

Protection contre la foudre

Prises de terre foudre

La foudre est une décharge électrique engendrant un courant de très forte intensité. Les systèmes de capture de la décharge foudre ont pour rôle de conduire la charge vers le sol, où elle va se dissiper. Les systèmes de protection sont équipés de prises de terre qui sont essentielles pour une protection efficace des structures, des équipements et des personnes. Une prise de terre doit donc être caractérisée notamment en haute fréquence pour assurer efficacement son rôle. Cela s'effectue à la fois lors de l'étude de définition, après avoir acquis des informations sur la nature du sol du point de vue électrique, puis après réalisation pour valider, et compléter si besoin, le réseau de terre existant. Pour les sites possédant des installations de terre anciennes, et dont la constitution n'est souvent plus connue, des mesures donnent accès aux caractéristiques pertinentes permettant de valider ou d'améliorer ponctuellement une prise de terre, ce qui permet de mettre à niveau une installation avec un coût final bien moindre comparée à la mise en œuvre de nouvelles prises de terre. La définition et la validation de prise de terre foudre repose sur les travaux suivants:

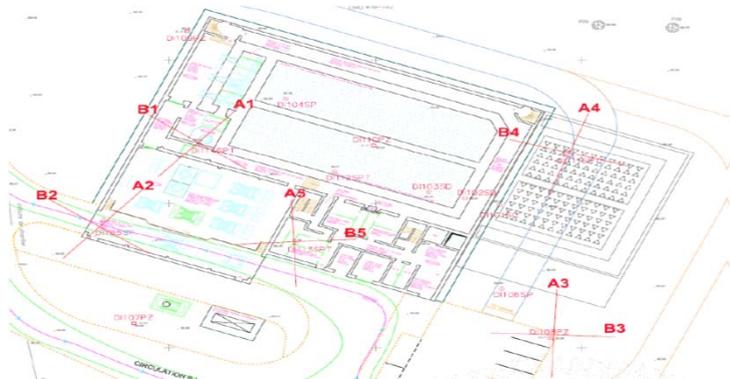
- **Caractérisation du sol par mesure de résistivité pour la définition de prises de terre, ou pour la réalisation d'un Analyse de Risque Foudre mieux adaptée au site,**
- **Définition de prise de terre, par une méthode analytique ou par modélisation,**
- **Validation ou caractérisation de prises de terre créées ou existantes avec analyse des résultats compte tenu de l'objectif de dissipation de courant de foudre (mesures en Haute Fréquence),**
- **Vérification de l'état d'un réseau de terre d'un site, dans la but de s'assurer qu'il est unique, continu et en bon état. Généralement pour les sites déjà ancien qui ont subit de nombreux travaux au cours du temps, la constitution et l'implantation des prise de terre ou du réseau de terre, n'est plus connue ni documentée. Seules des mesures adaptées permettent de vérifier l'état réel du réseau.**

1. Caractérisation du sol – Mesure de la résistivité

Le paramètre déterminant pour la définition d'une prise de terre, est la résistivité du sol dans lequel seront implantés des électrodes de terre. Par ailleurs la valeur de la résistivité influe également sur le niveau de risque impactant les lignes enterrées. Lors de l'Analyse de Risque Foudre cette valeur est donc également prise en compte pour ce type de lignes.

La résistivité d'un sol est essentiellement liée à la nature géologique du sous-sol, mais aussi à ce que l'homme a pu apporter localement, tel que remblais, fondations, mais aussi éléments métalliques de taille importante, comme des canalisations. L'ensemble de ces éléments fait que la résistivité du sol n'est pas du tout homogène. Le seul moyen d'accéder à un paramètre de résistivité adapté reste donc une campagne de mesures sur site .

Il est donc essentiel de caractériser la résistivité du terrain en différents endroits, selon différents axes et pour la profondeur concernées par les prises de terre (réalisation d'un « mapping » dans la zone d'implantation d'une structure) donnant accès à une cartographie 3D de la résistivité du sol dans la zone utile<;



Exemple d'implantation de points de mesure sur un site en construction

La connaissance de la résistivité du sol permet de définir des prises de terre de géométrie et de taille plus optimisée, et donc avec un coût moindre, et également avec l'avantage de parvenir avec beaucoup moins d'aléa à une valeur satisfaisante pour la résistance de la prise de terre.

A partir des différentes mesures et de leur dispersion nous déterminons une ou plusieurs valeurs de résistivité (attribuée chacune à une zone donnée) qui permettront de dimensionner, avec certitude, la géométrie et la taille des conducteurs constituant la prise de terre.

Protection contre la foudre

Prises de terre foudre

2. Définition de prises de terre par une méthode analytique ou par modélisation

La connaissance de la résistivité du sol permet, pour une géométrie donnée, de dimensionner la prise de terre pour parvenir à la résistance souhaitée et dans une certaine mesure à son impédance. Toutefois dans le cas de prises de terre relativement voisines (couplage important) ou de réseaux de terre de géométries particulières, il n'est plus possible d'utiliser une méthode analytique.

Les outils de simulation permettent alors d'accéder à un résultat fiable. Il est néanmoins nécessaire de réaliser un modèle géométrique précis du réseau de terre envisagé. On peut également modéliser un sol possédant plusieurs couches de résistivité différente, ce qui est très délicat avec une méthode analytique. L'avantage est de pouvoir simuler aisément plusieurs variantes géométriques du réseau de terre afin de l'optimiser avant sa réalisation.



Réseau de terre modélisé sur une installation

3. Caractérisation des prises de terre en haute fréquence

Lors d'un impact foudre sur une structure, le courant va se répartir entre les prises de terre, les différents services métalliques aboutissant à la structure, les câbles électriques et les chemins naturels (ferrailage des fondations, radier ...). La répartition de courant entre ces différents chemins s'effectue en fonction de l'impédance par rapport à la terre de chacun d'eux. Afin de minimiser les courants injectés dans les services, il est crucial que l'impédance de la prise de terre foudre soit suffisamment faible. C'est en particulier très important pour les éoliennes qui constituent des points haut et qui sont reliés à un seul réseau électrique.

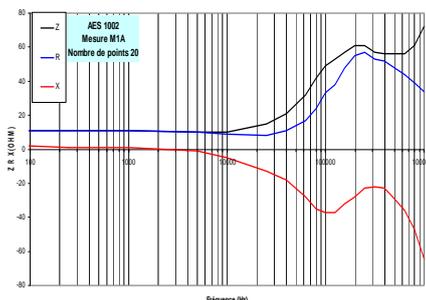
L'analyse d'un courant de foudre montre que celui-ci est composé d'un spectre de fréquences dont l'amplitude reste importante jusqu'à 1MHz. Il est donc nécessaire, d'obtenir des prises de terre foudre ayant une faible impédance jusqu'à des fréquences de l'ordre du MHz.

Pour les prises de terre existantes dont la géométrie n'est pas connue, seule la mesure permet de caractériser l'impédance jusqu'à des fréquences élevées. Cela est particulièrement utile dans le cas de prises de terre dont la taille est importante ou pour des prise en boucle (type B selon IEC 62305-3) imposant au courant de foudre de parcourir de grandes longueurs pour se dissiper dans le sol. Cette longueur de conducteur se traduit par une impédance élevée en haute fréquence observée lors de la mesure.

Cette méthode de mesure est aussi particulièrement utiles pour les mesures sans déconnexion possible (connexion enterrée ou soudée, sites explosifs, pylônes haute tension ...)



← Mesureur d'impédance de terre en Haute Fréquence, Résultat de mesure: Variation de l'impédance en fonction de la fréquence →



Lorsqu'une prise de terre n'est pas considérée comme « bonne », mais que les valeurs obtenues sont encore dans l'ordre de grandeur attendu, il est possible par calcul, en utilisant les valeurs d'impédance réellement mesurées, de redéfinir la répartition de courant entre la ou les prises de terre et les services existants (méthode définie dans la norme IEC 62305-1). Ceci a généralement pour conséquence d'augmenter légèrement le courant que doit supporter les parafoudres de Type 1 installés à la pénétration des lignes, mais cela reste très avantageux en terme de coût.

4. Vérification de l'état d'un réseau de terre

Pour assurer une protection efficace (notamment pour éviter tout dommage engendré par des différences de potentiel entre les diverses masses métalliques) il est nécessaire de s'assurer que le réseau de terre d'un site est unique et continu. Pour cela, il est nécessaire de vérifier que l'ensemble des structures métalliques est raccordé par des liaisons équipotentielles (de faible impédance) au réseau de terre, et que celui-ci est continu.

SEFTIM a réalisé des mesures de continuité et des mesures de terre en Basse et Haute Fréquence afin de caractériser le réseau de terre existant afin d'apporter ponctuellement, et aux endroits les plus pertinents, des améliorations de l'équipotentialité ou du réseau de terre. L'objectif étant de minimiser l'injection de courant dans les lignes et les installations, sans l'utilisation systématique de parafoudres.