour 1998).

MERLIN GERIN, *Guide de l'installation électrique*, Echirolles, France Impressions Conseils, 1991, ISBN 2-9505892.0.0.

NEY H., *Electrosystème 1<sup>res</sup> STI*, Paris, Nathan, 1996, ISBN 2.09.176571-6.

**Documents INRS :**

ED 325, *Accidents d'origine électrique*, Paris, INRS, 1993, ISBN 2-85599-047-5.

ED 537, *Termes principaux de l'électrotechnique traditionnelle relatifs à la sécurité*, Paris, INRS, 1994, ISBN 2-85599-090-4.

ED 539, *Conseils de sécurité pour interventions et travaux sur les équipements et installations électriques du domaine basse tension*, Paris, INRS, 1995, ISBN 2-85599-012-2.

ED 552, *Conseils aux utilisateurs d'échelles portables*, Paris, INRS, 1994, ISBN 2-85599-044-0.

ED 723, *Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques*, Paris, INRS, 1993, ISBN 2-85599-878-6.

#### **Fascicules de Documents CRAM du Centre :**

*Recommandations concernant la formation à opérer en sécurité sur un ouvrage électrique*, Orléans, CRAM du Centre, 2001, ISBN 2.909066.39.8.

*Formation et habilitation*, Orléans, CRAM du Centre, 1994, ISBN 2.909066.10.X.

*Le matériel électrique*, Orléans, CRAM du Centre, 1995, ISBN 2.909066-29-0.

*Les différents régimes du neutre*, Orléans, CRAM du Centre, 1995, ISBN 2.909066-24-X.

*Notions de secourisme*, Orléans, CRAM du Centre, 1995, ISBN 2.909066-26-6.

*Incendie sur un ouvrage électrique*, Orléans, CRAM du Centre, 1995, ISBN 2.909066-27-4.

*Les interventions et opérations assimilées en basse tension*, Orléans, CRAM du Centre, 2001, ISBN 2.909066.62.2.