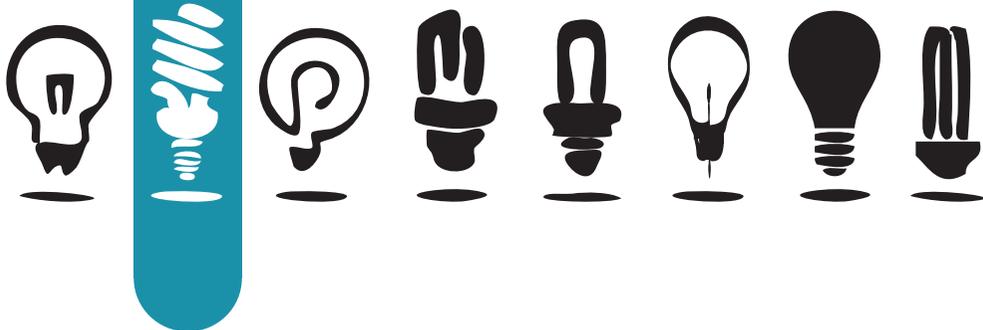


# L'habilitation électrique

Selon la norme NF C 18-510



**n|d|i**ngénierie  
Votre expert en habilitation électrique

# SOMMAIRE

	<u>Notions élémentaires d'électricité</u>	→ 2
	<u>Sensibilisation aux risques électriques</u>	→ 9
	<u>La réglementation</u>	→ 21
	<u>Les habilitations électriques</u>	→ 29
	<u>L'environnement électrique</u>	→ 40
	<u>L'analyse du risque</u>	→ 53
	<u>Les opérations</u>	→ 55
	<u>L'appareillage électrique B.T</u>	→ 67
	<u>Les régimes du neutre</u>	→ 74
	<u>Les postes H.T.A / B.T</u>	→ 83



NOTIONS ELEMENTAIRES  
D'ELECTRICITE



## ► Le circuit électrique

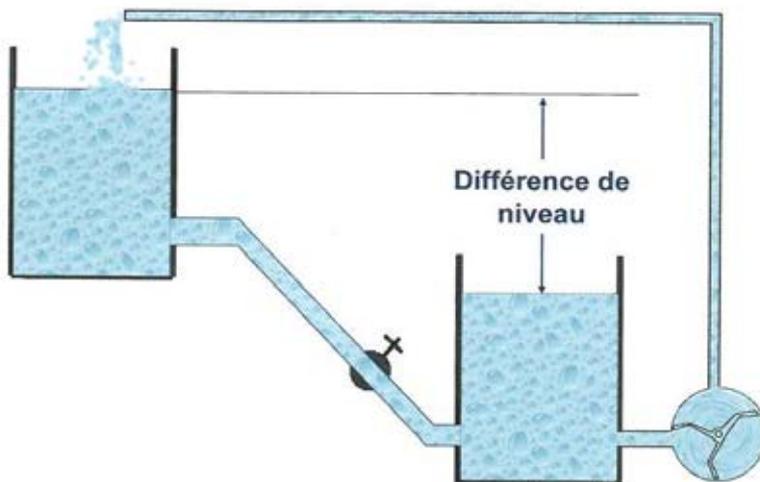
Pour comprendre cette notion, nous allons comparer le circuit électrique au circuit hydraulique.

### Le circuit hydraulique

C'est pour un liquide, un ensemble de tuyauteries parcourues par une circulation permanente. Il se compose de deux réservoirs situés à des niveaux différents. Le plus haut se déverse par un tuyau dans le second, la vitesse d'écoulement va dépendre de la différence de niveau, autrement dit, de la hauteur. Un robinet permet d'ouvrir ou de fermer le circuit. Une pompe placée à la sortie du second réservoir refoule le liquide dans le réservoir supérieur par un tuyau de même grosseur que le premier.

Il s'établit ainsi un courant permanent de liquide dont les caractéristiques sont les suivantes :

- une différence de niveau entre les deux réservoirs
- un débit de liquide



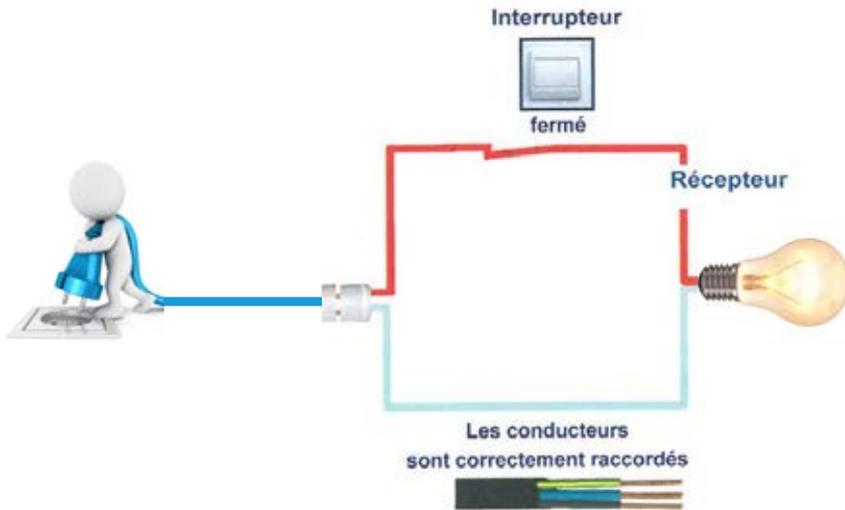


## Le circuit électrique

C'est l'association d'un générateur d'électricité (ex : batterie) à un récepteur (ex : ampoule) par des conducteurs (ex : fils électriques) dont le circuit peut s'ouvrir et se fermer par un interrupteur.

Le générateur a le même rôle que la pompe dans un circuit hydraulique. Il permet de fournir l'énergie électrique, et peut prendre la forme d'une dynamo, d'un alternateur, d'une éolienne, d'un onduleur et de piles.

### Fonctionnement d'un circuit électrique :



Au niveau du circuit, il existe des corps conducteurs et des corps isolants.

- **Les corps conducteurs** laissent passer le courant (métaux, carbone, eau, corps humain,...).
- **Les corps isolants** s'opposent au passage du courant (porcelaine, verre, bois sec,...).

L'air est un cas particulier. En général, il est isolant. Cependant, ses qualités isolantes diminuent lorsque le taux d'hygrométrie augmente ou lorsque la distance diminue pour une tension donnée : dans ce cas, il y a risque d'amorçage.



## ► Les grandeurs de l'électricité

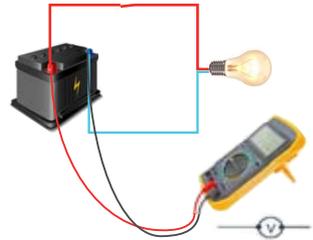
### La tension ou différence de potentiel (ddp)

Elle s'exprime en Volt (V) et peut être mesurée avec un voltmètre.

Exemples :

Une lampe de poche : 4,5 Volts

Une prise de courant domestique : 230 Volts



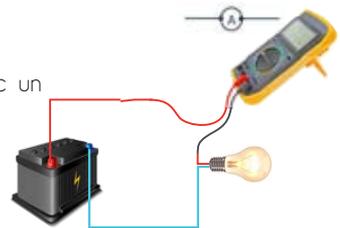
### L'intensité

C'est la quantité d'électricité débitée par unité de temps.

Elle s'exprime en Ampère (A) et peut être mesurée avec un ampèremètre.

Exemple :

Une lampe à incandescence : 0,5 Ampères

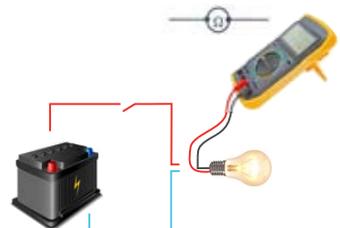


### La résistance

C'est la difficulté plus ou moins grande qu'éprouve un courant à circuler à travers un conducteur entre deux points.

La résistance dépend de la nature, de la longueur et de la section du conducteur.

Elle s'exprime en Ohm ( $\Omega$ ) et peut être mesurée avec un ohmmètre.





## La loi d'Ohm

A partir des définitions de l'intensité, de la tension et de la résistance, on peut déduire que :

- Pour une résistance constante, si la tension est grande, l'intensité est grande. L'intensité augmente si la tension augmente.
- Pour une tension donnée, si la résistance est grande, l'intensité est faible. L'intensité augmente si la résistance diminue.

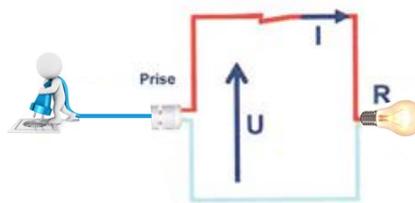
Cette formule résume la loi d'Ohm :

$$U = R \times I$$

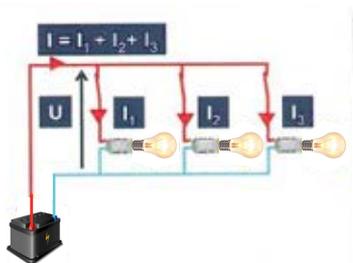
$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

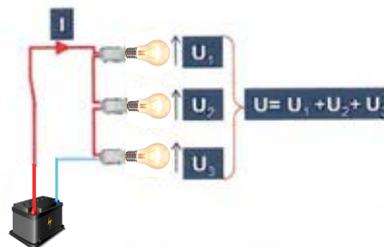
U : Tension  
R : Résistance  
I : Intensité



La loi d'Ohm, ses conséquences :



Montage en parallèle



Montage en série



## La puissance

Elle s'exprime en Watt (W) et est indiquée par exemple sur les radiateurs.

La puissance des compteurs électriques est souvent exprimée en Kilowatt (KW), et la consommation de courant est exprimée en Kilowattheure (KWh).

$$1 \text{ KW} = 1.000 \text{ Watts}$$

1 Kilowattheure est la quantité d'énergie électrique consommée par un appareil d'une puissance de 1 Kilowatt pendant une heure.

La formule de la puissance est :

P : Puissance  
U : Tension  
I : Intensité

$$P = U \times I$$

$$I = \frac{P}{U}$$



$$P = 1200 \text{ W}$$

$$U = 230 \text{ V}$$

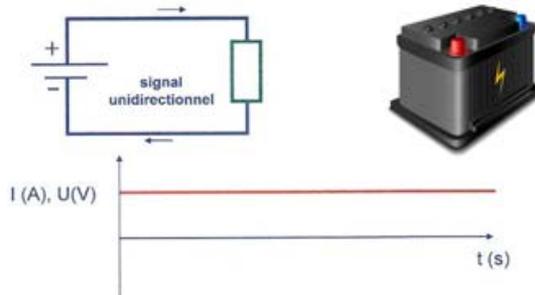


## ► Le courant continu et alternatif

### Le courant continu

Par convention, il se déplace dans le circuit de la borne (+) vers la borne (-) du générateur de manière unidirectionnelle.

Le courant continu est fourni par des générateurs électrochimiques (*piles, batteries*) ou électromagnétiques (*dynamo*).



### Le courant alternatif

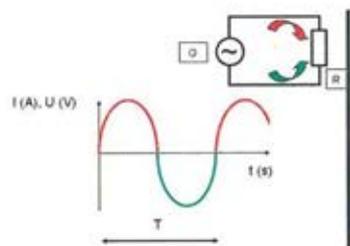
Il est obtenu à partir d'alternateurs ou d'onduleurs. La tension varie constamment aux bornes de l'alternateur entre une valeur maximum positive et une valeur maximum négative. La courbe décrite par la tension est appelée sinusoïde.

La durée totale du signal appelée Période (T) est exprimée en secondes.

La Fréquence (f) exprimée en Hertz (Hz) est égale à :

$$f = \frac{1}{T}$$

f : Fréquence  
T : Période





SENSIBILISATION  
AUX RISQUES ELECTRIQUES



## ► L'accident du travail

### Définition de l'accident du travail

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

### En application de la jurisprudence, trois conditions complètent cette définition :

- une action soudaine a provoqué une ou plusieurs lésions
- l'accident est intervenu pendant le temps de travail et sur le lieu du travail
- un rapport de cause à effet existe entre l'accident et les lésions

### Par ordre de gravité, on trouve les accidents suivants :

- les accidents matériels ou incidents
- les accidents sans arrêt de travail
- les accidents avec arrêt de travail et incapacité temporaire
- les accidents de travail avec incapacité permanente
- les accidents de travail avec décès

### Statistiques : données générales

Ces statistiques nationales portent sur l'année 2012 et concernent les salariés du régime général de la Sécurité Sociale.

**640.891 accidents du travail avec arrêt**

**40.136 accidents avec incapacité permanente**

**558 accidents mortels**

Pour l'entreprise et la société, l'accident de travail est coûteux, puisqu'en 2012, 37.823.128 journées de travail ont été perdues pour cause d'incapacité temporaire.



## Les conséquences des accidents du travail

L'ensemble des acteurs doit jouer un rôle efficace dans la prévention car un accident du travail entraîne pour l'entreprise, les dirigeants, les salariés et les victimes, des conséquences :

- **Sociales** : douleur, handicap, réadaptation, problèmes familiaux,...
- **Financières** : l'entreprise doit assumer des coûts directs et indirects en cas d'accident du travail.

### Les coûts directs :

- des frais médicaux
- des indemnités journalières
- des pensions

L'entreprise doit rembourser ces coûts directs sous forme de cotisations à la Sécurité Sociale.

### Les coûts indirects (coûts induits par l'accident du travail) :

- matériel détérioré
- remplacement de la victime
- temps perdu
- insatisfaction des clients
- arrêt de production
- augmentation des frais de gestion du personnel
- diminution du rendement
- retards de livraison (coûts directs et indirects)



○ **Juridiques** : tout le monde peut être concerné par la responsabilité en cas d'accident : le chef d'entreprise, le personnel d'encadrement, la hiérarchie, les techniciens, les opérateurs.

○ **Commerciales** : altération de l'image de l'entreprise vis-à-vis de l'extérieur, perte potentielle de marchés consécutive aux dysfonctionnements générés par les accidents.

○ **Morales** : la responsabilité morale n'est régie par aucun texte. Elle est personnelle et souvent difficile à assumer.



## ► Statistiques des accidents d'origine électrique

L'électricité est devenue familière par son utilisation qui s'est généralisée. C'est la plus répandue des sources d'énergie. Pratiquement tout le monde la côtoie et l'utilise, que ce soit sur les lieux de travail (industrie, tertiaire,...) ou dans le milieu domestique.

Pour les électriciens, le risque électrique vient de l'habitude et de la perte de la notion de danger.

Pour les non électriciens, l'électricité est une notion abstraite : on ne la voit pas. Les risques liés à une mauvaise utilisation sont par conséquent mal perçus, voire inconnus, ce qui se traduit malheureusement par de nombreux accidents plus ou moins graves chez les personnes averties ou non de ces dangers.

**Vous devez rester vigilant pour assurer votre sécurité et celle des autres.**

Si, en matière d'accidents du travail, l'électricité constitue une cause relativement peu fréquente, elle comporte, en revanche, un facteur de gravité important.

### Ventilation par éléments matériels toutes activités confondues Statistiques 2012

*Accidents du travail 2012 : Répartition par éléments matériels simplifiés*

AT-CTN	AT-arrêt	AT-IP	Décès	Jours IT
Accident de plain-pied	157 777	9 470	15	9 666 022
Chute de hauteur	71 925	6 239	52	6 033 760
Manutention manuelle	221 683	12 581	20	12 390 297
Masse en mouvement	28 747	1 453	33	1 193 652
Levage	21 422	1 432	18	1 323 338
Véhicules	20 522	1 900	132	1 514 884
Machines	19 463	1 959	6	926 987
Engins de terrassement	974	114	9	84 028
Outils	37 807	1 490	0	1 055 256
Electricité	726	59	5	43 619
Appareils divers	7 952	267	4	209 871
Autres	51 893	3 172	264	3 381 414
<b>Total</b>	<b>640 891</b>	<b>40 136</b>	<b>558</b>	<b>37 823 128</b>

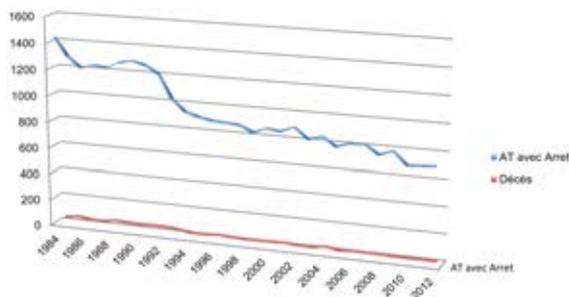
Pour appréhender le risque électrique, nous vous présentons les statistiques générales des accidents d'origine électrique publiées par la CNAM sur plusieurs années. Ces accidents touchent aussi bien les non électriciens que les professionnels de l'électricité, quel que soit le niveau de compétence technique.

	AT-arrêt	AT-arrêt électricité	AT-IP	AT-IP électricité	Décès	Décès électricité
2013	640 891	726	43 619	59	558	5
2010	658 847	713	41 176	74	529	5
2009	651 453	807	43 028	79	538	5
2008	703 976	771	44 037	82	569	9
2007	720 150	838	46 426	86	622	11
2006	700 772	834	46 596	74	537	11

## Accidents d'origine électrique

Ce graphique représente l'évolution du nombre de blessés et de décès suite à des accidents du travail d'origine électrique depuis 1984.

	AT-arrêt	Décès
1984	1 445	30
1985	1 305	42
1986	1 226	29
1987	1 254	25
1988	1 243	43
1989	1 288	37
1990	1 308	35
1991	1 283	38
1992	1 225	37
1993	1 045	25
1994	958	13
1995	930	12
1996	910	19
1997	905	14
1998	896	9
1999	851	11
2000	888	12
2001	876	16
2002	915	8
2003	837	6
2004	865	22
2005	802	5
2006	834	11
2007	838	11
2008	771	9
2009	807	5
2010	713	5
2011	720	6
2012	726	5





## ► Les causes d'accident d'origine électrique

L'origine de l'accident dépend des types de contacts entre la personne et l'élément sous tension. Ces types de contacts sont de deux sortes :

### Le contact direct

Contact de personnes avec une partie active d'un circuit ou approche d'une ligne sous tension, y compris à l'aide d'un outil non isolé.

**Partie active** : toute partie conductrice destinée à être sous tension en service normal



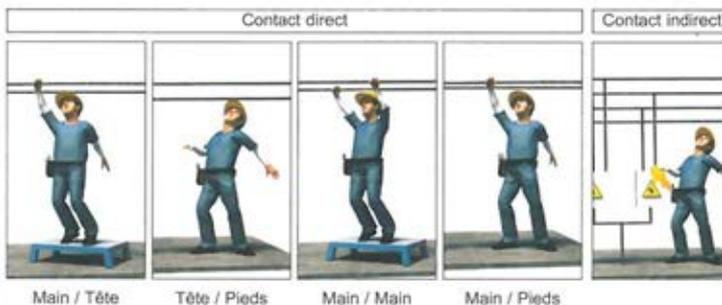
### Le contact indirect

Contact de personnes avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.

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

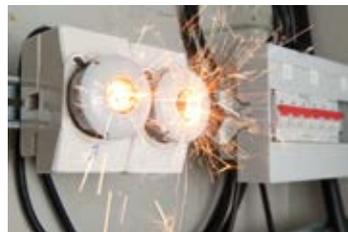


**Défaut d'isolement** : défaillance de l'isolation d'une partie active d'un circuit électrique entraînant une perte d'isolement de cette partie active pouvant aller jusqu'à une liaison accidentelle entre deux points de potentiels différents.



Les causes d'accidents d'origine électrique sont multiples, et peuvent provenir de l'opérateur, du matériel et de l'environnement de travail, comme par exemple :

○ L'utilisation d'un appareil électrique en mauvais état ou non conforme



○ Le travail sous tension par du personnel non formé et non habilité



○ Le non-respect des prescriptions de sécurité

○ L'utilisation de matériel inadapté lors des interventions électriques



## Protection des travailleurs

**La protection contre les contacts directs** peut être obtenue par éloignement, obstacles ou isolation afin de mettre les pièces nues sous tension hors de portée des travailleurs.

**La protection contre les contacts indirects** peut notamment comporter des dispositifs techniques (ex : coupure automatique et classe 1, classe 2, l'utilisation de la T.B.T.S,...).

**Pour les brûlures** dues aux arcs électriques et aux projections, il faut en particulier utiliser des outils adaptés et porter les protections individuelles.

## ► Les effets du courant électrique

Les accidents d'origine électrique ont pour principaux effets sur les personnes :

- L'électrisation et l'électrocution
- Les brûlures de contacts (électrothermiques)
- Les brûlures thermiques (arcs électriques, projections)
- Des blessures diverses suite à une chute



Il faut aussi prendre en compte que l'électricité est une source fréquente d'incendie et d'explosion.

Le courant électrique a différents effets :

### Des effets immédiats

- **Effet excito-moteur** du courant sur les muscles, les poumons, le coeur
- **Effet thermique** entraînant des brûlures externes et internes

### Des effets secondaires

- **Cardio-vasculaires** : lésions veineuses,...
- **Neurologiques** : troubles psychiques,...
- **Rénaux**
- **Séquelles sensorielles ou cutanées**

### Les conséquences des contractions musculaires dues au courant

#### ○ Pour les muscles fléchisseurs :

L'électrisation entraîne l'impossibilité de lâcher la pièce nue sous tension, ce qui peut aussi provoquer la mort par électrocution

#### ○ Pour les muscles extenseurs :

La projection en arrière de l'opérateur peut entraîner, suite à la chute, des dommages corporels plus ou moins graves

## ○ La téτανisation des muscles respiratoires :

Elle entraîne, si le phénomène persiste, la mort par asphyxie

## ○ La fibrillation ventriculaire (fonctionnement anormal du coeur) :

Elle entraîne des troubles désordonnés du rythme cardiaque et l'arrêt cardiaque si le phénomène persiste

## Les facteurs de gravité

Les facteurs de gravité principaux à prendre en compte sont :

### ○ La résistance du corps humain

Elle varie en fonction de certains facteurs, tels que :

- la température de la peau
- le taux d'humidité ou de sudation de la peau
- la tension de contact
- le trajet du courant
- la surface de contact
- la pression de contact
- le temps de passage du courant

### ○ La tension de contact

Plus la tension est élevée, plus le risque est élevé.

Pour donner des références à ce constat, voici des seuils indicatifs en courant alternatif et continu :

$U < 50 \text{ V}$

Pas de risque mortel

$50 \text{ V} < U < 500 \text{ V}$

Fibrillation cardiaque

$500 \text{ V} < U < 1.000 \text{ V}$

Syncope respiratoire et brûlures

$U > 1.000 \text{ V}$

Brûlures internes de type hémorragique  
et blocage des reins

### ○ La durée de contact

### ○ La fréquence

## ○ Le trajet du courant et les organes traversés

**Le courant choisit toujours le trajet le plus court.**

Voici les conséquences du passage dans le corps d'un courant alternatif en fonction de son intensité :

*Seuils d'électrisation*

5A+	Brûlures profondes des tissus organiques	
1A	Arrêt cardiaque - Malaise cardiaque	
75mA	Seuil de fibrillation cardiaque Danger si absence d'intervention rapide	
30mA	Seuil de détresse respiratoire Aggravation de la téτανisation des muscles Danger si absence d'intervention rapide	
10mA	Seuil de téτανisation Contraction des muscles des jambes et des bras Risques de brûlures	
3à8mA	Sensation de douleur Effet de choc avec risque de réactions réflexes (chutes)	
1à3mA	Sensation sans douleur Seuil de sensation sans danger	
0,5mA	Aucune sensation	

Seuils en courant continu :

$U < 120\text{ V}$

Pas de risque mortel

$120\text{ V} < U < 750\text{ V}$

Effets d'électrolyse et brûlures par effets Joules  
(tensions peu répandues)

$U > 750\text{ V}$

Principalement brûlures internes et externes

Conséquences du passage dans le corps d'un courant continu :

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



## ► Le comportement en cas d'accident électrique

La NF C 18-510 prévoit que l'employeur doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer sur les lieux de travail les premiers soins aux salariés accidentés. Le personnel de l'entreprise doit donc recevoir une formation requise pour administrer les premiers soins aux victimes d'accidents électriques avant l'arrivée du médecin ou des secours.

En cas d'accident électrique, pour sécuriser l'intervention, il faut procéder de la façon suivante :

### ① Eviter le sur-accident

Avant toute intervention, vous devez empêcher toute personne d'approcher de la zone de l'accident et analyser la situation avant de prendre une décision

### ② Mettre hors tension

Lors d'un accident d'origine électrique, vous devez couper ou faire couper l'alimentation en énergie électrique, vous assurer que la remise en tension ne pourra être effectuée

### ③ Donner l'alerte

Il faut suivre les consignes de l'entreprise qui indiquent la démarche à suivre en cas d'accident et les numéros d'appel

Le message d'appel doit donner des informations précises sur la situation :

- lieu précis de l'évènement
- nature de l'accident
- nombre de blessés
- leur état apparent
- les risques particuliers (*ex : fumées toxiques...*)



Il ne faut pas oublier de guider les secours et de leur faciliter l'accès.

### ④ Porter secours

Il faut soustraire la victime de tous conducteurs ou pièces nues sous tension, puis examiner la victime pour informer les secours de son état et déterminer les actions de secours à entreprendre.

Ensuite, vous devez assister la victime dans l'attente de l'arrivée des secours, la réconforter, et lui donner les premiers soins selon vos compétences.

## ► Le comportement en cas d'incendie d'origine électrique

Lors d'un incendie d'origine électrique, il faut mettre, si possible, l'installation hors tension, et actionner les moyens de secours à disposition (désenfumage,...).

Il existe plusieurs types d'extincteurs utilisables sur des feux d'origine électrique :

### L'extincteur à eau pulvérisée avec ou sans additif

Il agit par refroidissement et par étouffement.

Il peut provoquer des réactions violentes sur certains feux de métaux.



### L'extincteur à poudre polyvalente

Il agit par inhibition sur les flammes et par isolement.

Il provoque des dégâts sur les composants électriques et électroniques.

De plus, il limite la visibilité lors de son utilisation.



### L'extincteur à dioxyde de carbone (CO<sup>2</sup>)

Cet extincteur est parfaitement adapté à l'extinction des feux d'origine électrique.

Par contre, il faut s'approcher relativement près du foyer, ce qui implique une compétence d'utilisation.

Attention, un risque de brûlures par le froid est possible.



Ne pas approcher l'embout du diffuseur à moins de 50cm des pièces nues sous tension.

Utilisable sur feux d'origine électrique inférieurs à 1.000 Volts.





LA REGLEMENTATION



## ► Le Code du Travail

Le décret n° 2010-1118 du 22 septembre 2010 précise les opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage.

### Article R. 4544-9

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

### Article R. 4544-10

*Un travailleur est habilité dans les limites des attributions qui lui sont confiées. L'habilitation, délivrée par l'employeur, spécifie la nature des opérations qu'il est autorisé à effectuer. Avant de délivrer l'habilitation, l'employeur s'assure que le travailleur a reçu la formation théorique et pratique qui lui confère la connaissance des risques liés à l'électricité et des mesures à prendre pour intervenir en sécurité lors de l'exécution des opérations qui lui sont confiées.*

*L'employeur délivre, maintient ou renouvelle l'habilitation selon les modalités contenues dans la norme NF C 18-510 comme le mentionne l'article R. 4544-3.*

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





## ► Le Champ d'application

Les dispositions du décret n° 2010-1118 comportent les prescriptions des opérations effectuées sur des installations électriques ou dans leur voisinage, mais ne s'appliquent pas aux installations des distributions d'énergie électrique régies par la loi du 15 juin 1906.

Dans le cas des installations de traction électrique, cette exclusion s'étend aux chantiers d'extension, de transformation et d'entretien de ces installations, aux équipements électriques du matériel roulant ferroviaire ainsi qu'aux installations techniques et de sécurité ferroviaires.

On entend par opérations sur les installations électriques :

- Dans les domaines H.T et B.T, les travaux hors tension, les travaux sous tension, les manoeuvres, les essais, les mesurages et les vérifications
- Dans le domaine B.T, les interventions

On entend par opérations effectuées dans le voisinage d'installations électriques :

- Les opérations d'ordre électrique et non électrique effectuées dans une zone définie autour de pièces nues sous tension, dont les distances varient en fonction du domaine de tension

## ► La NF C 18-510

Ces prescriptions sont établies en vue d'assurer la sécurité des personnes contre les dangers d'origine électrique lorsqu'elles effectuent des opérations d'ordre électrique ou non, quelle que soit la nature des activités (construction, réalisation, exploitation, entretien, démantèlement, en présence du risque électrique) sur des ouvrages et sur des installations électriques de toute tension inférieure ou égale à 500 kV en courant alternatif ou en courant continu.

Elles s'appliquent à toute opération sur ou dans l'environnement des ouvrages et des installations.



## ► Les acteurs de la prévention

### L'employeur

Il a une obligation générale de sécurité et doit prévenir les risques professionnels par la mise à disposition d'équipements de travail conformes et par la réalisation d'analyses des risques, la mise en place de mesures d'organisation et de consignes de travail, ainsi que la formation des travailleurs.



#### Rôles généraux :

- Assurer la santé et la sécurité des travailleurs
- Mettre à leur disposition des équipements de travail et des équipements de protection individuelle conformes et maintenus en état
- Définir l'organisation et les consignes de travail permettant d'assurer la sécurité
- Former et habiliter le personnel
- Confier les opérations électriques à des personnes qualifiées
- Procéder ou faire procéder aux vérifications périodiques des installations

#### Rôles spécifiques sur le domaine électrique :

- Etre responsable de l'accès aux ouvrages
- Peut déléguer tout ou une partie de ses prérogatives à une entreprise intervenante
- Après avoir étudié les différents travaux de l'ouvrage l'employeur (ou le chargé d'exploitation) prend les dispositions correspondant aux travaux, les notifie aux intéressés, détermine les rôles de chacun et veille au respect des règles de sécurité
- Organise les opérations et les confie à des personnes qualifiées, formées et habilitées

#### Responsabilités :

- Civile (*couverte par les assurances*)
- Pénale (*notamment en cas d'accident de travail*)



## Le C.S.E

Le C.H.S.C.T (de même que les DP et le CE) disparaît et fusionne dans une instance unique : le Comité Social et Economique (C.S.E). Le C.S.E doit être mis en place au niveau de l'entreprise à partir de 11 salariés. Des C.S.E d'établissement et un C.S.E central sont constitués dans les entreprises comportant au moins 2 établissements distincts. Les missions en santé-sécurité au travail du C.S.E s'amplifient à partir de 50 salariés, puis de 300 salariés avec l'instauration de commissions spécifiques.

### Les missions du C.S.E :

Dans les entreprises de moins de 50 salariés, le C.S.E a notamment pour mission de contribuer à promouvoir la santé, la sécurité et les conditions de travail. Il réalise également des enquêtes en matière d'AT-MP.

Dans les entreprises d'au moins 50 salariés, le C.S.E a des missions générales en santé sécurité au travail telles que être informé et consulté sur :

- les conditions de travail
- l'introduction des nouvelles technologies
- les mesures prises pour faciliter la remise au travail des accidentés du travail
- ou encore tout aménagement important modifiant les conditions de travail

Dans le champ de la santé, sécurité et des conditions de travail, le C.S.E :

- procède à l'analyse des risques professionnels auxquels peuvent être exposés les travailleurs, notamment les femmes enceintes, et des effets de l'exposition aux facteurs de risques professionnels
- contribue à faciliter l'accès des femmes et des travailleurs handicapés à tous les emplois
- peut susciter toute initiative qu'il estime utile et proposer notamment des actions de prévention du harcèlement moral, sexuel ou des agissements sexistes.

Il peut formuler à son initiative ou à celle de l'employeur toute proposition de nature à améliorer les conditions de travail des salariés.

Dans les entreprises d'au moins 50 salariés, au moins 4 réunions annuelles du C.S.E portent en tout ou partie sur ses attributions en matière de santé, sécurité, conditions de travail.

Il est aussi réuni :

- à la suite de tout accident ayant entraîné ou ayant pu entraîner des conséquences graves
- en cas d'évènement grave lié à l'activité de l'entreprise ayant porté atteinte ou ayant pu porter atteinte à la santé publique ou l'environnement
- à la demande motivée de 2 des membres représentants du personnel sur les sujets relevant de la santé, la sécurité ou les conditions de travail



## Le rôle des commissions santé, sécurité et conditions de travail :

Pour compenser la disparition des C.H.S.C.T, une commission santé, sécurité et conditions de travail est créée dans :

- les entreprises d'au moins 300 salariés
- les établissements d'au moins 300 salariés et ceux de certains secteurs, comme par exemple les installations nucléaires

Dans les entreprises et établissements de moins de 300 salariés, l'inspecteur du travail peut imposer cette commission s'il l'estime nécessaire, notamment en raison de la nature des activités ou de l'équipement des locaux.

Cette commission se voit confier, par délégation du C.S.E, tout ou partie des attributions du comité relatives à la santé, à la sécurité, sauf exceptions.

Les membres de la commission sont désignés par le C.S.E parmi ses membres par une résolution. La commission, présidée par l'employeur ou son représentant, comprend au minimum 3 membres.

## L'inspecteur du travail

Les inspecteurs du travail contrôlent le respect de la législation du travail, vérifient l'existence et le fonctionnement des institutions, réalisent des missions de conseil et assurent des enquêtes sur les accidents et les conditions de travail.

### Ses pouvoirs :

Pour réaliser ces missions, ils disposent de nombreux pouvoirs :

- Saisine du juge des référés
- Analyse de produits dangereux
- Arrêt ou fermeture d'un chantier
- Droit d'entrer de jour et de nuit dans les entreprises
- Procès-verbaux en cas d'infraction et transmission au procureur
- Mise en demeure de faire cesser les situations dangereuses, de faire réaliser les vérifications réglementaires ou de faire vérifier l'état de conformité (*dans ce cas, voir organisme de contrôle*).

La compétence de l'inspecteur du travail est extrêmement vaste, puisqu'elle couvre l'ensemble du code du travail, certaines dispositions du code de la sécurité sociale et du code pénal.

## Le représentant de la C.A.R.S.A.T

Les Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail disposent d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité.

### Leur rôle :

Leur rôle général est de développer et de coordonner la prévention et d'appliquer les règles de tarification des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Dans la pratique, ils ont trois rôles :

- Le conseil : analyse des risques, diagnostic de sécurité, propositions de solutions
- L'animation : réunions d'information, sessions de formation
- Le contrôle : demande d'intervention de l'inspecteur du travail, imposition de cotisations supplémentaires, constat d'infractions

## Le médecin du travail

Le médecin du travail a un rôle de prévention afin d'éviter toute altération de la santé des travailleurs du fait de leur travail.

Le médecin du travail est le conseiller du chef d'entreprise en ce qui concerne notamment :

- L'amélioration des conditions de vie et de travail dans l'entreprise
- L'adaptation des postes, des techniques et des rythmes de travail
- La protection des salariés contre l'ensemble des nuisances
- L'hygiène générale de l'établissement

Il intervient dans l'organisation des premiers secours et la formation à la sécurité. Il peut animer des sessions de formation et d'information sur des thèmes de sa compétence : secourisme, utilisation de produits dangereux,...

Afin d'exercer ces missions, le médecin du travail réalise des visites dans l'entreprise, et peut procéder à des mesures d'ambiance (*ex : le bruit*).

Il procède également à des examens médicaux :

- Visite d'embauche
- Visite périodique
- Visite de reprise après un accident et une maladie
- Visite demandée par l'employeur en cas de changement de poste
- Visite demandée par un salarié





## ► L'environnement de travail

### Les locaux électriques

Les locaux d'accès réservés aux électriciens sont des endroits pouvant contenir des pièces nues sous tension dont le degré de protection est inférieur à des indices déterminés.

Ces locaux doivent être maintenus fermés et accessibles uniquement aux personnels habilités.



### Les domaines de tension

Les ouvrages, installations et équipements de toute nature, quelle que soit leur destination, sont classés en fonction de la plus grande des tensions nominales (valeur efficace en courant alternatif) existant :

- entre deux points quelconques de leurs conducteurs (ou pièces conductrices)
- ou entre l'un quelconque des conducteurs (ou pièces conductrices) et la terre (ou les masses)

Domaines de tension		Valeur de la tension nominale	
		En courant alternatif	En courant continu lisse
<b>TBT</b>		$U_n \leq 50\text{v}$	$U_n \leq 120\text{v}$
<b>BT</b>	<b>Plus de distinction BTA/BTB</b>	$50\text{V} < U_n < 1000\text{V}$	$120\text{V} < U_n < 1,5\text{kV}$
<b>HT</b>	<b>HTA</b>	$1\text{kV} < U_n \leq 50\text{kV}$	$1,5\text{kV} < U_n \leq 75\text{kV}$
	<b>HTB</b>	$50\text{kV} < U_n$	$75\text{kV} < U_n$



LES HABILITATIONS  
ELECTRIQUES

## ► Les habilitations électriques

### Définition

Une habilitation est la reconnaissance par son employeur de la capacité d'une personne à accomplir en sécurité les tâches fixées.

L'habilitation n'est pas un diplôme et n'est pas directement liée à la classification professionnelle ou hiérarchique.

### Les conditions requises

#### L'habilité doit :

- Avoir suivi une préparation à l'habilitation électrique
- Etre apte physiquement

#### Il faut que l'employeur :

- Vous délivre un titre d'habilitation électrique écrit dûment renseigné
- Vous autorise à effectuer cette opération (ordre écrit, oral ou faisant partie de la mission de travail)

#### L'habilité doit notamment connaître :

- Les dangers de l'énergie électrique
- Les règles de conduite à appliquer
- La conduite à tenir en cas d'accident
- Les mesures de prévention à prendre vis-à-vis des autres risques

**La périodicité recommandée du recyclage est de 3 ans.**

### Les domaines d'utilisation de l'habilitation

#### Il faut être habilité pour :

- Accéder sans surveillance aux locaux réservés aux électriciens
- Exécuter des travaux ou interventions
- Diriger des travaux ou interventions
- Effectuer des manoeuvres de consignations
- Pratiquer des mesurages, des vérifications, des essais
- Pratiquer des opérations photovoltaïques
- Surveiller l'application des règles de sécurité

## Les symboles d'habilitation

Ils se composent d'une ou plusieurs lettres et de chiffres.

Le **1er caractère** est une lettre précisant le domaine de tension.



Basse tension



Haute tension

Le **2ème caractère** peut être une lettre identifiant le type des opérations ou un chiffre précisant le niveau d'autonomie et/ou de responsabilité.



Non électricien



Exécutant électricien



Chargé de travaux



Opérations photovoltaïques



Manoeuvre



Interventions élémentaires



Consignation



Interventions générales



Essai, vérification, mesurage

On peut aussi trouver des **lettres additionnelles** qui précisent l'aptitude à travailler sous tension ou à proximité d'installations électriques.

**N**



Nettoyage sous tension

**T**



Travaux sous tension

**V**



Travaux au voisinage

**X**



Opérations spéciales (exceptionnelles)

## Synthèse des symboles

**B0-H0v**



Non électricien

**B1v-H1v**



Exécutant électricien

**B2v-H2v**



Chargé de travaux

**BS**



Chargé d'interventions élémentaires

**BE-HE**



Manoeuvre

**BP**



Opérations photovoltaïques

**BR**



Chargé d'interventions générales

**BC-HC**



Chargé de consignation

**BE-HE**



Essai, vérification, mesurage

Tableau récapitulatif selon la NF C 18-510

Habilitation du personnel	Opérations			Interventions
	Travaux			
	Hors tension	Voisinage	sous Tension	
Non électricien (exécutant ou chargé de travaux)	B0 ou H0	H0V		
Exécutant électricien	B1 ou H1	B1V ou H1V	B1T ou H1T	
Chargé de travaux*	B2 ou H2	B2V ou H2V	B2T ou H2T	
Chargé d'intervention				BS ou BR
Chargé de consignation	BC ou HC			
Exécutant de nettoyage sous tension			B1N ou H1N	
Chargé de travaux de nettoyage sous tension			B2N ou H2N	
Chargé d'opérations photovoltaïques	Les habilitations photovoltaïques doivent être complétées par la lettre P: BP ou HP			
Chargé d'opérations spécifiques	Les habilitations BE et HE doivent être complétées par un attribut "essai, vérification, mesurage ou manœuvres"			
Chargé d'opérations spéciales d'ordre électrique	Les opérations spéciales doivent être complétées avec l'indice X : B1X, B2X, H1X, H2X			

(\*) Peut être complété par B2V essai ou H2V essai

## Les règles d'équivalence

L'habilitation d'un indice numérique déterminé entraîne les habilitations d'indice inférieur dans le même domaine de tension et pour les mêmes natures d'intervention.

Exemple : B1 entraîne B0, H1 entraîne H0, mais H1 n'entraîne pas B0

### Particularités :

L'habilitation BC ou HC n'entraîne aucune autre habilitation et réciproquement.  
Une habilitation symbole R inclut une habilitation symbole S.

## ► Les acteurs de la prévention

### La révision de l'habilitation

L'habilitation doit être examinée au moins 1 fois par an et chaque fois que cela s'avère nécessaire en fonction des modifications du contexte de travail de l'intéressé, notamment en cas de :

- mutation de l'habilité avec changement du signataire du titre
- changement de fonction
- interruption de la pratique pendant une longue durée
- modification de l'aptitude médicale
- constat de non-respect des prescriptions de sécurité
- ou une modification importante des installations.

Le recyclage est **obligatoire** (décret 2010-1118) avec une périodicité recommandée de 3 ans (norme NF C 18-510).



## ► Les rôles des acteurs dans le domaine électrique

### Le chargé d'exploitation

- Est responsable par délégation du chef d'établissement
- Est responsable de l'accès aux ouvrages, mais il peut déléguer ses prérogatives à une entreprise intervenante
- Organise les opérations et désigne les chargés de consignation, et éventuellement les chargés de travaux
- Détermine les rôles de chacun lors de la consignation
- Veille à l'application des consignes particulières



### L'exécutant et chargé de chantier

- Ne peut pas travailler dans le voisinage B.T
- Peut accéder sans surveillance à un local d'accès réservé aux électriciens
- Peut effectuer ou diriger des travaux non électriques dans un environnement électrique
- Veille à sa propre sécurité



### Le chargé d'interventions élémentaires

Il travaille exclusivement hors tension et hors zone de voisinage B.T.

Il n'a pas d'exécutant sous ses ordres. Il sait à ce titre :

- Exécuter les tâches de remplacement de raccordement qui lui sont confiées en se conformant aux instructions reçues
- Mettre hors tension pour son propre compte, et utiliser un dispositif de vérification d'absence de tension



## Le chargé de manoeuvre

Il réalise :

- La modification de l'état électrique d'un ouvrage ou d'une installation dans le cadre du fonctionnement normal
- La mise en marche, le réglage ou l'arrêt d'un équipement
- Le branchement ou le débranchement d'équipements amovibles spécialement prévus pour être connectés ou déconnectés sans risques
- La mise en marche ou l'arrêt de matériels



## Le chargé des opérations photovoltaïques

Lors de l'installation d'une chaîne photovoltaïque, il réalise :

- Le montage et le démontage de connecteurs débrochables
- La manipulation de modules PV
- La connexion, à l'aide de connecteurs débrochables, des modules PV d'une même chaîne PV (à l'exclusion du raccordement de la chaîne à une boîte de jonction)



## L'électricien exécutant

Il réalise des opérations d'ordre électrique et doit veiller à sa propre sécurité.

Pour cela, il doit :

- Suivre les instructions du chargé de travaux
- Ne commencer un travail que s'il en a reçu l'ordre
- Respecter les consignes de sécurité
- Porter en permanence les équipements de protection individuelle
- Vérifier l'état et le fonctionnement du matériel et des outils avant leur utilisation
- N'utiliser que du matériel adapté au travail à réaliser (outils et outillage)



## Le chargé de travaux

### Avant le début des travaux, il doit vérifier :

- Que le travail a été clairement défini
- Que tous les risques ont été analysés
- Que les exécutants possèdent les habilitations adaptées
- Que les exécutants disposent du matériel de protection et de sécurité nécessaire
- Que les exécutants soient aptes au travail demandé



### Le chargé de travaux est le responsable de la sécurité sur le chantier

### Avant d'entreprendre le travail, il doit :

- Avoir reçu du chargé de consignation l'attestation de consignation pour travaux (A.C.T) ou l'attestation de première étape de consignation (A.P.E.C), les lire et les signer
- Identifier l'installation (consignation en 2 étapes)
- Contrôler l'absence de tension et réaliser la mise à la terre et en court-circuit (consignation en 2 étapes)
- Délimiter la zone de travail
- Désigner des surveillants de sécurité si nécessaire
- Informer les exécutants de la nature des travaux, des règles de sécurité, des limites de la zone de travail, du lieu de rassemblement lors de la fin du travail et des interruptions temporaires
- Donner les ordres pour débiter des travaux

### Pendant les travaux, il doit :

- Contrôler le respect des mesures de sécurité
- Surveiller son personnel
- Vérifier la bonne exécution du travail
- Vérifier l'utilisation conforme de l'outillage et du matériel de sécurité

### A la fin des travaux, il doit :

- Vérifier le travail réalisé et l'enlèvement de tous les outils
- Rassembler le personnel et lui interdire l'accès à la zone de travail
- Effectuer le retrait des mises à la terre et en court-circuit, et remettre l'avis de fin de travail au chargé de consignation

## Le chargé d'interventions générales

Le chargé d'interventions générales :

- Assure la direction effective des interventions
- Doit prendre les mesures pour assurer sa sécurité et celle du personnel, et veiller à leur application
- Doit surveiller en permanence le personnel, si nécessaire



Le chargé d'intervention peut travailler seul ou peut être amené à diriger des opérateurs habilités B0, B1 et éventuellement BR.

Le chargé d'intervention peut remplir les fonctions de chargé de consignation pour lui-même et celui des exécutants qu'il dirige lors d'une intervention. Cette prérogative n'est valable que pour les parties d'installations pour lesquelles il a été désigné et pour le matériel concerné.

Lorsque le chargé d'intervention travaille avec une consignation réalisée par un B.C, il doit recevoir de ce dernier l'attestation de consignation et doit remettre au B.C un avis de fin de travail.

## Le chargé de consignation

Il est responsable :

- De la séparation de l'ouvrage et de ses sources de tension
- De la condamnation des organes de séparation

L'identification, la vérification d'absence de tension, la mise à la terre et en court-circuit sont réalisées sous la responsabilité :

- Du chargé de consignation lors d'une consignation pour travaux
- Du chargé de travaux lors d'une consignation en 2 étapes

Le chargé de consignation remplira :

- Soit une attestation de consignation pour travaux
- Soit une attestation de première étape (dans ce cas, il n'y a pas d'attestation de consignation)

A la fin des travaux, le chargé de consignation pourra effectuer la déconsignation après avoir reçu l'avis de fin de travail du chargé de travaux.



## Le chargé d'essais, de vérifications, de mesurages

Il dirige les essais, les vérifications ou les mesurages.

Il met en place les mesures de sécurité et veille à leur application.



## Le surveillant de sécurité électrique

Il est non habilité ou habilité symboles O, 1, 2, R selon les limites de tension et la nature des opérations.

Il a autorité en matière de sécurité électrique sur le personnel qu'il surveille.

On distingue 2 types de surveillants :



### Le surveillant de sécurité électrique d'opération et d'accompagnement :

C'est une personne qui est habilitée et qui assiste le chargé de travaux pendant le déroulement des opérations.

Il possède une connaissance approfondie en matière de prévention, y compris en cas d'accident.

Il veille à la protection des personnes non titulaires d'une habilitation devant entrer dans une zone d'environnement.

### Le surveillant de sécurité électrique de limite

Il est habilité si besoin, et veille que les personnes ou les engins ne franchissent pas les limites fixées.

Ces limites ont été définies lors de la préparation du travail ou fixées par l'instruction de sécurité.



L'ENVIRONNEMENT  
ELECTRIQUE



## ► Généralités

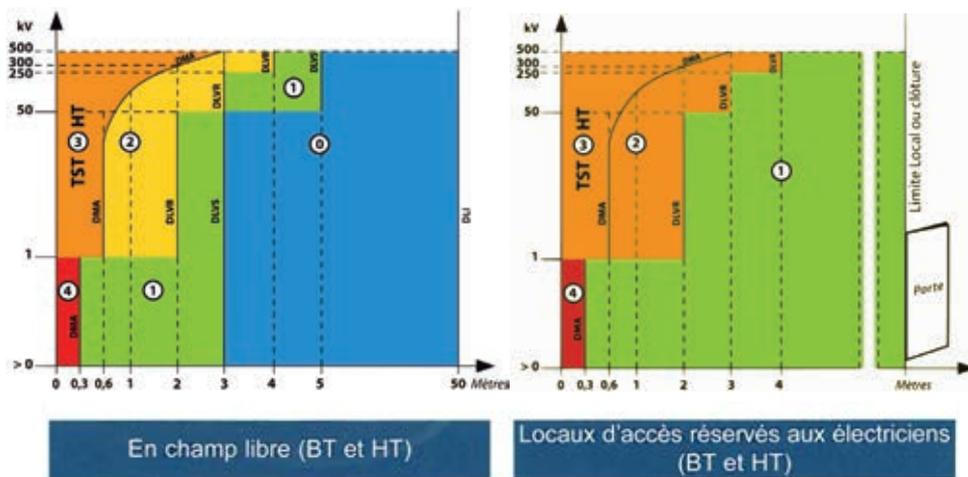
Le personnel peut être amené à se trouver à proximité de pièces nues sous tension dans de nombreuses circonstances. Pour tenir compte de la présence de ce risque, la notion d'environnement a été introduite avec la définition de zones, notamment celles du voisinage.

Dans la mesure du possible, il faudra chercher à supprimer le risque lié au voisinage de pièces nues sous tension par un des moyens suivants :

- La consignation de l'ouvrage
- La protection par éloignement, isolation ou interposition d'un obstacle (ex : un écran)

## ► Les différentes zones

Elles sont déterminées par la distance séparant l'opérateur des pièces nues et diffèrent selon la tension de l'installation électrique et l'environnement.



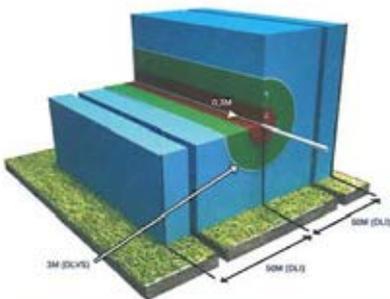


## La zone d'investigation

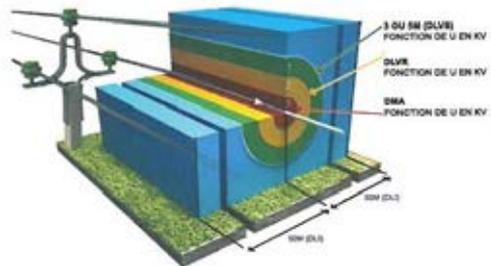
La zone d'investigation, appelée **zone 0**, est comprise entre la distance limite d'investigation (DLI) et la distance limite de voisinage simple (DLVS).

C'est la zone dans laquelle il est demandé d'analyser si l'exécution de l'opération envisagée peut exposer le personnel au risque électrique.

Une instruction doit être établie s'il existe un risque de franchissement de la distance limite de voisinage simple (DLVS).



Aérien BT



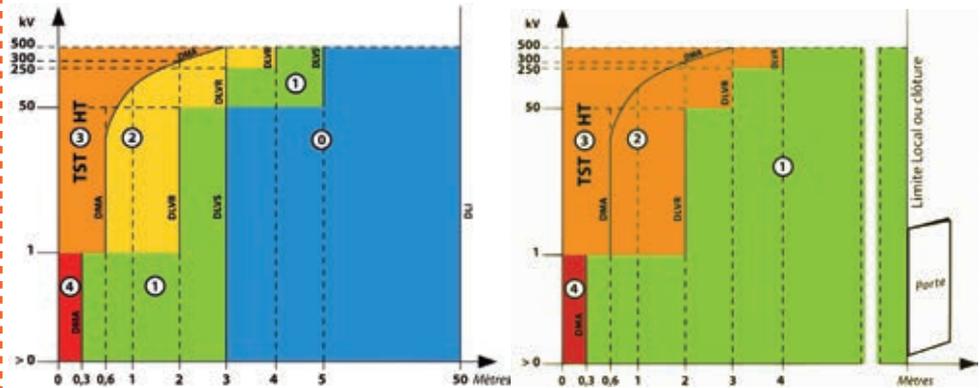
Aérien HT



## La zone de voisinage simple

La zone de voisinage simple, appelée **zone 1**, est comprise entre la distance limite de voisinage simple (D.L.V.S) et la distance limite de voisinage renforcé (D.L.V.R).

Un opérateur évolue dans cette zone lorsqu'il se trouve dans un local d'accès réservé aux électriciens (ex : poste de transformation) à une distance des pièces nues sous tension supérieure à la distance limite de voisinage renforcé (D.L.V.R) indiquée sur le schéma.



## Conditions d'accès à la zone 1 :



Un opérateur est également en zone 1 lorsqu'il se trouve à l'extérieur de locaux ou emplacements d'accès réservés aux électriciens, mais que des pièces nues sous tension se trouvent à moins de 3 mètres (tensions jusqu'à 50.000 V) ou à moins de 5 mètres (tensions > 50.000 V).

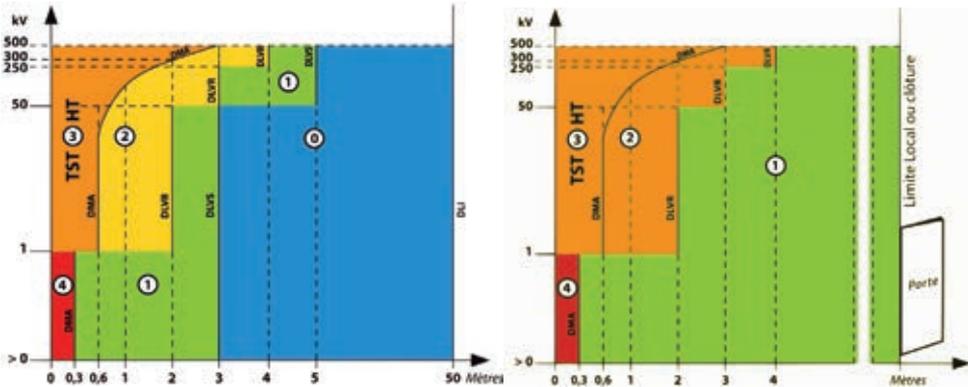
### Cas particulier :

Lors d'un travail sur un pylône en conducteurs nus, l'opérateur pénètre en zone 1 dès qu'il débute l'ascension.



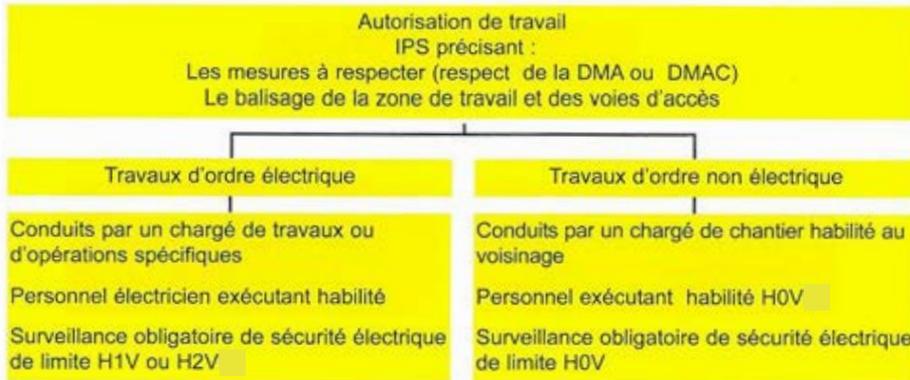
## La zone de voisinage renforcé HT

La zone de voisinage renforcé en haute tension, appelée **zone 2**, est comprise entre la distance limite de voisinage renforcé (DLVR) et la distance minimale d'approche (DMA).



- 2 mètres pour les tensions  $\leq 50$  kV
- 3 mètres pour les tensions  $> 50$  kV et  $\leq 250$  kV
- 4 mètres pour les tensions  $> 250$  kV

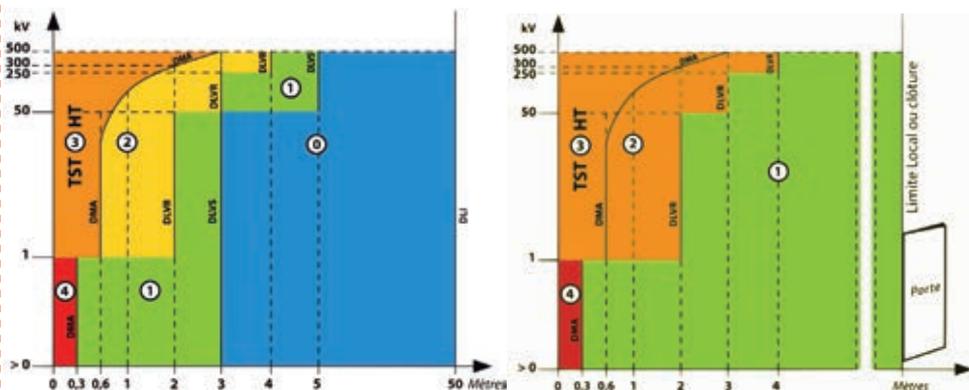
## Conditions d'accès à la zone 2 :



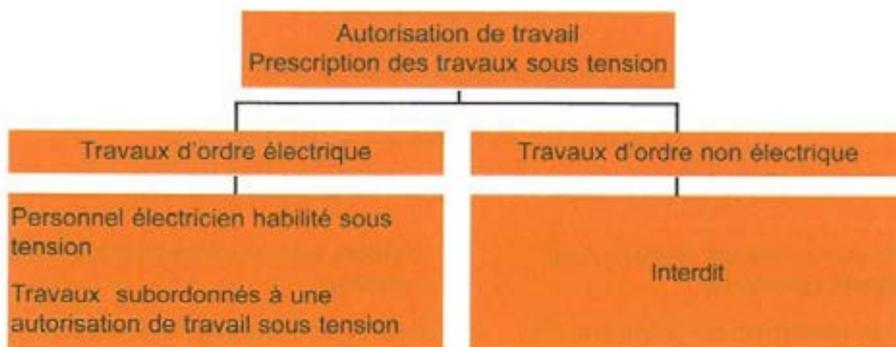


## La zone des travaux sous tension H.T

La zone des travaux sous tension en haute tension, appelée **zone 3**, est comprise entre les pièces nues sous tension et la distance minimale d'approche (DMA).



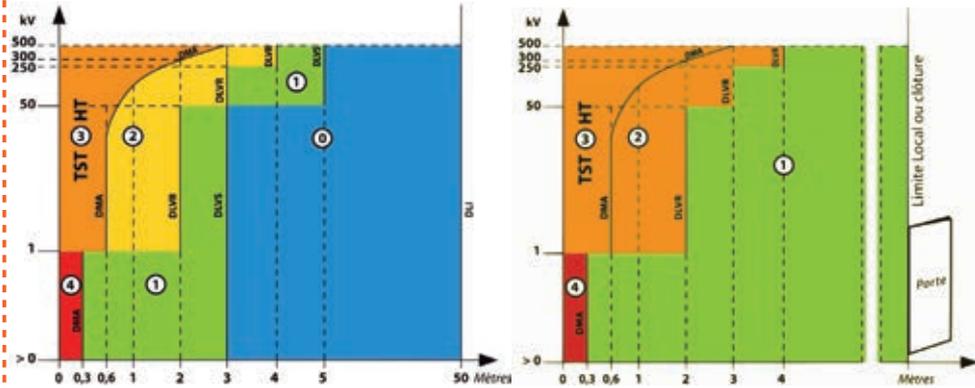
Conditions d'accès à la zone 3 :





## La zone de voisinage renforcé B.T

La zone de voisinage renforcé en basse tension, appelée **zone 4**, est comprise entre les pièces nues sous tension sans contact et la distance limite de voisinage renforcé (DLVR), confondue avec la distance minimale d'approche (D.M.A).



Seules les opérations d'ordre électrique y sont autorisées.

## Conditions d'accès à la zone 4 :





## ► L'outillage électro-portatif

Pour prévenir les risques d'origine électrique, il faut choisir un outillage électrique portatif adapté à l'environnement de travail et l'utiliser conformément aux préconisations du fabricant.

Pour vous aider dans ce choix, les outils possèdent certaines caractéristiques qu'il est nécessaire de prendre en compte.

Avant de commencer à travailler, l'utilisateur doit vérifier l'état et le bon fonctionnement de son matériel. En cas d'anomalies, il ne faut pas utiliser l'appareil et le remplacer immédiatement.

### La classe du matériel

Le matériel est classé en fonction de sa conception et de la tension d'alimentation. Un symbole permet généralement de l'identifier.



**Classe 0**  
aucun symbole : utilisation interdite.



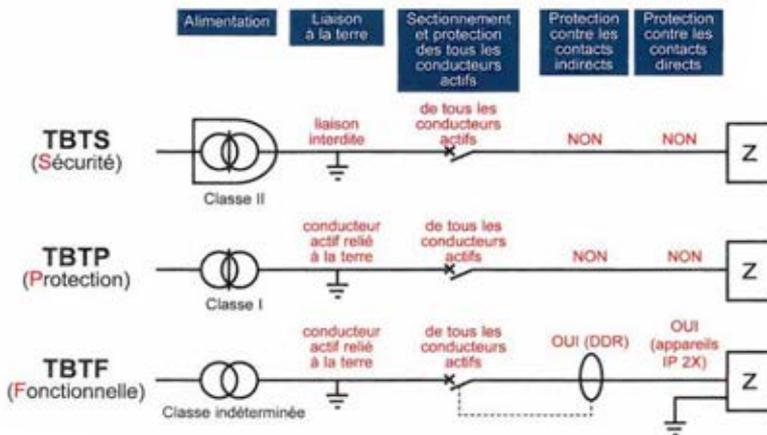
**Classe 1**  
matériel devant être relié obligatoirement à la terre.



**Classe 2**  
matériel à double isolation qui ne doit pas être relié à la terre.



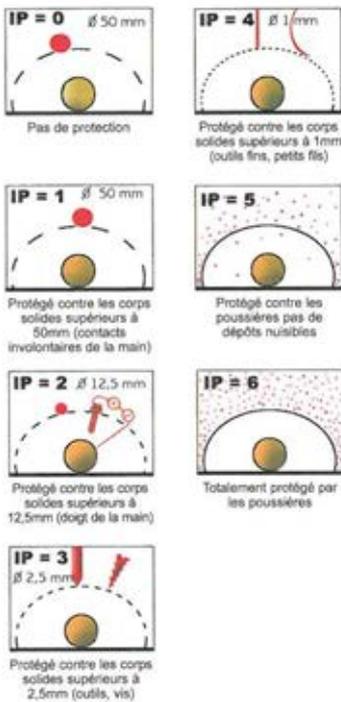
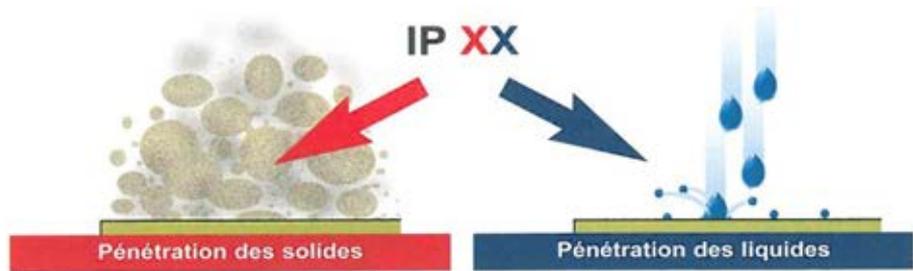
**Classe 3**  
récepteur alimenté en TBTS et non relié à la terre par exemple.





## L'indice de protection

En fonction de son lieu d'utilisation et des agressions de l'environnement (ex : humidité), le matériel utilisé doit posséder un indice de protection à 2 chiffres qui permet de définir ses capacités à résister à la pénétration des solides et des liquides (ex : IP45) et donc ses conditions d'utilisation.



	Electro domestique	Luminaire	
IP = 0			Pas de protection
IP = 1			Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
IP = 2			Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
IP = 3			Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
IP = 4			Protégé contre les projections d'eau de toutes directions
IP = 5			Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
IP = 6			Totalement protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
IP = 7			Protégé contre les effets de l'immersion
IP = 8			Protégé contre les effets de l'immersion prolongée dans des conditions spécifiées

## Le matériel utilisé

Lors d'opérations dans un environnement électrique, vous devez choisir un matériel adapté au lieu de travail.

### *Exemple pour une baladeuse IP 45*

Dans des enceintes exigues, où l'opérateur est de fait en contact avec les parois conductrices du local (ex : *vide sanitaire*), il faut respecter certaines règles pour réduire les risques.

Les règles d'utilisation sont définies comme suit :

- Baladeuse alimentée en T.B.T.S
- Outillage électro-portatif alimenté en T.B.T par une source de sécurité, ou soit en B.T par un transformateur de séparation n'alimentant qu'un seul outil de classe II (ou à défaut, si un tel outil n'existe pas sur le marché, de classe I).



Les transformateurs de sécurité ou de séparation ne doivent pas être situés à l'intérieur de l'enceinte conductrice.





## ► Les équipements de protection individuelle (E.P.I.)

Le matériel de protection doit être conforme aux prescriptions de la réglementation et aux normes en vigueur.

Il doit être en bon état, vérifié avant chaque utilisation par l'opérateur et adapté aux opérations effectuées.

En présence de pièces nues sous tension, vous devez obligatoirement vous protéger.



### Les différents E.P.I.

L'E.P.I. est un dispositif ou un moyen personnel en vue de se protéger contre un risque susceptible de menacer sa sécurité.





## ○ La tenue de travail

Elle doit être :

- ajustée et recouvrir bras et jambes
- exempte de parties conductrices
- maintenue sèche

Il ne faut pas porter :

- des objets métalliques (bracelets, bagues,...)
- des vêtements facilement inflammables



## ○ Le casque

Le casque est obligatoire s'il existe un risque de :

- chute d'objets
- chute de hauteur
- heurt
- contact

Tout casque ayant subi un choc important ou dépassé la date limite d'utilisation doit être mis au rebut.



## ○ L'écran facial

Les écrans faciaux sont portés pour :

- les travaux ou interventions au voisinage des pièces nues sous tension
- les contrôles, essais et mesurages
- la mise en place des dispositifs de mise à la terre ou en coupe-circuit

Ils protègent :

- contre l'éblouissement dû aux arcs
- des brûlures dues à la projection de métal en fusion





## ○ Les chaussures

Les chaussures de sécurité assurent une protection mécanique.



L'utilisation d'un tapis demeure nécessaire.

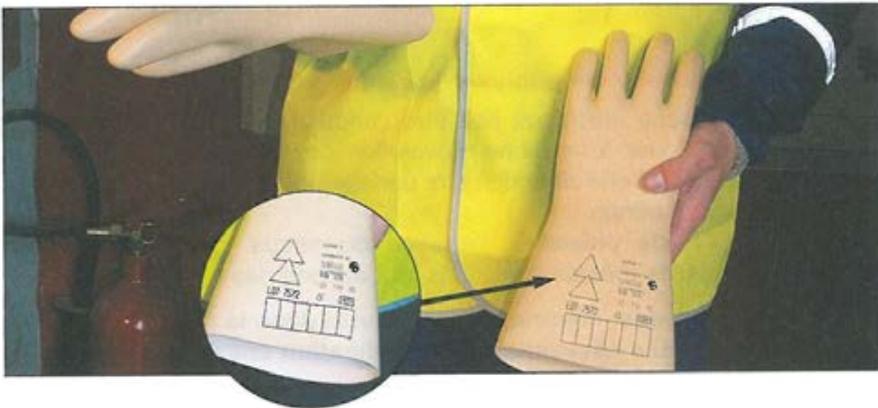
## ○ Les gants

Les gants doivent être :

- adaptés à la tension d'emploi
- vérifiés avant chaque utilisation
- remplacés s'ils s'avèrent défectueux
- conservés en sachet de protection

Les gants doivent être portés pour :

- les travaux ou interventions au voisinage de pièces nues sous tension
- les essais, vérifications ou mesurages
- la mise en place des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit





# L'ANALYSE DU RISQUE



L'analyse du risque électrique doit précéder toute opération dans le but de définir et de mettre en place les mesures de prévention appropriées pour la protection des personnes et des biens.

Cette analyse doit être menée en prenant en compte les risques présentés par :

- les caractéristiques de l'installation
- les modes opératoires envisageables

## ► De quoi dépendent essentiellement les risques électriques ?

- Du type d'ouvrage (*aérien, souterrain,...*), des installations et des équipements
- Des domaines de tension
- Des distances de sécurité directement liées à la tension
- Du type d'opérations (travaux, interventions, essais, mesurages, manoeuvres,...)



## ► A quel moment doit-on analyser le risque électrique ?

L'analyse du risque électrique doit être conduite avant chaque phase de travail et s'appliquer à la zone d'évolution des personnes et des outils pendant le travail. Cette zone doit être parfaitement délimitée dans l'espace et définie dans le temps.

Au-delà de l'étude préalable, l'analyse du risque électrique doit être poursuivie dans les mêmes conditions tout au long des opérations.

L'analyse du risque électrique entre aussi dans la mission confiée à chaque acteur. Elle nécessite une coordination entre tous les acteurs concernés.



LES OPERATIONS



## ► Les travaux d'ordre non électrique hors tension et dans le voisinage

Les opérations d'ordre non électrique concernent les travaux liés à la construction et la maintenance des ouvrages et installations électriques, ainsi que les travaux autres dans l'environnement.

La personne réalise (pour l'exécutant) ou dirige (pour le chargé de chantier) des travaux d'ordre non électrique dans un environnement électrique.

### *Exemple de travaux dans un local électrique :*

- Dératisation
- Accès pour vérification d'extincteurs
- Peinture des murs,...

### *Exemple de travaux en extérieur (champ libre) :*

- VRD
- Sondage de sol,...



## Travaux hors tension

S'il existe un risque électrique dans le voisinage de l'installation consignée, les personnes non habilitées sont sous la responsabilité d'un chargé de chantier habilité. Le chargé de chantier doit assurer ou faire assurer la surveillance permanente par un surveillant de sécurité H0v.

Voisinage BT interdit pour les non électriciens



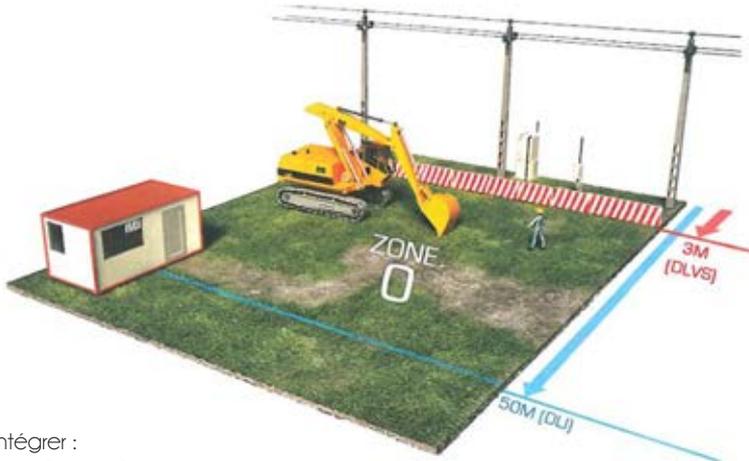


## Travaux du B.T.P dans l'environnement de lignes aériennes

Il faut intégrer :

- La zone d'investigation de 50m (D.L.I) où le risque est intégré et évalué
- La D.L.V.S définissant la distance impérative à respecter

Distances de sécurité pour les travaux non électriques (B.T.P) :



Il faut intégrer :

- moins de 50 kV : 3 mètres
- plus de 50 kV : 5 mètres

Des mesures d'accompagnement ou de mise en place d'obstacles, accompagnées d'une surveillance doivent être prises pour que les personnes ne franchissent pas la D.L.V.S.



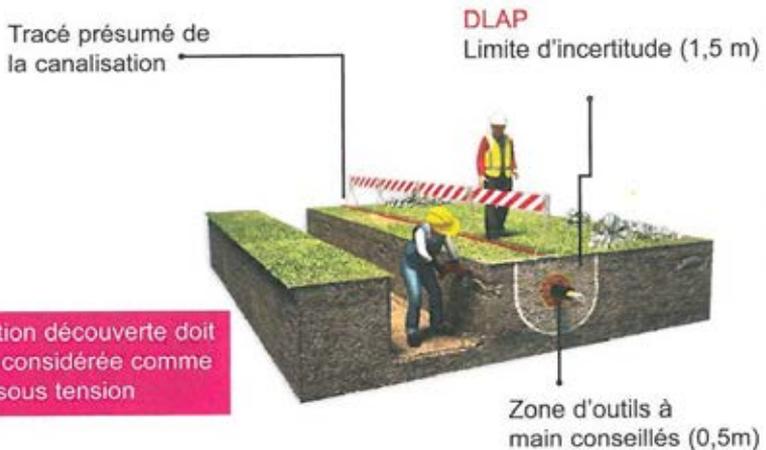
Mise hors de portée de l'échafaudage par obstacle



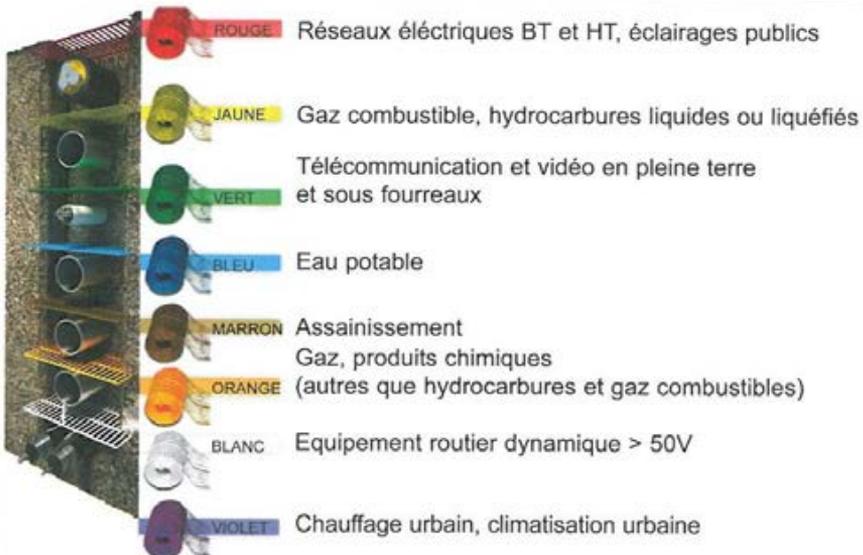
## Travaux du B.T.P dans l'environnement de lignes enterrées

En dessous de la DLAP, des précautions sont à prendre pour ne pas abîmer la canalisation.

La conduite des travaux est assurée par un chargé de chantier habilité.



Une canalisation découverte doit toujours être considérée comme étant sous tension





Les lignes enterrées doivent être protégées contre les avaries et le choix des outils métalliques à main.

Selon les normes considérées (NF C 15-100, 13-100, 13-200) ou les guides (UTE C 11-001,...), la profondeur d'enfouissement des canalisations est différente (de 50cm à 1m).

En cas de contraintes particulières, cette profondeur peut être diminuée sous réserve d'une protection mécanique suffisante.

## Travaux dans les locaux B.T d'accès réservé

Il faut être autorisé et habilité B0 ou à défaut avoir reçu une I.P.S et être surveillé en permanence par un responsable habilité.

Accès zone 4 interdit pour les non électriciens

Accès zone 1 autorisé



## Travaux avec I.P.S dans les postes H.T d'accès réservé

### Zone 1

Accès réservé aux habilités ou aux opérateurs ayant reçu une instruction de sécurité et accompagnés d'une personne habilitée.

### Zone 2

Accès réservé aux habilités au voisinage

### Zone 3

Travaux interdits sans consignation





## ► Les interventions élémentaires (B.S)

- Remplacement à l'identique d'un fusible
- Remplacement d'une lampe, d'un accessoire d'un appareil d'éclairage, d'un socle d'une prise de courant, d'un interrupteur
- Réarmement d'un dispositif de protection
- Enclenchement d'un dispositif de commandes
- Mise hors tension pour son propre compte

Il est exclu :

- Le remplacement d'un appareil dans une armoire électrique
- Le raccordement d'un nouveau départ depuis un tableau



Les interventions élémentaires sont limitées aux circuits terminaux disposant d'un organe de séparation et :

- à 400 V
- avec protection de 32 A en alternatif et 16 A en continu
- 6 mm<sup>2</sup> cuivre ou 10 mm<sup>2</sup> alu

### La mise en sécurité

La pré-identification a pour but de s'assurer que l'intervention est bien effectuée sur l'installation concernée.

Elle est basée sur :

- la connaissance de la situation géographique
- la consultation des dossiers, des plans et des schémas
- la connaissance des ouvrages et de leurs caractéristiques
- les différents moyens de repérage





La **séparation** est réalisée par :

- le sectionneur
- le disjoncteur sectionneur
- l'interrupteur sectionneur
- le retrait des fusibles
- le retrait de la prise



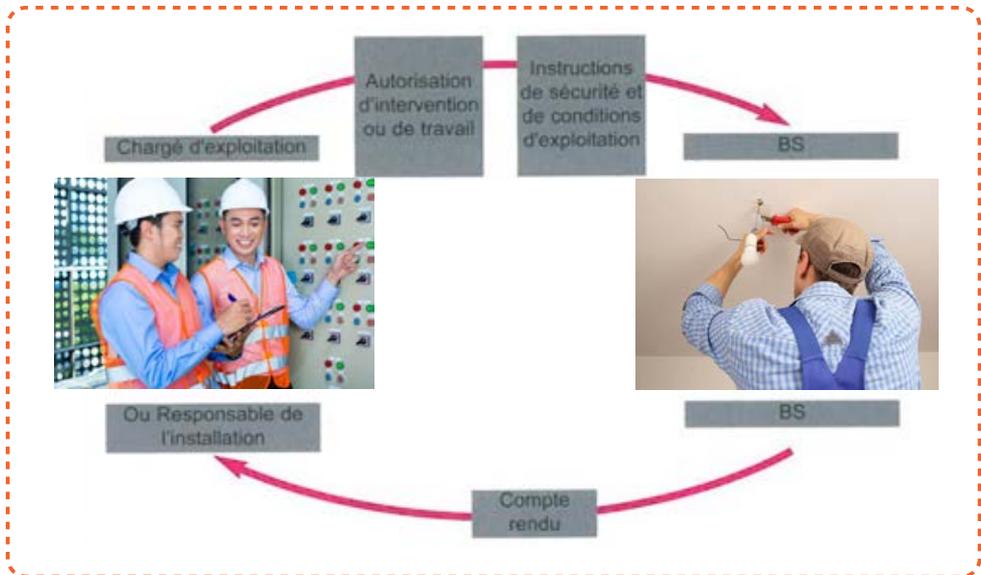
La **condamnation** comprend :

- une immobilisation par un blocage physique
- la notation des coordonnées et de la date de l'opération



La VAT est effectuée le plus proche possible de la zone de travail sur tous les conducteurs actifs et neutres, y compris et par rapport à la terre en suivant la procédure :





## ► Les opérations photovoltaïques (B.P)

Une personne titulaire d'une habilitation B.P est apte :

- Lors de l'installation initiale d'une chaîne panneau photovoltaïque (P.V) :
  - à assurer les fonctions de chargé d'intervention B.T chaîne P.V
  - à effectuer le montage et démontage de connecteurs débrochables
  - à manipuler des modules P.V
  - à la connexion, à l'aide de connecteurs débrochables, de s modules P.V d'une même chaîne P.V (à l'exclusion du raccordement de la chaîne à une boîte de jonction)
- Lors d'opérations de maintenance :
  - à assurer, en présence et sous l'autorité d'un chargé d'intervention B.T d'entretien de dépannage photovoltaïque, les fonctions d'exécutant pour la mise en oeuvre d'écrans opaques et le nettoyage des surfaces transparentes des modules P.V.





La formation à l'habilitation B.P est conditionnée par l'acquisition préalable de la compétence technique nécessaire à l'installation d'une chaîne PV.

## Montage d'un connecteur d'un PV

Le dénudage et le montage sur l'extrémité d'un connecteur débrochant ou le démontage d'un tel connecteur sont des opérations d'ordre électrique.



Elles doivent être réalisées sur un circuit hors tension, ou en cas d'impossibilité, sur un circuit séparé du reste de l'installation et sans courant de défaut. Des mesures complémentaires de protection visant à isoler l'opérateur doivent être prises si la tension  $U_{0c}$  STC est supérieure à 60 V en courant continu.

*Note -  $U_{0c}$  STC : tension en condition d'essai normalisé, aux bornes d'un module PV, d'une chaîne PV, d'un groupe PV non chargé (ouvert) ou aux bornes, partie en courant continu, de l'équipement de conversion PV.*

## Manipulation d'un PV

La manipulation d'un module peut exposer à un risque d'électrisation si l'extrémité d'un câble de liaison n'est pas protégée par un dispositif isolant de degré de protection minimal :

- **IP44** pour les parties d'installation exposées aux intempéries ou à l'humidité
- **IP2X** ou **IPXXB** pour les parties d'installation non exposées aux intempéries ou à l'humidité



La manipulation d'un module est interdite si un câble de liaison ne répond pas aux conditions précédentes et si la tension  $U_{0c}$  STC de ce module est supérieure à 60 V en courant continu.



## ► Les manoeuvres

Le chargé de manoeuvre réalise des opérations conduisant à un changement de la configuration électrique de l'installation.

Exemple : mise hors tension d'une machine outils, d'une installation



Les manoeuvres d'exploitation ont pour but :

- Soit la modification de l'état électrique d'un ouvrage ou d'une installation dans le cadre du fonctionnement normal
- Soit la mise en marche, le réglage ou l'arrêt d'un équipement
- Soit le branchement ou le débranchement d'équipements amovibles spécialement prévus pour être connectés ou déconnectés sans risque
- Soit la mise en marche ou l'arrêt



## Les manoeuvres de condamnation et de consignation

Les manoeuvres de condamnation et de consignation pour entretien mécanique et de consignation électrique ne peuvent être réalisées que suivant des procédures clairement définies.

Les manoeuvres de consignation sont effectuées obligatoirement sur ordre du chargé de consignation.



## Les équipements de protection

Les manoeuvres, particulièrement celles conduisant à la remise en tension d'un ouvrage ou d'une installation, peuvent exposer le personnel à des risques de choc électrique ou de court-circuit.

En fonction de l'analyse de risque électrique, l'opérateur utilise les équipements de protection individuelle et les vêtements de travail adaptés pour effectuer les manoeuvres.





## ► Les conditions atmosphériques



En cas de	Lignes aériennes en conducteurs nus ou insuffisamment isolés à l'extérieur	Lignes aériennes en conducteurs isolés situées à l'extérieur	Canalisations électriques souterraines ou installations à l'intérieur de bâtiments
Précipitations atmosphériques peu importantes	Le travail peut être entrepris et achevé.	Le travail peut être entrepris et achevé.	Le travail ne peut être entrepris que si le chantier : - est abrité des précipitations, - est abrité des ruissellements, - est suffisamment éclairé.
Précipitations atmosphériques importantes	Le travail ne doit pas être entrepris, mais l'opération en cours peut être achevée.	Le travail ne doit pas être entrepris, mais l'opération en cours peut être achevée.	Le travail ne peut être entrepris que si le chantier : - est abrité des précipitations, - est abrité des ruissellements, - est suffisamment éclairé.
Brouillard épais	Le travail ne doit pas être entrepris, mais l'opération en cours peut être achevée.	Le travail ne doit pas être entrepris, mais l'opération en cours peut être achevée.	Le travail ne peut être entrepris que si le chantier : - est suffisamment éclairé.
Vent violent	Suivant les prescriptions éventuelles des CET.	Suivant les prescriptions éventuelles des CET.	Suivant les prescriptions éventuelles des CET.
Orage	Le travail ne doit ni être entrepris, ni achevé.	Le travail ne doit ni être entrepris, ni achevé, sauf si les lignes aériennes sur lesquelles sont effectués les travaux, ne sont reliées qu'à des réseaux BT entièrement en câbles isolés ou situés à l'intérieur de bâtiments, et si elles sont alimentées exclusivement par des réseaux HT entièrement réalisés en câbles isolés ou situés à l'intérieur de bâtiments.	Le travail ne doit ni être entrepris, ni achevé, sauf si les installations sur lesquelles sont effectués les travaux, ne sont reliées qu'à des réseaux BT entièrement en câbles isolés ou situés à l'intérieur de bâtiments, et si elles sont alimentées exclusivement par des réseaux HT entièrement réalisés en câbles isolés ou situés à l'intérieur de bâtiments.



L'APPAREILLAGE  
ELECTRIQUE B.T



## ► Les différents appareillages électriques B.T

Ils assurent les fonctions de séparation, de protection et de commande.



Séparation



Disjoncteur



Commande

## ► La fonction séparation

Son rôle est d'assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en la séparant de toute source d'énergie électrique.

Elle peut être réalisée notamment par une prise ou un sectionneur.



Prise



Sectionneur



## Le sectionneur

Il ne possède aucun pouvoir de coupure et ne doit pas être manoeuvré en charge.

Ses caractéristiques sont liées :

- au nombre de pôles
- à la tension assignée
- au contact auxiliaire
- à la nature de la commande intérieure ou extérieure cadénassable ou verrouillable.



*Symbole d'un sectionneur*

## La prise

Elle est constituée d'un socle fixe raccordé au réseau et d'une fiche amovible raccordée au matériel.



D'un socle raccordé au réseau



D'une fiche raccordée au matériel



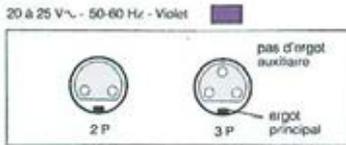
*Symbole d'une prise de courant*



La disposition des alvéoles est identifiée par un code couleur :

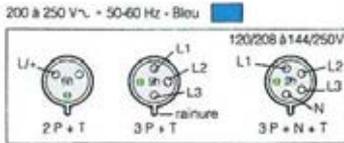
- En T.B.T : par la position de l'ergot auxiliaire

Exemple :



- En B.T : par la position de l'alvéole de terre par rapport à la rainure des socles

Exemple :



## ► La fonction de protection

### Ses rôles

Ses rôles sont d'assurer la protection des biens et des personnes contre :

- les surcharges
- les courts-circuits
- les défauts d'isolement
- les surtensions

### Moyens de protection

Il existe de nombreux moyens de protection qui vont réagir en fonction du dysfonctionnement :

- fusibles
- disjoncteurs
- relais thermique
- relais magnétique
- limiteur de surtension
- parafoudre
- Contrôleur Permanent d'isolement (C.P.I)





## Le fusible

Il assure la protection contre :

- les faibles surcharges
- les courts-circuits



Symbole  
d'un fusible

Ses caractéristiques sont liées à l'utilisation et au pouvoir de coupure :

- domestique (type B)
- accompagnement Moteur (type aM, inscription en vert)
- E.D.F. (type AD ou FD, inscription en rouge)
- 4 ou 8 kA en domestique
- 20 kA pour les 8,5 x 31,5 et 100 kA pour les 10,3 x 38

## Le disjoncteur

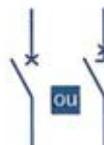
Il assure les fonctions de :

- coupure automatique
- séparation des circuits
- protection contre les faibles surcharges
- protection contre les courts-circuits
- commande



Ses caractéristiques sont liées :

- à l'intensité :
  - assignée ( $I_n$ )
  - de réglage ( $I_r$ )
- à la tension assignée
- au pouvoir de coupure PdC ( $I_{cu}$  ou  $I_{cs}$ )
- aux courbes de déclenchement magnétique ou réglage  $I_m$



Symbole  
d'un disjoncteur



## Le relais thermique

Il assure la protection contre :

- les faibles surcharges par son contrôle du courant absorbé par chaque phase
- les déséquilibres ou absence de phases par son dispositif différentiel



Symbole du relais thermique

## Le relais à sonde PTC

Il assure la protection contre les faibles surcharges par une mesure précise de la température.



Symbole du relais à sonde PTC

## Le relais magnétique

Il assure la protection contre les courts-circuits par une action instantanée de la mesure du courant.



Symbole de relais magnétique



## L'interrupteur différentiel

Il assure la protection contre les défauts d'isolement par une mesure différentielle des courants qui traversent le tore magnétique.



Symbole de l'interrupteur différentiel

## Parafoudre - Limiteur de surtension

Ils assurent la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique et industrielle.



Symbole d'un parafoudre



Symbole d'un limiteur de surtension



LES REGIMES DU NEUTRE



En électricité, un Schéma de Liaison à la Terre (ou S.L.T) définit le mode de raccordement à la terre du point neutre d'un transformateur de distribution et des masses côté utilisateur.

Régime	Techniques d'exploitation	Techniques de protection des personnes	Principales caractéristiques
TT	<i>Coupeure au premier défaut d'isolement</i>	<i>Mise à la terre des masses associées à l'emploi obligatoire de dispositifs différentiels</i>	<i>La présence de différentiels permet la prévention des risques d'incendie pour une sensibilité égale ou supérieure à 300 mA. Chaque défaut d'isolement entraîne une coupeure du circuit protégé.</i>
TN	<i>Coupeure au premier défaut d'isolement</i>	<i>Interconnexion et mise à la terre des masses et du neutre obligatoires. Coupeure par protection contre les surintensités par fusibles ou disjoncteurs.</i>	<i>Il nécessite un personnel d'entretien très compétent. Les risques d'incendie sont accentués du fait de l'importance des courants de défaut. Le schéma TNS est obligatoire pour les sections de conducteurs inférieures à 10 mm<sup>2</sup>.</i>
IT	<i>Signalisation du défaut simple d'isolement ; Recherche et élimination obligatoire du défaut ; Coupeure en cas de défaut double.</i>	<i>Interconnexion et mise à la terre des masses.  Coupeure par protection de surintensité (fusibles disjoncteurs) en cas de défaut double.</i>	<i>Il nécessite un personnel pour la surveillance. Il nécessite un bon niveau d'isolement des réseaux.</i>

## ► Définition

Les schémas de liaison à la terre ont pour but de protéger les personnes et le matériel en maîtrisant les défauts d'isolement. En effet, pour des raisons de sécurité, toute partie conductrice d'une installation est isolée par rapport aux masses.

Cet isolement peut se faire par éloignement, ou par l'utilisation de matériaux isolants. Mais avec le temps, l'isolation peut se détériorer (*à cause des vibrations, des chocs mécaniques, de la poussière, etc...*), et donc de mettre une masse (*la carcasse métallique d'une machine par exemple*) sous un potentiel dangereux. Ce défaut présente des risques pour les personnes, les biens mais aussi la continuité de service.

Selon la norme CEI-60364 (*remplacée par le guide de charge CEI 60076-7 Ed.1*), un schéma de liaison à la terre se caractérise par deux lettres, dont :

- La première indique le raccordement du point neutre du transformateur de distribution H.T/B.T et qui peut être :
  - T pour raccordé à la terre ;
  - I pour isolé (ou impédant) par rapport à la terre
- La seconde indique la façon de connecter les masses utilisateurs. Elle peut être :
  - T pour raccordées à la terre ;
  - N pour raccordées au neutre, lequel doit être raccordé à la terre



## ► Généralités TN

Dans le SLT **TN**, le neutre du secondaire du transformateur est relié à la terre et les masses utilisateurs sont connectées au conducteur de protection principal (nommé **PE**, de l'anglais «*protective earth*»), lui-même relié à la prise de terre.

L'ensemble est donc interconnecté à une barre collectrice en cuivre, à laquelle est connectée la prise de terre en fond de fouille.

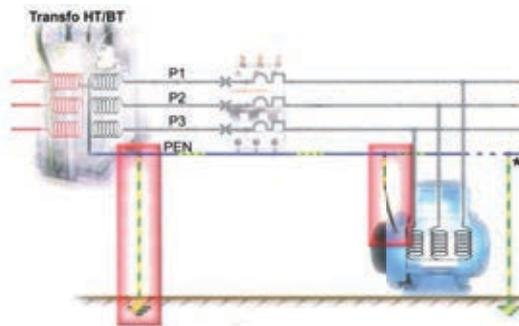
Les normes CEI 60364 et NF C 15-100 définissent 3 sous-schémas pour le SLT TN :

- **TN-C** (terre et neutre commun)
- **TN-C-S** (TNC pour les circuits principaux et TNS pour les circuits terminaux et section des conducteurs < 10 mm<sup>2</sup> cuivre et < 16 mm<sup>2</sup> aluminium)
- **TN-S** (terre et neutre séparé)

### TN-C

Dans le **TN-C** (*Terre Neutre Confondus*), les conducteurs de neutre (N) et de production (PE) sont confondus pour former le PEN.

Ce SLT permet d'économiser un câble (ainsi qu'un pôle sur chacun des appareils de protection).



Le coût d'un schéma de liaison à la terre TN-C est moindre car le conducteur de protection équipotentiel «PE» et conducteur neutre «N» sont confondus, ce qui nous donne un conducteur «PEN» (économie d'un câble et d'un pôle des protections contre les surintensités).

Ce conducteur «PEN» est en priorité un conducteur de protection avant d'être un conducteur neutre, il ne doit pas être coupé afin d'assurer la protection des personnes.

Le courant de défaut n'étant limité que par l'impédance des câbles, l'intensité de court circuit est plus importante. Le schéma de liaison à la terre TN-C est interdit par la norme NF C 15-100 dans les locaux où il y a un risque d'incendie ou d'explosion.

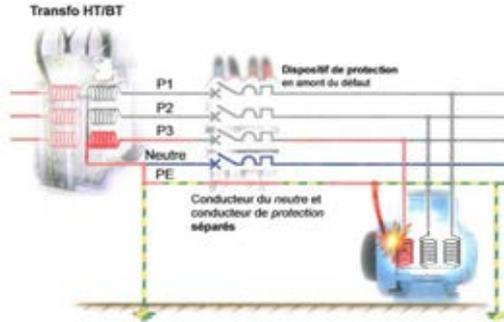
Toutefois, il est nécessaire de se reporter à la norme NF C 15-100 pour plus de précisions.



## TN-S

Dans le **TN-S**, le conducteur de protection et le conducteur neutre sont reliés uniquement au poste de distribution et à aucun autre point.

Le TN-S est obligatoire pour les réseaux ayant des conducteurs avec une section  $< 10\text{mm}^2$  en cuivre ou une section  $< 16\text{mm}^2$  en aluminium.



## TN-C-S

Le conducteur de protection (PE) et le neutre (N) sont confondus du transformateur jusqu'au point de distribution, et ensuite séparés sur les circuits terminaux et section de conducteur  $< 10\text{mm}^2$  cuivre.

On peut aussi trouver une résistance qui relie le neutre à la terre. Cela permet de limiter le courant de court circuit d'une centaine d'ampères. Donc  $I_d$  (Courant de Défaut) sera fonction de la résistance (si R élevée alors  $I_d$  faible).



## ► Schéma TT

### Principe

Le neutre du transformateur est relié à la terre, et les masses des équipements des utilisateurs disposent de leur propre raccordement à la terre.

Ce schéma de liaison à la terre est obligatoire chez les particuliers en France comme en Belgique (pour la Belgique, voir le R.C.I.E).

L'emploi d'un D.D.R (Dispositif Différentiel Résiduel) est obligatoire en tête d'installation pour assurer la protection des personnes. La valeur du courant résiduel maximum dépend de la réglementation du pays. Ainsi, un D.D.R de 500 mA en tête d'installation, ainsi que celui de valeur maximale 30 mA sur les circuits prises est obligatoire en France.

En Belgique, le D.D.R de tête est de 300 mA, si résistance de dispersion à la terre inférieure à 30 ohms. Pour les salles d'eau (*douches et salle de bain*), le D.D.R 30 mA est obligatoire (sauf cas des appareillages en TBTS) (voir NF C 15-100).

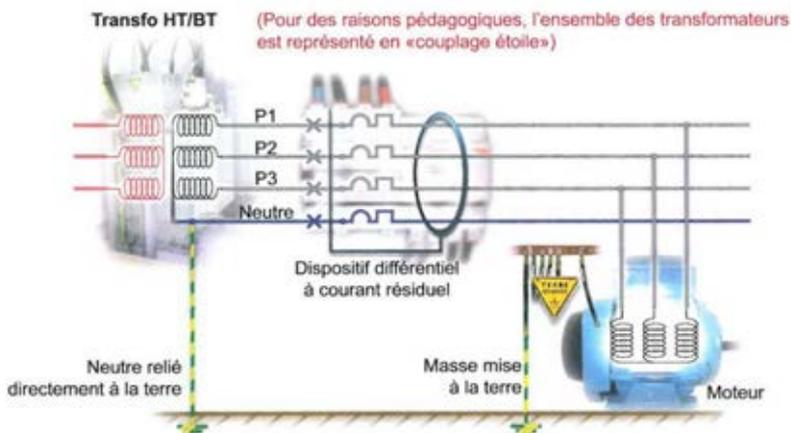
Le calibre de la protection différentielle à l'origine de l'installation est pris en compte pour le calcul de la valeur maximale de prise de terre :

$$R = U / I = 50 / 0.5 = 100 \text{ Ohms}$$

U : Tension égale en 50 V dite tension de sécurité

R : Résistance de la prise de terre (en Ohms)

I : Courant assigné du DDR à l'origine de l'installation





## ► Schéma IT

### Caractéristiques

La caractéristique principale de ce schéma est que le point neutre du transformateur en amont de l'installation est complètement isolé de la terre (il est dit «flottant» grâce à l'isolation galvanique propre au transformateur). Les trois phases et surtout le neutre ne sont pas reliés à la terre, contrairement aux autres schémas.

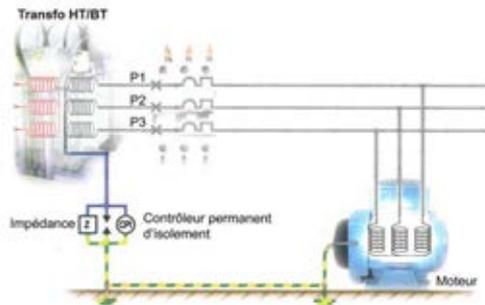
En réalité, le neutre peut être relié à la terre via les capacités parasites des câbles, ou volontairement via une impédance de forte valeur (typiquement 1 500  $\Omega$ ). Les masses utilisateur sont interconnectées normalement et reliées à la terre.

○ On parle de **premier défaut** lorsqu'un appareil ou un utilisateur connecte involontairement une des trois phases à une masse métallique (qui est elle-même reliée à la terre).

○ On parle de **second défaut** lorsqu'un deuxième contact avec une masse métallique (sur un appareil de l'installation ou sur le même appareil comportant le premier défaut) apparaît avec l'une des deux autres phases ; le premier défaut étant, quant à lui, toujours actif.

### Les points forts

Dans le cas d'un premier défaut, il n'existe, en théorie, aucun danger pour les personnes et les appareillages : du fait de l'isolation du transformateur en amont, le fait de mettre la phase à la terre n'induit aucun courant électrique. Contrairement aux autres schémas, ce cas n'oblige pas la coupure de la fourniture d'électricité : ce point très important explique son utilisation dans les domaines où la fourniture d'électricité est vitale (*blocs opératoires des hôpitaux, locaux à risques d'explosion, installations d'éclairage de sécurité, ainsi que les domaines industriels qui ont un impératif de continuité de service telles que les fonderies qui auraient beaucoup à perdre financièrement si elles devaient se remettre en chauffe à chaque défaut*).





### Les limitations

Si le premier défaut n'est pas rapidement traité, un second défaut peut apparaître et s'avérer dangereux, voire **mortel**. C'est pourquoi on conserve les disjoncteurs. En effet, lorsque le deuxième défaut apparaît, cela entraîne un court-circuit entre 2 phases et donc, dans le pire des cas, un seul des 2 disjoncteurs correspondant aux départs en défaut se déclenche. Dans ce dernier cas, on se retrouve donc à la situation d'un seul défaut mais avec une productivité diminuée car il faut résoudre impérativement la panne avant de ré-enclencher le disjoncteur (ou les disjoncteurs si ce sont les 2 qui se sont déclenchés).

Afin d'éviter ce cas de figure, il est donc nécessaire d'utiliser un contrôleur permanent d'isolement (CPI) pour signaler un premier défaut. Ce contrôleur doit signaler le défaut à une équipe de maintenance qui doit partir à sa recherche. Les normes de sécurité imposent donc la disponibilité permanente d'un personnel de maintenance qualifié sur le site.

Il existe un cas pour lequel un risque mortel peut apparaître dès le premier défaut : si 2 bâtiments ayant leur propre terre sont alimentés par le même réseau IT, et qu'un défaut apparaît sur 2 phases différentes dans chaque bâtiment, alors un câble reliant les deux bâtiments (*tel qu'un câble de télécommunication*) pourra être porté au potentiel du secteur (généralement 400 V) dans un des deux bâtiments. C'est pourquoi il est fortement conseillé d'interconnecter ensemble toutes les terres d'un même réseau IT et quel que soit le régime de neutre, **toute installation ne doit comporter qu'une seule terre**.

L'utilisation de matériel électrique avec des courants de fuite importants (capacités parasites entre phase et châssis) ou en grand nombre va augmenter le courant dans le CPI, au point de représenter des risques d'incendie.

Le matériel et les protections doivent être adaptés afin d'accepter des tensions importantes entre neutre/phase et la terre. Du fait du caractère flottant du neutre, des perturbations BF de mode commun peuvent être à l'origine de ces surtensions. Une impédance de l'ordre du Kohm peut être raccordée entre le neutre du transformateur et la terre, ceci afin de réduire les variations de potentiel entre le réseau et la terre : elle est donc particulièrement importante dans les réseaux alimentant des appareils sensibles.

La localisation d'un défaut est difficile, voire pratiquement impossible dans le cas d'un second défaut sur une même phase. Une technique de localisation consiste à injecter un courant de 10 Hz au niveau du CPI, et de détecter la fuite à l'aide d'une pince ampèremétrique et d'un filtre sélectif.

Pour protéger l'installation contre les surtensions (*la foudre par exemple*) du côté haute-tension, la norme NF C 15-100 oblige à placer un limiteur de surtension entre le point neutre du transformateur et la terre (non représenté sur les schémas).

Toutes ces contraintes expliquent que ce schéma est déconseillé, voire impossible dans les installations domestiques par exemple.



## ► Protection du neutre selon les SLT (source NF C 15-100)

Le conducteur neutre est considéré par la NF C 15-100 de 2002 comme un conducteur actif. A ce titre, le conducteur neutre doit être sectionné dans tous les régimes de neutre (IT, TN-S, TT) mais pas obligatoirement protégé. Le sectionnement de tous les conducteurs actifs est obligatoire pour la séparation et l'isolement des circuits, en cas d'intervention par exemple. En schéma IT, il n'est pas conseillé de distribuer le neutre. Lorsque ce n'est pas le cas, il est nécessaire de protéger le conducteur neutre contre les surintensités (à cause du double défaut phase/neutre) qui doit entraîner la coupure de tous les conducteurs actifs du circuit correspondant.

Cependant, cette disposition n'est pas nécessaire :

- Si la détérioration des appareils est admissible et n'est pas susceptible de provoquer un incendie
- Si le conducteur neutre est effectivement protégé contre les courts-circuits par un dispositif placé en amont (le conducteur doit pouvoir supporter les contraintes thermiques pendant le temps de coupure). On peut considérer être correctement protégé lorsque l'on n'a pas plus d'un calibre et d'une section d'écart entre le disjoncteur amont et les circuits en aval.
- Si un disjoncteur différentiel commun à un ensemble circuits terminaux dont la sensibilité est de 0.15 fois l'intensité maximum admissible dans le conducteur neutre correspondant. Ce dispositif doit couper tous les conducteurs sous réserve que tous les circuits soient identiques (nature, section, courant admissible, disjoncteur).

En TN-C, le conducteur PEN ne doit pas être coupé, car il est aussi le conducteur de protection. Cependant, il doit être surveillé si sa section est inférieure à celle des conducteurs de phases. En cas de surintensité, cette détection doit provoquer l'ouverture du disjoncteur du circuit correspondant.

En schéma TN-S et TT, la protection du conducteur neutre n'est pas nécessaire sauf :

- Si le conducteur neutre est chargé (voir le taux d'harmoniques)
- Si la section du conducteur de neutre est inférieure à celle des conducteurs de phases
- S'il s'agit de la liaison entre la source (Groupe électrogène, Transformateur) et le Tableau Général Basse Tension (TGBT).



## ► Utilisation des SLT dans le monde



### Aux Etats Unis :

Le TN-C est majoritairement utilisé. La mise à la terre du neutre est faite chez l'abonné BT.



### En France et en Belgique :

Le TT est obligatoire en distribution publique avec :

- En France : une protection de tous circuits (lumières, prises de courants et circuits spécifiques : lave-vaisselle, chaudières, cumulus,...)

- En Belgique : une protection générale DDR 300 mA pour toute l'installation et une protection locale DDR 30 mA pour les circuits de salle d'eau (salle de bain, lave-linge et lave-vaisselle)



### En Grande-Bretagne :

Les nouvelles installations sont en TN-C. La prise de terre du neutre est fournie par le fournisseur d'énergie.



### En Allemagne :

Le TT et le TN-C-S cohabitent (prise de terre chez l'abonné).



### En Norvège :

Les bâtiments étant en matériaux isolants et les prises de terre de mauvaise qualité, le SLT choisi est le IT avec utilisation de DDR de sensibilité 30 mA en signalisation et coupure au second défaut par le disjoncteur.

## ► Compatibilité électromagnétique

○ Le TN-C est mauvais du point de vue de la compatibilité électromagnétique car de forts courants circulent dans le PEN et modifient l'équipotentialité.

○ En TN-S, il est conseillé de séparer le conducteur de protection (PE) des masses fonctionnelles.

○ En IT, du fait de la très faible valeur du courant de premier défaut, la perturbation électromagnétique est faible. Au second défaut, le problème est le même qu'en TN-S.

○ En TT, très peu de perturbations sont générées en cas de défaut, le conducteur de protection et les masses fonctionnelles peuvent être séparés.



LES POSTES HTA / BT

## LES POSTES HTA / BT

Dès que la puissance demandée atteint 50 kVA, les entreprises industrielles ou tertiaires sont alimentées en haute tension 20 kV (HTA). L'étendue de leur site fait qu'elles sont généralement amenées à réaliser un réseau interne HTA. L'alimentation d'une installation électrique est effectuée avec un poste de transformation HTA / BT qui est disposé au plus près des éléments consommateurs d'énergie. L'abonné livré en énergie électrique HTA (de 5 à 30 kV) peut choisir son schéma de liaison du neutre. Il n'est pas limité en puissance et il bénéficie d'une tarification plus économique.

Le poste de transformation HTA / BT s'appelle aussi poste de livraison.

### ► Les différents types de postes de livraison

On peut classer les postes HTA / BT en deux catégories :

#### Les postes d'extérieur

- Poste sur poteau : puissances 25 - 50 - 100 kVA
- Postes préfabriqués :
  - en bas de poteau : de 100 à 250 kVA
  - poste compact : de 160 à 1 250 kVA
- Poste maçonné traditionnel : de 160 à 1 250 kVA

#### Les postes d'intérieur

- Postes ouverts maçonnés ou préfabriqués
- Postes en cellules préfabriquées métalliques

Les puissances sont comprises entre 100 et 1 250 kVA. Le comptage BT doit être remplacé par un comptage HT dès que l'installation dépasse 2 000 A ou s'il existe plusieurs transformateurs.

#### Remarques

- Le poste de livraison est alimenté par EDF dont le réseau a une tension normalisée de 20 kV. Dans certaines régions, cette tension peut être de 5, 10, 15 ou 30 kV.
- L'alimentation peut être aérienne ou souterraine. Selon les cas, elle s'effectue en simple dérivation, en boucle, en coupure d'artère ou en double dérivation.
- Pour les puissances inférieures à 1 250 kVA, on aura souvent intérêt à choisir un poste avec comptage en basse tension, moins onéreux.

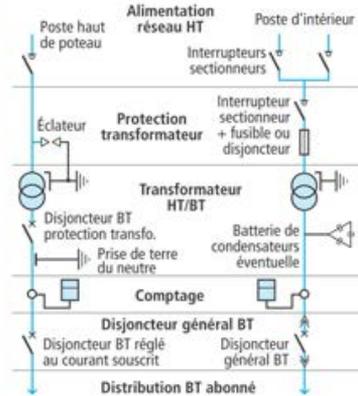


## ► La structure d'un poste HTA / BT

Le poste de livraison comporte essentiellement de l'appareillage et un ou plusieurs transformateurs afin d'assurer les fonctions suivantes :

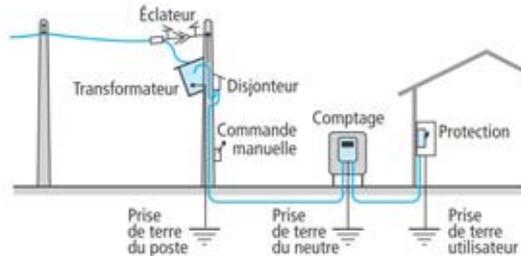
- Dérivation du courant sur le réseau
- Protection du transformateur côté HT
- Transformation HTA / BT
- Protection du transformateur côté BT
- Comptage d'énergie

Toutes les masses métalliques du poste sont reliées à la terre. Pour l'intervention dans le poste, les arrivées doivent être sectionnées et les câbles reliés entre eux mis à la terre.



## ► Les postes HTA / BT en haut de poteau

Le transformateur et l'appareillage sont fixés sur le poteau, l'alimentation est aérienne, le départ s'effectue en aérien ou en souterrain.



### La protection

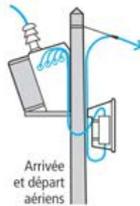
- **Côté haute tension** : protection contre la foudre par éclateur
- **Côté basse tension** : un disjoncteur protège le transformateur contre les surintensités



## Le raccordement

Le transformateur est alimenté en aérien, le départ BT s'effectue soit en aérien, soit en souterrain.

*Exemples de raccordement d'un poste sur poteau*



Transformateur aérien (Schneider Electric).

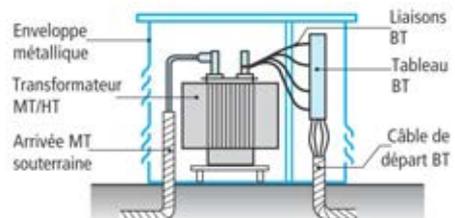
## ► Les postes préfabriqués monobloc

Les postes préfabriqués monobloc peuvent être soit en bas de poteau, soit sur une plateforme extérieure. Le raccordement s'effectue par câble, soit au réseau aérien, soit au réseau souterrain.

## La constitution

Le tableau BT comporte un interrupteur avec fusibles ou un disjoncteur avec coupure visible. La puissance du transformateur est comprise entre 100 kVA et 1 000 kVA.

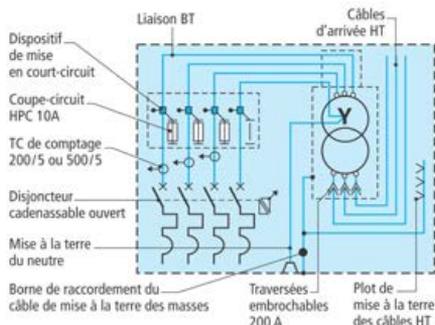
Ce type de poste est transporté par camion. Il est déposé sur une dalle en ciment. Le montage consiste à raccorder les câbles d'arrivée et de départ.





## Le schéma interne

Ces postes sont très compacts et leur mise en place est très rapide. Il en existe une grande variété selon le milieu (urbain ou rural), selon les puissances installées et le type d'alimentation (en aérien ou en souterrain).



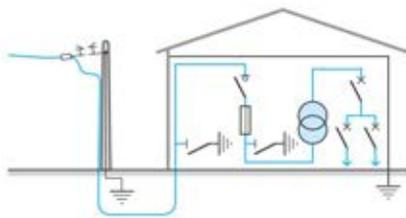
## ► Les postes d'intérieur

L'installation d'un poste de livraison en intérieur se justifie lorsqu'on doit protéger l'appareillage HT et BT du poste contre les fortes variations de température, ou dans le cas de puissances importantes.

On distingue les postes dont l'appareillage HT est sous enveloppe métallique et les postes équipés d'appareillage HT sans enveloppe.

Le matériel, dans ce dernier cas, est dit « ouvert ». Ces postes maçonnés sont de plus en plus remplacés par des cellules préfabriquées.

Les postes avec cellules préfabriquées métalliques ont pratiquement remplacé tous les postes maçonnés avec appareillage ouvert. Ils présentent l'avantage d'offrir une meilleure sécurité et une mise en place plus rapide.



*Schéma général d'un poste ouvert*



# LES POSTES HTA / BT

## ► Les postes avec cellules fonctionnelles

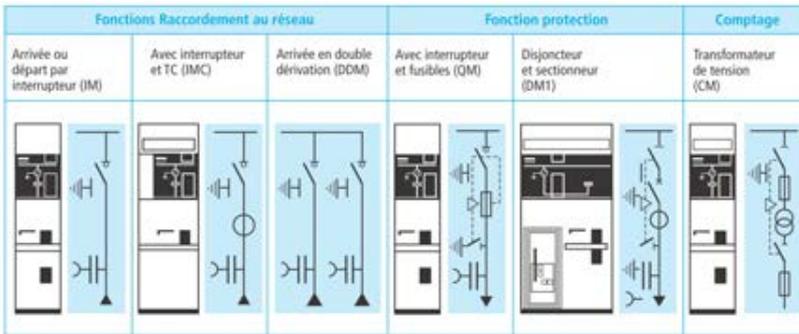
Les postes avec cellules préfabriquées métalliques sont réalisés avec des cellules remplissant chacune une fonction.

### Les différents types de cellules

Il existe une multitude de cellules différentes :

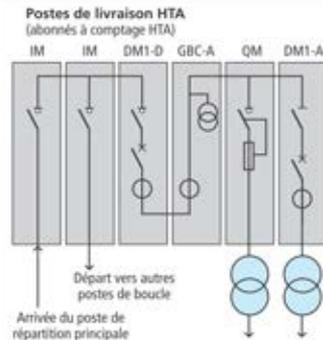
- Cellule d'arrivée
- Cellule de protection HT
- Cellule de protection BT (fusible + interrupteur ou disjoncteur)

*Exemples de cellules HTA (Schneider Electric) :*



### L'association des cellules HTA

Les appareils haute tension sont répartis en cellules individuelles qui permettent par association de réaliser de multiples schémas. Ce système modulaire permet la construction de postes de répartition HT et de livraison avec une très grande souplesse.



**Nicolas DOUGUET**

Formateur-Consultant / Expert judiciaire

62 Rue George Sand 37000 Tours

06.23.42.09.99

nd.ingenierie@gmail.com

