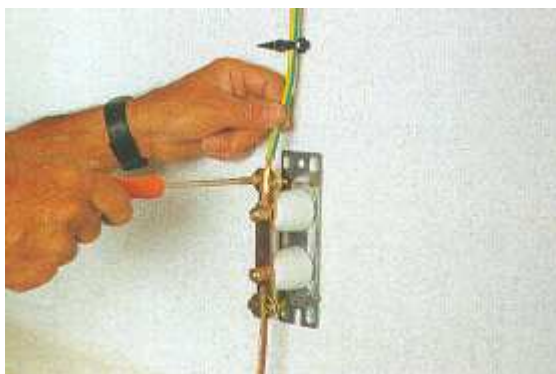


TERRE

La mise à la terre consiste à relier à une prise de terre, par un fil conducteur, les masses métalliques qui risquent d'être mises accidentellement en contact avec le courant électrique par suite d'un défaut d'isolement dans un appareil électrique. D'une part la mise à la terre permet d'écouler les courants de fuite sans danger. D'autre part, en association avec un dispositif de coupure automatique (disjoncteur différentiel), elle assure la mise hors tension de l'installation électrique.



1. POURQUOI LA MISE A LA TERRE

Pour la sécurité des utilisateurs !

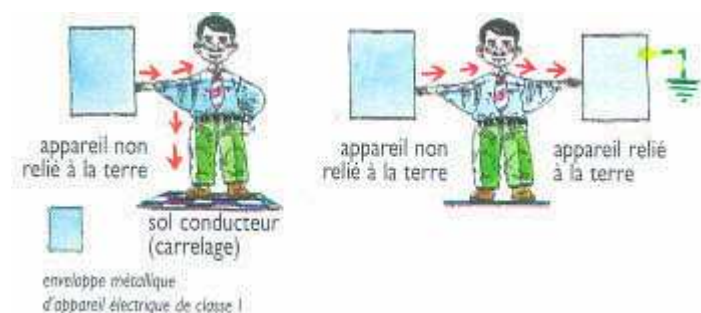
Prenons un exemple. Une machine à laver qui n'est pas branchée sur une prise avec terre est dans une buanderie au sol carrelé. Une souris a dénudé le câble d'alimentation de la machine et les fils électriques se mettent en contact avec la machine. Vous touchez la machine et, comme vous êtes sur un sol conducteur, vous êtes traversé par le courant électrique. C'est une électrocution. La mise à la terre, associée au disjoncteur différentiel, évite tout incident. Le courant passe directement dans la terre et l'alimentation est automatiquement coupée. Plus d'électrocution, plus de danger !

2. CE QU'IL FAUT METTRE A LA TERRE

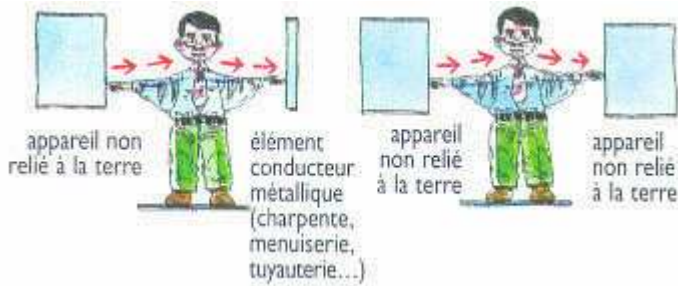
Il faut mettre à la terre le corps métallique de tout élément qu'on peut toucher, qui est normalement isolé du courant électrique mais qui peut risquer d'être en contact avec le courant : chauffe-eau, cuisinière, machine à laver, réfrigérateur, moteur, lampadaire, tube fluorescent, cadre métallique d'une porte, etc. On relie donc à la terre :

- Les appareils d'une installation électrique (socles de prises) et les conducteurs de protection (fil jaune et vert) de tous les circuits électriques.
- Les masses des appareils de classe I qui ont une borne de terre signalée par le symbole
- Les liaisons équipotentielles principales des bâtiments, c'est-à-dire les éléments conducteurs comme une charpente métallique, les canalisations métalliques de gaz, d'eau ou de chauffage.
- Les liaisons équipotentielles des salles d'eau.

La mise à la terre n'est efficace que si elle est associée à un dispositif



différentiel.



3. LA PRISE DE TERRE

La prise de terre est constituée d'une électrode en métal bon conducteur qui ne craint pas la corrosion et qui est en bon contact avec le sol.

L'électrode peut être de différents types, avec les dimensions minimales indiquées :

- Un ou plusieurs piquets enfoncés verticalement au-dessous du niveau permanent d'humidité à une profondeur minimale de 2 m : soit des tubes en acier galvanisé de 25 mm de diamètre, soit des profilés en acier doux galvanisé de 60 mm, soit des barres de cuivre ou d'acier cuivré de 15 mm de diamètre.
- Un câble enterré en cuivre nu de 25 mm² ou en acier galvanisé de 95 mm².
- Un feuillard en acier de 100 mm² et 3 mm d'épaisseur ou un câble de 95 mm², noyé dans le béton de propreté des fondations.

4. UNE BONNE PRISE DE TERRE

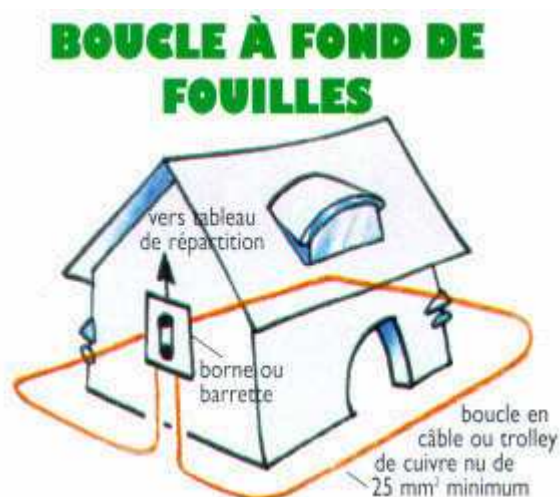
Une bonne prise de terre doit avoir une résistance électrique déterminée en fonction de la sensibilité du dispositif différentiel de l'installation de la maison. Avec un disjoncteur E.D.F. de branchement différentiel sélectif (type S) de 500 mA, la résistance maximale de la prise de terre doit être de 100 ohms.

Cette résistance dépend des dimensions de l'électrode de prise de terre, de sa forme et de la résistivité du terrain, sachant que cette résistivité varie suivant la profondeur, le taux d'humidité et la température.

5. REALISER UNE PRISE DE TERRE

Trois techniques sont couramment utilisées :

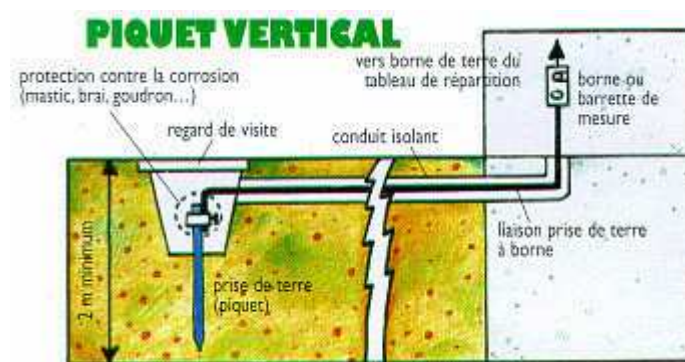
- Le ceinturage en fond de fouille autour de la maison lors de la construction (schéma ci-après).



RELIER LA PRISE DE TERRE A L'INSTALLATION

La connexion doit être sûre, durable et protégée contre la corrosion. Les canalisations de terre et les conducteurs de protection doivent être protégés mécaniquement dans les traversées de planchers et parois et ne jamais être encastrés directement. Les liaisons sont réalisées avec des fils conducteurs de section précise :

- Le conducteur de terre qui assure la liaison entre la prise de terre et la barrette de mesure : 16 mm² en cuivre isolé ou 25 mm² en cuivre nu.
- Le conducteur principal de protection qui assure la liaison entre la barrette de mesure et le tableau de répartition : 6 mm² pour un conducteur de phase de 6 mm², 10 mm² pour une phase de 10 mm² ou 16 mm² pour une phase de 16 mm² ou plus.
- Les conducteurs de protection qui vont du tableau de répartition aux appareils électriques et aux prises de courant : 2,5 mm² s'il est protégé mécaniquement ou 4 mm² s'il n'est pas protégé.



6. REGLES A SUIVRE

- On établit de préférence les prises de terre dans les fonds de fouille des bâtiments ou dans les caves et, de toute façon, dans des endroits abrités de la sécheresse et du gel.
- Une prise de terre doit être éloignée de tout dépôt ou infiltration qui peut la corroder : produits chimiques, fumier, purin, etc.
- Une prise de terre ne doit jamais être plongée dans l'eau.
- L'utilisation de canalisations de distribution publique d'eau n'est pas autorisée par les distributeurs d'eau.
- Il est interdit d'utiliser comme prise de terre les canalisations d'eau, de gaz ou de chauffage central, et les gaines métalliques des câbles.

CALCUL ET MESURE D'UNE PRISE DE TERRE

OBJECTIF	<ul style="list-style-type: none">Être capable de valider la conformité de la protection au moyen de mesurages pertinents.	EVALUATION	<ul style="list-style-type: none">Utilisation d'un mesureur de résistance de prise de terre
-----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

1 INTRODUCTION :

L'efficacité des dispositifs de protection des personnes contre les chocs indirects dépend, en outre, de la valeur de la résistance de la prise de terre. La modélisation de ce problème consiste à considérer deux résistances distinctes (R_A et R_B) reliées par un conducteur parfait (inaccessible en pratique). Du point de vue de l'utilisateur il faut donc tenir compte d'une résistance de terre (R_B) matérialisée par la prise de terre des masses de l'installation. Cette résistance est estimée par le calcul lors de l'installation, mais doit dans tous les cas, être mesurée.

Le support de notre étude est la salle système. Dans une première partie, vous calculerez les caractéristiques géométriques de la prise de terre des masses. Par la suite, vous vérifierez, en effectuant un mesurage, la validité de vos calculs. La mise en œuvre d'un second mesureur vous permettra de découvrir une méthode plus précise. Pour finir, vous vérifierez les performances de l'appareil de protection.

2 ALIMENTATION DU SYSTEME :

La salle système est alimentée à partir de l'alimentation générale du lycée. Le schéma d'alimentation est celui de la page suivante.

3 CALCUL DE R_B :

3.1 En vous aidant du schéma précédent, calculer la résistance de la prise de terre en considérant la situation d'un local humide (salle système).

4 LONGUEUR DE LA TRANCHEE

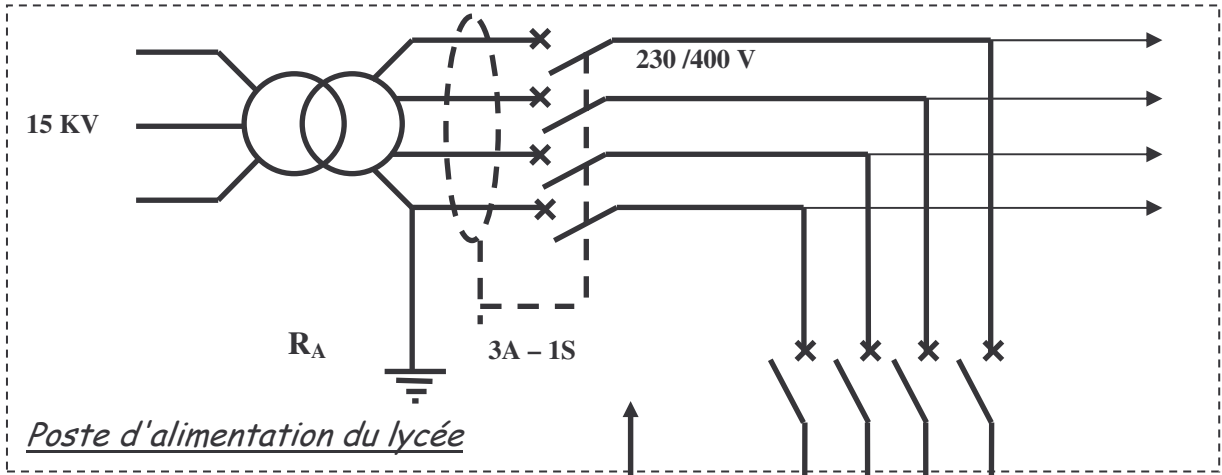
La prise de terre considérée dans ce T.P est réalisée par des **conducteurs enfouis** dans un **sol en calcaire tendre**.

4.1 En vous aidant du dossier technique, déterminer la formule qui permet de calculer la résistance de la prise de terre ?

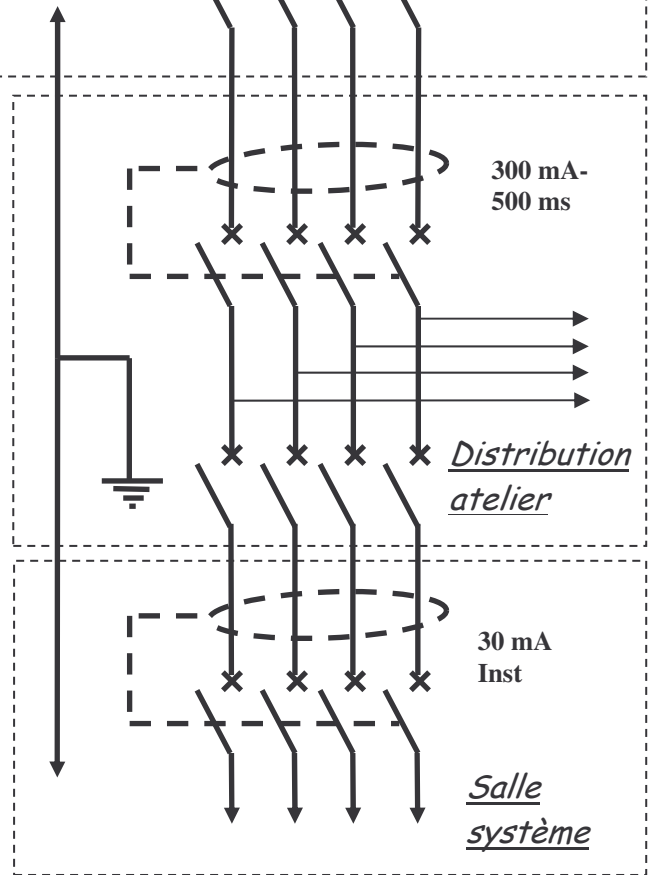
4.2 En vous aidant de la documentation (dossier technique) déterminer la résistivité ρ , du terrain, en Ω/m correspondant à notre installation.

$$\rho = \boxed{}$$

4.3 Déterminer la longueur de la tranchée afin d'obtenir la valeur de R_B calculée précédemment.



R_B



5 MESURE DE LA PRISE DE TERRE PAR LA METHODE DE BOUCLE.

5.1 En vous aidant du dossier technique du mesureur MW 9500, effectuer le mesurage de la résistance de la prise de terre.

$$R_B =$$



5.2 Vérifiez en comparant la valeur calculée et la valeur mesurée la justesse de vos calculs (une différence de 15 % reste acceptable). Faites constater.

6 MESURE DE LA RESISTANCE PAR LA METHODE DES 62 % (Méthode de Tagg).

La méthode de mesure employée ci-dessus (mesure de boucle) est rapide mais donne une valeur approchée de la prise de terre. Pour effectuer une mesure précise, il faut employer la méthode des 62 %

Pour vérifier la valeur de la résistance ci-dessus par la méthode de Tagg, il faudrait au préalable, décâbler la protection électrique des masses. Pour des raisons de sécurité évidente, cette manipulation ne peut être effectuée. De ce fait, vous appliquerez la méthode précédente sur une prise de terre située à l'extérieur, non utilisée et dédiée à ce TP.

L'appareil ci-dessus ne permet pas d'appliquer la méthode des 62 %. Pour appliquer cette méthode, nous utiliserons un autre mesureur le MX 438.

- 6.1 Après identification de la prise de terre, mettez en œuvre le mesureur en vous aidant du dossier technique.
6.2 Faites constater en visualisant sur l'appareil la valeur de la résistance.

Nb : Il est inutile de relever cette valeur.

7 PERFORMANCES DU DISJONCTEUR DIFFERENTIEL

Le mesureur SEFRAM permet de relever le temps et le courant de déclenchement du dispositif différentiel de la salle système.

- 7.1 Effectuer une mise en œuvre du mesureur de manière à relever les performances du dispositif différentiel.
7.2 Faites constater en effectuant la mesure.

$$\Delta I_n = \underline{\hspace{2cm}} \qquad \Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$$

8 RESISTANCE D'ISOLEMENT

L'appareil utilisé précédemment permet de contrôler la présence d'un défaut d'isolement sur un récepteur.

Demander au professeur de vous fournir un récepteur comportant un défaut d'isolement. Effectuez une mesure d'isolement puis comparez avec une mesure effectuée sur un récepteur sans défaut.

1 CONSTITUTION 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 :

- Soit un câble enterré en cuivre nu de 25 mm² de section au moins, ou en acier galvanisé d'au moins 95 mm² de section.

- Soit un feuillard en acier d'au moins 100 mm² de section et 3 mm d'épaisseur, disposé de préférence sur chant, ou un câble en acier d'au moins 95 mm² de section, noyé dans le béton de propreté des fondations du bâtiment, enrobés sur tous ses cotés d'une épaisseur de béton d'au moins 3 cm.

- Les conducteurs reliant cette prise de terre aux conducteurs de protection doivent être constitués de ronds lisses pour béton armé d'au moins 50 mm² de section, enrobés dans le béton de construction. Ces conducteurs doivent être soudés aux feuillards constituant la prise de terre décrite ci avant.

- Les armatures des éléments en béton armé (poteaux, voiles poutres et planchers) doivent être reliées à la prise de terre ou aux conducteurs de protection en autant de points que possible. Ces liaisons peuvent être effectuées par des ligatures. Par contre 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.

REMARQUE :

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

2 REALISATION DE LA PRISE DE TERRE

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.

La résistivité du terrain varie d'un point à un autre, suivant :

La profondeur.

Le taux d'humidité.

La température.

Le gel, la sécheresse augmentent la résistivité des terrains et leur effet peut se faire sentir jusqu'à plus de 2 m de profondeur. En conséquence on doit établir les prises de terre de préférence dans les fonds de fouilles des bâtiments ou dans les caves et de toute façon en des endroits abrités de la sécheresse et du gel.

Les prises de terre doivent être tenues à distance des dépôts ou infiltrations pouvant les corroder (fumier, purin, produits chimiques, coke, ...)

Dossier technique

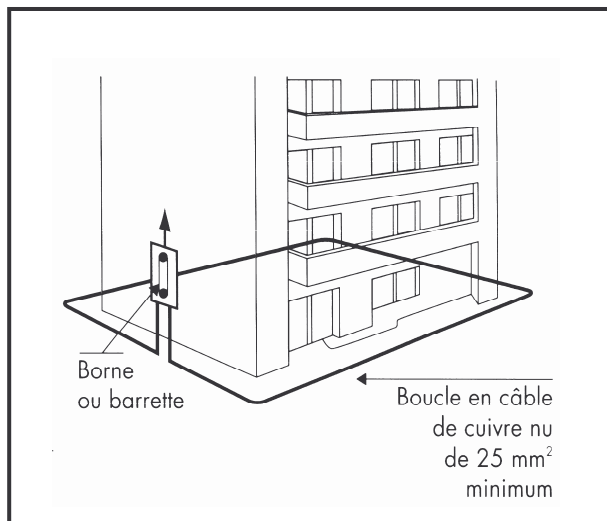
Elles ne doivent jamais être constituées de pièces métalliques plongées dans l'eau ni établies dans des pièces d'eau ou des rivières (médiocre conductivité de l'eau, risque d'assèchement, danger pour les personnes entrant en contact avec l'eau au moment d'un défaut).

EXEMPLES DE REALISATION

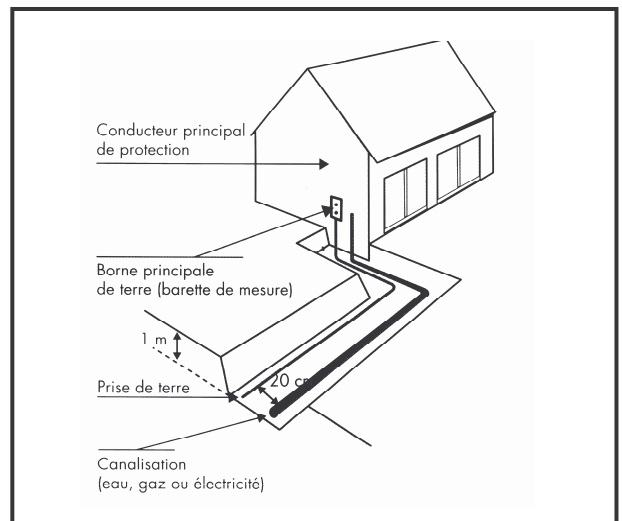
Conducteurs enfouis :

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

Boucle à fond de fouilles

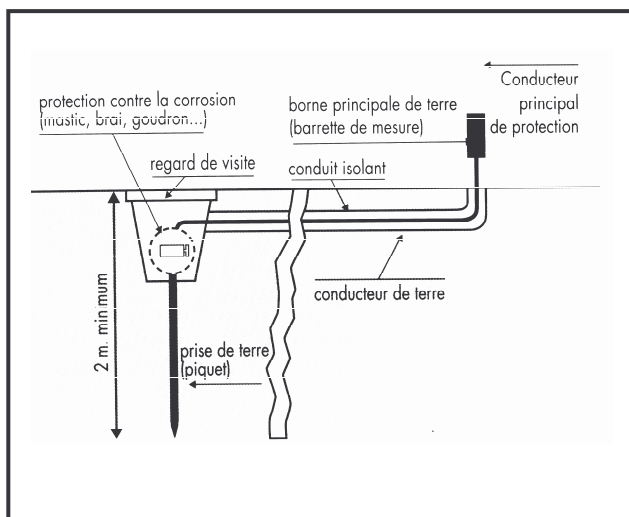


Conducteur en tranchées



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

Conducteurs verticaux (piquet)



Autres solutions

Plaques minces enterrées :

En pratique, on utilise des plaques rectangulaires de 0,5 m *1 ou des plaques carrées de 1m de côté, enfouies verticalement pour un meilleur contact des deux faces avec le sol, 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 qu'il convient d'incorporer à la liaison équipotentielle principale

Dossier technique

CALCUL DE LA RESISTANCE DE PRISE DE TERRE:

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

RESISTIVITE DES TERRAINS

NATURE DU TERRAIN	RÉSISTIVITÉ (en Ω/m)
Terrains marécageux	de quelques unités à 30
Limon	20 à 100
Humus	10 à 150
Tourbe humide	5 à 100
Argile plastique	50
Marnes et argiles compactes	100 à 200
Marnes du jurassique	30 à 40
Sable argileux	50 à 500
Sable siliceux	200 à 3000
Sol pierreux nu	1500 à 3000
Sol 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
NATURE DU TERRAIN	VALEUR MOYENNE DE LA RÉSISTIVITÉ (en Ω/m)
Terrains arables gras, remblais compacts humides	50
Terrains arables maigres, gravier, remblais grossiers	500
Sols pierreux nus, sable sec, roches imperméables	3000