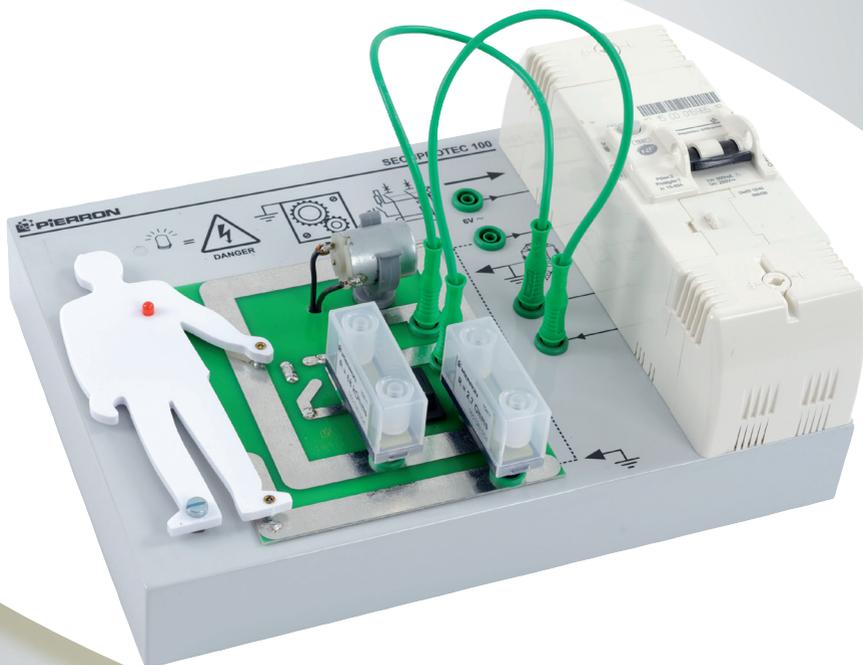




SÉCUPROTEC 100 10411

NOTICE



Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Maquette didactique présentant les rôles respectifs du disjoncteur différentiel et de la prise de terre.

Description de la manipulation : on désire alimenter le circuit électrique d'une machine et faire tourner son moteur.

Réalisation pratique : à partir du 6 V alternatif (représentant la tension secteur) on alimente un circuit dans lequel on trouve :

- Un disjoncteur différentiel
- Un moteur à courant continu (une diode redresse le courant alternatif)
- Une représentation du boîtier de la machine
- Un interrupteur Marche / Arrêt
- Une prise de terre
- Deux terres : une bonne et une mauvaise
- Deux défauts : faible et important
- Une figurine signalant «DANGER»

Dimensions : 300 x 220 x 110 mm hors tout

2 - Contenu de l'emballage

- Une maquette SÉCUPROTEC 100
- Une notice

Les organes de sécurité

Pour assurer la sécurité des habitations et des personnes, les installations électriques intérieures sont dotées d'organes de protection spéciaux. Leurs rôles consistent à ouvrir le plus rapidement possible le circuit général, s'il y a surintensité ou courant de fuite.

■ DÉFINITIONS

Surintensité

Il y a surintensité lorsque le courant a une intensité supérieure à celle prévue.

Elle peut être provoquée par deux phénomènes :

- **Une surcharge** : lorsqu'un appareil (ou plusieurs) est parcouru par un courant d'intensité supérieure à celle autorisée par l'installation, entraînant un échauffement excessif et une dégradation de l'appareillage ; un organe de sécurité doit interrompre la liaison de cette installation avec le secteur.
- **Une court-circuit** : lorsque deux conducteurs à des potentiels différents se trouvent en contact ou réunis par un conducteur très peu résistant. L'intensité du courant devient très grande. Si le courant n'est pas coupé rapidement, le dégagement excessif de chaleur, surtout à l'endroit où se produit le court-circuit, peut provoquer un incendie.

Courant de fuite

Il y a courant de fuite lorsqu'un conducteur entre en contact électrique avec la terre :

- Dû au fait d'une mauvaise isolation électrique ; l'intensité du courant de fuite, en général, reste suffisamment faible pour ne pas provoquer de danger pour les personnes.
- Dû à la mise à la terre d'un conducteur de phase par l'intermédiaire :
 - soit d'un appareil dans lequel un défaut franc se manifeste,
 - soit d'une personne ne suivant pas les prescriptions réglementaires d'utilisation.

■ DIFFÉRENTS ORGANES DE SÉCURITÉ

- **Le coupe-circuit fusible** : il assure seulement la protection contre les surcharges.

- **Le disjoncteur**

Le disjoncteur est un interrupteur automatique commandé soit par :

- une surintensité
- un courant de fuite
- une surtension

Le disjoncteur ne se détériore pas lors de son fonctionnement.

Après élimination du défaut qui a provoqué son déclenchement, il suffit de ré-enclencher le disjoncteur pour fermer le circuit et l'utiliser à nouveau.

Avantages de ces appareils :

- Ils peuvent être utilisés comme organe de coupure.
- Ils assurent une protection simultanée sur les trois phases.
- Avec le même appareil, on a le choix entre plusieurs intensités de coupure.

Leurs caractéristiques essentielles sont :

- La tension nominale (ou tension d'utilisation).
- L'intensité nominale (en usage normal).
- Le pouvoir de coupure qui exprime l'intensité maximale que les disjoncteurs peuvent couper, en cas de défaut, sans être détériorés.
- Le calibre (gamme de réglage d'intensité de coupure).

Les disjoncteurs sont de trois types. Associés en série dans un même appareil, ils assurent trois fonctions différentes :

- **Le disjoncteur thermique** assure une protection contre les faibles surintensités. L'échauffement anormal d'un bilame traversé par le courant du circuit provoque la coupure. Mais il agit en retard, car la surintensité peut être transitoire.

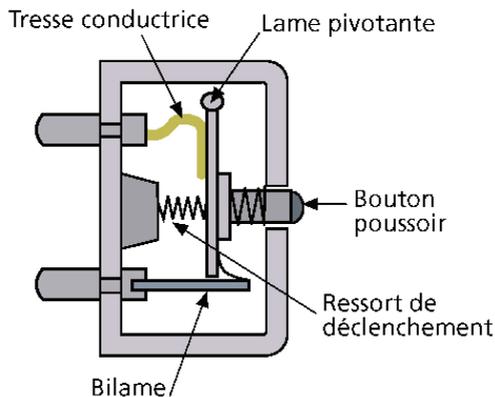


Figure 1 : Disjoncteur à bilame

- **Le disjoncteur magnétique** protège contre les fortes surintensités qui doivent être éliminées rapidement. Le courant agit par ses effets magnétiques. Il traverse la bobine d'un électroaimant réglé de façon à attirer une armature qui commande le déclenchement du disjoncteur que si l'intensité dépasse une certaine valeur. Celui-ci provoque la coupure très rapidement, le déclenchement à la coupure est en général réglable pour des intensités différentes.
- **Le disjoncteur magnétothermique** combine en général les deux protections précédentes.
- **Le disjoncteur différentiel** : un dispositif de coupure est prévu pour fonctionner en cas de défaut d'isolement par rapport à la terre.
Fonctionnement du disjoncteur différentiel :

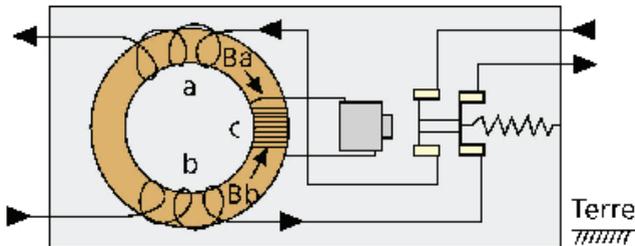


Figure 2a : fonctionnement normal

Les deux flux magnétiques Φ_a dû à B_a et Φ_b dû à B_b égaux en valeur absolue et de signes opposés, s'annulent. Il n'y a pas de courant induit dans c, donc dans l'électroaimant. Le circuit reste fermé.

Présence d'un défaut d'isolement dans l'installation (entre un conducteur et la terre).

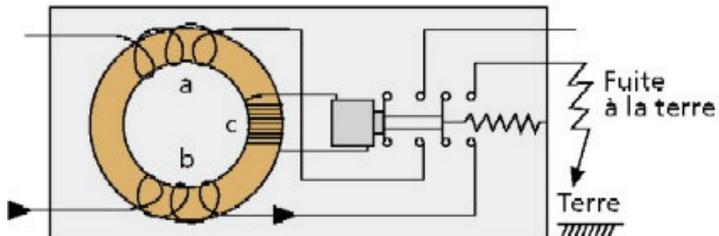


Figure 2b : présence d'un défaut d'isolement dans l'installation (entre un conducteur et la terre).

Si $I_{0a} \neq I_{0b}$, un flux résultant $\Phi_c = \Phi_a + \Phi_b$ traverse c . Comme Φ_c est alternatif, il induit dans c un courant qui traverse l'électroaimant : le disjoncteur se déclenche.

Concernant le principe du disjoncteur différentiel, rappelons que ce dispositif coupe le circuit lorsque la différence I_0 entre l'intensité dans le fil de phase et le neutre atteint une valeur I_t qui caractérise l'appareil. Pour les disjoncteurs différentiels courants, la valeur I_t est de 500 ou 650 mA. Ce n'est pas suffisant pour assurer la protection d'une personne entrant en contact direct avec un conducteur sous tension. Le seuil reconnu dangereux pour l'homme est de 25 à 30 mA. Un système plus sensible a été conçu sur le même principe et peut se déclencher très rapidement (30 à 50 ms) et pour une intensité $I_t = 30$ mA : c'est l'interrupteur différentiel à haute sensibilité.

REMARQUE : L'efficacité des disjoncteurs différentiels est nulle, dans le cas où l'usager, isolé de la terre, entre en contact direct entre la phase et le neutre.

Utilisation

Maquette didactique pour l'étude de la protection des personnes.

Le support SÉCUPROTEC 100 (figure 3b) représente une installation domestique équipée d'un disjoncteur différentiel. Elle permet d'introduire des résistances (R_t) simulant des prises de terre bonnes ou mauvaises, ainsi que des défauts francs ou d'isolement (R_d) (cf. figure 3c). Enfin une silhouette humaine (figure 3a), peut être mise en contact avec la carcasse métallique de la machine d'une part et la terre d'autre part. Elle porte une LED qui s'allume lorsque l'intensité qui la traverse atteint la valeur qui met en danger une personne.

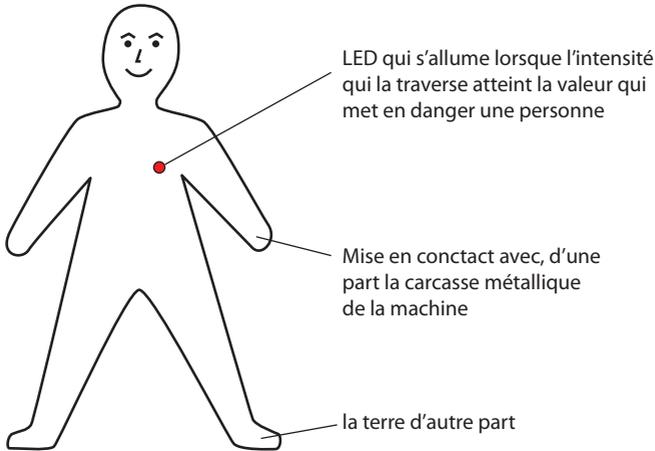


Figure 3a Silhouette humaine

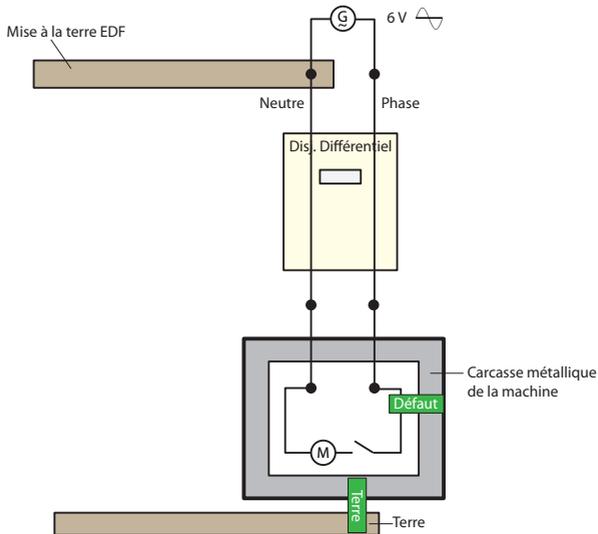


Figure 3b Le support SÉCUPROTEC 100

Remarque : le calcul des résistances est donné ci-dessous. Il est relatif à la maquette et correspond à une tension d'alimentation de 6 V (au lieu de 220 V dans la réalité) et à une tension maximale entre la masse métallique et la terre de 1,5 V (au lieu de 24 V dans la réalité).

Résultats du calcul pour le disjoncteur différentiel utilisé, $I_f = 500 \text{ mA}$ et un générateur de 6 V :

- la bonne prise de terre $R_t < 3 \Omega$ ($0,75 \text{ W}$), la valeur choisie est une résistance de $2,7 \Omega$,
- la mauvaise prise de terre $R_t = 1000 \Omega$ ($0,25 \text{ W}$),
- le défaut important $R_d < 0,5 \Omega$ (2 W), un fil ($R = 0 \text{ ohm}$) peut convenir
- défaut faible $R_d = 60 \text{ k}\Omega$ ($P = 0,25 \text{ W}$), la valeur fournie est de $68 \text{ k}\Omega$.



Figure 3c Résistances (R_t) ou (R_d)

Quelques idées pour une progression pédagogique :

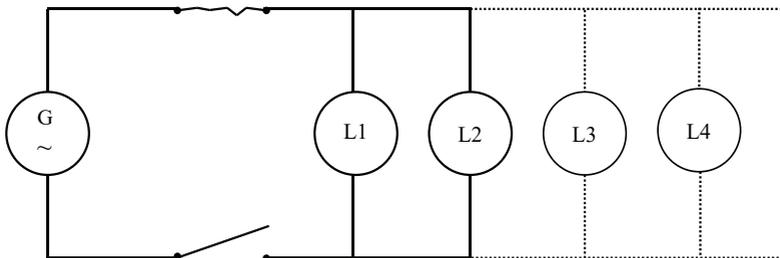
A - Prérequis

Circuit électrique, circuit série, circuit en dérivation, symboles électriques usuels, conducteurs, isolants.

A1 - Protection des biens

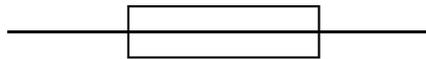
a) Le coupe-circuit fusible (en 2 temps)

- Réaliser le montage ci-après et placer en série avec le générateur un fil très fin en acier ; choisir les ampoules pour qu'à la troisième le fil fonde.



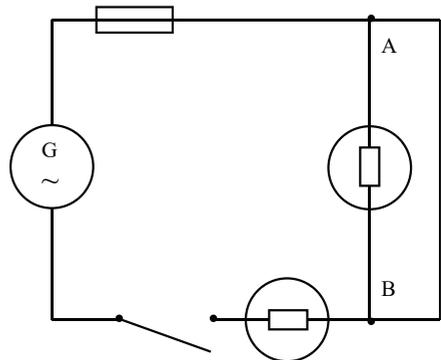
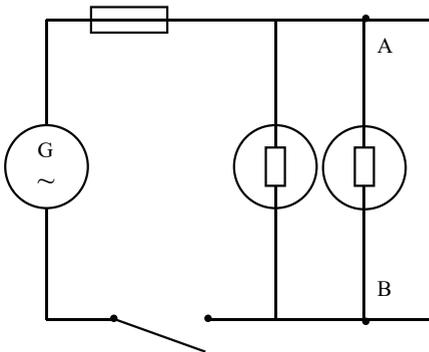
Remarque : ne pas utiliser de piles comme générateur, elles ne fournissent pas en régime normal un courant suffisamment grand pour cette expérience.

- Refaire la même expérience avec un coupe-circuit à cartouche en verre, monté sur support (réf. 02140 avec différentes valeurs de fusibles).
Remarque qu'il y a destruction par fusion, et projection de métal en fusion, d'où la présence de sable dans certains fusibles.



Symbole du coupe-circuit

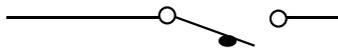
- Il est possible d'aborder à ce niveau la notion de court-circuit avec les montages suivants. Réaliser les montages puis fermer l'interrupteur et placer le fil AB.



b) Le disjoncteur (type diruptor) 1 à 3 A.

Le travail à réaliser sera le même que précédemment mais avec des diruptors montés sur support.

Dans ce cas il n'y a pas destruction de l'appareil. Il agit avec un temps de retard (certains sont réglables). Il est possible de l'utiliser comme interrupteur, son symbole est :



A2 - Protection des personnes

Utilisation de la maquette SÉCUPROTEC 100 dans les cas suivants :

- Pas de défaut, pas de prise de terre.
- Défaut et prise de terre. Ici nous n'envisageons que le cas du courant de défaut supérieur au courant de fuite

$I_d > I_f$  c'est l'électrocution.

- Défaut avec prise de terre :
 - Mauvaise prise de terre  électrocution
 - Bonne prise de terre  dès l'apparition du défaut, ouverture automatique du circuit.

B - Prérequis

Courant électrique, continu, alternatif, intensité, tension, transport du courant électrique, phase, neutre, terre.

B1 - Protection des biens

Pas d'étude systématique, mais dans tous les circuits réalisés, elle est intégrée.

B2 - Protection des personnes

Utilisation de la maquette SÉCUPROTEC 100 dans les cas suivants :

- Pas de défaut, pas de prise de terre
- Défaut et pas de prise de terre :
 - Défaut faible  aucun danger
 - Défaut important  électrocution
- Défaut et prise de terre
- Mauvaise terre :
 - Défaut faible  pas de danger
 - Défaut important  électrocution
- Bonne terre :
 - Défaut faible  pas de danger
 - Défaut important  ouverture automatique du circuit dès l'apparition du défaut

Nous vous proposons ci-après des fiches d'exercices à réaliser par les élèves. Volontairement, nous nous limiterons aux exercices plus complets relatifs aux prérequis B du chapitre précédent.

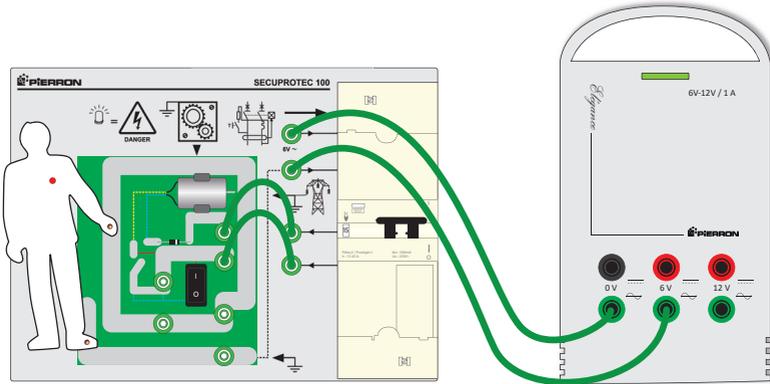
Les réponses aux exercices proposés sont données également sous forme de fiches, mais complétées.

Matériel nécessaire :

- Une alimentation 6 V alternatif de type 01982
- Une résistance de $2,7 \Omega$ (matérialisant la bonne prise de terre)
- Une résistance de $1 \text{ k}\Omega$ (matérialisant la mauvaise prise de terre)
- Une résistance de $68 \text{ k}\Omega$ (matérialisant un défaut faible)
- Un shunt (ou résistance de 0Ω) (matérialisant un défaut important)

EXERCICE 1 : PAS DE DÉFAUT - PAS DE PRISE DE TERRE

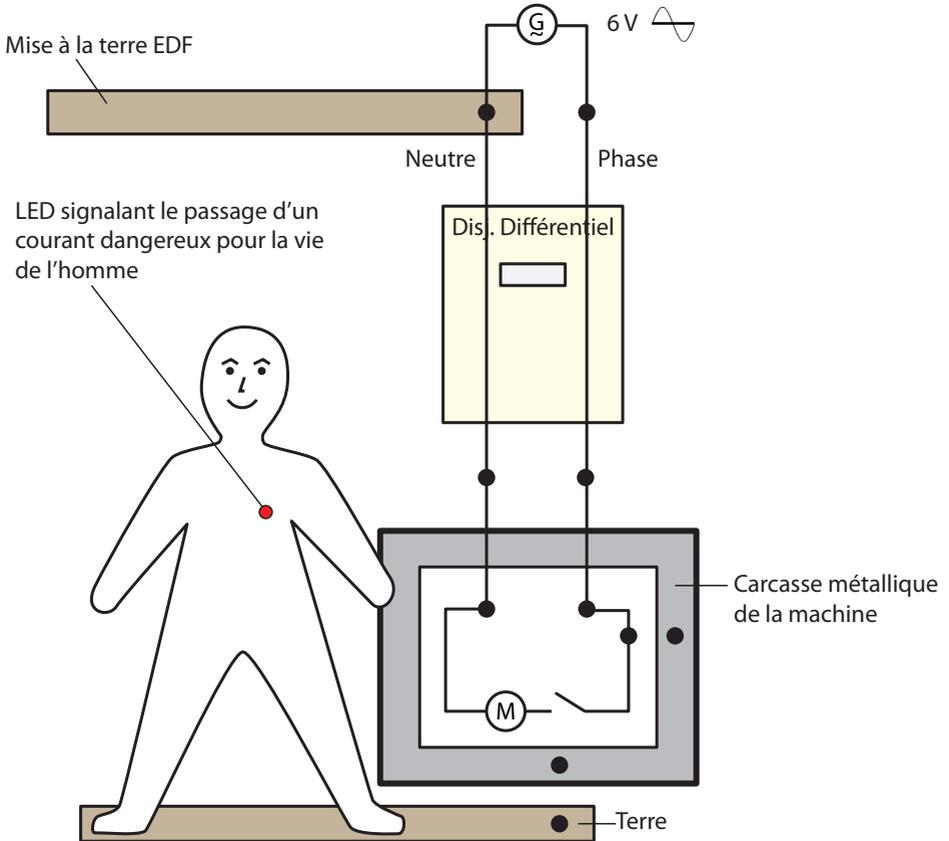
Réaliser le montage suivant :



- Relier les bornes d'arrivée du courant au générateur 6 V.
- Relier les bornes du moteur aux bornes du disjoncteur.
- Faire toucher la main du personnage à la carcasse de la machine.
- Dessiner en rouge, sur le schéma ci-contre, le trajet du courant.

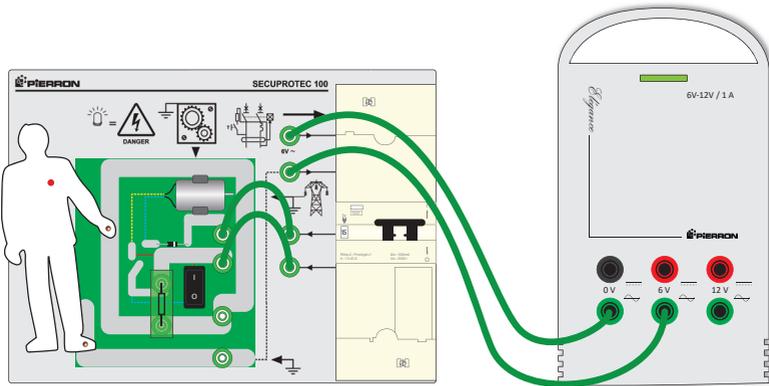
Observations :

Conclusion :



EXERCICE 2 : DÉFAUT ET PAS DE PRISE DE TERRE

Compléter le montage précédent :



- En plaçant un défaut comme indiqué sur le croquis.
- Dessiner en rouge, sur celui le schéma ci-contre, le trajet du courant de fuite.

2 possibilités envisagées :

- a) Défaut faible : le courant de fuite est très faible (mauvais isolement d'un fil de phase par exemple).

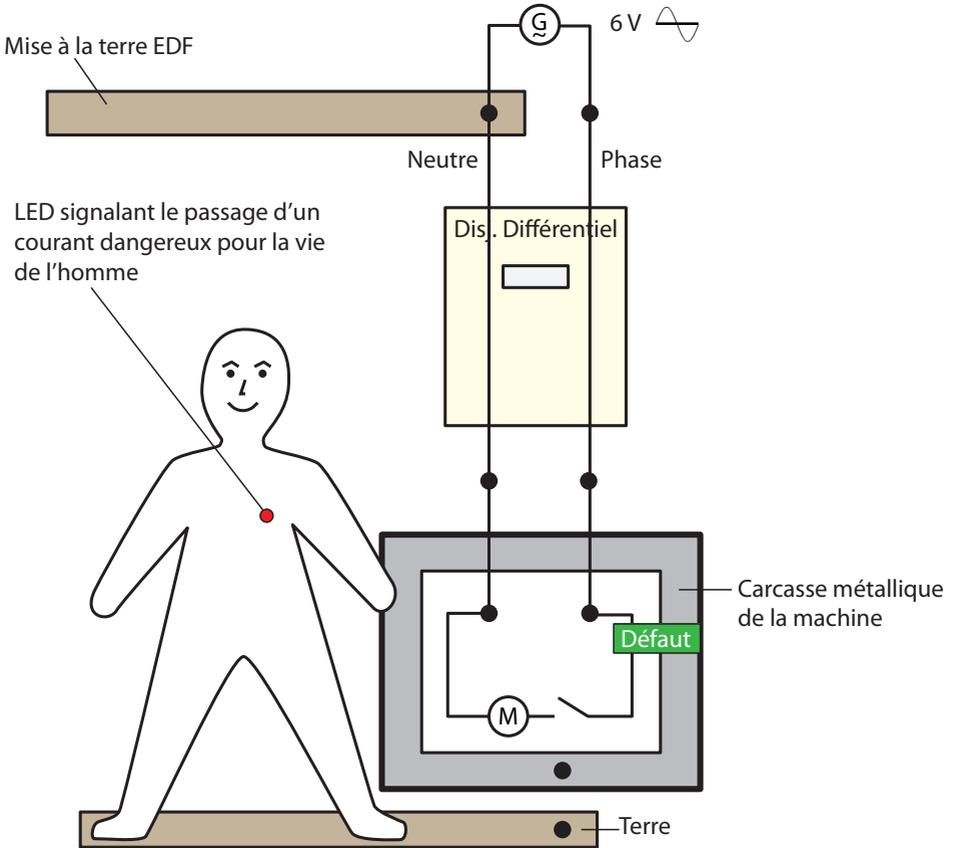
Observations :

Conclusion :

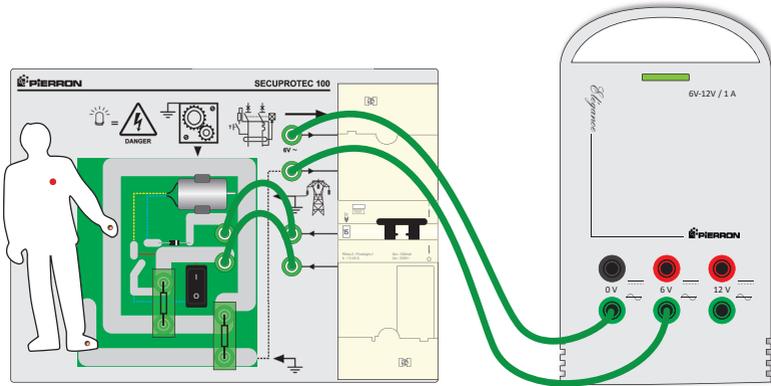
- b) Défaut important : le courant de fuite est grand (contact franc entre un fil de phase et la carcasse de la machine).

Observations :

Conclusion :



EXERCICE 3 : MISE À LA TERRE DE L'INSTALLATION



- Placer les défaut et prise de terre comme indiqué sur le montage.
- Dessiner en rouge, sur le schéma ci-contre, le trajet du courant de fuite.

2 possibilités sont étudiées:

a) La résistance de la prise de terre est grande

Recommencer les deux expériences précédentes :

a1) le courant de fuite est faible

Observations :

a2) le courant de fuite est grand

Observations :

b) La résistance de la prise de terre est faible

Recommencer les deux expériences précédentes :

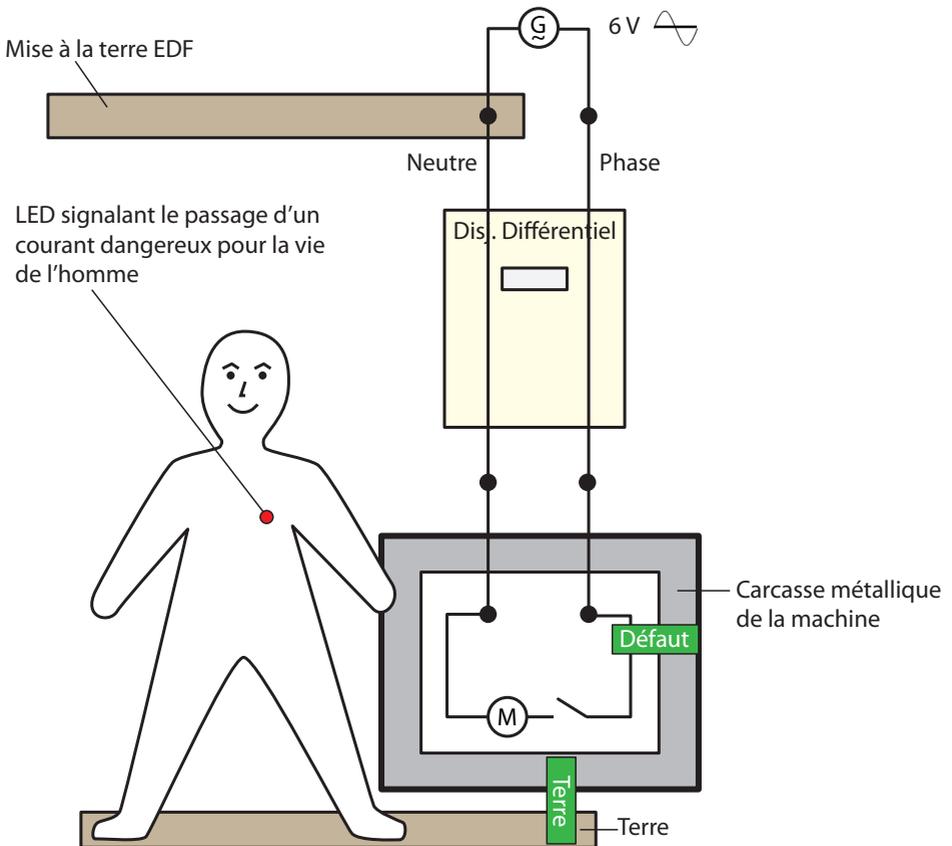
b1) le courant de fuite est faible (cas du tournevis testeur)

Observations :

b2) le courant de fuite est grand

Observations :

Conclusion :



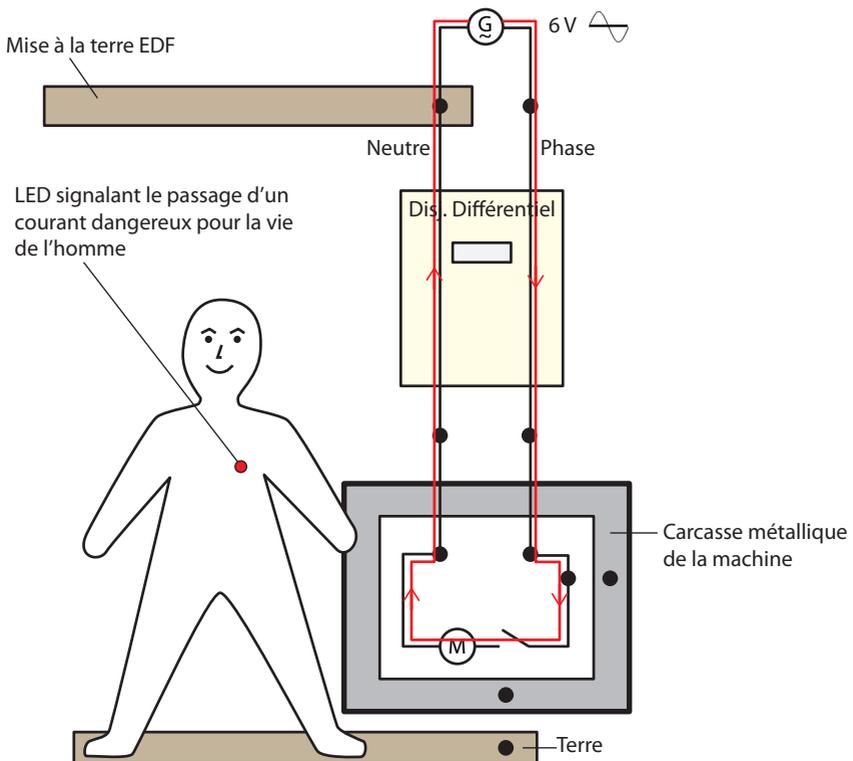
RÉPONSES EXERCICE 1 ; PAS DE DÉFAUT - PAS DE PRISE DE TERRE

Réaliser le montage suivant :

- Relier les bornes d'arrivée du courant au générateur 6 V.
- Relier les bornes du moteur aux bornes du disjoncteur.
- Faire toucher la main du personnage à la carcasse de la machine.
- Dessiner en rouge sur le schéma le trajet du courant.

Observations : *La lampe (LED) ne s'allume pas, le moteur tourne normalement.*

Conclusion : *Si l'installation est en bon état, et si l'homme, ne commet pas d'imprudence, il n'y a pas de danger.*



RÉPONSES EXERCICE 2 : DÉFAUT ET PAS DE PRISE DE TERRE

Compléter le montage suivant :

- En plaçant un défaut ($R = 0 \Omega$ ou $R = 68 \text{ k}\Omega$) comme indiqué sur le croquis.
- Dessiner en rouge le trajet du courant de fuite.

2 possibilités envisagées :

- a) Défaut faible ($R_d = 68 \text{ k}\Omega$) : le courant de fuite est très faible (mauvais isolement d'un fil de phase par exemple).

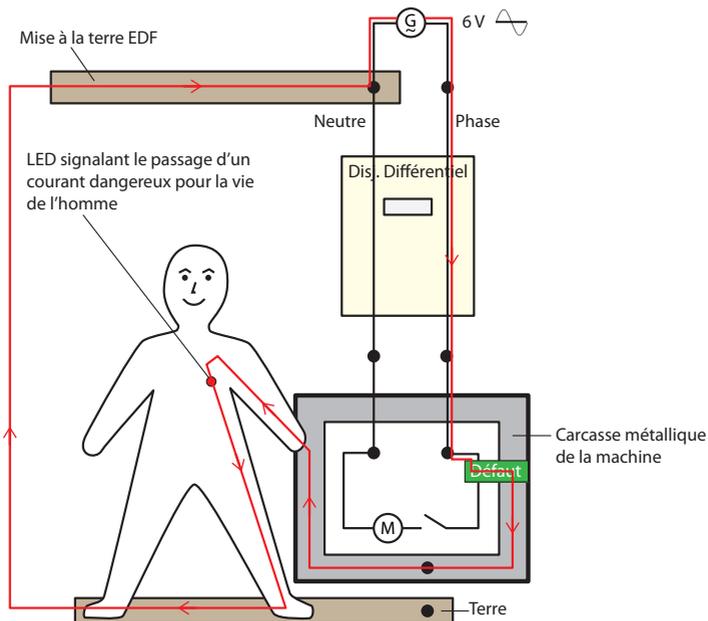
Observations : *Le moteur tourne, la LED ne s'allume pas.*

Conclusion : *Si le courant de fuite est faible, la vie de l'homme n'est pas en danger.*

- b) Défaut important ($R_d = 0 \Omega$) : le courant de fuite est grand (contact franc entre un fil de phase et la carcasse de la machine).

Observations : *La LED s'allume, le moteur tourne.*

Conclusion : *Si le courant de fuite est grand, il y a danger pour la vie de l'homme.*



RÉPONSES EXERCICE 3 : MISE À LA TERRE DE L'INSTALLATION

- Placer les défaut ($R_d = 0 \Omega$ ou $R_d = 68 \text{ k}\Omega$) et prise de terre ($R_t = 2,7 \Omega$ ou $R_t = 1 \text{ k}\Omega$) comme indiqué sur le montage
- Dessiner en rouge sur le schéma le trajet du courant de fuite

2 possibilités sont étudiées :

a) La résistance de la prise de terre est grande ($R_t = 1 \text{ k}\Omega$)

Recommencer les deux expériences précédentes

a1) le courant de fuite est faible ($R_d = 68 \text{ k}\Omega$)

Observations : *La LED ne s'allume pas, le moteur tourne.*

a2) le courant de fuite est grand ($R_d = 0 \Omega$)

Observations : *La LED s'allume, le moteur tourne.*

b) La résistance de la prise de terre est faible ($R_t = 2,7 \Omega$)

Recommencer les deux expériences précédentes :

b1) le courant de fuite est faible (cas du tournevis testeur) ($R_d = 68 \text{ k}\Omega$)

Observations : *Le moteur tourne, la LED ne s'allume pas.*

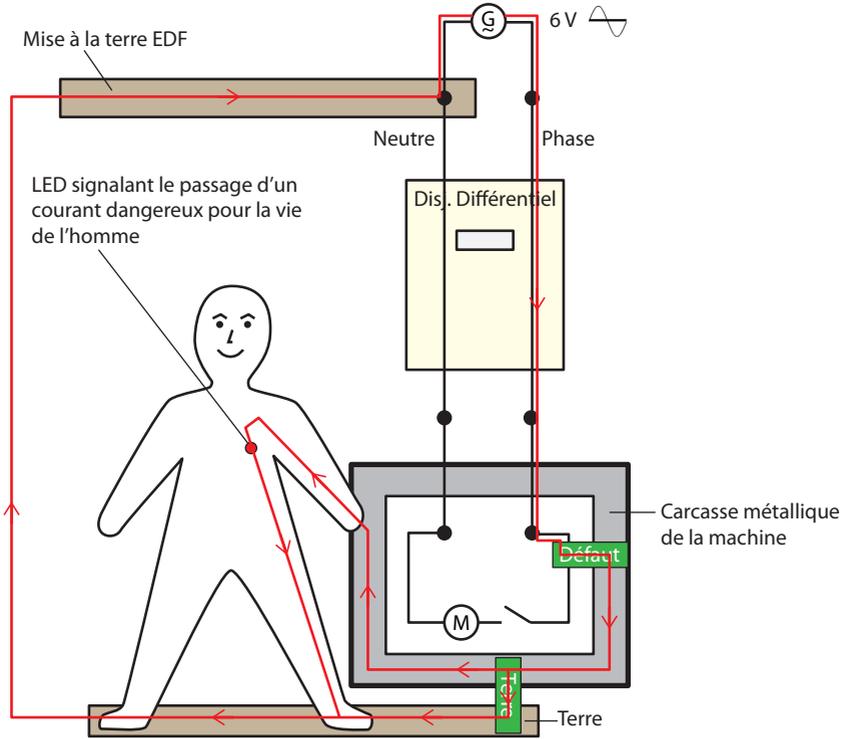
b2) le courant de fuite est grand ($R_d = 0 \Omega$)

Observations : *Le disjoncteur ouvre le circuit dès l'apparition du défaut. Il faut supprimer celui-ci pour utiliser à nouveau l'installation.*

Conclusion :

Pour protéger les personnes, il faut :

- **Une bonne prise de terre**
- **Un disjoncteur différentiel**
- **Relier les appareils mécaniques à la terre**



■ Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.

Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON ÉDUCATION. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

■ Garantie

Les matériels livrés par PIERRON ÉDUCATION sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for handwritten notes.

