

Préparation à l'habilitation électrique (Première Partie)



Pascal VITRY

1 - Définition :

L'habilitation est la reconnaissance par un employeur de la capacité d'une personne à accomplir en sécurité les tâches fixées. Pour être habilité, le personnel doit avoir acquis une formation :

- A la prévention des risques électriques,
- A la sécurité des personnes.

Il doit en plus avoir les aptitudes physiques nécessaires. L'habilitation n'est pas directement liée à la classification professionnelle ou hiérarchique. Elle est matérialisée par un document établi par l'employeur et signé par celui-ci et par l'habilité.

2 - Domaine d'utilisation :

L'habilitation est nécessaire notamment pour :

- Accéder sans surveillance aux locaux réservés aux électriciens,
- Exécuter des travaux ou des interventions d'ordre électrique,
- Diriger des travaux ou des interventions d'ordre électrique,
- Procéder à des consignations d'ordre électrique,
- Effectuer des essais, mesurages ou vérifications d'ordre électrique,
- Assurer la fonction de surveillant de sécurité.

3 - Conditions d'habilitation :

L'employeur doit s'assurer que les personnes à habilitier possèdent les connaissances suffisantes sur :

- Une formation relative à la prévention des risques électriques,
- Les instructions nécessaires pour le rendre apte à veiller à sa propre sécurité et à celle du personnel qui est placé éventuellement sous ses ordres,
- La conduite à tenir en cas d'accident,
- Les mesures de prévention vis à vis des autres risques liés à l'activité et à l'environnement de l'entreprise.

Il doit également s'assurer que ces personnes :

- Possèdent les aptitudes nécessaires à la réalisation des tâches visées par l'habilitation,
- Présentent un comportement compatible avec la bonne exécution de ces opérations.

4 - Le titre d'habilitation :

Le titre d'habilitation est décerné par l'employeur uniquement à des personnes de son entreprise possédant les connaissances de sécurité requises, ayant les aptitudes et comportement nécessaires à l'exécution des opérations demandées. L'habilitation est matérialisée par un document établi par l'employeur et signé par celui-ci et par l'habilité. La délivrance d'une habilitation par l'employeur ne dégage pas pour autant nécessairement la responsabilité de ce dernier.

5 - Les sources de courants :

| Courant continu | Courant alternatif |
|--|---------------------------|
| Les piles Les batteries d'accumulateur Les redresseurs Les machines tournantes (génératrices) | Alternateurs Onduleurs |

Quelle que soit la source il existe un danger !

Les accidents d'origine électrique ont pour principaux effets :

- **L'électrisation** : c'est la réaction du corps humain due à un contact accidentel avec l'électricité.
- **L'électrocution** : c'est une électrisation qui entraîne la mort.
- Les brûlures par arcs et projection.
- Les chutes, conséquences d'une électrisation
- L'électricité peut aussi être à l'origine d'incendie ou d'explosion.

60 % des lésions sont des brûlures et 6 % des lésions internes. Les mains et la tête sont le plus touchées.

6 - Les causes d'accidents :

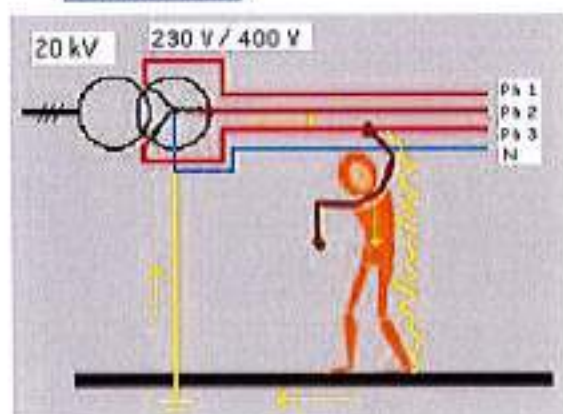
L'origine de l'accident dépend des types de contact entre la personne et l'élément sous tension.

Ces types de contact sont de deux sortes :

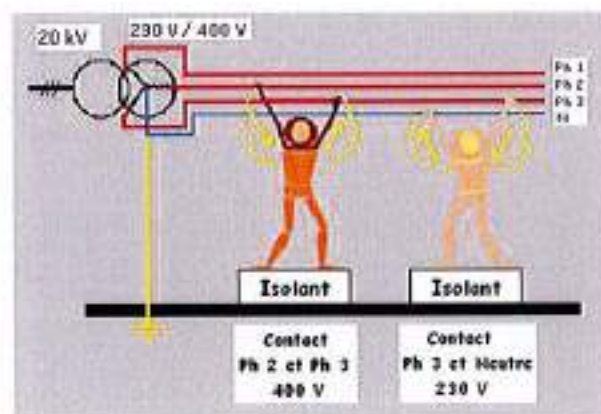
Contact direct : contact de personne avec une partie active d'un circuit électrique.

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

Contact direct :

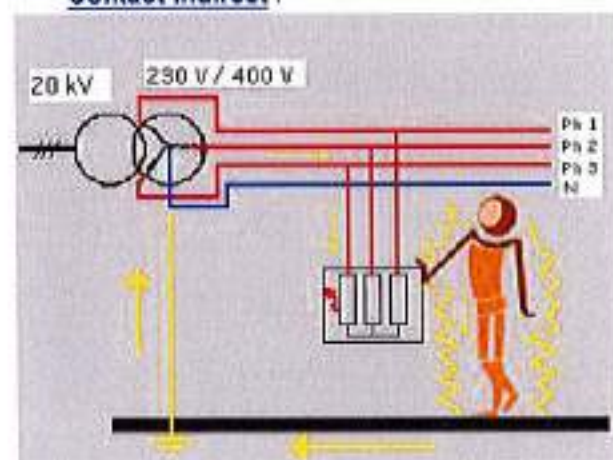


Contact entre une partie active sous tension et un élément conducteur relié à la terre.
TRÈS FRÉQUENT

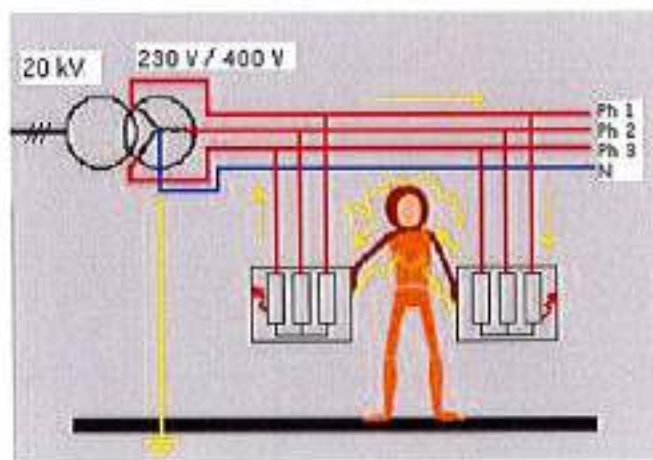


Contact entre une partie active sous tension et une autre partie active sous tension.
FRÉQUENT

Contact indirect :



Contact entre une masse mise accidentellement sous tension et un élément conducteur relié à la terre.
RELATIVEMENT FRÉQUENT



Contact entre une masse mise accidentellement sous tension et une autre masse mise accidentellement sous tension.
TRÈS RARE

7 - Origine des risques :

Les risques sont différents suivant :

- Les caractéristiques du courant,
- Les conditions d'humidité,
- Le temps de passage,
- Le trajet du courant dans le corps,
- L'état physiologique de la personne.

8 - paramètres électriques :

Ces paramètres sont interdépendants et se retrouvent dans les équations de base de l'électricité qui s'écrivent selon plusieurs formules équivalentes.

Symboles utilisés :

P : puissance (W)

Q ou E : quantité d'énergie (J)

U : tension (V)

I : intensité du courant (A)

t : temps de contact (s)

R : résistance (Ω)

Loi d'Ohm : $U = R \times I$ $I = U / R$

Un récepteur thermique a une résistance d'un Ohm lorsqu'il est traversé par un courant d'un ampère et lorsqu'il existe une tension d'un volt entre ses extrémités.

Loi de Joule : $P = R \times I^2$

La puissance électrique transformée en puissance calorifique dans une résistance pure est le produit de la résistance par le carré de l'intensité.

Energie libérée : $Q = U \times I \times t$

**1 W = 1 Joule en 1 seconde
1 Wh = 3600 J**

9 - L'intensité du courant est la cause essentielle du danger :

La résistance du corps humain est définie suivant des valeurs conventionnelles :

- Local ou emplacement non mouillé : 5000 ohms
- Local ou emplacement mouillé : 2500 ohms

Cette résistance peut être augmentée par le port de vêtements, de gants et de chaussures.

Le courant est dangereux à partir de :

10 mA en courant alternatif

40 mA en courant continu



✓ En milieu sec, en courant alternatif, la tension de contact dangereuse est de : $U = R \times I = 5000 \times 0.01$ **$U = 50$ Volts**

✓ En milieu humide, en courant alternatif, la tension de contact dangereuse est de : $U = R \times I = 2500 \times 0.01$ **$U = 25$ Volts**

Effets du passage du courant Alternatif

| Intensité | Perception des effets | Temps |
|------------|--|-------------------|
| 0,5 à 1 mA | Seuil de perception suivant l'état de la peau | |
| 8 mA | Choc au toucher, réactions brutales | |
| 10 mA | Contraction des muscles des membres | 4 minutes 30 |
| 20 mA | Début de téτανisation de la cage thoracique | 60 secondes |
| 30 mA | Paralysie ventilatoire | 30 secondes |
| 40 mA | Fibrillation ventriculaire | 3 secondes |
| 75 mA | Fibrillation ventriculaire | 1 seconde |
| 300 mA | Paralysie ventilatoire et fibrillation ventriculaire | 110 millisecondes |
| 500 mA | Paralysie ventilatoire et fibrillation ventriculaire | 100 millisecondes |
| 1000 mA | Arrêt cardiaque | 25 millisecondes |
| 2000 mA | Centre nerveux atteints | instantané |

La **tétanisation** est une paralysie des muscles. Le sujet peut succomber par asphyxie du fait du blocage de sa cage thoracique. La **fibrillation ventriculaire** est la contraction anarchique du muscle cardiaque. Elle ne cède jamais spontanément, mais seulement grâce à des contre-chocs électriques appliqués par un défibrillateur. Le risque de fibrillation commence à partir de 40 mA. La **défibrillation électrique** est réalisée en extrême urgence pour réduire une Fibrillation Ventriculaire ou certaines Tachycardies Ventriculaires. Cette défibrillation est systématiquement accompagnée des gestes de réanimation cardio-pulmonaire imposés par la situation d'un Arrêt Cardiaque. Pour une impulsion sinusoïdale : Pour générer un choc de 360 joules, le condensateur du défibrillateur est chargé à ~5000 volts, la tension qui traverse un patient à 50 Ohms atteint environ 3000 volts et le courant atteint environ 60 ampères. Les chocs dits de « basse énergie » (90 à 150 J) et les chocs dits de « haute énergie » (200 à 360 J).

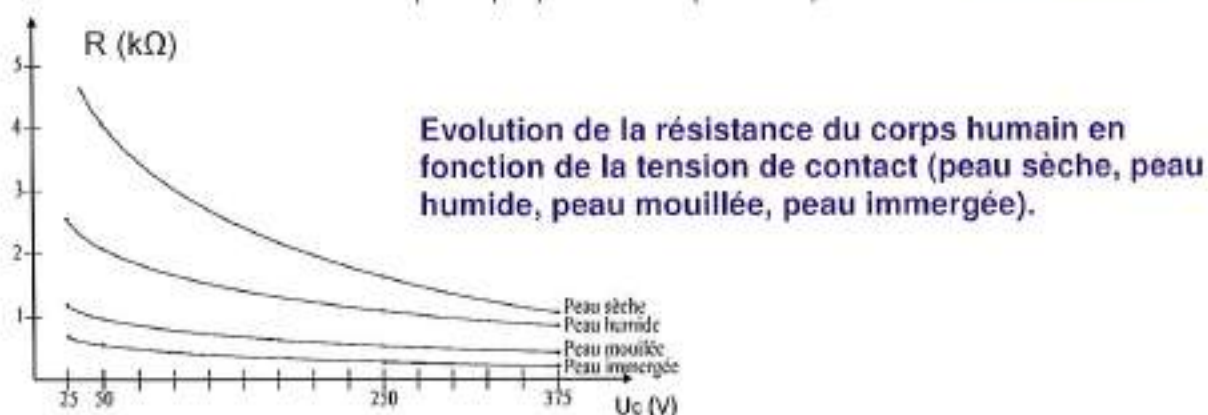
La résistance varie selon plusieurs paramètres :

La peau qui est le principal obstacle au déplacement des électrons dans le corps a une résistance évaluée entre 600 et 6000 Ω (selon les études internationales).

La résistance de la peau varie en fonction :

- De la surface de contact : plus la surface augmente, plus la résistance diminue,
- De la pression : plus la pression augmente, plus la résistance diminue,
- De l'épaisseur : peau épaisse des talons, surface calleuse, peau mince du nourrisson...
- De la sudation : chaleur, absorption d'alcool, boissons chaudes, médicaments,...
- De la présence d'humidité : la résistance d'une peau sèche est nettement plus importante que celle d'une peau humide,
- De la durée de contact : lorsque le temps de contact augmente, la résistance diminue,
- De la tension de contact : plus cette tension est élevée, plus la résistance diminue.

D'autres paramètres tels que l'état de fatigue, le poids, la taille, sont des paramètres variables très difficiles à évaluer avec précision. La résistance du corps humain varie en fonction de l'état de la peau (sèche, humide, mouillée) et de la **tension de contact** la résistance du milieu interne est relativement fixe : 750 ohms (mains-pied) et 500 ohms (main-main)



Les paramètres qu'il faut tenir compte dans l'évolution des risques d'ordre électriques sont :

- I : courant qui circule dans le corps humain
- U : tension appliquée au corps humain
- R : résistance du corps humain
- t : temps de passage du courant dans le corps humain

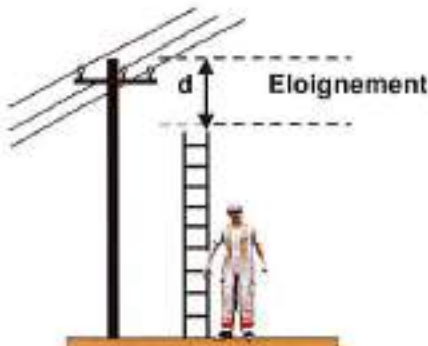
10 - Les mesures de protection :

10.1 - Protection contre des contacts directs :

Eloignement des pièces nues sous tension (protections

Obstacles (protections collectives)
Armoires électriques fermées

Isolation (protection intrinsèque)
avec un surveillant de sécurité



10.2 – Accidents dus à l'électricité en France :

| Accidents dus à l'électricité | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------|-------|
| Année | AT-arrêt | AT-IP | Décès |
| 2021 | 428 (AT4 jours) | 46 | 3 |
| 2020 | 439 (AT4 jours) | 28 | 2 |
| 2019 | 534 (AT4 jours) | 39 | 3 |
| 2018 | 601 (AT4 jours) | 44 | 2 |
| 2017 | 603 (AT4 jours) | 40 | 3 |
| 2016 | 548 (AT4 jours) | 55 | 7 |
| 2015 | 595 (AT4 jours) | 40 | 1 |
| 2014 | 612 (AT4 jours) | 38 | 1 |
| 2010 | 713 | 74 | 5 |
| 2006 | 834 | 74 | 11 |
| 2005 | 802 | 90 | 5 |
| 2004 | 865 | 79 | 22 |
| 2003 | 837 | 87 | 6 |
| 2002 | 915 | 97 | 8 |
| 2001 | 876 | 69 | 16 |
| 2000 | 888 | 84 | 12 |
| 1995 | 930 | 122 | 12 |
| 1990 | 1 308 | 177 | 35 |
| 1975 | 2 793 | 360 | 67 |

AT-arrêt : accidents du travail avec arrêt

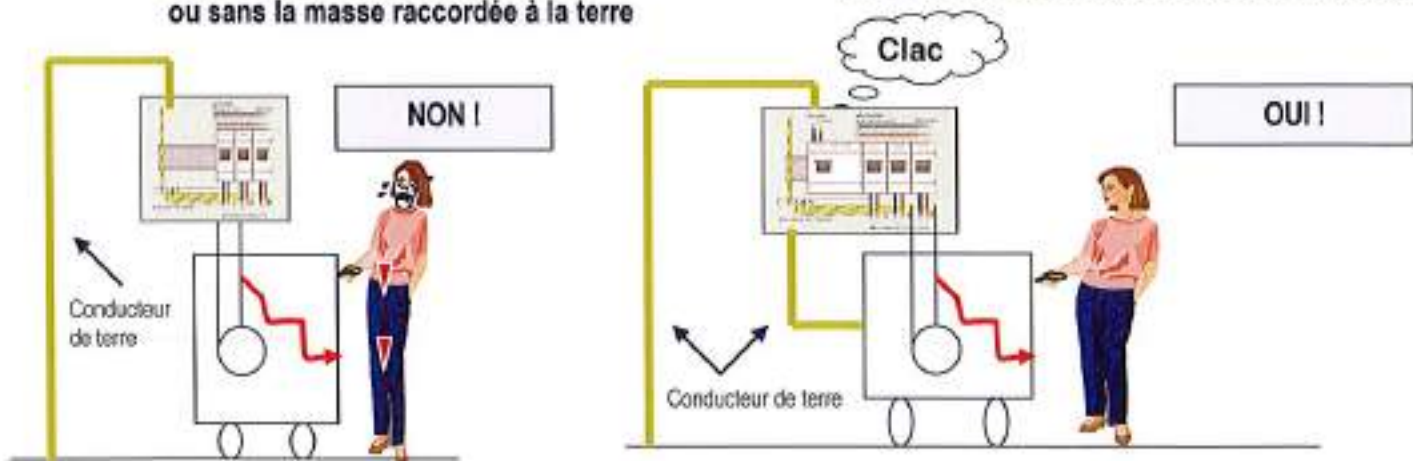
AT-IP : accidents ayant entraîné une incapacité permanente

(source INRS)

10.3 - Protection contre des contacts indirects :

Sans coupure automatique
ou sans la masse raccordée à la terre







Par coupure automatique (Dispositif différentiel)





Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel permettent la protection des personnes contre les contacts indirects en cas de défaut d'isolement à la terre d'installations ou d'équipements électriques et très exceptionnellement contre les contacts directs dans le cas de dispositifs à haute sensibilité. Ils peuvent être également mis en œuvre dans certaines installations pouvant présenter des risques particuliers : isolant risquant d'être défaillant (chantiers, enceintes conductrices), risques d'incendie, d'explosion,...

Par l'emploi de matériel de classe II

| CLASSE | SYMBOLE | UTILISATION | |
|--------|---|---|---|
| 0 | Pas de symbole | Interdite dans l'industrie | |
| I |  | Matériel devant être relié obligatoirement à la terre |  <p>Prises de courant machine à laver, cafetière,...</p> |
| II |  | Matériel à double isolation, jamais reliait à la terre |  <p>Prises de courant radio réveil, hi-fi, ...</p> |
| III |  | Lampe baladeuse alimentée en TBTS, non reliée à la terre |  |

Classe 0 : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'isolation principale. Ceci implique qu'aucune disposition n'est prévue pour le raccordement des parties conductrices accessibles (masses).

Classe I : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale mais qui comporte une mesure de sécurité supplémentaire sous forme de moyens de raccordement des parties conductrices accessibles (masses).

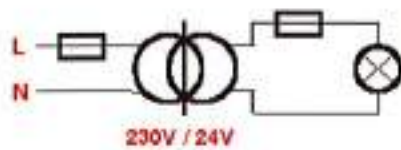
Classe II : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale mais qui comporte des mesures supplémentaires de sécurité telle que la double isolation ou l'isolation renforcée.

Classe III : Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité TBTS.

11- Très basse tension :

| | Locaux secs | Locaux mouillés | Locaux immergés |
|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| En alternatif | ≤ 50 V | ≤ 25 V | ≤ 12 V |
| En continu | ≤ 120 V | ≤ 60 V | ≤ 25 V |

11.1 - TBTS (très basse tension de sécurité) qui correspond à une isolation double avec parties actives isolées de la terre,



Protection contre les contacts directs : **NON**
 Protection contre les contacts indirects : **NON**

La Très Basse Tension de Sécurité est réalisée à l'aide d'un transformateur de sécurité à deux enroulements (primaire et secondaire) électriquement séparés par une isolation double ou renforcée en vue de limiter, dans le circuit alimenté par l'enroulement secondaire, les risques en cas de contact simultané accidentel entre la terre et les parties actives ou les masses portées au même potentiel en cas de défaut d'isolement.

• **Types de sources de sécurité :**

Transformateur d'isolement, groupe moteur, générateur autonome : piles, accumulateurs, moteur thermique, ...

• **Conditions électriques :**

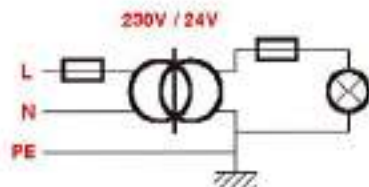
Le secondaire ne doit pas être relié à la terre. Les masses des appareils électriques devront :

- ne pas être reliées à la terre ni à un conducteur de protection
- être isolés de toutes les autres masses

Risque de choc électrique en milieu sec :
 Si $U > 25$ V en alternatif
 Si $U > 60$ V en continu

Ne pas oublier que le risque de court-circuit existe toujours, sauf si la puissance de transformateur est faible (<40 VA).

11.2 - TBTP (très basse tension de protection) qui correspond à une isolation renforcée avec des parties actives reliées à la terre.



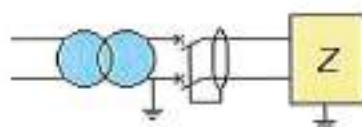
Protection contre les contacts directs : **NON**
 Protection contre les contacts indirects : **OUI**

On utilise également la très basse tension de protection (TBTP), elle répond aux mêmes conditions que la TBTS, mais un point du circuit est raccordé à la terre. Elle convient pour la protection contre les contacts indirects.

Risque de choc électrique en milieu humide :
 Si $U > 12$ V en alternatif
 Si $U > 25$ V en continu

Ne pas oublier que le risque de court-circuit existe toujours, sauf si la puissance de transformateur est faible (<40 VA).

11.3 – TBTF (très basse tension fonctionnelle) qui ne correspond à aucun des cas précédents.



Protection contre les contacts directs : **OUI**
 Protection contre les contacts indirects : **OUI**

Exemple : Alimentation ne possédant pas de séparation principale avec des parties actives d'un autre circuit, comme l'autotransformateur. Cette très basse tension est aussi dangereuse que la BT, pas de sécurité. Il faut appliquer les mêmes règles de sécurité en BT avec des différentiels.

Risque de choc électrique quelque soit la tension (U).

12- Les degrés de protection :

La protection doit être assurée compte tenu des contraintes auxquelles sont soumis les obstacles par leurs :

- nature, étendue, disposition, stabilité

Les obstacles sont constitués :

- soit de paroi pleine ou percée de trous
- soit de grillage

Tous les obstacles, coffret d'appareillage, armoires de tableaux, cache-bornes de moteurs, portes en tôle ou en grillage dans les postes HT, doivent être maintenus en place et en bon état.

Remarque importante :

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

Les indices minima de protection du matériel sont **IP 2X** en Basse Tension et **IP 3X** en Haute Tension. Ils assurent la protection contre les contacts directs.

L'isolation doit être adaptée à la tension de l'installation et conserver à l'usage ses propriétés, eu égard aux risques de détérioration auxquels elle peut être exposée.

Exemple : protection des conducteurs et câbles.

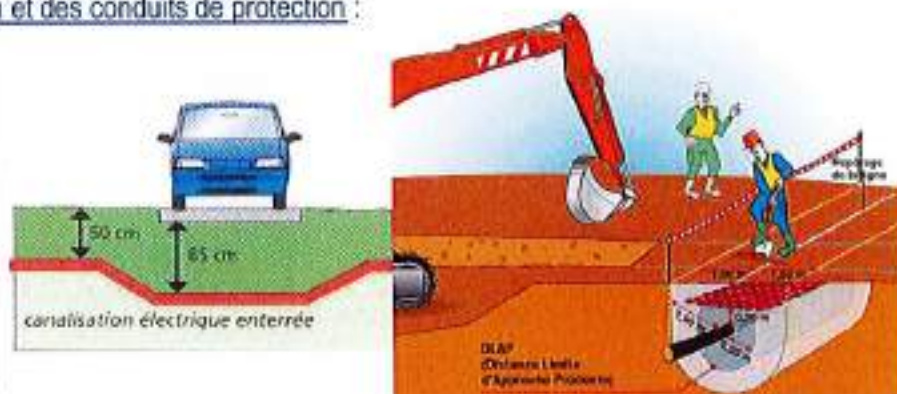
Les canalisations souples doivent être raccordées aux appareils mobiles de façon à exclure :

- toute flexion nuisible de l'isolant à l'entrée de l'appareil,
- tout effort de traction ou de tension sur les conducteurs à leur point de connexion.

Pour les **canalisations enterrées**, la limite d'incertitude est de **1,5 m**. Une canalisation électrique souterraine se reconnaît par le **grillage rouge** placé au-dessus d'elle (au minimum à 20 cm) et aux indications données par l'exploitant.

Couleurs des grillages de signalisation et des conduits de protection :

| | |
|--------------------|--------------|
| Électricité | ROUGE |
| Eau | BLEU |
| Télécommunications | VERT |
| Gaz | JAUNE |
| Fibre optique | BLANC |



Le Code du travail n'indique pas précisément de hauteur réglementaire pour poser les grillages avertisseurs.












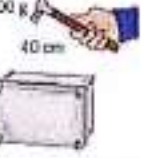











Pour les réseaux électriques, il convient d'adopter une distance minimum de 20 cm entre la génératrice supérieure et le grillage avertisseur, quel que soit le voltage transitant en réseau enterré. Pour les réseaux gaz, les recommandations techniques indiquent que le dispositif avertisseur de couleur jaune doit être mis en place après le remblai partiel de fond de fouille jusqu'à 30 cm environ au-dessus de l'ouvrage gaz. Dans tous les cas, il convient donc de respecter une hauteur de 20 à 30 cm entre la génératrice supérieure d'un fourreau ou d'une canalisation et le grillage avertisseur de couleur réglementaire.

CODE I.P. : La normalisation attribue un INDICE DE PROTECTION symbolisé par les lettres IP suivies de DEUX CHIFFRES qui permettent de vérifier l'aptitude d'un matériel à supporter les influences :

- PRESENCE DES POUSSIÈRES,
- PRESENCE DE L'EAU.

CODE I.K. : La normalisation attribue un INDICE DE PROTECTION symbolisé par les lettres IK suivies de DEUX CHIFFRES qui permettent de vérifier l'aptitude du matériel à résister à un impact mécanique nuisible.

13- Tableau des indices de protection IP et IK :

| PREMIER CHIFFRE Protection contre les objets solides | | SECOND CHIFFRE Protection contre les liquides | | CODE IK Protection contre les chocs mécaniques | |
|---|---|--|---|---|---|
| IP | TEST | IP | TEST | IK | TEST |
| 0 |  Pas de protection | 0 |  Pas de protection | 00 |  Pas de protection |
| 1 |  Protection contre les objets solides de plus de 50 mm, par ex. contact accidentel des mains. | 1 |  Protection contre les gouttes d'eau tombant à la verticale. | 01-05 |  choc < 1 joule 100 g 15 cm, 100 g 20 cm, 175 g 20 cm |
| 2 |  Protection contre les objets solides de plus de 12 mm, par ex. : doigt de la main. | 2 |  Protection contre les projections directes d'eau jusqu'à 15° de la verticale. | 06 |  choc de 1 joule 500 g 70 cm |
| 3 |  Protection contre les objets solides de plus de 2,5 mm (outils + petits fils). | 3 |  Protection contre les projections jusqu'à 60° de la verticale. | 07 |  choc de 2 joules 500 g 40 cm |
| 4 |  Protection contre les objets solides de plus de 1 mm (outils, petits fils). | 4 |  Protection contre les projections d'eau dans toutes les directions admission limitée permise. | 08 |  choc de 5 joules 17 kg 20,5 mm |
| 5 |  Protection contre la poussière admission limitée permise (pas de dépôts nocifs). | 5 |  Protection contre les jets d'eau de faible pression de toutes les directions admission limitée permise.. | 09 |  choc de 10 joules 5 kg 20 mm |
| 6 |  Protection totale contre la poussière. | 6 |  Protection contre les jets d'eau forts, par ex. utilisation sur les ponts de navires admission limitée permise. | 10 |  choc de 20 joules 5 kg 80 cm |
| | | 7 |  Protection contre les effets de l'immersion entre 15 cm et 1 m. | | |
| | | 8 |  Protection contre les longues périodes d'immersion sous pression. | | |

14 - La conduite à tenir en cas d'accident d'origine électrique :

Il ne faut jamais se précipiter sur la victime. Il est nécessaire avant toute intervention, de procéder à l'analyse de la situation afin de déterminer l'origine de l'accident. Ce sont les règles générales du **Pr.E.FA.S** : Protéger, Examiner, Faire Alerter, Secourir.

14.1 - Protéger :

But : soustraire les personnes présentes et l'accidenté de tous conducteurs ou pièces sous tension

Moyens : couper ou faire couper l'alimentation en énergie électrique. S'assurer que la remise sous tension ne pourra être effectuée

14.2 - Examiner :

But : Informer les secours sur l'état de la victime

Moyens : Visuels, auditifs tactiles, etc...

14.3 - Alerter :

But : prévenir les secours à l'aide d'un message d'alerte

Moyens : par téléphone

- police secours : 17
- le Samu : 15
- les pompiers : 18
- un médecin
- 112 (partout en Europe, localisation sur portable)



Il est impératif de préciser :

- le lieu précis
- la nature de l'accident
- le nombre de victimes
- l'état apparent des victimes
- les risques particuliers et les moyens à mettre en œuvre

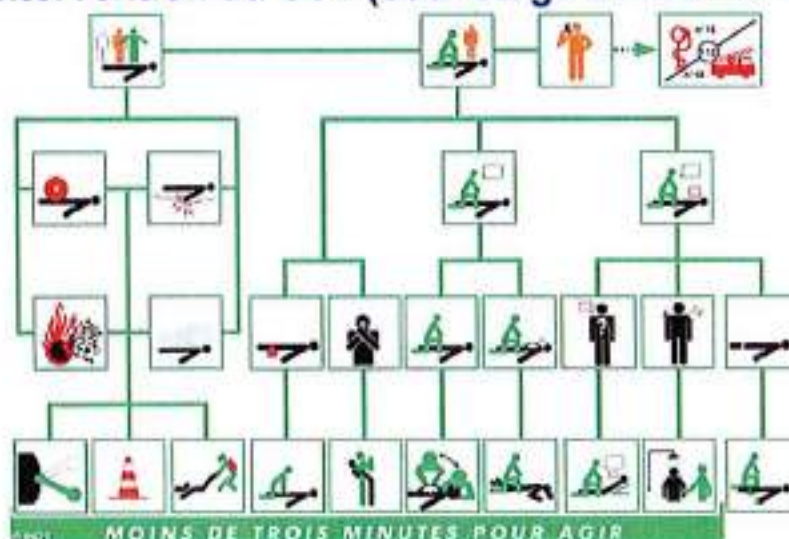
Ne jamais couper la communication le premier, attendre l'ordre du correspondant

14.4 - Secourir :

But : assister la victime dans l'attente de l'arrivée des secours

Moyens : gestes enseignés lors des formations des secouristes, suivant le plan d'intervention

15-PLAN d'intervention du SST (Sauvetage Secourisme du Travail) :



16 – Les incendies sur les ouvrages électriques

Ils peuvent être provoqué par : la foudre, une installation électrique en mauvais état, l'absence de dispositifs de protection (fusibles, disjoncteur), l'électricité statique, la projection de particules en fusion (disqueuse, tronçonneuse), la production de points chauds (soudures, chaufferettes etc...), le blocage des dispositifs de protection (disjoncteurs, contacteurs),... La suppression des fusibles et le remplacement par des fusibles plus gros ou tout autre dispositif (pièces en aluminium, acier etc...).

16.1 – Le triangle de feu ; pour obtenir le feu, il faut réunir ces trois éléments :

Combustible : Matériau pouvant se consumer : bois, essence, gaz ...

Comburant : Corps qui, en s'associant à un combustible, rend la combustion possible : oxygène, air, peroxyde, ...

Énergie d'activation : Énergie nécessaire pour la naissance de la réaction chimique de combustion : électricité, étincelles, braises,...



Pour éteindre un feu il faut agir sur l'une des trois sources du triangle, car si l'un de ces trois éléments n'est pas présent ou disparaît lors de la combustion, le feu n'existe pas.

16.2 – Les prescriptions générales en cas d'incendie : Si un incendie se déclare sur un ouvrage électrique ou à son voisinage, le personnel disponible doit s'employer, après avoir donné l'alarme, à combattre le feu, en observant d'une part, les prescriptions particulières de la consigne d'incendie affichée et, d'autre part, les prescriptions suivantes :

- Mettre hors tension, chaque fois que possible, l'appareil en feu et, éventuellement, les ouvrages voisins.
- Se munir des moyens de protection contre les gaz toxiques si nécessaire.
- Fermer toutes les ouvertures munies de portes, fenêtres ou trappes qui ne servent pas d'exutoire.
- Ouvrir les exutoires de fumée, s'il en existe.
- Vérifier que l'extincteur est adapté à l'installation considérée.
- Utiliser des appareils mettant en oeuvre et dans cet ordre :
 - du dioxyde de carbone (CO₂),
 - de l'eau pulvérisée,
 - de la poudre (bicarbonate de soude hydrofugé),

L'usage de tout extincteur, portant la mention "A ne pas utiliser sur courant électrique", est interdit et, pour les autres, se conformer strictement à l'inscription : "A ne pas utiliser sur tension supérieure à ... volts", sauf s'il a été préalablement procédé à la mise hors tension des ouvrages concernés. Utiliser éventuellement le sable mis en place à cet effet conformément aux textes réglementaires.

- Attaquer le feu, chaque fois que les circonstances le permettent, le dos au vent, en se rapprochant progressivement du foyer et en observant les prescriptions particulières ci-dessous : avec le CO₂, attaquer directement la base des flammes, avec l'eau pulvérisée, rabattre lentement le jet de pulvérisation sur la base des flammes, avec la poudre, après une courte action sur la flamme, rabattre la diffusion sur la base des flammes.

Assurer l'évacuation de tous les gaz toxiques par ventilation des locaux après extinction de l'incendie. Les vapeurs des produits de la combustion étant habituellement plus denses que l'air, évacuer les gaz délétères en utilisant des ventilateurs spécialement disposés pour aspirer l'air au point le plus bas du local, chaque fois que celui-ci sera en contre-bas par rapport au sol extérieur.

- En cas de dispositifs d'extinction à déclenchement automatique, se reporter aux écrits des prescriptions et aux consignes d'incendie affichées.

16.3 – Les prescriptions complémentaires concernant l'utilisation d'extincteurs sur des ouvrages sous tension ou susceptibles de l'être :

Maintenir entre l'extincteur et les parties actives de l'ouvrage un écartement minimal (sauf indications contraires portées sur l'extincteur) :

- ouvrages BT jusqu'à 1000 V inclus 0,5 mètre
- ouvrages HT jusqu'à 20 kV inclus 1 mètre
- ouvrages compris entre 20 kV exclus et 50 kV inclus 2 mètres

• pour les ouvrages au-delà de 50 kV, l'utilisation des extincteurs n'est autorisée que dans le cas où l'on est certain que la partie d'ouvrage sinistrée est hors tension, sans qu'elle soit obligatoirement consignée et sans être tenu de vérifier l'absence de tension. 3 m de 50 kV à 250 kV et 4 m au-delà de 250 kV.

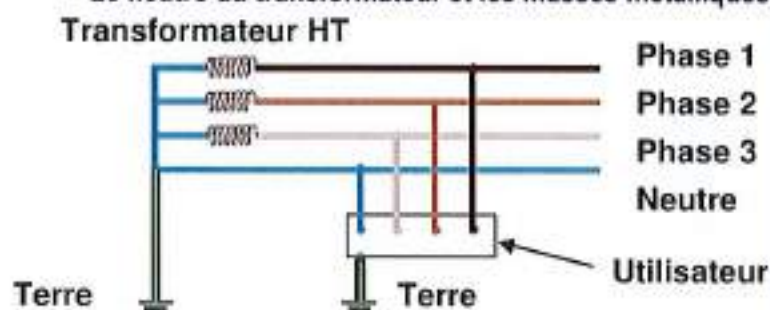
17 – Les schémas de liaison à la terre

Un schéma de liaison à la terre (Anciennement régime de neutre) définit le mode de raccordement à la terre d'un transformateur de distribution et des masses côté utilisateur. Selon la norme CEI 60364, un schéma de liaison à la terre se caractérise par deux lettres.

- **La première lettre indique le raccordement du neutre du secondaire du transformateur de distributeur en HT (Haute Tension), elle peut être :**
 - T pour raccordé à la terre
 - I pour isolé (ou impédant) par rapport à la terre
- **La seconde lettre indique la façon de connecter les masses utilisateurs, elle peut être :**
 - T pour raccordé à la terre
 - N pour raccordé au neutre, lequel est raccordé à la terre

17.1 - Schéma TT : Neutre à la terre :

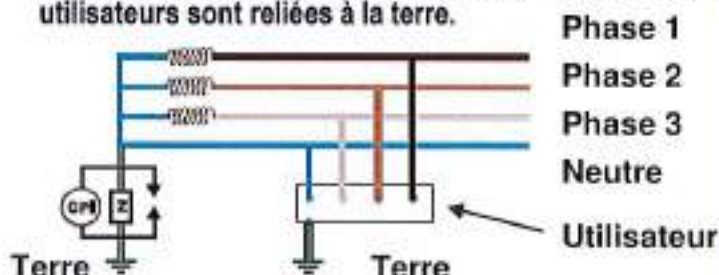
Le neutre du transformateur et les masses métalliques sont reliés à des terres indépendantes.



Ce type de schéma est techniquement simple à concevoir, à mettre en œuvre. L'alimentation est coupée dès le premier défaut détecté (ce qui est un avantage, mais peut se révéler comme une contrainte en milieu industriel). C'est un schéma utilisé dans nos habitations en France avec la mise en place de protections différentielles 30 mA.

17.2 - Schéma IT : Neutre impédant :

Le neutre du transformateur est isolé ou relié à la terre par une impédance (600 à 1000 Ω). Les masses utilisateurs sont reliées à la terre.



Pour un défaut significatif, le système de protection coupe l'alimentation des schémas TT et TN. Pour le schéma IT, l'alimentation n'est pas coupée au premier défaut (pas de risques pour les utilisateurs), une alarme visuelle et sonore prévient qu'il y a un défaut. Le système de protection coupe l'alimentation au second défaut (court-circuit).

17.3 - Schéma TN : Mise au neutre :

| | |
|---|--|
| <p>TN-C Neutre et terre combinés (ou confondus) Les conducteurs de neutre et de protection (PE) sont confondus pour former le PEN.</p> | <p>TN-S Neutre et terre séparés Le neutre et les masses métalliques sont reliés à la même prise de terre.</p> |
| <p>Transformateur Phase 1 Phase 2 Phase 3 Neutre PEN Utilisateur Terre</p> | <p>Transformateur Phase 1 Phase 2 Phase 3 Neutre PE Utilisateur Terre</p> |
| <p>Conducteur de forte section sur câble : > 10 mm² cuivre ou > 16 mm² aluminium.</p> | <p>Câble < 10 mm² cuivre ou < 16 mm² aluminium.</p> |
| <p>Le schéma de type TN, est utilisé en milieu industriel ou tertiaire dans le cas de transformateur privé. Il présente l'avantage d'offrir une boucle de défaut de faible résistance et de ne pas nécessiter la surveillance de l'installation de manière aussi poussée qu'en régime IT.</p> | |