



PROTECTION DES PERSONNES

I- Introduction :

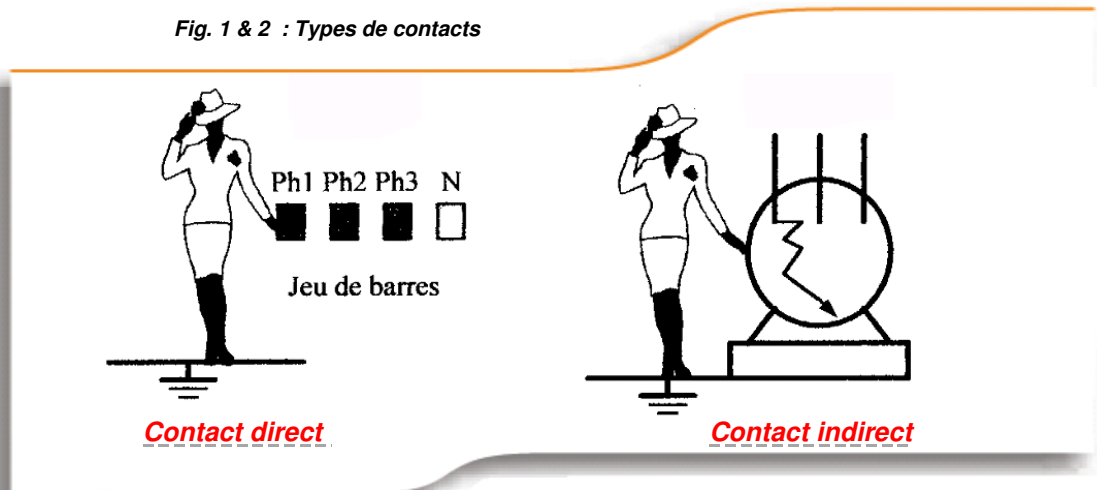
Les installations basses tensions (jusqu'à **1000V inclus** en alternatif) sont régies par la norme NFC 15-100. Cette norme comprend deux domaines :

- **La protection des biens (matériels électriques).**
- **La protection des personnes (travailleurs et utilisateurs).**

Ce dernier point prend en compte les risques (cf. fig. 1 et 2) de :

- **Contact direct** (le plus souvent par maladresse) d'une personne avec un conducteur actif ou une pièce conductrice normalement sous tension.
- **Contact indirect** entre le corps humain et une carcasse métallique normalement isolée mais accidentellement mise sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.

Fig. 1 & 2 : Types de contacts



Les mesures préventives assurant une protection contre les contacts directs sont :

- L'éloignement (lignes aériennes, ...).
- L'usage d'enveloppes ou d'obstacles (armoires, grillages, écrans ...).
- L'isolation des conducteurs (verniss, gaines plastiques, ...).

Pour la protection contre les contacts indirects différents types de mesures existent :

- Les mesures préventives ou passives c'est à dire **sans coupure du courant**. On emploie dans ce cas du matériel **de classe 2 (double isolation représentée par un double carré) et fonctionnant en TBT (24V pour les circuits de commande).**
- Les mesures actives telles que **l'installation de dispositifs de coupure automatique du courant en cas de défaut d'isolement.**



II- Risque électrique :

1- Effets du courant électrique :

Nous avons déjà parlé dans les chapitres précédents des effets du courant dans le corps. Rappelons brièvement que la **valeur de l'intensité** et la **durée du contact** sont des facteurs aggravant aux effets. On a défini 4 zones de danger sur le courbe $t=f(I)$ donnée à la page 13 du cours sur les dangers du courant électrique.

Les effets dangereux du courant sont les suivants :

- **Les brûlures externes et internes plus ou moins graves.**
- **La téτανisation des muscles respiratoires (asphyxie).**
- **La fibrillation ventriculaire (souvent mortelle).**

2- Tension de contact :

Il est nécessaire de prendre en compte plusieurs éléments afin d'évaluer les risques et définir les conditions de fonctionnement des dispositifs de protection :

- Le trajet du courant dans le corps.
- La résistance du corps humain variable selon **le niveau d'humidité de la peau et la tension.**

La norme NFC 15-100 ainsi défini des temps maximum de contact en fonction des tensions de contact et du type de schéma de liaison à la terre. Ces tensions appliquées au corps humain n'entraînent pas d'effets dangereux. La tension limite conventionnelle (de contact autorisée pendant 5 s) est de 50V en alternatif (120 en continu). Pour les installations temporaires de chantiers cette tension est divisée par 2. Au-delà, la protection mise en place doit respecter le tableau ci-dessous :

Fig. 3 : Relation temps de contact / tension

Tableau 41A - Temps de coupure maximal (en secondes) pour les circuits terminaux

Temps de coupure (s)	50 V < U_0 ≤ 120 V		120 V < U_0 ≤ 230 V		230 V < U_0 ≤ 400 V		U_0 > 400 V	
	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu	Alternatif	continu
Schéma TN ou IT	0,8	5	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
Schéma TT	0,3	5	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

U_0 = tension phase neutre

Pour assurer la protection des personnes vis à vis du risque électrique, il faut répondre à 3 questions :

- Comment se protéger des **contacts directs** ?
 - Comment se protéger des **contacts indirects** ?
- ↳ En cas de contact, comment réduire la **tension de contact ou le temps de contact** ?
- ⇒ **En choisissant des appareils de protection adaptés**



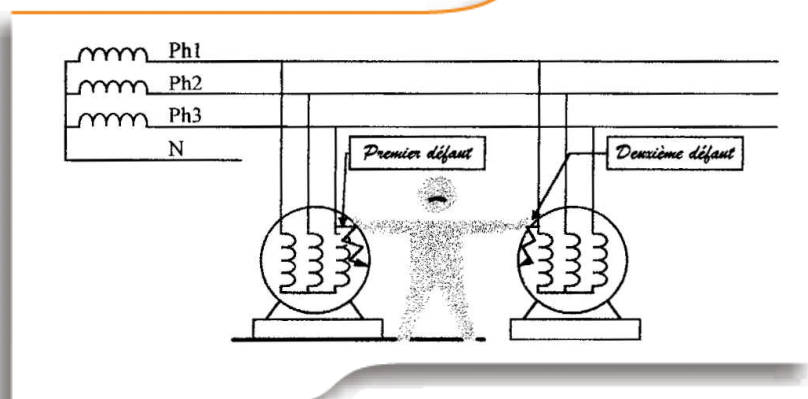
III – Régimes de neutre :

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 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.

Imaginons la situation suivante :

Deux machines ont un défaut d'isolement. La machine 1 est en défaut avec la phase 3 et la machine 2 est en défaut avec la phase 1. Une personne vient toucher les 2 carcasses en même temps (cf. fig. 4).

Fig. 4 : Cas très spécial



Que se passe-t-il ?

Un courant va passer dans le corps de la personne et provoquer des lésions. Ce courant sera appelé courant de défaut.

Afin de protéger cette personne de ce danger, il va falloir choisir un moyen de protection. On a déjà vu précédemment que la protection devait être assurée par **une mise à la terre de certains éléments du système**.

On appelle ce moyen de protection : **régime de neutre**. Le régime de neutre décrit le **Schéma de Liaison à la Terre (SLT)** (raccordement à la terre du point neutre d'un transformateur de distribution et des masses côté utilisateur).

Il existe **3** schémas de liaison à la terre (anciennement régimes de neutres) différents (**TT, TN, IT**).

1 ^{ère} lettre : position du neutre par rapport à la terre		2 nd e lettre : position des masses (carcasses métalliques) par rapport à la terre	
<u>Neutre relié à la terre</u>	T	T	<u>Masses reliées à la terre</u>
<u>Neutre relié à la terre</u>	T	N	<u>Masses reliées au neutre</u>
<u>Neutre isolé ou impédant</u>	I	T	<u>Masses reliées à la terre</u>

Dans le cas du SLT TN, une 3^{ème} lettre est présente (nous verrons cela dans les prochains cours).



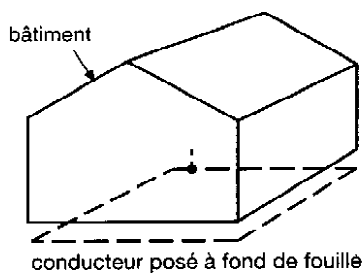
CLASSES DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES			
Classes	Caractéristiques	Emploi	Symbole
0	Isolation principale. Pas de possibilité de relier les masses entre elles ou à la terre.	Utilisation interdite sur les lieux de travail	Pas de symbole
I	Isolation principale. Masses reliées entre elles et à la terre.	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines fixes	
II	Isolation renforcée (ou double isolation). Masses non reliées à la terre.	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines non fixes	
III	Alimentation en très basse tension de sécurité (TBTS) ou de protection (TBTP). Masses non reliées à la terre. Alimentation sécurisée (transformateur de sécurité).	Obligatoire sur les appareils portatifs, non fixes en milieu confiné humide ou mouillé	Indication de la tension nominale (maximale)

■ Prise de terre

- La qualité d'une prise de terre (résistance aussi faible que possible) est essentiellement fonction de deux facteurs :
 - le mode de réalisation
 - la nature du sol

- Mode de réalisation :

- boucle à fond de fouille :



cette solution est conseillée dans les nouvelles constructions, elle consiste à placer sous les fondations, à un mètre de profondeur, un conducteur soit :

- en cuivre nu de section $\geq 35\text{mm}^2$
- en aluminium gainé de plomb $S \geq 35\text{mm}^2$
- en acier galvanisé de section $\geq 95\text{mm}^2$

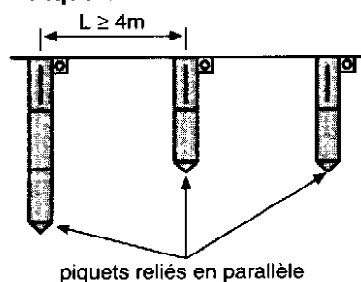
Résistance de la prise de terre

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

L = longueur de la boucle en m

ρ = résistivité du sol en Ωm

- Piquets



solution généralement retenue pour les bâtiments existants ou pour améliorer une prise de terre, les piquets sont :

- en cuivre ou en acier galvanisé, de longueur $\geq 2\text{ m}$ espacés deux à deux de deux à trois fois leur longueur.

Résistance de la prise de terre

$$R = \frac{\rho}{nL}$$

L = longueur des piquets

n = nombre de piquets

- Valeurs moyennes de la résistivité (Ωm) prises en compte pour le calcul d'une prise de terre :

- Nature du terrains :

- terrain arable gras, remblai compact humide : $50\ \Omega\ \text{m}$
- terrain arable maigre, graviers, remblais grossiers : $500\ \Omega\ \text{m}$
- sol pierreux, nus, sables secs, roches perméables : $3000\ \Omega\ \text{m}$