

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 32672 B1

(51) Cl. internationale :
**G01R 27/20; G01V 3/02;
H02B 1/16; H01R 4/66**

(43) Date de publication :
02.10.2011

(21) N° Dépôt :
32686

(22) Date de Dépôt :
11.03.2010

(71) Demandeur(s) :
UNIVERSITE HASSAN II CASABLANCA, 19, Rue Tarik Ibnou Ziad Casablanca (MA)

(72) Inventeur(s) :
AHMED HASSINI ; ABDELKHALEK CHARIFI

(74) Mandataire :
ABDELKHALEK CHARIFI

(54) Titre : **Méthode d'amélioration de la valeur de résistance de prise de terre quelque soit la nature du sol.**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ D'AMÉLIORATION DE LA VALEUR DE PRISE DE TERRE DANS LAQUELLE, ON UTILISE UNE MÉTHODE COMPRENANT QUATRE ÉTAPES TRÈS IMPORTANTES POUR RENDRE LA VALEUR DE LA PRISE DE TERRE AUSSI FAIBLE QUE POSSIBLE. L'INVENTION EST APPLICABLE À LA PROTECTION DES DISTRIBUTIONS DES RÉSEAUX PUBLICS OU CLIENTS (MT/BT) OU DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET DES MACHINES ÉLECTRIQUES.

Abrégé

L'invention concerne un Procédé d'amélioration de la valeur de prise de terre dans laquelle, on utilise une méthode comprenant quatre étapes très importantes pour rendre la valeur de la prise de terre aussi faible que possible.

L'invention est applicable à la protection des distributions des réseaux publics ou clients (MT/BT) ou distribution d'énergie électrique et des machines électriques.

32672

03 OCT 2017

INTRODUCTION

La présente invention décrit une méthode pour améliorer la valeur de la résistance de prise de terre quelle que soit la nature du sol, pour assurer tout d'abord une fonction de sécurité par rapport aux risques d'électrisation en cas de défaut d'isolement.

Les nombreuses utilisations de l'électricité sous différentes formes mécanique (machinerie, appareils de ménage), thermique (chauffage), lumineuse (éclairage) et autres entraînent inévitablement à des accidents même si une mise à la terre a été prévue dans l'installation, qui dans la plupart des cas est insuffisante.

Les carcasses métalliques des appareils électriques doivent être connectées à la terre (sauf s'ils sont de classe II, c'est-à-dire à double isolement) pour permettre l'écoulement des courants électriques accidentels en cas de contact des conducteurs de phase avec la structure métallique.

Des vies humaines qui disparaissent sous l'effet de choc électrique ou électrocution même par un simple contact d'une machine ou un robinet dans la salle de bain.

L'économie sera réalisée par les sociétés d'assurance l'industrie etc... en prenant un peu plus de précaution dans la réalisation d'une prise de terre qui est souvent négligée.

Le présent document se compose de trois parties :

Un paragraphe est réservé à un bref rappel des méthodes existantes

Une seconde partie qui décrit la base théorique et la méthode mise en œuvre

Une dernière partie qui montre par des applications concrètes sur des sites réels la pertinence de la méthode.

TECHNIQUES EXISTANTES

On connaît deux techniques pour réaliser une prise de terre utilisant :

1/ des piquets verticaux PV

2/ fond de fouille horizontale FH.

D'un côté la première technique repose sur la prise de terre qui est réalisée avec un ou plusieurs piquets enfoncés verticalement au dessous du niveau permanent d'humidité à une profondeur minimale de 1,5m. Les piquets peuvent être en acier galvanisé d'au moins 60mm de diamètre ou des barres en cuivre d'au moins 15mm de diamètre.

Lorsque plusieurs piquets verticaux sont disposés pour améliorer la résistance de la prise de terre, la distance séparant deux piquets doit être au moins égale à deux fois la profondeur de chaque piquet.

Cette technique est très répandue et présente des inconvénients importants suivants :

- le piquet de terre est enterré arbitrairement au niveau du sol sans connaître la résistivité des couches du sol existant.

-la température extérieure permet d'augmenter la valeur de la résistance de prise de terre en cas de sécheresse.

-la mauvaise étude de la forme et la dimension de la prise de terre (piquet) prédominent passivement sur la résistance de la prise de terre.

-le piquet est en métal tel que l'acier traité superficiellement notamment par galvanisation présente un risque d'arrachement de la couche traitée lors de l'enfoncement par battu du piquet c'est à dire la protection contre la corrosion susceptible de réduire sa conductivité.

De l'autre côté la deuxième technique FH portant sur le fond de fouille horizontalement est disposée de deux manières :

-En boucle de fond de fouille, cette solution est rarement possible en habitat existant sauf en cas d'extension.

-En tranchée horizontale à l'occasion de l'alimentation du local : les conducteurs sont alors enterrés à environ une profondeur comprise entre 60cm et 1m ne pas remplir la tranchée avec des cailloux ou mâchefer, mais plutôt, avec la terre pour améliorer la conductivité du terrain.

Cette technique présente en particulier les 3 inconvénients suivants :

- la profondeur qui est définie dans cette technique entre 60cm et 1m ce qui ne permet toujours pas de trouver une très faible résistivité du terrain.
- l'augmentation de la température augmente la valeur de la résistance de prise de terre.
- l'application de cette technique doit être réalisée avant toute construction d'un édifice. Si la valeur de la résistance de la prise de terre n'est plus conforme à la norme, il devient alors difficile de remettre en ordre ou de l'améliorer à cause du principe même de cette technique qui repose sur l'enfouissement de la prise de terre dans le chaînage de base de la construction.

TECHNIQUE PROPOSEE

Pour résoudre ces problèmes de mise à la terre qui surgissent avec le temps dans les deux méthodes, notre invention apporte une solution aux inconvénients précités. Cette nouvelle technique propose une méthodologie qui permet d'organiser les étapes nécessaires pour avoir une résistance de prise de terre la plus faible possible. En particulier son efficacité reste pertinente quand cette méthode est appliquée en toute saison.

Selon une nouvelle caractéristique de cette méthode qui conforme à l'invention d'amélioration la résistance de terre permet de déterminer la relation entre la tension de terre V_E et la valeur du courant circulant dans la terre.

La configuration de la prise de terre détermine la répartition du potentiel à la surface du sol, qui représente la circulation du courant dans la terre et la distribution du potentiel à la surface du sol.

A la lecture de la description explicative et d'autres détails qui vont suivre, la méthode sera mieux assimilée ainsi que les conséquences et les avantages de celle-ci qui apparaîtront plus clairement en se reportant aux figures schématiques données qui illustrent divers modes de réalisation spécifiques:

La figure Fig.1 représente la technique de mesure de la résistance de prise de terre par la méthode du courant pulsé.

Les figures Fig.2, Fig.3 et Fig.4 montrent la variation de la résistance de prise de terre en fonction de la profondeur dans différents sites (site I, site II et site III)

La figure Fig.5 montre le schéma descriptif de l'installation du câble de prise de terre.

Dans un mode de réalisation préféré le procédé selon l'invention consiste en les étapes suivantes :

1^{ère} étape comportant la figure Fig.1 qui représente la détermination de la profondeur pour trouver la résistance de prise de terre R_E plus faible ce qui est indiqué par (b) au niveau des couches du même terrain en utilisant la méthode de Wenner. Cette technique qui consiste à planter quatre électrodes disposées en ligne sur le sol et équidistants d'une longueur a . Entre les deux électrodes extrêmes E et H, on injecte un courant de mesure I_E grâce à un générateur de courant. Entre les deux électrodes centrales S et ES, on mesure la d.d.p. V à l'aide d'un voltmètre.

L'appareil de mesure utilisé est un ohmmètre de terre classique permettant l'injection d'un courant connu et la mesure de d.d.p. V en volt.

La valeur de la résistance lue sur l'ohmmètre $R_{Lue} = V/I_E$ (Equ.1) permet de calculer la résistivité par la formule suivante $\rho = 2a \pi R_{Lue}$ (Equ.2)

où ρ est la résistivité du sol en (ohm.m), a la base de mesure en (m) et (R_{Lue}) la valeur de la résistance lue (en ohm) sur l'ohmmètre de terre.

Au niveau de cette étape, les mesures de la résistivité ont été réalisées sur des sols de sites différents pour avoir la variation de la résistance lue et la résistivité des sols en fonction de la profondeur.

Les figures Fig.2, Fig.3 et Fig.4 indiquent la variation de la résistance lue R_{Lue} sur l'appareil en fonction de la profondeur a du terrain aux site I, site II et site III respectivement.

Selon cet effet, on cherche à ce que la résistivité soit la plus faible que possible dans les couches disponibles au niveau du terrain et de déterminer la profondeur qui est incontournable pour enterrer la prise de terre Fig.5(c), on en déduit que la meilleure valeur trouvée sur le terrain du site I Fig.2 exprimé par le couple suivant ($R_{lue} = 0,57\text{ohm}$, $a=1\text{m}$). Notons que la variation croissante avec la

profondeur de la résistivité ; celle-ci est généralement provoquée par une réduction de la teneur en eau.

Afin d'éviter un tel inconvénient il est nécessaire de placer la partie active du dispositif à une profondeur suffisante pour éviter le dessèchement du milieu en période de sécheresse. Cette profondeur varie en fonction de la nature du sol et du taux d'humidité de la région considérée.

Quelques résultats pratiques : Fig.3 et Fig.4 sur des terrains des sites II et III dans lesquels on trouve respectivement la meilleure valeur des couples suivants ($R_{lue}=0,8\text{ohm}$, $a=2\text{m}$), et ($R_{lue}=0,4\text{ohm}$, $a=3\text{m}$).

2^{ème} étape. Cette étape permet de déterminer la résistance de terre R_E indiquée par Fig.1(b) au niveau des électrodes du milieu selon la profondeur comme indiqué sur les figures précédentes (Fig.2, Fig.3 et Fig.4). Cette étape se basant sur le potentiel d'un point situé à la distance r du milieu des deux électrodes de terre dont le courant circulant I_E peut être exprimé par l'équation suivante

$R_E = \rho / 2\pi r$ (Equ.3) où V_E est le potentiel de terre et R_E la résistance de terre, sachant que le courant qui circule sur une surface de la terre est hémisphérique (selon la méthode de Wenner). Le courant de défaut doit circuler dans un conducteur en cuivre (f) Fig.5 de longueur L indiqué par (h) Fig.5 vers la terre au lieu de conserver la position horizontale sous la surface du terrain Fig.1 (méthode de Wenner).

Cette modification permet de rendre l'équation précédente comme suit $R_E = \sigma \rho / L$ (Equ.4) où σ est une constante qui est déterminée expérimentalement et dépendant de la nature des couches géologiques du terrain et L est la longueur du conducteur en cuivre qui sera enfoui dans le sol (indiquée par h sur Fig.5) et ρ est la résistivité trouvée précédemment au niveau des figures (2 ou 3 ou 4).

Caractéristiques du conducteur

3^{ème} étape : Selon la troisième étape, une autre caractéristique de l'invention Fig.5 dans laquelle on utilise un conducteur en cuivre de section 29mm^2 selon la norme NFC 15-100 qui stipule que la section doit être strictement supérieure à 25mm^2 , une partie doit être acheminée horizontalement et reliée à une barrette de mesure ou barrette de terre Fig.5 (m) ou un bornier de terre d'une machine électrique ou sur les barrettes de terre (neutre du transformateur, masse du transformateur et masse d'utilisation).

Au niveau du poste de distribution, public ou privé, dont le rôle du conducteur du Neutre est de conduire le courant de défaut, ou courant de fuite, vers la terre à une profondeur adéquate préalablement déterminée qui doit être enterré au niveau du sol étudié (c). L'entourage de la partie du câble (g) enfouie est remplie par des éléments comme le chlorure de sodium et le charbon favorisant le contact avec des éléments minéraux de la terre et de rendre la terre plus humide dans son voisinage selon la profondeur trouvée, (exemple de la figure Fig.3, correspondant à une résistivité adéquate de la couche du terrain).

L'utilisation d'un câble en cuivre de section 29mm^2 (f) est seulement pour éviter toute étude de dimensionnement qui risquerait d'affecter sa résistance de prise de terre et d'assurer une meilleure continuité des courants de fuites vers la terre. On utilise le même métal, en cuivre, sous la forme d'une lame pour augmenter la surface de contact. Donc on utilise un conducteur en cuivre de section 29mm^2 qui doit être protégé contre la corrosion susceptible de réduire sa conductibilité, en utilisant un chromage de la surface extérieure (f) sur toute la longueur de la lame indiqué par (h) sur Fig.5. mais une lame plaquée or est préconisée pour éviter toute dégradation de cette surface.

4^{ème} Etape : Disposition et conditionnement du conducteur dans la terre

Au lieu d'utiliser une boucle qui créera un champ magnétique et qui influencerait la valeur de la prise de terre (valeur non conforme aux exigences normatives, le conducteur est enterré normalement comme dans la première méthode à 60 cm. Cette profondeur permet de jouer un rôle très important lors des précipitations, rendant la terre plus humide et par conséquent minimiser la résistance de prise de terre.

Au delà de cette profondeur (60cm), la disposition de la partie restante de la longueur du conducteur, qui va être enfoui dans la terre doit être sous forme de guirlande (d) Fig.5 afin d'utiliser toute la longueur calculée auparavant.

La partie horizontale de ce conducteur est protégé par un conduit (k) pour assurer la protection mécanique de ce conducteur.

L'utilisation des colliers en plastique au niveau des anses (e) Fig.5 permet de maintenir figée la forme de guirlande du conducteur enfoui dans le sol.

Toute la longueur du conducteur est enrobée dans une gaine semi poreuse pour retenir le mélange de chlorure de sodium et charbon afin de favoriser l'humidité nécessaire à une bonne conduction.

La lame de cuivre plaquée or, ou tout autre métal, peut supporter l'agressivité des éléments chimiques de l'enrobage et ceux présents dans le sol afin d'assurer une meilleure conductivité des courants de défauts ou de fuites vers la terre.

Revendications

1/ Procédé de mesure de la résistance de prise de terre la plus faible possible, en utilisant la méthode de Wenner par impulsion électrique, caractérisé en ce que l'on utilise une cinquième borne de mesure en respectant les étapes suivantes :

- Mesure de la résistance la plus faible sur la 5^{ème} borne
- Calcul de la longueur du conducteur nécessaire
- Spécification des caractéristiques du conducteur
- Disposition et conditionnement du conducteur dans la terre

2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cinquième borne est une borne centrale permettant d'avoir une valeur sans fluctuations....

3/ Procédé selon la revendication 1 et 2 caractérisé en ce qu'on détermine la résistance de la prise de terre au niveau de la 5^{ème} borne entre les électrodes (ES et S) Fig.1 par le forage jusqu'à une profondeur donnant une résistance la plus faible possible permettant d'en déduire la résistivité.

4/ Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que l'on calcule la longueur du conducteur à enterrer.

5/ Procédé selon la revendication 4 caractérisé en ce que Le conducteur est en cuivre de section 29 mm² dont le rôle est de conduire le courant de défaut dans la terre (c) Fig.5.

6/ Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le conducteur peut être une lame de section 29 mm² en cuivre (f) Fig(5) permet de conduire le courant de défaut et de servir de prise dans la terre (c) Fig.5.

7/ Procédé, selon la revendication 3, caractérisé en ce que la prise de terre se fait en deux parties, une partie horizontale près du sol à une distance de 60 cm Fig.5. où le conducteur est disposé horizontalement et l'acheminement de ce câble est conduit vers la borne de terre ou le répartiteur de terre(m) et qui est protégé mécaniquement par une gaine (k), la seconde partie de ce conducteur est enterrée jusqu'à la profondeur calculée selon la revendication 1, cette partie est considérée comme la vraie prise de terre (c).

8/ Procédé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que toute la longueur du conducteur (h) Fig.5 est protégé contre la corrosion par une couche mince externe sur ce conducteur par un métal anticorrosif.

9/ Procédé, selon la revendication 8, caractérisé en ce que la lame de cuivre est plaquée or ou tout autre métal supportant l'agressivité des éléments chimiques présents dans le sol afin d'assurer une meilleure conductibilité des courants de défauts ou de fuites vers la terre.

10/ Procédé, selon la revendication 8, caractérisé en ce que la partie de ce conducteur en cuivre de 29 mm²(c) Fig.5 considérée comme une prise de terre doit être entourée par des éléments chimiques qui faciliteront les contacts avec des éléments minéraux de la terre.

11/ Procédé, selon les revendications 6 et 7, caractérisé en ce que la répartition est sous forme de guirlande (d) Fig.5 dont l'objectif est d'éviter les boucles qui créeraient un champ magnétique influençant la valeur de la résistance de terre

12/ Procédé, selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'on utilise des colliers en plastique au niveau des anses (e) Fig.5 pour maintenir la forme de guirlande du conducteur.

13/ Procédé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on entoure le conducteur par une gaine semi poreuse pour conserver les produits chimiques utilisés tels que (chlorure de sodium et le charbon) permettant de rendre la terre humide (g) Fig.5, au voisinage dudit conducteur

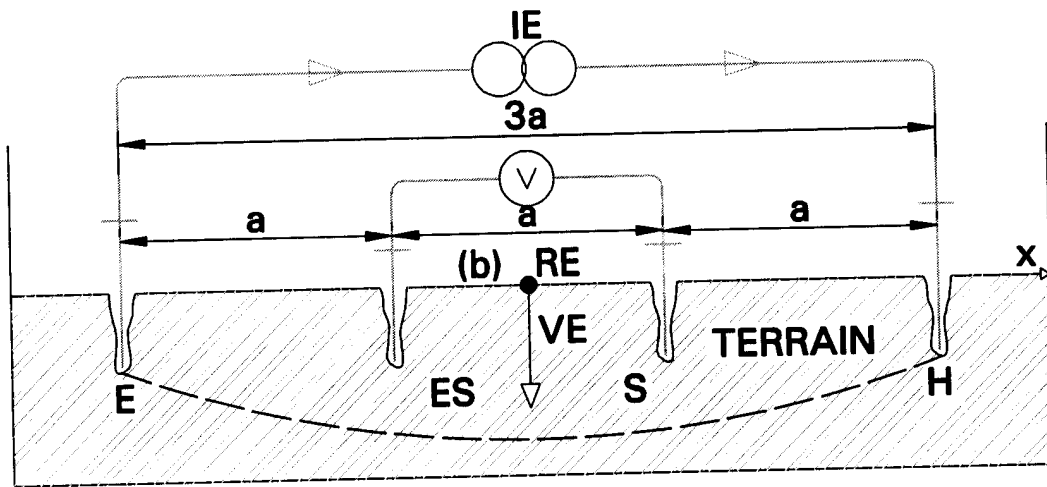


FIG-1-

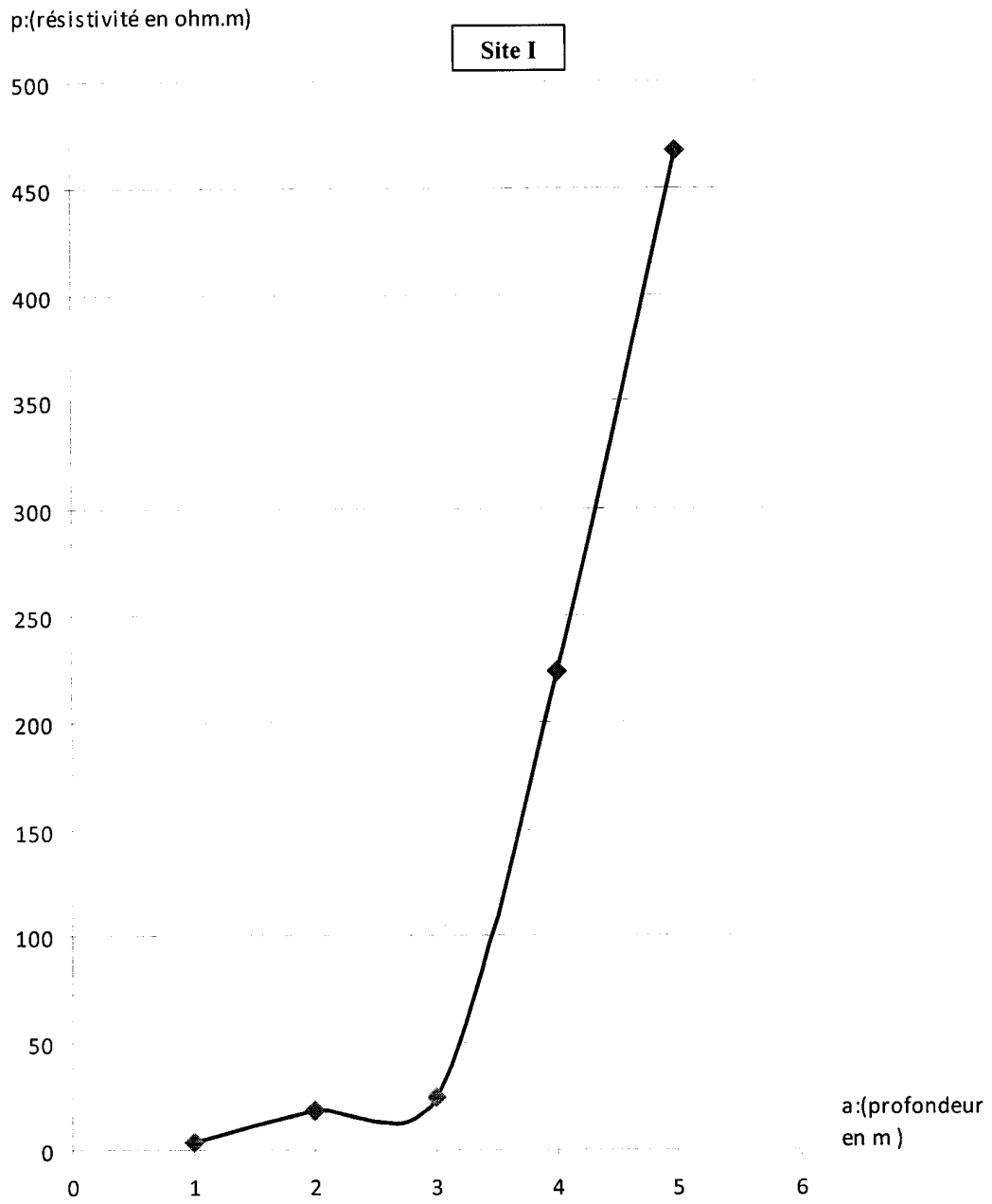


Fig.2

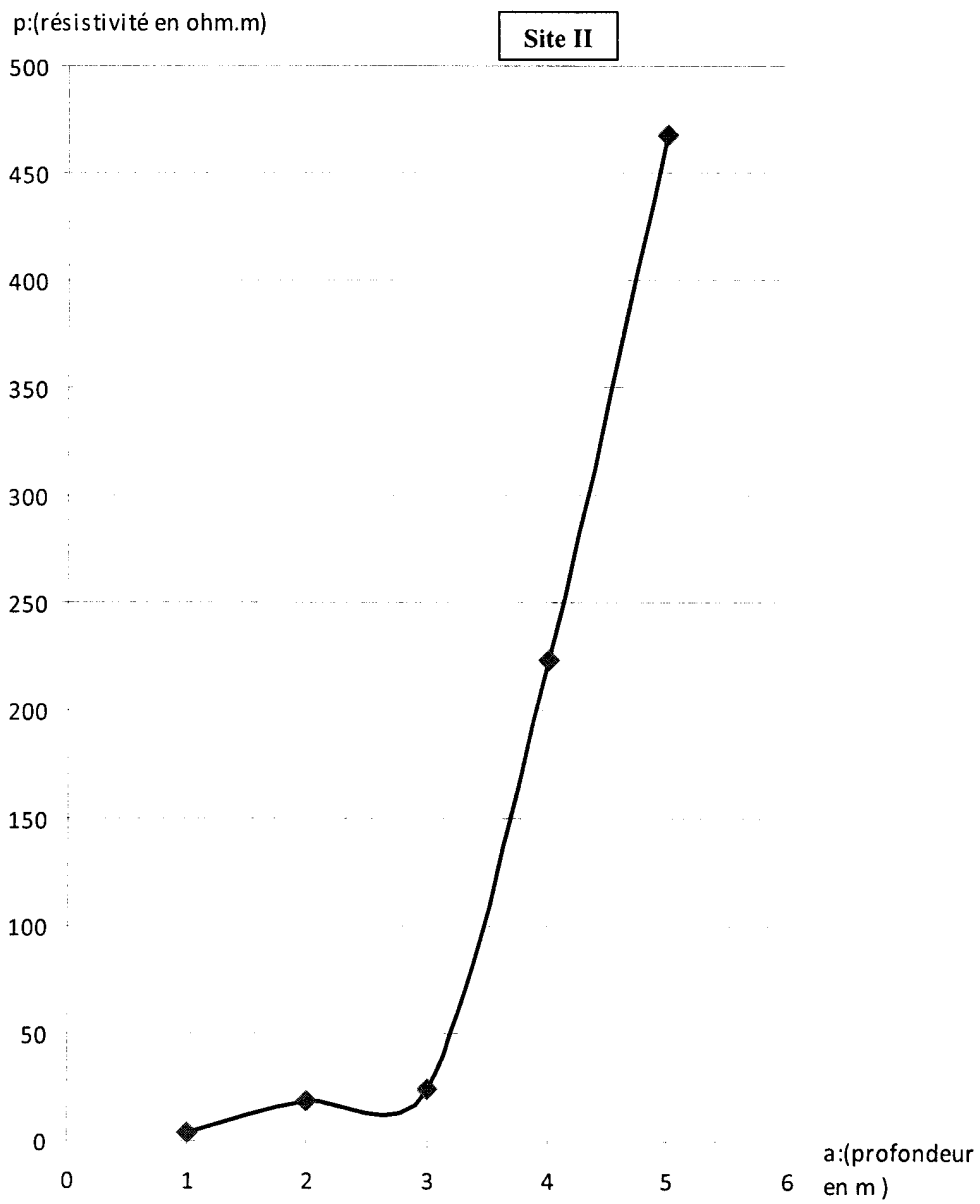


Fig.3

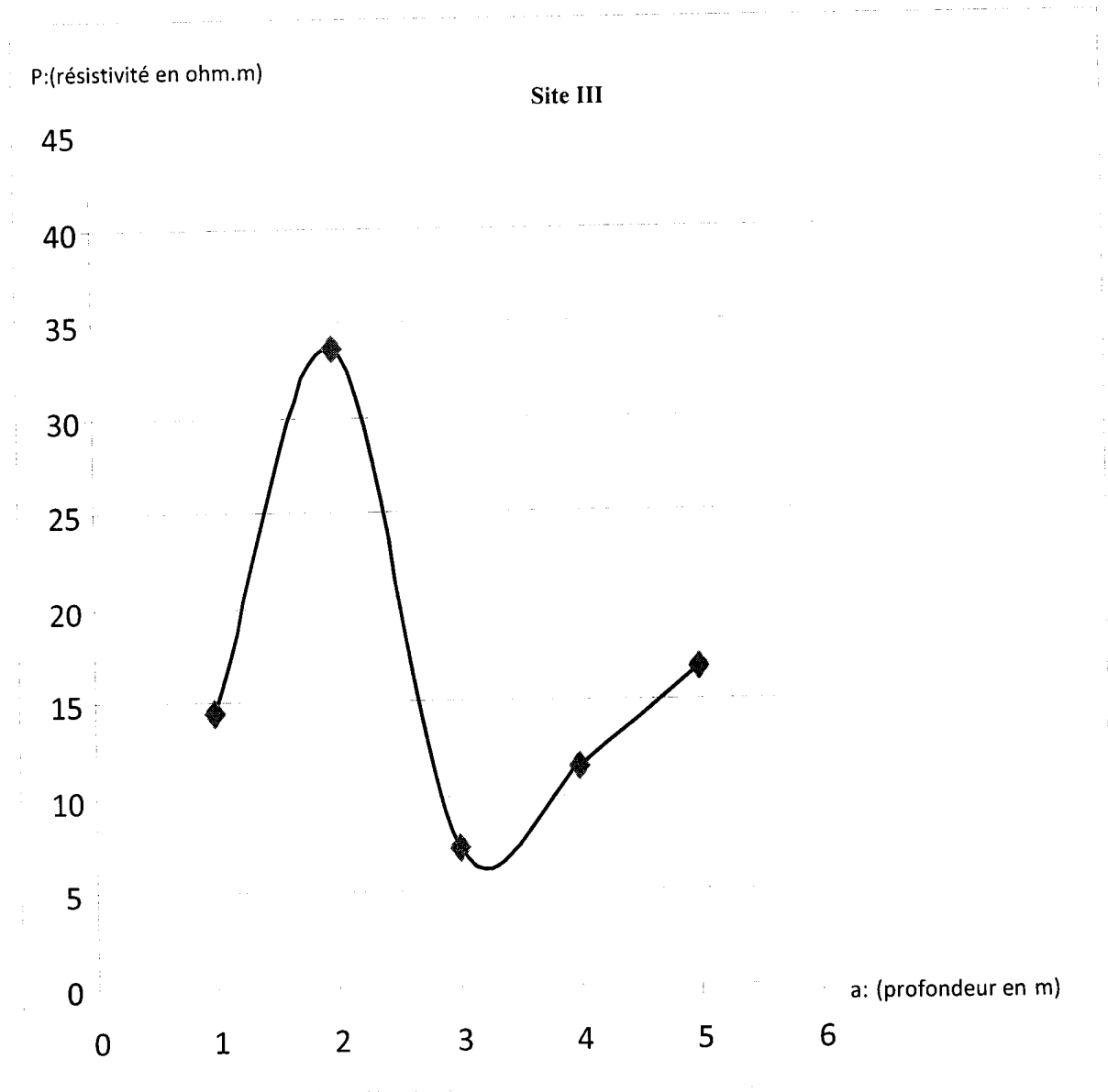


Fig.4

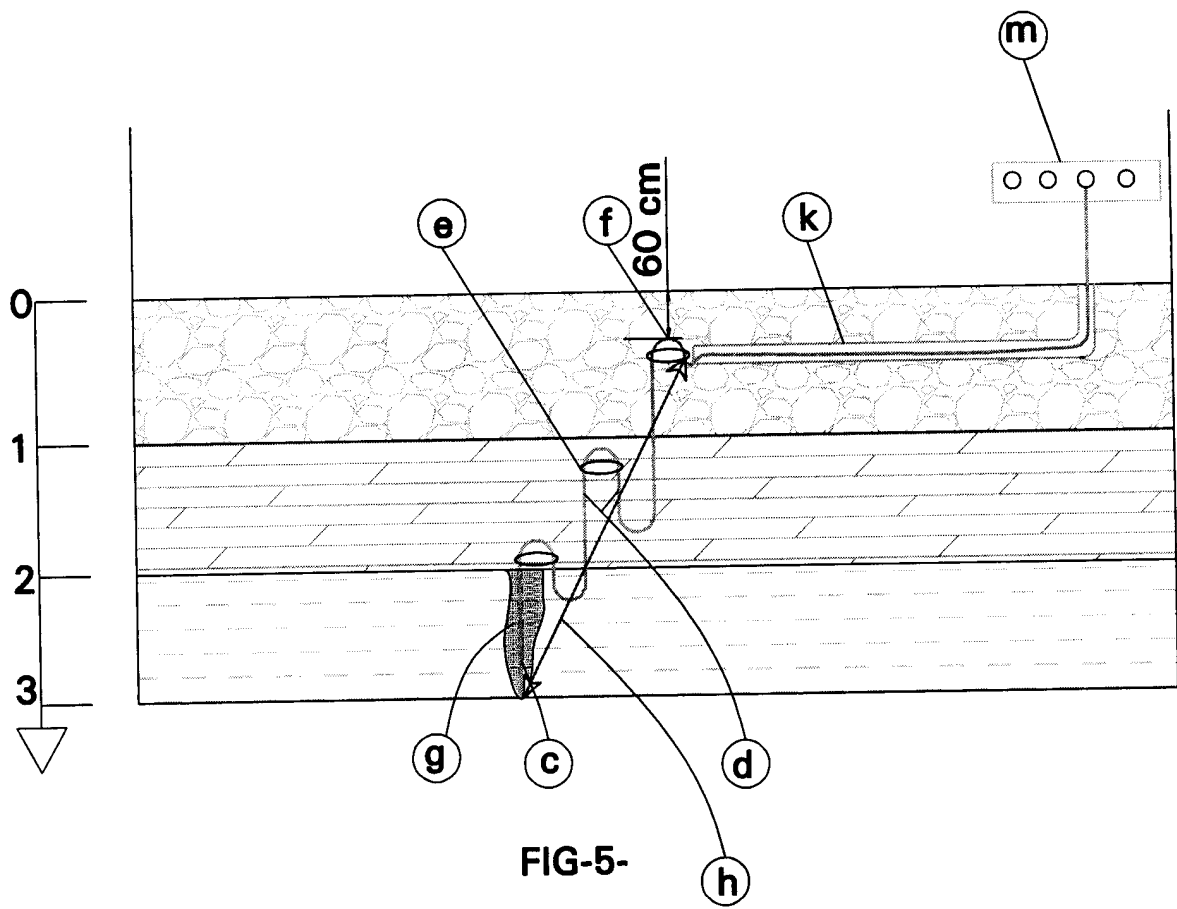


FIG-5-