

Université de djillali Bounaama Khemis Miliana
Faculté des Sciences et de Technologies
Département de Génie Electrique

License 3
Automatique

Cours
Installations électriques en automatique

Chapitre 1
Alimentation électrique

Enseigné par : Mme KARA MOSTEFA. C

Année Universitaire : 2019 / 2020

Chapitre 1

ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

1- Exigences à respecter

Les alimentations électriques de l'instrumentation doivent être étudiées, réalisées et entretenues en respectant les exigences suivantes :

Respect de la législation relative :

- ✓ A la protection des travailleurs.
- ✓ A la protection contre les incendies et les explosions.
- ✓ Aux contrôles initiaux et périodiques des installations.

Respect de tolérances exigées par les conducteurs sur les différents paramètres caractérisant une alimentation électrique :

- Tension
- Fréquence
- Harmonique
- Durée micro-coupure,
- ...etc

Respect des exigences de l'exploitation en cas de coupure de l'alimentation afin de permettre de conserver le contrôle du processus pendant la mise à l'arrêt, en prévoyant par exemple un secours par batteries et onduleur, en précisant l'autonomie de fonctionnement.

2- Conception de la distribution basse tension

2-1- Principe

L'élément de base d'un système de distribution est un transformateur HT/BT fournissant l'énergie électrique aux différents éléments constitutifs du système de contrôle et de commande, soit directement, soit par l'intermédiaire d'équipements spécifiques tels que transformateurs d'isolement, conditionneurs de réseau, alimentations statiques, etc. adaptés aux équipements alimentés pour les protéger des perturbations ou pour assurer la continuité de l'alimentation en cas de perte de la source.

Le réseau de distribution en aval du transformateur principal est en général basé sur une distribution triphasée 380V- 50Hz permettant des alimentations triphasées 380V et monophasées 220V.

Il faut que ce réseau :

- Soit parfaitement adapté aux exigences propres aux équipements du système de contrôle et de commande, en qualité et en disponibilité.

- Réponds aux dispositions de la norme « Installations électriques basse tension ».

2-2- Régime de neutre

Le régime de neutre d'une installation BT est caractérisé par la position du point neutre du secondaire du transformateur HT/BT par rapport à la terre. On distingue trois différents schémas :

—le régime TT, —le régime TN, —le régime IT.

La première lettre identifie le mode de raccordement du neutre :

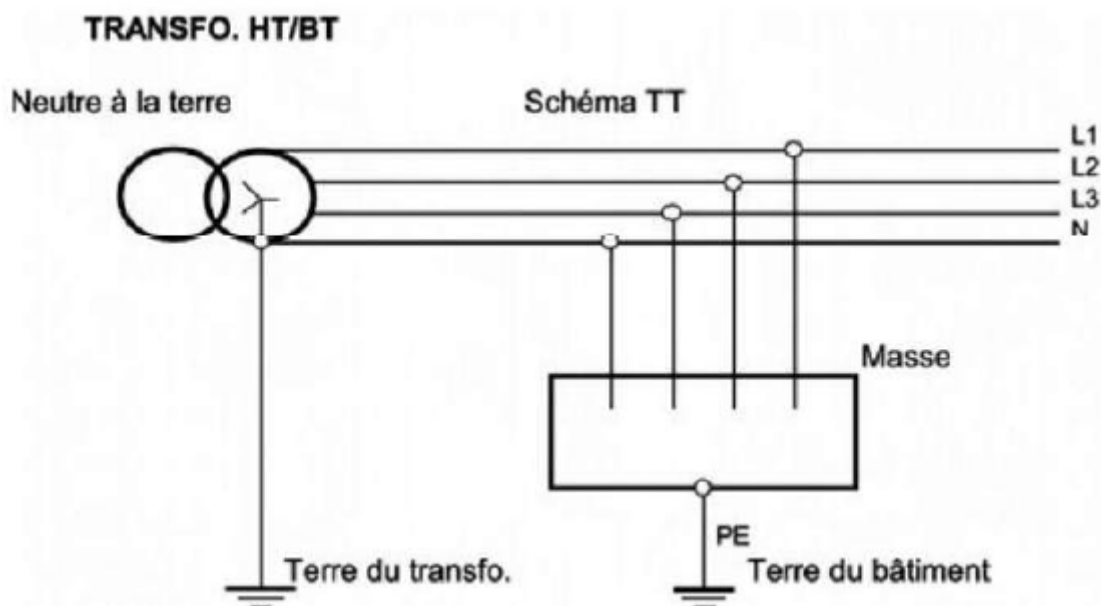
- T neutre liée à la terre,
- I neutre isolé ou impédant.

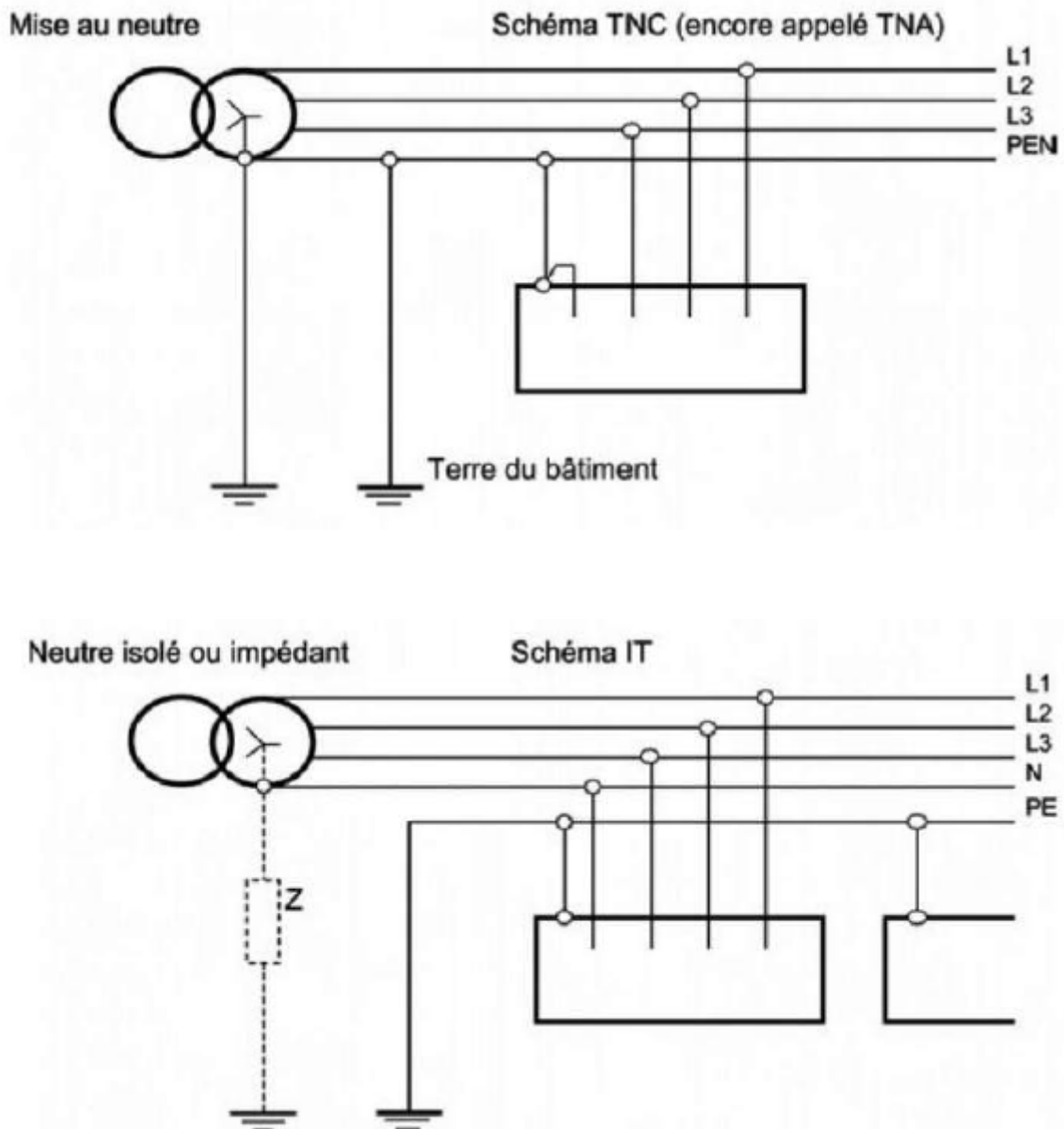
La seconde lettre identifie le mode de raccordement des masses :

- T masse reliée à la terre,
- N masse reliée au neutre.

A noter que le régime TN présente deux variantes TN-S et TN-C ;

- TN-S, où le conducteur neutre N et le conducteur de protection PE sont séparés,
- TN-C, où le conducteur neutre N et de protection PE sont confondus (PEN).





2-3- Principe de la protection du personnel selon le régime de neutre

En cas de défaut d'isolement entre un conducteur actif (L1, L2 ou L3) et une masse, celle-ci peut être élevée à un potentiel dangereux pour le personnel. Le régime choisi conditionne les mesures de protection des personnes contre les contacts indirects :

- régimes TT et TN : le déclenchement au premier défaut est obligatoire,
- régime IT : l'installation doit comporter un contrôle permanent de l'isolement et la signalisation du premier défaut. Au second défaut, le déclenchement est obligatoire. En conséquence, pour éviter le déclenchement au second défaut, la recherche et l'élimination du premier défaut est impérative.

Les solutions pour assurer la protection du personnel dépendent donc du régime de neutre. Pour fixer les idées on peut énumérer les protections usuelles utilisées :

- en régime T T : protection par disjoncteur ou par fusible et dispositif de protection différentielle sensible aux courants de défaut,
- en régime TN : protection par disjoncteur ou par fusible,
- en régime IT, les dispositifs suivants sont nécessaires :
 - * Contrôleur permanent de premier défaut,
 - * Protection par disjoncteur ou par fusible sur défaut double affectant des phases différentes.

2-4- Choix du régime de neutre

•On voit que, sauf obligation légale imposant un régime de neutre, le régime IT est le seul choix assurant la continuité du service, à condition que la recherche du défaut soit assurée par du personnel pouvant intervenir rapidement.

•Dans l'industrie, on choisit de préférence le régime TN (mise à la terre), le régime IT (neutre isole ou impédant) devenant trop difficile à maintenir en état (intervention au premier défaut) dès que le réseau s'étend.

2-5- Classification des charges

2-5-1- Charge essentielles et non essentielles

Tout d'abord il convient de classer les charges électriques d'une salle de contrôle en charge essentielle (c'est-à-dire absolument nécessaires) et en charges non essentielles différenciées en fonction de la continuité requise, puis de séparer les distributions afin qu'un défaut sur une charge non essentielle ne perturbe pas une charge essentielle. Par exemple, un bloc d'alimentation de transmetteurs (charge essentielle) ne devra pas être alimenté par un tableau d'éclairage normal (charge non essentielle).

La plupart des équipements d'instrumentation doivent être considérés comme des charges essentielles, comme :

- les transmetteurs, indicateurs, enregistreurs, régulateurs,
- les systèmes d'alarme,
- les SNCC et les calculateurs associés,
- les systèmes de protection (Emergency Shut down systems),
- les systèmes de détection Feu & Gaz et les systèmes d'extinction,
- certains analyseurs critiques, de process ou de sécurité (explosimètres par exemple),
- les alimentations électriques de vannes de sécurité à moteur électrique,
- L'éclairage des niveaux de ballon de chaudière.

Selon les cas, des équipements autres que liés à l'instrumentation peuvent être considérés comme des charges essentielles, comme :

- les équipements radio, les systèmes de diffusion d'alarme PAGA (Public Address General Alarm),
- L'éclairage de secours des salles d'équipement et de contrôle.

Les charges non essentielles sont celles pour lesquelles une panne occasionnelle ne met pas en péril les personnes et les biens, comme :

- L'éclairage des bureaux,
- le système de conditionnement d'air.

2-5-2- Tolérance sur le temps de transfert

Dès qu'une charge est considérée comme essentielle, le schéma général de distribution doit prévoir deux sources séparées, avec transfert automatique de la source normale sur la source secours. Le temps de transfert dépend de la technologie mise en œuvre pour détecter l'absence de tension sur la source normale et pour commuter sur la source secours. Il faut que ce temps de transfert soit compatible avec la réponse de l'équipement alimenté, cette réponse devant éviter un arrêt ou un dysfonctionnement. Il est donc nécessaire de connaître cette réponse en interrogeant les constructeurs pour connaître le temps de transfert maximal toléré, selon le tableau suivant :

| Temps de transfert toléré (s) | Classe | Technologie pour la commutation |
|-------------------------------|--------|---------------------------------|
| 0.005 | 1 | Statique |
| Entre 0.005 et 0.2 | 2 | Relais |
| Entre 0.2 et 10 | 3 | |

2-6- Autres détails de conception

La conception d'un réseau de distribution BT est du ressort d'électriciens qualifiés connaissant les exigences de la norme NF C 15-100. Outre le choix du régime de neutre et la classification des charges, ils devront prendre en compte l'étude et la spécification des équipements et des raccordements suivants :

- bilan de puissance avec prise en compte des charges non linéaires (alimentations à découpage des SNCC),
- interfaces de conditionnement et de protection (à venir dans ce cours),
- protection contre la foudre (parasurtenseurs en amont et en aval des onduleurs),
- réseau de terre (terre de protection, terre de référence — (à venir dans ce cours),
- mise à la terre du point neutre du transformateur,
- conducteurs de protection (PE),
- éléments à relier aux conducteurs de protection,

- liaisons équipotentielles,
- spécifications et section des câbles (courant maximal admissible)
- cheminements des câbles,
- sélectivité des protections (fonctionnement exclusif du système de protection placé immédiatement en amont du défaut),
- mises à la terre des armatures des câbles électriques.

3- Interfaces de conditionnement ou de protection

3-1- Perturbation sur le réseau de distribution

Le réseau électrique présente de nombreuses perturbations telles que :

- variations de tension,
- variations de fréquence,
- parasites impulsifs,
- harmoniques,
- microcoupures,
- surtensions d'origine atmosphérique (foudre),
- perte totale de la fourniture.

Par ailleurs, l'utilisateur génère des perturbations sur son propre réseau (démarrages de moteurs, fonctionnement de contacteurs, de thyristors, etc.).

Toutes ces perturbations ont des conséquences très graves sur le fonctionnement des équipements d'un système de contrôle et de commande, telles que :

- vieillesse prématurée des composants,
- destruction de composants,
- données erronées,
- perte de données,
- arrêt du système

Ces perturbations étant fatales, ce qui impose à l'utilisateur de prendre toutes les dispositions utiles pour limiter ou annuler leurs effets sur les équipements, en utilisant des interfaces de conditionnements, de protection et de secours.

3-2- Principales interfaces utilisées

•Transformateur à écran

Un transformateur équipé d'un écran électrostatique séparant le primaire du secondaire et relié à la terre offre une réduction des bruits parasites haute fréquence. Ce dispositif est le minimum indispensable pour protéger les ensembles électroniques.

•Régulateur de tension

En cas de variations de tension dépassant la tolérance fixée par le constructeur (de l'ordre de 10 %), il faut ajouter un régulateur de tension en aval du transformateur à écran. Ce régulateur est en général du type ferro-résonnant, basé sur la saturation du noyau magnétique d'un transformateur.

•Conditionneur de réseau

Un conditionneur de réseau est la combinaison d'un transformateur à écran et d'un régulateur de tension.

•Alimentation statique

Ce système permet, comme les précédents, de se protéger des parasites impulsifs et des variations de tension, avec en plus une réponse aux microcoupures et aux pannes du réseau pendant le temps nécessaire à la mise en sécurité du processus.

4- Mise à la terre

4-1- Utilité des mises à la terre

La mise à la terre (grounding) d'une installation consiste à établir un chemin de retour de courants électriques, afin d'assurer la protection des personnes et des biens. Les protections établies par mises à la terre sont les suivantes :

- protection contre la foudre (lightning)
- protection du réseau de distribution électrique (régime de neutre, liaisons équipotentielles),
- protection contre les interférences électromagnétiques.

Par ailleurs, la mise à la terre permet de disposer d'un potentiel de référence pour les transformateurs et les systèmes numériques électroniques (SNCC, calculateurs).

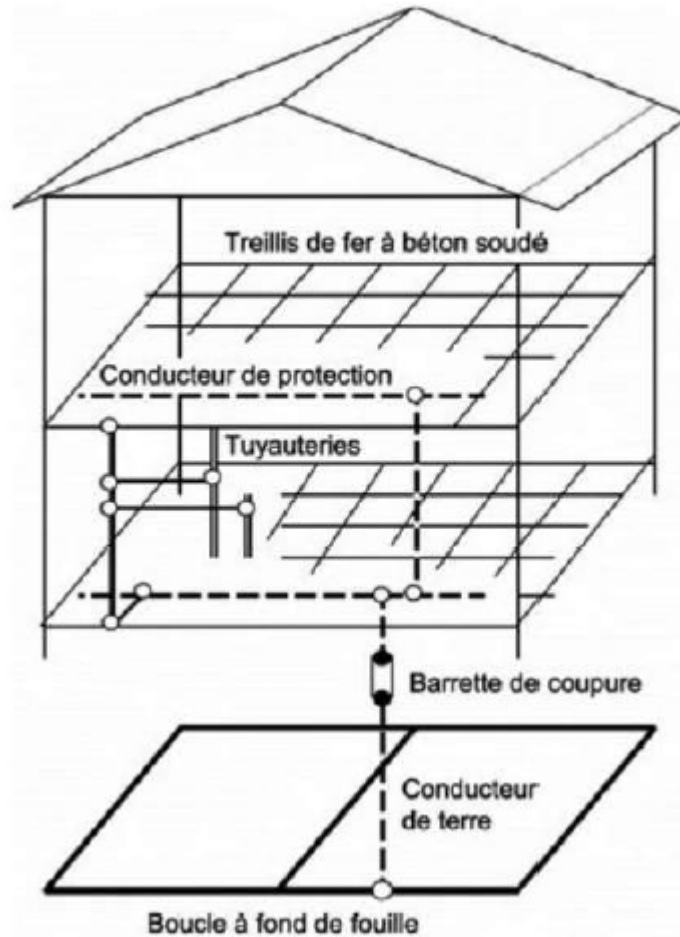
4-2- Mise à la terre des installations électriques

4-2-1- Résistance de la prise de terre

La résistance de la prise de terre doit être la plus faible possible, sans toutefois être supérieure à 15 Ohm, La mise à la terre par la boucle à fond de fouille est la solution permettant d'obtenir une résistance de quelques ohms en terrain humide. La mise à la terre par piquets de terre nécessite un calcul prédictif permettant d'évaluer le nombre de piquets à installer en fonction de la longueur d'un piquet et de la résistivité du sol.

4-2-2- Mise à la terre par boucle à fond de fouille

Dans le cas d'une construction neuve, la prise de terre est constituée par un conducteur en cuivre nu d'une section d'au moins 70mm², ceinturant à fond de fouille le bâtiment, sous le béton de propreté.



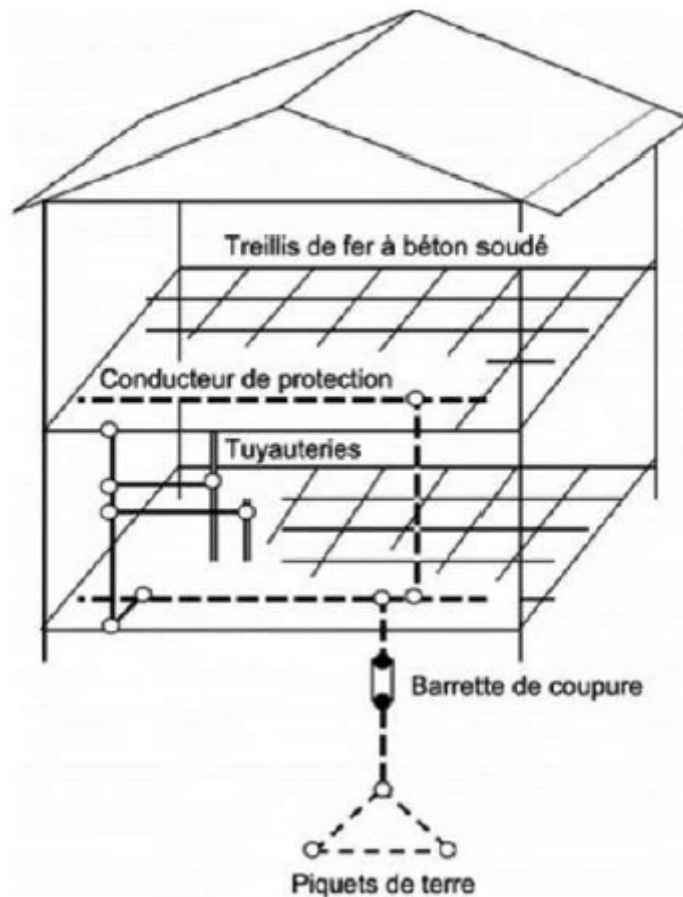
Une ligne liaison équipotentielle doit rassembler :

- les différentes canalisations métalliques, à leur entrée dans le bâtiment,
- les éléments métalliques de construction,
- le conducteur de protection.

Par ailleurs, un dispositif de coupure doit être prévu pour effectuer la mesure de résistance de la prise de terre (barrette de coupure).

4-2-3- Mise à la terre par piquet de terre

Pour un bâtiment existant devant recevoir une installation neuve, on utilise une prise de terre constituée de piquets métalliques, de préférence en cuivre, d'un diamètre au moins égal à 15mm, d'une longueur d'au moins 2m.



La résistance R d'un piquet est :

$$R = \rho / L \text{ (ohms)}$$

Avec :

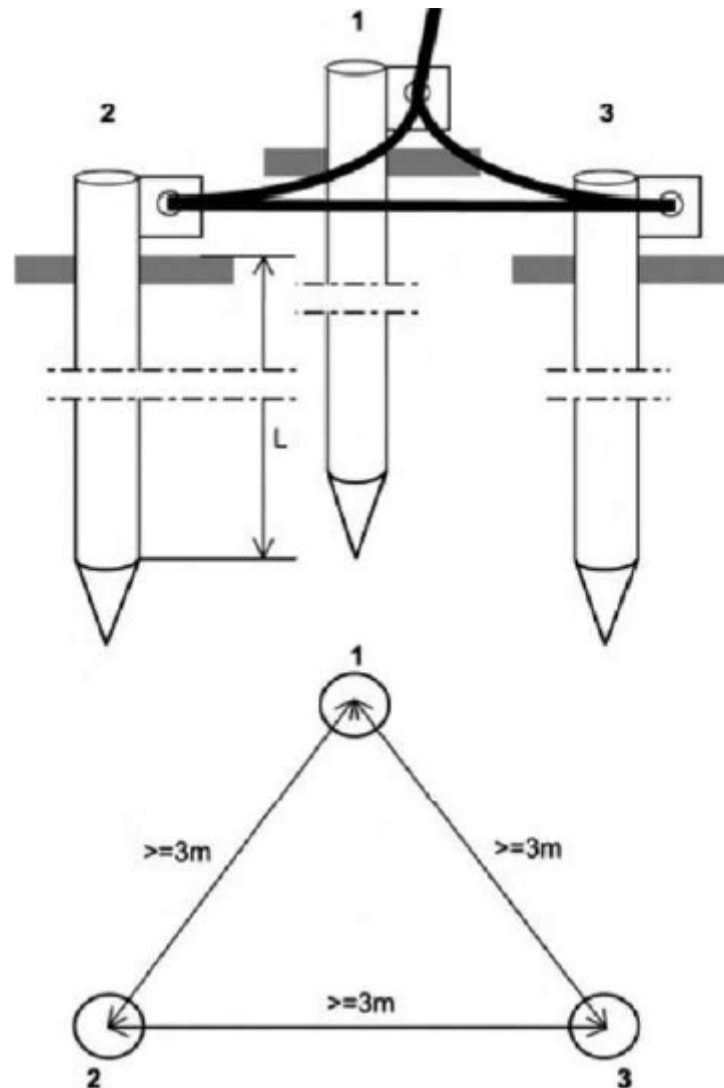
— ρ : résistivité du sol en $\Omega \cdot m$

— L : longueur du piquet en m.

Valeurs moyennes de ρ pour calcul approximatif des prises de terre

| Nature du terrain | Valeur moyenne de la résistivité ρ ($\Omega \cdot m$) |
|--|--|
| Terrains arables gras, remblais compacts humides | 50 |
| Terrains arables maigres, graviers, remblais grossiers | 500 |
| Sols pierreux, sables secs, roches perméables | 3 000 |

Il est souvent nécessaire d'utiliser plusieurs piquets afin de diminuer la résistance de terre, la résistance résultante étant égale à la résistance d'un piquet divisée par le nombre de piquets. Ceux-ci doivent toujours être distants deux à deux de plus de 3m.



Si, par exemple, on utilise trois piquets de 2m de long. Dans un terrain présentant une résistivité de $50\Omega.m$, la résistance R_t de la prise de terre est égale à $R/3$, soit :

$$R_t = 50 / (2 \times 3) = 8.33\Omega$$

4-3- Mise à la terre des équipements électroniques

Principe de base

Les équipements électroniques (calculateur, automate programmable) sont tout d'abord à considérer comme des matériels électriques, donc ils doivent être raccordés au réseau de protection décrit précédemment. Un second réseau de mise à la terre destiné à fournir un potentiel de référence de l'alimentation basse tension du système (appelée couramment terre électronique) doit être installé.

Quelques recommandations :

- la résistance de terre ne doit pas excéder 5 ohms,
- la distance entre terres de protection et électronique doit être d'au moins 3 m,
- une liaison d'équipotentialité doit être posée entre la terre de protection et la terre électronique, par un câble cuivre nu de forte section (au moins 35 mm²).

Les matériels raccordés sur le collecteur des masses électroniques sont :

- ◆ masses des matériels de traitement de l'information (automates programmables industriels, SCC, régulateurs, convertisseurs , ...)
- ◆ masses des matériels informatiques (unités centrales, écrans, imprimantes,...),
- ◆ les blindages des câbles véhiculant des informations bas niveaux (mesures, signaux vidéo, bus de communication,...).

