

Chapitre 18

La tension du secteur

Plan

1. L'installation domestique
2. Modèle d'une installation électrique :
3. Caractéristiques des prises de courant
4. Les dangers d'une prise de courant
5. Les protections contre les risques électriques

Conclusion:

Exercices corrigés 10 a 22 page 170 a 171

1. L'installation domestique

Représentation sur une maquette	Tensions sur la maquette (échelle 1/19)	Tensions à la prise (professeur)
	Phase - neutre : 12 V Phase - terre : 12 V Terre - neutre : 0 V	Phase - neutre : 230 V Phase - terre : 230 V Terre - neutre : 0 V
CONCLUSION : Le courant est distribué par deux conducteurs repérés : celui qui est relié à la terre est appelé le NEUTRE. L'autre conducteur, isolé de la terre, est appelé PHASE. On doit toujours considérer le sol comme un conducteur.		

À l'aide du tournevis cherche-phase distinguer la phase du neutre à la prise

Indiquer le chemin du courant dans les deux cas suivants :

	Il n'y a pas de courant. Le circuit n'est pas fermé sur les deux bornes du générateur.

ATTENTION : certaines installations anciennes n'ont pas de conducteur relié à la terre, il y a donc deux phases !

CONCLUSION :

Le cherche-phase ne peut s'allumer que si on ferme le circuit sur le générateur. La terre doit être considérée comme un conducteur.

2. Modèle d'une installation électrique :

Modèle d'une installation électrique :

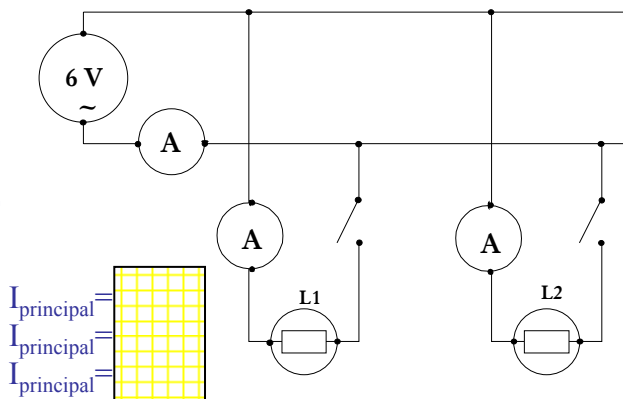
Le montage suivant est le modèle d'une installation électrique domestique. Réaliser le montage :

Quel est le type de montage ?

C'est un montage en dérivation.

Quelle est l'intensité délivrée par le générateur quand on allume les lampes ?

- Quand L1 est allumée et L2 est éteinte
- Quand L2 est allumée et L1 est éteinte
- Quand L1 et L2 sont allumées



Que peut-on dire de l'intensité dans le circuit principal ?

L'intensité dans le circuit principal augmente avec le nombre des récepteurs.

Quelle est la tension aux bornes de chaque dipôle ?

La tension aux bornes de chaque dipôle est identique à la tension aux bornes du générateur, 6V.

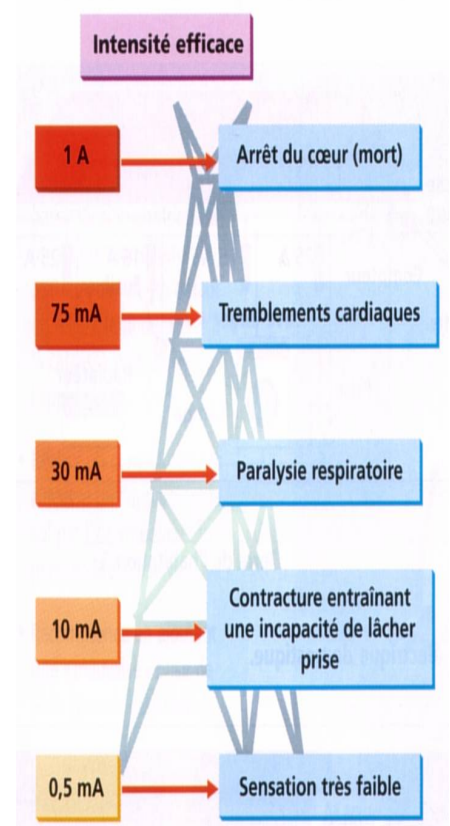
3. Les dangers d'une prise de courant

Les effets du courant électrique sur le corps sont liés à l'intensité et à la durée de passage du courant qui le traverse. Par exemple, voici les effets du courant alternatif de fréquence 50 Hz sur le corps humain:

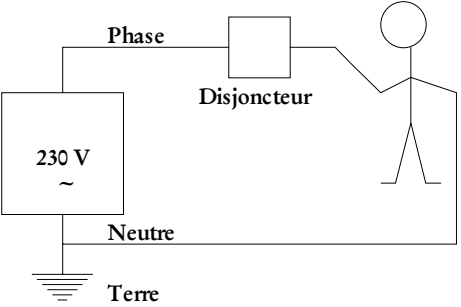
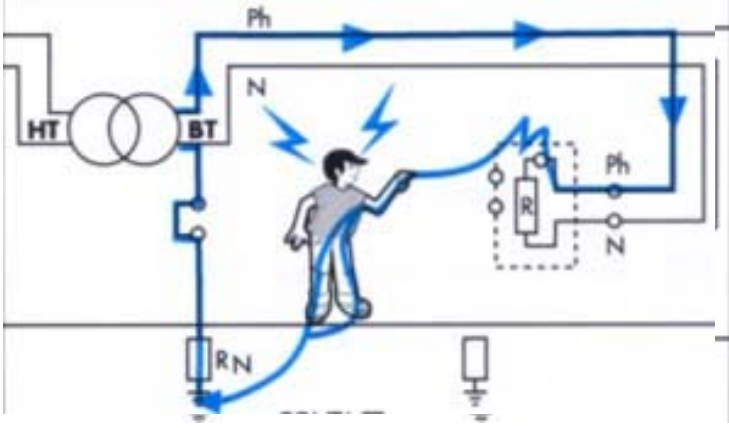
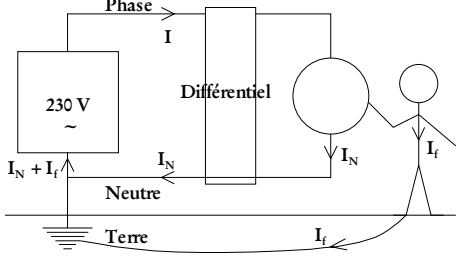
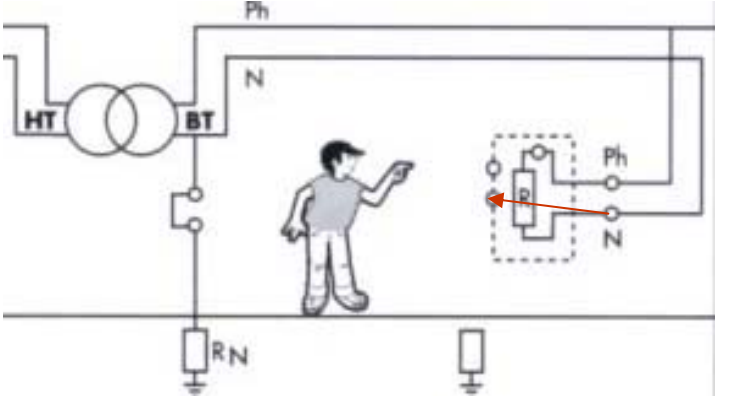
La résistance du corps humain étant $R=1500\ \Omega$,
Calculez l'intensité efficace qui traverse le corps si on touche simultanément les fils de phase neutre du secteur ?

$I=U/R$ AN: $I=230/1500=0.153\text{ A}$ soit 153 mA qui peut
Provoquer une électrocution

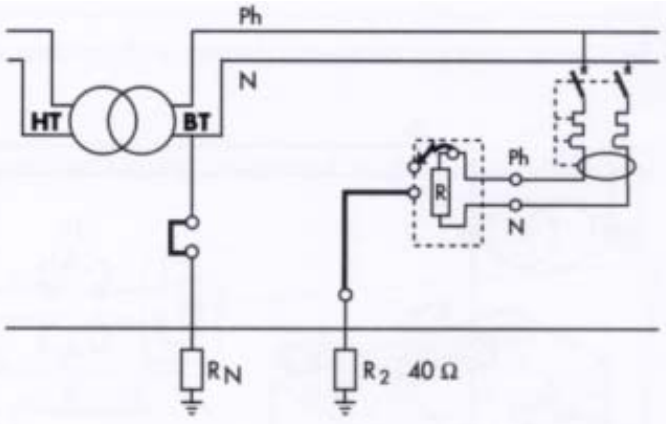
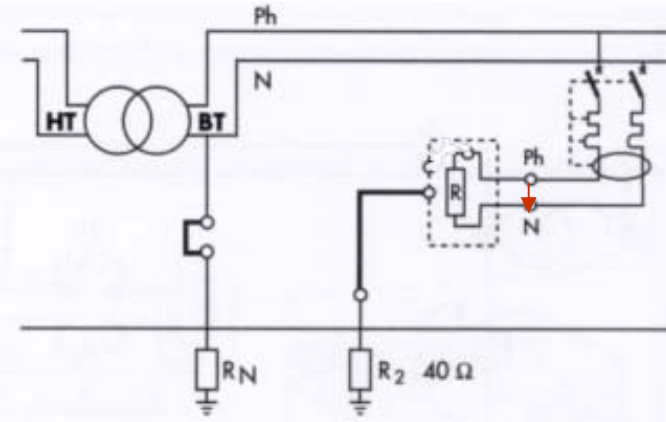
Les règles de sécurité fixent le seuil de danger à:
30 mA pour l'intensité.
24 V en local humide (50 V en local sec) pour la tension.



4. Les dangers du courant électrique :

Représenter le(s) chemin(s) du courant	OBSERVATIONS	CONCLUSIONS
	Le disjoncteur ne coupe pas le circuit.	Il y a 230V entre deux points du corps. Un courant circule. Il est suffisant pour être mortel ($> 50 \text{ mA}$), insuffisant pour faire disjoncter (À partir de quelques ampères).
Réaliser un défaut d'isolation entre la phase et la masse Mettre la main du personnage au contact de la masse : 	Le circuit fonctionne et le personnage s'électrocute	 If est le courant de fuite : $I_f = I_2 + I_f$ Masse : ensemble des parties métalliques reliées ensemble et qui servent de support mécanique. Ex. : cadre de vélo, carrosserie, carcasse d'appareils ménager... Un défaut d'isolation porte la masse à 230V par rapport au sol. Le courant dans le corps est suffisant pour être mortel, insuffisant pour faire fonctionner un différentiel de faible sensibilité.
a - Si on suppose la situation suivante, y a t'il électrocution ?  b - Si on inverse le sens de branchement de la prise, peut-il y avoir électrocution ?	a - La masse est branchée au neutre. La tension entre la masse et la terre est nulle. Il n'y a pas électrocution. b - La phase sera alors branchée sur la masse et il y aura électrocution.	

5. Les protections contre les risques électriques

OBSERVATIONS	CONCLUSIONS
Utiliser le différentiel et brancher la masse a la terre. Réaliser un défaut d'isolation. Réaliser le contact de la main du personnage.  Le circuit est interrompu dès le contact.	Dès l'apparition du défaut un courant de fuite est dévié vers la terre. Ce courant de fuite qui électrocute le personnage est détecté. Le circuit est coupé par le différentiel en moins de 1/30 s. Le personnage ressent un choc électrique bref mais sans danger. La prise de terre est un conducteur relié au neutre par le sol.
Réaliser un court-circuit (contact phase neutre) :  Le court-circuit fait déclencher le disjoncteur.	Le courant est très élevé. Il pourrait produire la fusion des fils de cuivre (1470°C) et causer un incendie. Ce n'est pas le même défaut que le courant de fuite. Le disjoncteur magnéto-thermique ou le fusible coupent le circuit. Ces dispositifs sont placés en tête de l'installation.
CONCLUSION : Le courant de fuite est causé par un défaut d'isolation ou par le contact avec la phase. On s'en protège par un différentiel sensible et une prise de terre. La surintensité est causée par le branchement de trop nombreux appareils. Le court-circuit produit une surintensité plus grande, il est causé par le branchement de la phase au neutre. On se protège des surintensités par des fusibles ou par des disjoncteurs thermiques et magnéto-électriques. Il n'existe aucune protection possible contre l'électrocution directe qui se produit par contact simultané de la phase et du neutre.	

Exercices corrigés 10 a 13 page 171

10 Fer à repasser

Le fil électrique d'un fer à repasser contient deux fils conducteurs entourés chacun d'une gaine en plastique, l'ensemble étant recouvert d'un tissu.

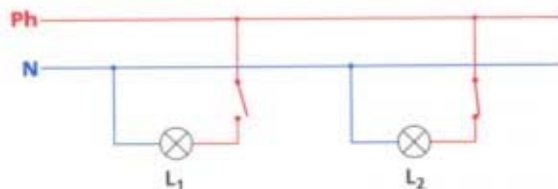
a. Précise le rôle du plastique qui entoure les fils conducteurs.

b. Explique pourquoi le fil de raccordement est recouvert de tissu et non de plastique.



11 Chemin du courant

Voici deux lampes branchées sur le secteur.



a. Indique la lampe qui ne brille pas. Justifie ta réponse en utilisant la conjonction « donc ».

b. Reproduis le schéma.

c. Dessine sur le schéma le chemin suivi par le courant.

12 Visualisation de la tension du secteur

On branche le primaire d'un transformateur sur la tension du secteur. On visualise à l'oscilloscope la tension obtenue au secondaire. Observe l'oscillogramme obtenu.

a. Détermine la valeur efficace de la tension visualisée à l'oscilloscope.

b. Compare cette valeur à la tension du secteur.

c. Dédus-en si le transformateur utilisé est abaisseur ou élévateur de tension.

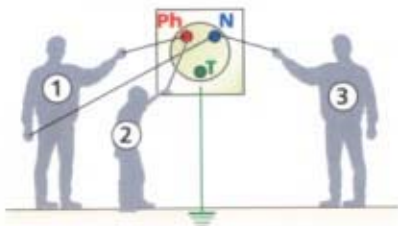
d. Explique pourquoi on peut déterminer la fréquence du secteur. Détermine-la.



Balayage : 5 ms/div
Sensibilité : 5 V/div

13 Risques d'électrocution

Indique dans quel(s) cas il y a risque d'électrocution.

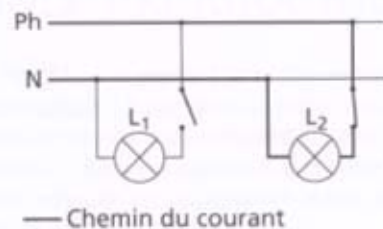


10. a. La gaine plastique isole électriquement les fils conducteurs.

b. En cas de contact avec la semelle chaude du fer à repasser, la gaine plastique pourrait fondre et ainsi mettre à nu les fils conducteurs. Ce qui pourrait provoquer un court-circuit. La gaine en tissu permet d'éviter ce risque.

11. a. L'interrupteur en série avec la lampe L_1 est ouvert, donc la lampe L_1 ne brille pas.

b. et c.



12. a. Valeur maximum de la tension : $U_m = 3,4 \times 5 = 17 \text{ V}$.

Calcul de la valeur efficace : $U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{17}{\sqrt{2}} = 12 \text{ V}$.

b. La valeur efficace de la tension visualisée est très inférieure à celle de la tension du secteur (230 V).

c. Le transformateur utilisé est donc un transformateur abaisseur de tension.

d. Un transformateur ne modifie pas la fréquence d'une tension. Donc la fréquence de la tension visualisée est égale à celle de la tension du secteur. Cette fréquence peut être calculée à partir de la période déterminée grâce à l'oscilloscope :

- détermination de la période : $T = 4 \times 5 = 20 \text{ ms}$;

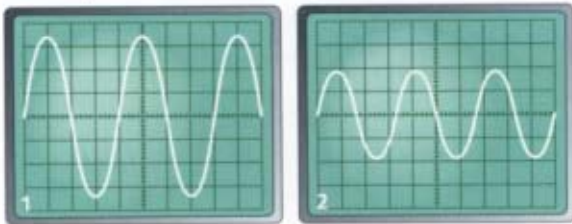
- calcul de la fréquence : $f = \frac{1}{T} = \frac{17}{0,020} = 50 \text{ Hz}$.

13. Il y a risque d'électrocution dans les cas 1 et 2.

Exercices corrigés 14 a 16 page 171

14 Compare deux tensions de secteurs

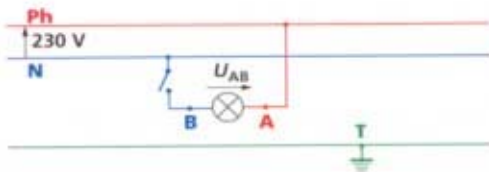
On visualise la tension aux bornes d'un même transformateur abaisseur branché sur le secteur en France (1), puis aux États-Unis (2). Observe les oscillogrammes obtenus pour les mêmes réglages de l'oscilloscope.



- Explique si les tensions efficaces sont identiques en France et aux États-Unis.
- Calcule la fréquence du secteur aux États-Unis.

15 Place d'un interrupteur

Chez Cédric et Isabelle, une lampe grille. Avant de la remplacer, Cédric décide simplement d'ouvrir l'interrupteur de commande de la lampe. Mais Isabelle lui conseille d'ouvrir l'interrupteur du circuit général. Voici le schéma de leur installation.

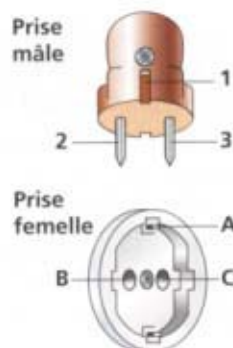


- Donne la valeur efficace de la tension U_{AB} lorsque l'interrupteur est fermé, puis lorsqu'il est ouvert.
- Donne la valeur efficace de la tension entre les points A et T lorsque l'interrupteur est fermé, puis lorsqu'il est ouvert.
- Explique si Cédric prend des risques s'il ne suit pas les conseils d'Isabelle.
- Indique où il faudrait placer l'interrupteur pour des raisons de sécurité.

16 Un modèle de prise

Tous les pays n'utilisent pas le même modèle de prises de courant. Voici celui rencontré au Luxembourg.

- Identifie la prise raccordée au secteur et fixée au mur.
- Cite la borne qui joue le rôle de la terre pour chaque prise.



14. a. Pour un même abaissement de tension et une même sensibilité de l'oscilloscope, la déviation maximale du spot est plus grande dans le cas 1 que dans le cas 2. La valeur maximum et donc la valeur efficace de la tension du secteur en France sont supérieures à celles de la tension du secteur aux États-Unis.

b. Le balayage de l'oscilloscope est le même dans les deux cas. Or, la période de la tension du secteur en France, égale à 20 ms, correspond à une déviation horizontale du spot de 4 carreaux. Pour la période de la tension du secteur aux États-Unis, le spot est dévié horizontalement de 3,3 carreaux. Cette période vaut donc: $T = \frac{20 \times 3,3}{4} = 16,5 \text{ ms}$. La fréquence du

secteur aux États-Unis est ainsi: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0165} = 60 \text{ Hz}$.

15. a. Interrupteur fermé: $U_{AB} = 230 \text{ V}$; interrupteur ouvert: $U_{AB} = 0 \text{ V}$.

b. Interrupteur fermé: $U_{AT} = 230 \text{ V}$; interrupteur ouvert: $U_{AT} = 230 \text{ V}$.

c. En n'écoutant pas les conseils d'Isabelle, Cédric risque l'électrocution. En effet, en changeant la lampe, les pieds sur le sol et donc en contact avec la terre, il risque de toucher la phase. Il serait alors soumis à une tension de 230 V.

d. Pour des raisons de sécurité, il faudrait placer l'interrupteur sur le fil de phase.

16. a. La prise raccordée au secteur et fixée au mur est la prise femelle.

b. Pour la prise mâle, la borne terre est notée 1. Pour une prise femelle, elle est notée A.

Exercices corrigés 17 a 19 page 172

17 Prévois un résultat

On réalise un circuit en branchant 2 lampes en dérivation et un ampèremètre sur la branche principale. Indique comment l'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre varie si on ajoute une troisième lampe en dérivation.



17. L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre augmente si on ajoute une troisième lampe en dérivation.

18. a. Seul le point A se trouve sur le circuit principal.

b. $I = 6,52 \text{ A}$.

c. $I = 2 \times 0,26 = 0,52 \text{ A}$.

d. $I = 0,52 + 6,52 = 7,04 \text{ A}$.

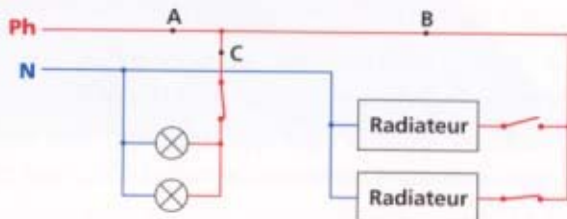
19. a. Rien ne se passe.

b. Il y a court-circuit. Le fusible risque de fondre.

c. Il y a risque d'électrocution pour Alain.

18 Calcule des intensités

Le schéma ci-dessous représente une portion simplifiée de circuit électrique. Lorsqu'ils fonctionnent, une lampe est traversée par un courant d'intensité $0,26 \text{ A}$ et un radiateur par un courant d'intensité $6,52 \text{ A}$.



a. Parmi les points A, B et C, identifie celui qui se trouve sur le circuit principal.

b. Indique l'intensité du courant dans la branche passant par le point B.

c. Calcule l'intensité du courant dans la branche passant par le point C.

d. Déduis-en l'intensité du courant dans la branche passant par le point A.

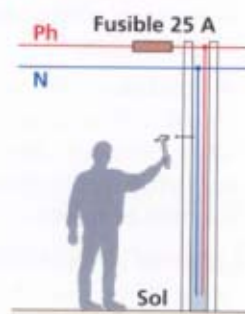
19 Coup de marteau

Alain souhaite accrocher un cadre. À l'aide d'un marteau, il enfonce un clou en fer dans un mur qui abrite des fils électriques. Voici le dessin de la situation. Indique ce qui se produit dans les cas suivants:

a. Le clou ne touche que le neutre;

b. Le clou touche la phase et le neutre;

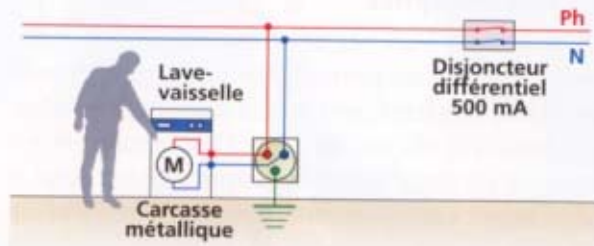
c. Le clou ne touche que la phase et le manche du marteau est aussi en fer.



Exercices corrigés 20 a 22 page 172

20 Défaut d'une installation

Voici le schéma de branchement d'un lave-vaisselle.



- a. Indique par où passe le courant électrique si la phase touche accidentellement la carcasse métallique du lave-vaisselle.
- b. Précise le branchement à effectuer pour sécuriser le lave-vaisselle.

21 Choix d'un fusible

Un chauffe-eau électrique est branché sur le secteur. Sa résistance électrique vaut 18Ω .

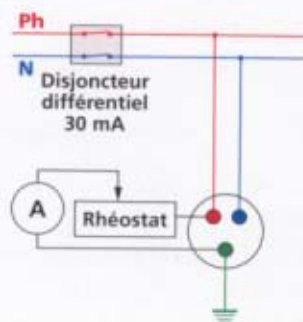
- a. Donne la valeur efficace de la tension aux bornes du chauffe-eau quand il fonctionne.
- b. Rappelle la loi d'Ohm pour un conducteur ohmique.
- c. Déduis-en l'intensité efficace qui traverse le chauffe-eau.
- d. Choisis, parmi les fusibles présentés sur la photo, celui qui convient pour protéger le circuit du chauffe-eau.



22 Rôle du disjoncteur différentiel

On réalise le montage suivant pour montrer le rôle du disjoncteur différentiel.

- a. Explique pourquoi un courant traverse le rhéostat. Utilise la conjonction « donc ».
- b. Indique comment varie l'intensité du courant de fuite quand on diminue la résistance du rhéostat.
- c. À partir de quelle valeur indiquée par l'ampèremètre, le disjoncteur ouvre-t-il le circuit ?



20. a. Si la phase touche accidentellement la carcasse métallique du lave-vaisselle, le courant électrique passe en partie dans le corps de la personne qui touche la carcasse. Il y a risque d'électrocution.

b. Pour sécuriser le lave-vaisselle, il faudrait relier sa carcasse à la terre.

21. a. La valeur efficace de la tension aux bornes du chauffe-eau lorsqu'il fonctionne est celle de la tension du secteur, c'est-à-dire 230 V.

b. Loi d'Ohm : $U = R \times I$.

c. Intensité efficace dans le chauffe-eau :

$$I_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}}{R} = \frac{230}{18} = 12,8 \text{ A}.$$

d. Le fusible 16 A convient pour protéger le circuit du chauffe-eau.

22. a. Le rhéostat est branché entre la phase et la terre entre lesquelles il existe une tension de valeur efficace 230 V. Donc le rhéostat, soumis à cette tension, est traversé par un courant électrique.

b. Quand la résistance du rhéostat diminue, l'intensité du courant de fuite augmente (d'après la loi d'Ohm).

c. Quand l'ampèremètre indique 30 mA, le disjoncteur ouvre le circuit.