

A.3. Étude de la protection d'une installation :

La carcasse métallique d'un appareil d'utilisation domestique comporte une « phase » à 230 V et un « neutre » à 0 V destinés au circuit d'alimentation. La carcasse est également reliée par un fil à la « terre » afin de protéger l'utilisateur. En cas de défaut d'isolement de l'appareil, l'utilisateur au contact de la carcasse est soumis au potentiel du réseau ; sa protection n'est pas assurée. L'absence de « terre » sur l'appareil d'utilisation ne permet pas l'écoulement du courant de défaut : seul un disjoncteur différentiel de 30 mA permettra à la personne d'éviter l'électrocution.

Si une installation monophasée présente un défaut d'isolement, le courant d'intensité efficace I qui entre dans la machine est différent du courant qui en ressort, d'intensité efficace $I - I_F$. Le courant de fuite d'intensité efficace I_F passe à la terre via la personne dont la résistance électrique globale est notée R_0 (figure 2). Le disjoncteur coupe le courant si l'intensité efficace atteint la valeur seuil $I_{Fseuil} = 30 \text{ mA}$, valeur pour laquelle il y a risque de tétanisation des muscles.

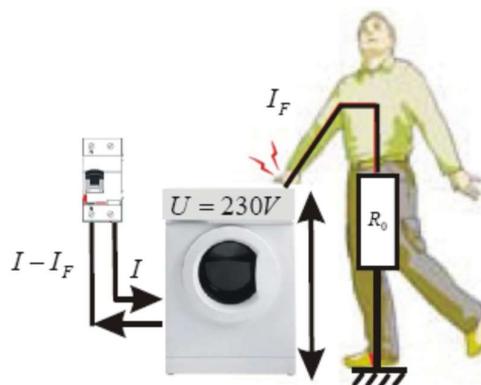


figure 2 : Courant de fuite en l'absence de « terre » sur l'appareil.

A.3.2. On peut modéliser le corps humain selon le schéma électrique représenté sur la figure 3.

Données : $R_1 = 460 \ \Omega$, $R_2 = 80 \ \Omega$, $R_3 = 125 \ \Omega$, $R_4 = 15 \ \Omega$, $R_5 = 840 \ \Omega$.

- a) Comment peut-on justifier la valeur élevée des résistances bras – jambe et la faible valeur de R_4 ?
- b) Déterminer l'intensité efficace du courant traversant le corps humain lorsque :
 - les deux mains tiennent les deux pôles d'une prise 230 V et les chaussures sont isolantes ;
 - une main tient une phase 230 V et les pieds nus par terre ;
 - les deux mains tiennent les rails d'un train de modélisme (16 V)
- c) Pourquoi les oiseaux peuvent-ils se poser sur les fils haute tension sans s'électrocuter ?

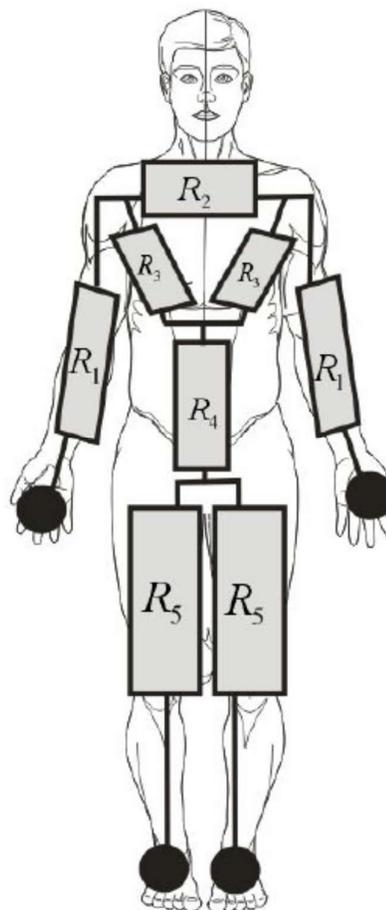


figure 3 : Modèle électrique du corps humain

Afin de protéger une installation, on ajoute un fil de terre (jaune et vert) relié à une tige très conductrice de forme cylindrique plantée sur une longueur L dans le sol, de rayon r_T et terminée par une extrémité hémisphérique. Le dispositif de la tige dans la terre est représenté sur la **figure 4**.

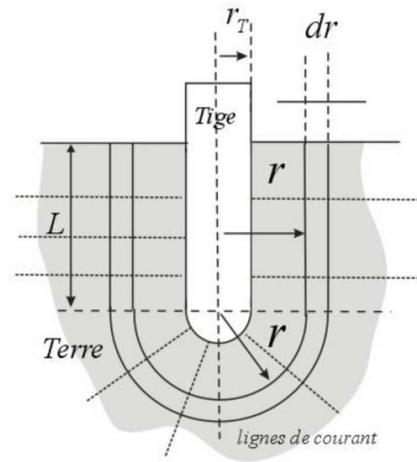


figure 4 : Aspects géométriques de l'implantation d'une tige dans le sol

**** On saute quelques questions hors programme de première année****

A.3.4 Le code de l'électricité demande que la résistance de mise à la terre soit inférieure à 25Ω . La solution consiste à placer plusieurs tiges en parallèle selon le schéma représenté sur la **figure 5.a**. À cette disposition est associé un schéma électrique équivalent représenté sur la **figure 5.b**. R_1 est la résistance d'un câble de diamètre $D = 8 \text{ mm}$ et de conductivité $\sigma = 6.10^7 \text{ S.m}^{-1}$. R_2 est la résistance du sol. On prendra $R_2 = 30 \Omega$. La distance entre deux tiges voisines est $d = 5 \text{ m}$.

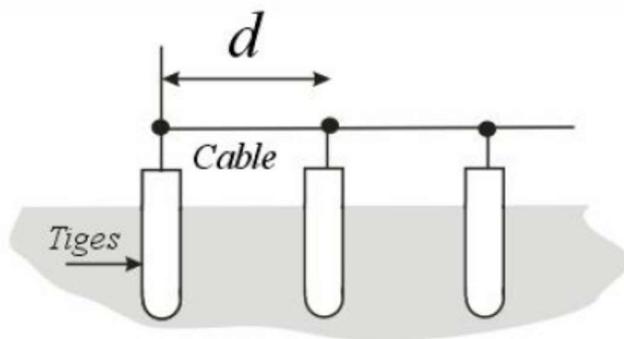


figure 5.a : Dispositif de mise à la terre

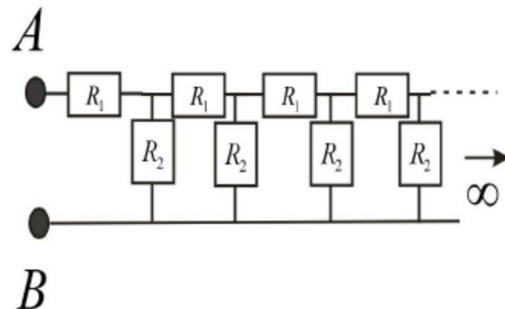


figure 5.b : Schéma électrique équivalent de la mise à la terre

~~a) Calculer la valeur de la résistance R_1 . Comparer cette valeur à celle de R_2 .~~

b) R_n est la résistance de n blocs (R_1, R_2) dans la **figure 5.b**.

Déterminer la relation de récurrence entre R_n et R_{n+1} .

c) Lorsque n tend vers l'infini, la résistance entre A et B tend vers une limite finie. Déterminer l'expression de cette limite en fonction de R_1 et R_2 .

d) Simplifier l'expression compte-tenu de la remarque du a).

e) Effectuer l'application numérique et proposer un commentaire.