

# LES PRISES DE TERRE

Et la protection contre:

- Les défauts d'isolement
- La foudre

# La qualité de la prise de terre

La prise de terre est constituée d'une électrode en métal bon conducteur et non corrodable en bon contact avec le sol. Cette électrode peut être :

1. Soit un câble enterré en cuivre nu de  $25 \text{ mm}^2$  de section au moins, ou en acier galvanisé d'au moins  $95 \text{ mm}^2$  de section.
2. Soit un feuillard en acier d'au moins  $100 \text{ mm}^2$  de section et 3 mm d'épaisseur, ou un câble en acier d'au moins  $95 \text{ mm}^2$  de section, noyé dans le béton de propreté des fondations du bâtiment, enrobé sur tous ses cotés d'une épaisseur de béton d'au moins 3 cm.
3. Les conducteurs reliant cette prise de terre aux conducteurs de protection doivent être constitués de ronds lisses pour béton armé d'au moins  $50 \text{ mm}^2$  de section, enrobés dans le béton de construction. Ces conducteurs doivent être soudés aux feuillards

# La qualité de la prise de terre

4. Les armatures des éléments en béton armé doivent être reliées à la prise de terre ou aux conducteurs de protection en autant de points que possible.

Il faut éviter de relier au système équipotentiel ainsi constitué les armatures actives de précontraintes et leurs gaines éventuelles. Les connexions, entre les éléments en acier et conducteurs en cuivre, ne doivent jamais être nouées dans le béton et doivent se faire à l'aide de bornes appropriées installées en montage apparent.

# La qualité de la prise de terre

**REMARQUE:** L'utilisation de canalisations de distribution publique d'eau comme prise de terre n'est pas admise par les distributeurs d'eau.

La résistance de mise à la terre doit être la plus faible possible. La résistance

de la prise de terre dépend :

- De sa forme,
- De ses dimensions,
- De la résistivité du terrain dans lequel elle est établie

# Nature du contact

Voici quelques exemples de réalisation :

1. Conducteurs enfouis : Le ceinturage à fond de fouilles intéressant le périmètre du bâtiment apporte une solution efficace dans le cas de construction d'un bâtiment;

2. Boucle à fond de fouilles Conducteur en tranchées

3. Dans le cas des bâtiments existants, la prise de terre des masses peut être constituée par :

-Conducteurs verticaux ( piquet);

-Plaques minces enterrées : En pratique, on utilise des plaques rectangulaires

de 0, 5 m \*1 ou des plaques carrées de 1m de coté, enfouies verticalement, de sorte que le centre de la plaque se trouve à une profondeur de 1 m.;

– Piliers métalliques enterrés : Lorsque le bâtiment comporte une ossature métallique dont les poteaux des murs extérieurs constituent des prises de terre de fait, il suffit de vérifier la continuité électrique entre ces prises de terre de fait ; l'ensemble constitue la prise de terre

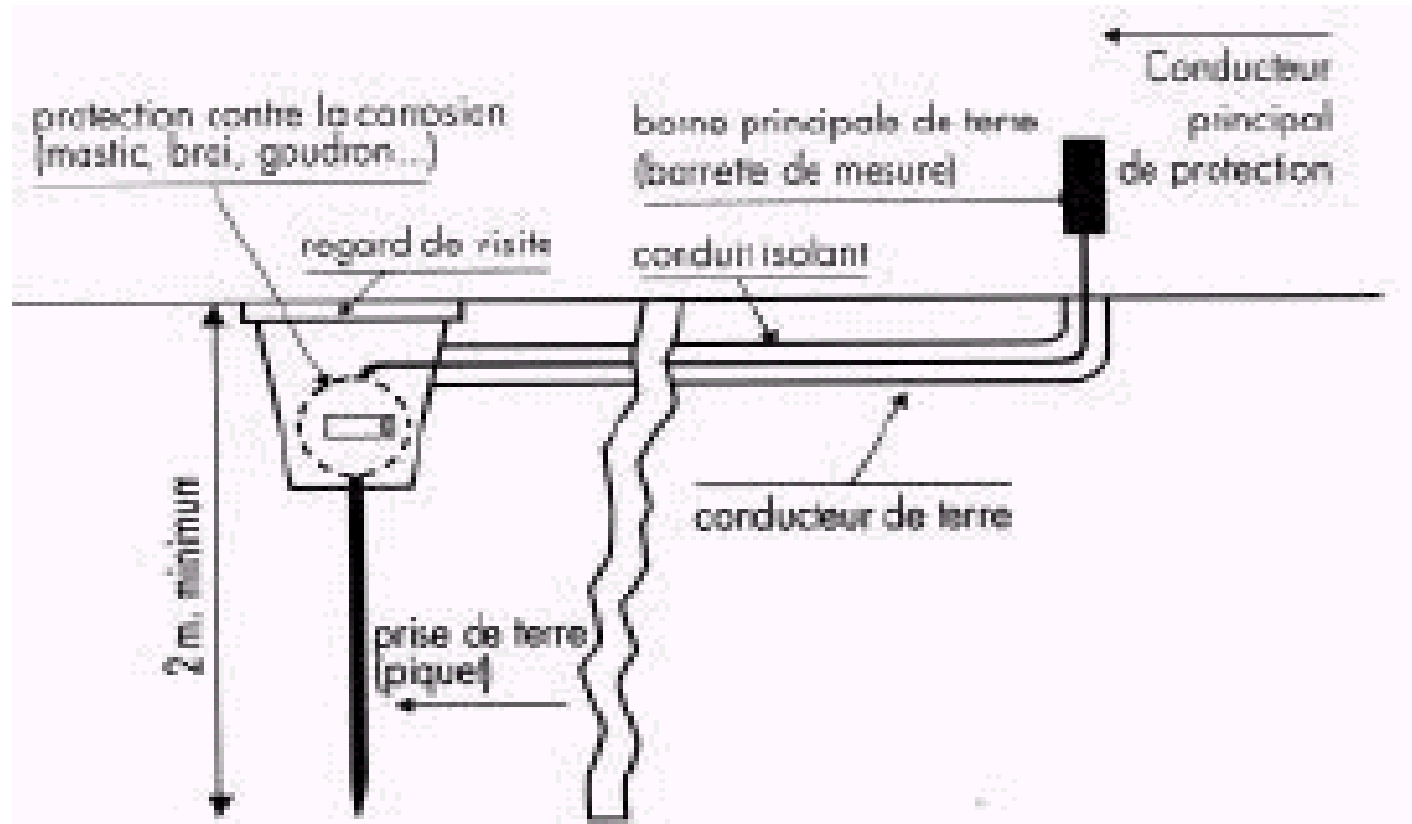
# Calcul de Résistance d'une prise de terre

Constitution de la prise de terre	Calcul	Définitions des grandeurs
Conducteurs enfouis horizontalement	$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$	L: Longueur de la tranchée $\rho$ : Résistivité du terrain
Piquets verticaux	$R = \frac{\rho}{L}$	L: Partie enterrée du piquet $\rho$ : Résistivité du terrain
Pilier métallique enterré.	$R = \left( \frac{0,37 \cdot \rho}{L} \right) \cdot \log \left( \frac{3 \cdot L}{d} \right)$	L: Partie enterrée du pilier $\rho$ : Résistivité du terrain. d: Diamètre du cylindre circonscrit au pilier
Plaque mince	$R = \frac{0,8 \cdot \rho}{L}$	$\rho$ : Résistivité du terrain L: Périmètre de la plaque

# Calcul de Résistance d'une prise de terre

Nature du terrain	résistivité $\rho$ en $\Omega/m$
Terrains marécageux	de quelques unités à 30
Limon	20 à 100
Humus	10 à 150
Tourbe Humide	5 à 10
Argile plastique	50
Marnes et Argiles compactes	100 à 200
Marnes du jurassique	30 à 40
Sables argileux	50 à 100
Sables siliceux	200 à 3000
Sols pierreux nus	1500 à 3000
Sols pierreux recouvert de gazon	300 à 500
Calcaires tendres	100 à 300
calcaires compacts	1000 à 5000
Calcaires fissurés	500 à 1000
Schistes	50 à 300
Micaschistes	800
Granits et grès suivant altération	1500 à 10000
Granits et grès très altérés	100 à 600
Terrains arables gras remblais compact humide	$\simeq 50$
Terrains arables maigres remblais grossier	$\simeq 500$
Sols pierreux nus, sable sec, roches imperméables	$\simeq 3000$

# Exécution d'une Prise de Terre

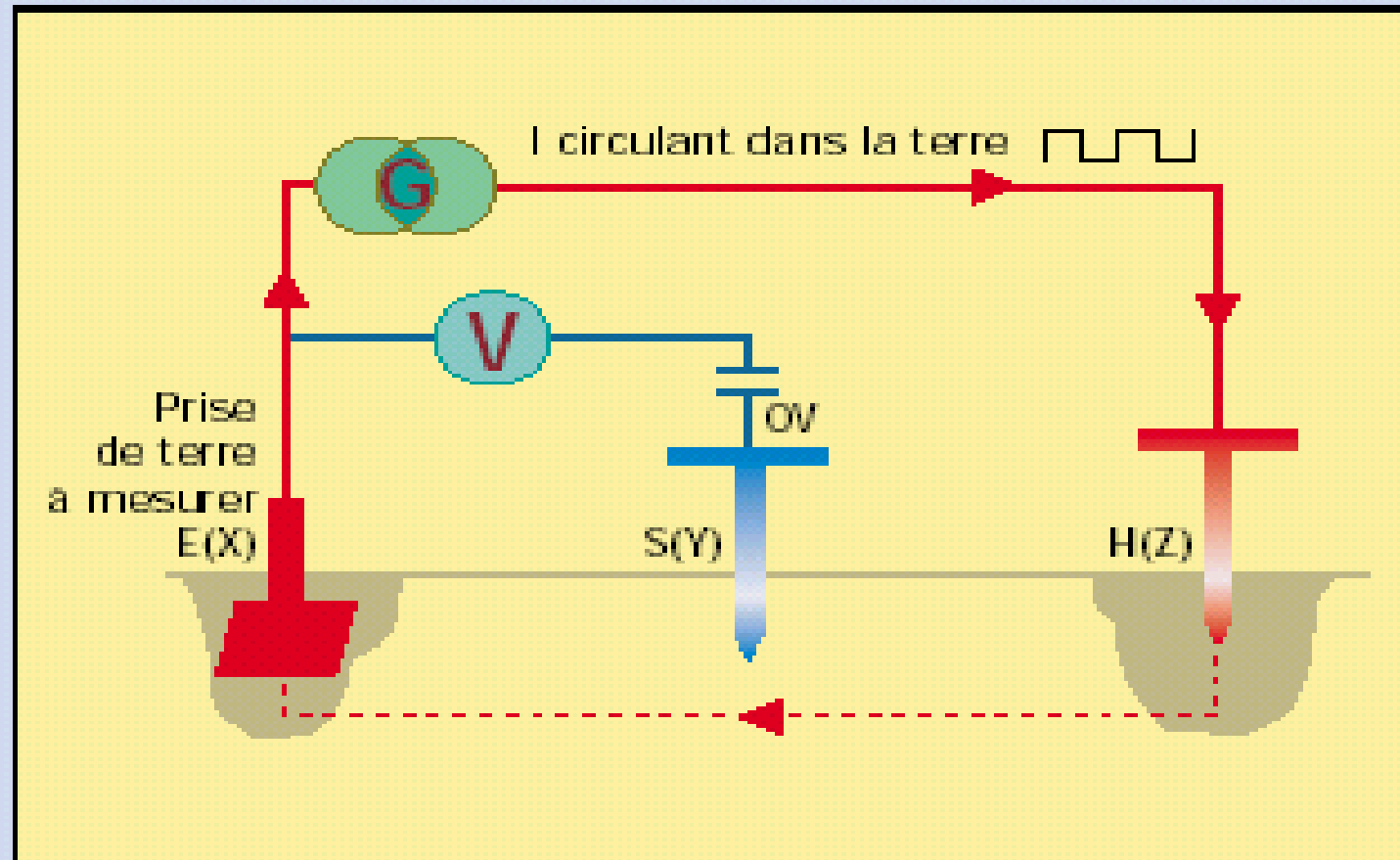




# Mesure d'une prise de terre

Méthodes selon configurations	Bâtiment à la campagne avec possibilités de planter des piquets	Bâtiment en milieu urbain sans possibilité de planter des piquets	Réseau de terres multiples en parallèle
Méthode des 62 %	■		
Méthode en triangle	■		
Méthode variante des 62 %	■	■	■
Mesure de boucle phase-PE	■	■	
Fonce de terre			■

# Mesure d'une prise de terre

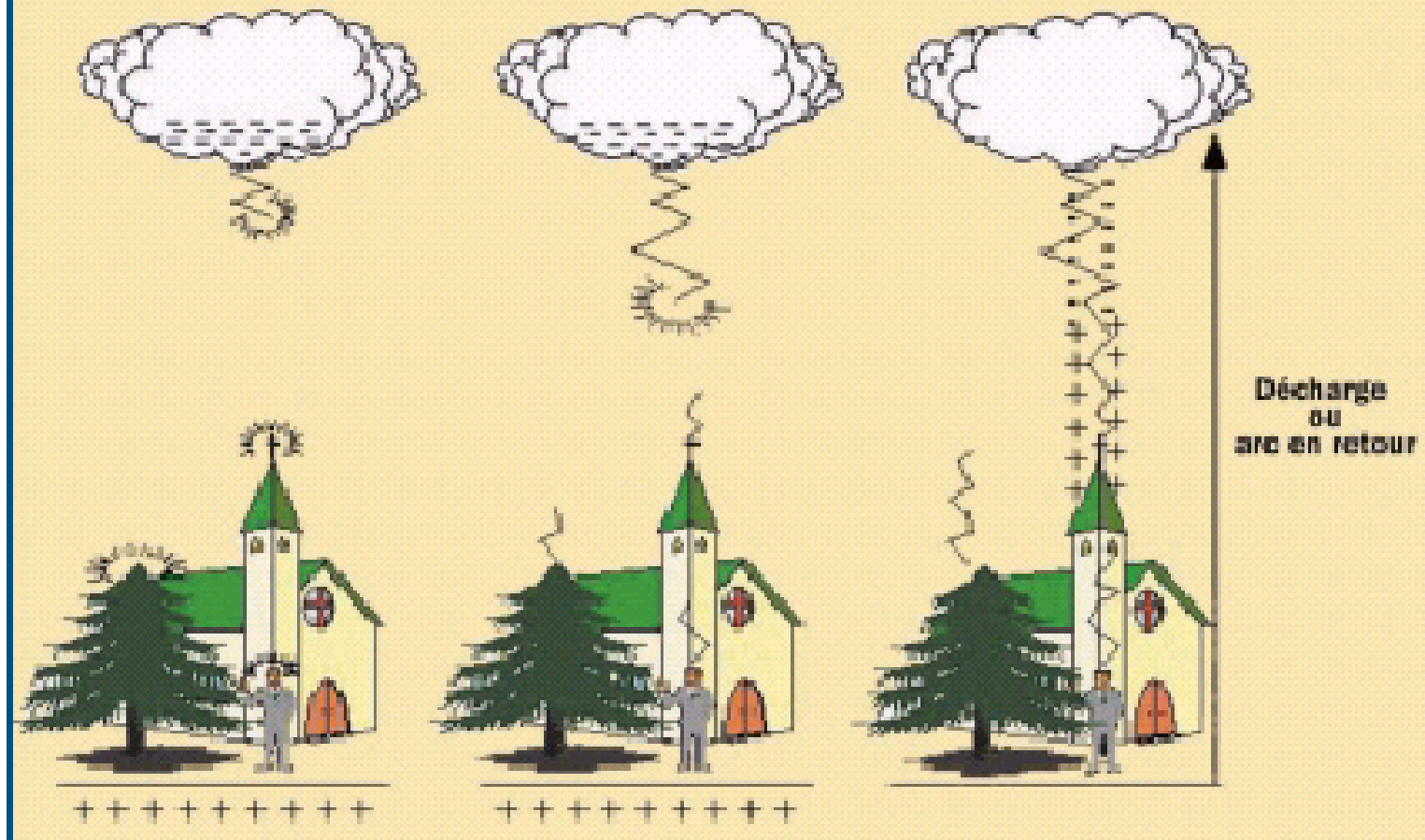


$$R_E = U_{ES} / I_{EH}$$

Une bonne prise de terre doit avoir

$$R_{\text{terre}} < 50\Omega$$

## MÉCANISME DU COUP DE Foudre



Un coup de foudre est composé de deux phases électriques. En premier lieu, il y a l'électricité électrostatique: déplacement de charges pour l'établissement du canal de foudre entre le nuage et le sol (phase permettant de comprendre pourquoi un objet non-conducteur peut être foudroyé). En deuxième lieu, il y a passage d'un courant électrique dans le canal ionisé.

# Protection contre la foudre

Le rôle protecteur du paratonnerre consiste à offrir à la foudre un point de chute. On peut ainsi dire que **les pointes attirent la foudre**. Ce canal est emprunté par un courant très intense alimenté par la différence de potentiel considérable qui s'est établie entre le sol et le nuage (de 15 000 V/m ). C'est cet arc qui constitue l'éclair visible dont l'intensité peut varier de 5 000 à 200 000 ampères. Cela explique les dégâts matériels causés.

# moyens de protection

La protection en général, est d'autant meilleure qu'un écoulement maximal des perturbations vers la terre est assuré, le plus près possible des sources de perturbation.

La condition d'une protection efficace est donc d'assurer des impédances de terre minimales.

En pratique, en HTB, dans les postes une impédance de terre inférieure à  $1 \Omega$  à fréquence industrielle est habituellement demandée, et pour les pylônes une impédance de 10 à  $15 \Omega$  est recherchée.

# moyens de protection

il y a lieu de distinguer plusieurs niveaux de protection:

- Premier niveau : dérivation vers le sol de l'essentiel de l'impact, et premier écrêtage. Ce niveau intéresse principalement les ouvrages susceptibles d'être foudroyés (lignes et postes).
- Deuxième niveau : limitation de la tension résiduelle par écrêtage

# moyens de protection

troisième niveau : en BT, dans le cas d'équipements sensibles (informatique, automatismes, télécommunications)

# moyens de protection

## *protection 1er niveau*

Son but est de limiter les impacts directs sur les ouvrages électriques en détournant la foudre vers des lieux d'écoulement privilégiés.

Détourner la foudre de façon contrôlée vers des points précis se fait au moyen de :



# moyens de protection

## *Paratonnerres :*

Ce sont des tiges effilées placées en haut des structures à protéger, reliées à la terre par le chemin le plus direct (conducteurs de descente entourant l'ouvrage à protéger et interconnectés au réseau de terre).

Les observations montrent que la protection est bonne contre les coups de foudre directs dans un cône dont le sommet coïncide avec la pointe et de demi angle au sommet  $45^\circ$

# Moyens de protection

## *Cages maillées ou de Faraday*

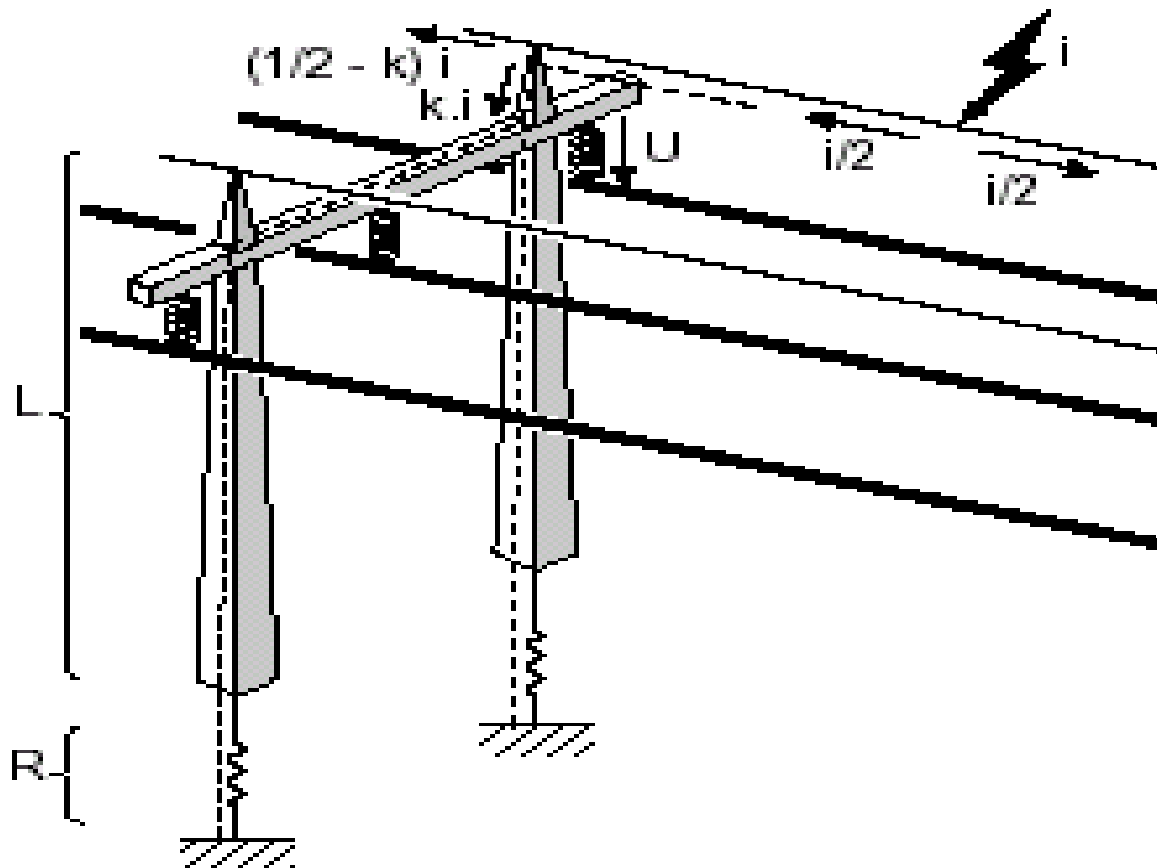
qui consistent en la réalisation d'un maillage fermé de conducteurs horizontaux et verticaux reliés au sol à un réseau de terre.

La largeur de maille est inférieure à 15 mètres et des tiges verticales sont placées aux noeuds des mailles, en partie supérieure.

La couverture de la zone à protéger est équivalente à une multiplicité de paratonnerres

# Moyens de protection

*protection 2èmer niveau*



# Quelques normes de référence

## *Protection contre les coups de foudre directs*

- NFC 17 100 (décembre 1997)

Protection des structures contre la foudre

- NFC 17 102 (juillet 1995)

Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage

- ENV 61024-1 (norme européenne, janvier 1995)

Protection des structures contre la foudre

- UIC (avril 1982) Les installations électriques dans les emplacements présentant des risques

# Quelques normes de référence

## *Protection contre les effets indirects de la foudre*

- NFC C 15 100

Dispositifs de protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres

- NFC 61 740 (juillet 1995)

Parafoudres pour installations basse tension

- Guide UTE C 15 443 (juillet 1996)

Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique