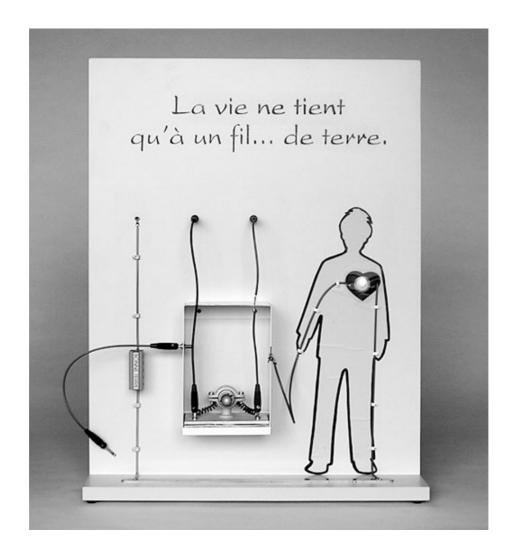
La vie ne tient qu'à un fil

ED 2200 44111



Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique de l'Enseignement de la Communauté française

AVANT-PROPOS

Dans le domaine de la sécurité électrique, il nous a semblé important de faire comprendre le rôle de la mise à la terre pour diminuer le risque d'électrocution. Le danger d'électrocution est réel puisqu'un courant d'intensité comprise entre 10 et 20 mA traversant le corps est capable de provoquer la paralysie de certains muscles et d'empêcher un individu de lâcher un conducteur sous tension. Un courant de 18 mA environ peut entraîner la contraction des muscles de la cage thoracique et provoquer l'arrêt de la respiration.

C'est la raison pour laquelle nous avons réalisé un panneau entièrement consacré à ce sujet bien que, dans les installations domestiques récentes, un différentiel (soit disjoncteur, soit interrupteur) joue un rôle de protection supplémentaire. Le rôle du différentiel, ainsi que celui du disjoncteur ou du fusible, est expliqué dans le fascicule intitulé Énergie dans la maison: alimentation, distribution, protection.

Le panneau, dont la description va suivre, est une **modélisation d'une** situation réelle. La tension alternative de 230 V présente aux bornes d'une prise de courant domestique est remplacée par une tension continue de 4,5 V. La mise à la terre est ici une mise à la «masse» constituée par une barre de laiton située à la base du panneau.

En ce qui concerne le courant de fuite, nous avons veillé à ce qu'il soit d'intensité élevée, en utilisant un fil de phase partiellement dénudé qui offre un contact franc avec la carcasse de l'appareil.

Nous avons donc délibérément simplifié les cas de figure, notre but étant de convaincre l'élève de troisième année du rôle essentiel que joue la mise à la terre.

Le professeur pourra habilement compléter l'explication du fonctionnement quand, arrivé en cinquième année, l'élève maîtrisera les notions de potentiel électrique, de chute de potentiel en bout de ligne, connaîtra la loi d'Ohm, les lois des circuits en série et en parallèle.

Il s'agit donc bien ici d'une première approche de la mise à la terre.

Paule PREUX Myriam VAN SINOY

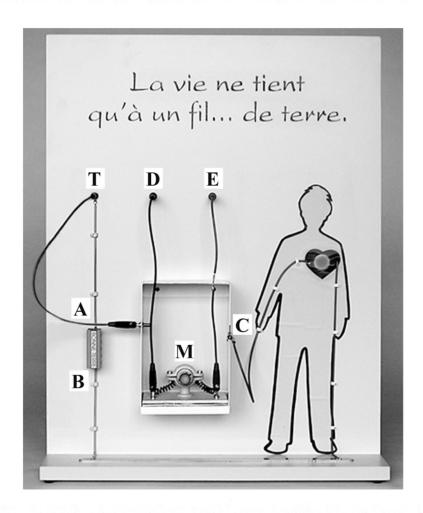
DESCRIPTION ET EXPLOITATION DU PANNEAU

La vie ne tient qu'à un fil... de terre

1. BUT

Montrer que les carcasses métalliques entourant certains appareils électriques doivent être correctement raccordées à la terre si l'on veut diminuer le risque d'électrocution.

2. DESCRIPTION DU MATÉRIEL



Un panneau de bois vertical supporte les éléments suivants:

FACE ARRIÈRE

- Une pile d'alimentation de 4,5 V et deux résistors de 22 Ω associés en série.

FACE AVANT

- **Trois douilles** D, E, T qui seront utilisées comme toute prise de courant «CEBEC» (c'est-à-dire deux bornes d'alimentation D et E + une borne «terre» T).

- **Un boîtier métallique** représentant la carcasse d'un appareil électrique (machine à laver, lave-vaisselle...).
- Un moteur CC 3 V placé à l'intérieur de cette carcasse¹.
- Un fil conducteur rouge reliant à la «terre» la main d'un personnage stylisé en passant par deux diodes électroluminescentes placées en opposition à l'endroit du cœur. De cette façon, si le corps de la personne est parcouru par un courant, quel qu'en soit le sens, une diode s'allume (signal de danger).
- Un fil conducteur jaune/vert assurant la liaison entre la douille «terre» T de la prise de courant et la «terre» elle-même lorsque les douilles A et B sont courtcircuitées.

- Quatre fils conducteurs munis de fiches bananes

- ~ un fil noir correctement isolé sur toute sa longueur
- ~ un fil rouge correctement isolé sur toute sa longueur
- un fil rouge dénudé sur une partie de sa longueur, simulant un fil en mauvais état d'isolation
- un fil jaune/vert qui sera utilisé comme fil de terre amovible pour relier la carcasse métallique à la douille «terre» T.
- Deux boîtiers contenant des cavaliers marqués BONNE TERRE² et MAUVAISE TERRE³ qui pourront s'insérer entre A et B.

3. MANIPULATION ET EXPLOITATION

Au dos du panneau, raccorder les pôles de la pile aux bornes extrêmes des résistors placés en série en utilisant quatre pinces crocodiles⁴.

Alimenter le moteur dans les cas suivants:

3.1. La carcasse n'est pas raccordée à la terre et il n'existe pas de défaut d'isolation.

Raccorder le moteur protégé à l'alimentation à l'aide de deux fils conducteurs en bon état d'isolation, un rouge et un noir. Le moteur tourne et la personne touche la carcasse en C (raccorder la pince crocodile qui symbolise sa main au boîtier métallique). La personne est-elle en danger?

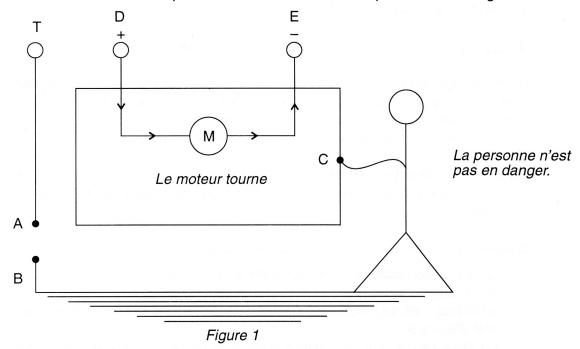
 $^{^{1}}$ Le moteur est protégé par un résistor de 8,2 Ω placé en série avec lui de façon à limiter l'intensité du courant qui le traverse.

 $^{^2}$ La «BONNE TERRE» est assurée par un fil de cuivre de résistance inférieure à 0,1 Ω .

 $^{^3}$ La «MAUVAISE TERRE» est assurée par un résistor de 470 Ω . Pour rappel, dans une installation domestique, une bonne mise à la terre présentant une résistance comprise entre 10 et 30 Ω est acceptable moyennant adjonction de différentiel. Lorsque la résistance de la mise à la terre est supérieure à 100 Ω , l'installation n'est pas conforme au RGIE (Règlement général d'installation électrique).

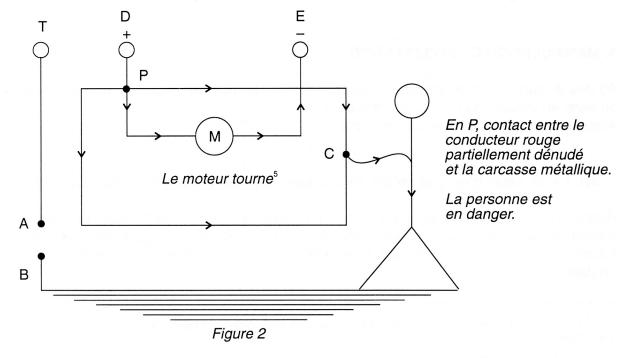
⁴ Le point milieu de cette association constituera notre «terre artificielle» car il est arbitrairement soumis à un potentiel nul par rapport aux extrémités du groupement qui, elles, sont portées à + 2,25 V et - 2,25 V.

Le schéma du circuit correspondant à cette situation est représenté sur la figure 1.



3.2. La carcasse <u>n'est pas</u> raccordée à la terre et un fil en contact avec la carcasse présente un défaut d'isolation.

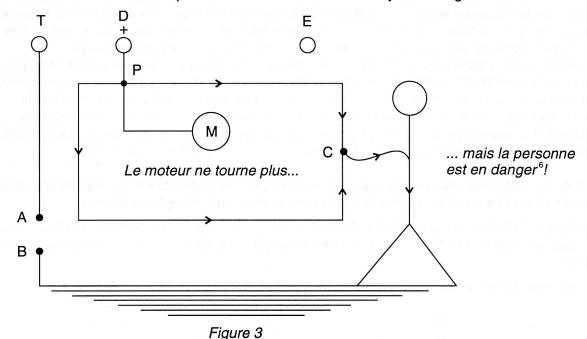
Remplacer le fil rouge correctement isolé par le fil rouge partiellement dénudé et provoquer un contact en P entre la carcasse et la partie conductrice dénudée. La personne est-elle en danger? Le schéma du circuit correspondant à cette situation est représenté sur la figure 2.



 $^{^5}$ L'intensité de courant circulant dans la personne dépend de sa résistance électrique. Celle-ci varie d'une personne à l'autre. De plus, la résistance d'un individu donné dépend de l'état de sécheresse de sa peau, de la partie du corps considérée, s'il est déjà mort ou non... Un individu se baignant dans une baignoire est en contact électrique avec la terre via les canalisations d'eau; il peut présenter une résistance aussi faible que 500 Ω . Dans ce cas, s'il pose la main sur la carcasse d'un appareil défectueux sous tension, tel que celui qui est décrit ci-dessus, il sera parcouru par un courant d'intensité $\frac{115}{500}$ = 0,23 A (ou $\frac{230}{500}$ = 0,46 A, suivant le type d'installation), ce qui lui sera fatal.

Remarque: même si le fil bien isolé est débranché, ce qui arrête le moteur, il peut y avoir danger pour la personne.

Le schéma du circuit correspondant à cette situation fait l'objet de la figure 3.

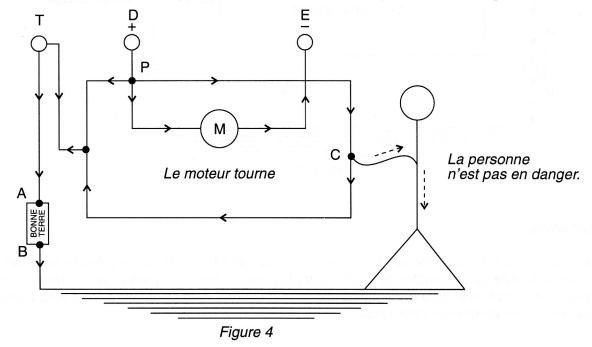


raccordée à la terre de facon c

3.3. La carcasse <u>est raccordée</u> à la terre de façon correcte et un fil en contact avec la carcasse présente un défaut d'isolation.

Reprendre le point 3.2 mais raccorder la carcasse de la machine à la douille «terre» T par l'intermédiaire du fil de terre souple. D'autre part, assurer la liaison avec la terre en court-circuitant A et B par le boîtier marqué BONNE TERRE. Y a-t-il danger pour la personne qui touche la carcasse?

Le schéma du circuit correspondant à cette situation est représenté sur la figure 4.



 $^{^{6}}$ L'intensité de courant circulant dans la personne est la même que dans le cas précédent.

3.5. La personne est isolée de la terre.

Dévisser la vis qui maintient le contact entre la barre de laiton et le fil électrique qui parcourt le corps du personnage. Intercaler une planchette de bois entre ces deux pièces de sorte que la personne soit isolée de la «terre».

Reprendre les points 3.2, 3.3 et 3.4 pour montrer que la personne n'est plus en danger.

3.6. Synthèse: rassembler les observations qui ont été faites en indiquant dans chaque case du tableau suivant les mots «danger» ou «pas de danger».

Défaut d'isolation en contact avec la carcasse Mise à la terre	absent	présent
inexistante (pas de liaison entre A et B)	, <u>4</u> "	
existante (BONNE TERRE entre A et B)		
existante mais de résistance élevée (MAUVAISE TERRE entre A et B)		

Que conclure de ce tableau? Le raccordement à la terre est-il indispensable? Quand joue-t-il son rôle protecteur? Est-il nécessaire de veiller à la qualité de ce raccordement?

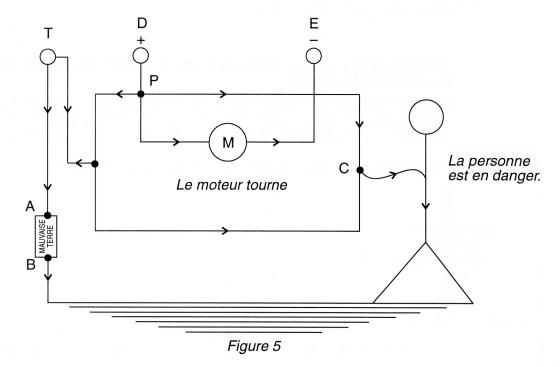
Remarque

Dans une installation domestique, lorsque le contact est franc entre le fil de phase (115 V ou 230 V selon le type d'installation) et la carcasse reliée à la terre par un conducteur de résistance faible, l'intensité du courant fuyant à la terre est généralement suffisamment grande pour provoquer la fusion du fusible ou le déclenchement du disjoncteur placé sur la ligne électrique. Dans ce cas, le circuit s'ouvrira et la personne ne sera pas en danger. Cependant, si le défaut d'isolation est tel que l'intensité du courant de fuite est insuffisante pour susciter l'ouverture du circuit (contact non franc), la personne, en touchant la carcasse qui n'est pas tout à fait au potentiel de la terre, peut subir un choc électrique plus ou moins sérieux. C'est pourquoi, dans les installations électriques récentes, on ajoute des disjoncteurs différentiels; ceux-ci se déclenchent lorsque la différence entre les intensités des courants entrant et sortant dépasse une valeur déterminée (30 mA, 100 mA ou 300 mA).

3.4. La carcasse <u>est raccordée</u> à la «terre» par un conducteur de résistance trop élevée et un fil en contact avec la carcasse présente un défaut d'isolation.

Remplacer le boîtier marqué BONNE TERRE par le boîtier marqué MAUVAISE TERRE. Dans ce cas, la jonction à la terre existe mais sa résistance est élevée⁷. La personne est-elle en danger?

Le schéma du circuit correspondant à cette situation est représenté à la figure 5.



Remarque

Le courant fuyant à la terre via le conducteur placé entre A et B est trop faible pour faire fondre le fusible ou déclencher le disjoncteur placé sur la ligne. La personne soumise à une différence de potentiel sera donc parcourue par un courant dont l'intensité sera d'autant plus grande que sa résistance sera faible.

⁷ Ce danger peut exister dans une installation domestique vétuste, par exemple lorsque les piquets de terre sont oxydés.