

ANNEXE F : SÉCURITÉ - GESTION DU LABORATOIRE

1. [Quelques recommandations pour les enseignants](#)
2. [L'enseignant de sciences physiques et la sécurité électrique](#)
3. [Risques électriques](#)
4. [VADE MECUM](#)

ANNEXE F 1. Quelques recommandations pour les enseignants

Au cours des séances expérimentales, l'enseignant doit :

- être très vigilant quant à **la sécurité** aussi bien en physique qu'en chimie, en particulier :
 - le port d'une blouse en coton et de lunettes sont obligatoires en T.P. de chimie ;
 - les cheveux longs doivent être attachés ;
 - les allées doivent être dégagées (pas de sacs dans les pieds) ;
 - des gants peuvent être nécessaires dans certains cas ainsi que l'utilisation de la hotte ;
 - les pipettes doivent être munies de poires à pipeter ;
 - **attention**, les élèves asthmatiques ou allergiques ne doivent pas manipuler certains réactifs. Ils doivent se placer au fond de la classe, près d'une fenêtre, lors des expériences où ces réactifs sont utilisés (ces renseignements doivent être collectés soit lors de la 1^{ère} séance sur la fiche à faire remplir par les élèves, soit auprès de l'infirmière sous le sceau de la confidentialité) ;
 - il est indispensable de manipuler debout, notamment en chimie.
- veiller à responsabiliser les élèves vis à vis du matériel et des équipements ; il est souhaitable de contrôler le matériel **avant** que les élèves ne sortent, de faire démonter les circuits électriques, de faire vider les tubes à essais, de faire rincer la verrerie, de mettre en garde contre les détériorations de matériel ;
- inviter les élèves à ne plus jeter, sans réflexion préalable, les liquides usagés à l'évier mais dans des bidons de récupération collectés ensuite par les services compétents.

L'observatoire national de la sécurité des établissements scolaires a publié, en décembre 2000, une plaquette sur *la prévention du risque chimique dans les établissements scolaires* : elle peut être téléchargée à l'adresse suivante : www.education.gouv.fr/syst/ons/courrier.htm

Pour les problèmes liés à la sécurité, il est possible de contacter l'inspecteur hygiène et sécurité et le dispositif académique d'hygiène et de sécurité.

ANNEXE F 2. L'enseignant de sciences physiques et la sécurité électrique

D'après un document de Robert LE GOFF

Le programme de collège comporte de nombreuses références aux dangers du courant électrique et l'élève doit être conscient des risques d'électrocution présentés par une installation domestique.

Un article paru dans le bulletin de l'union des physiciens, reproduit ci-dessous sous forme de questionnaire à réponse ouverte courte (QROC), donne des compléments d'information à usage des enseignants. Certaines des questions et des réponses peuvent être utiles pour satisfaire la curiosité des élèves.

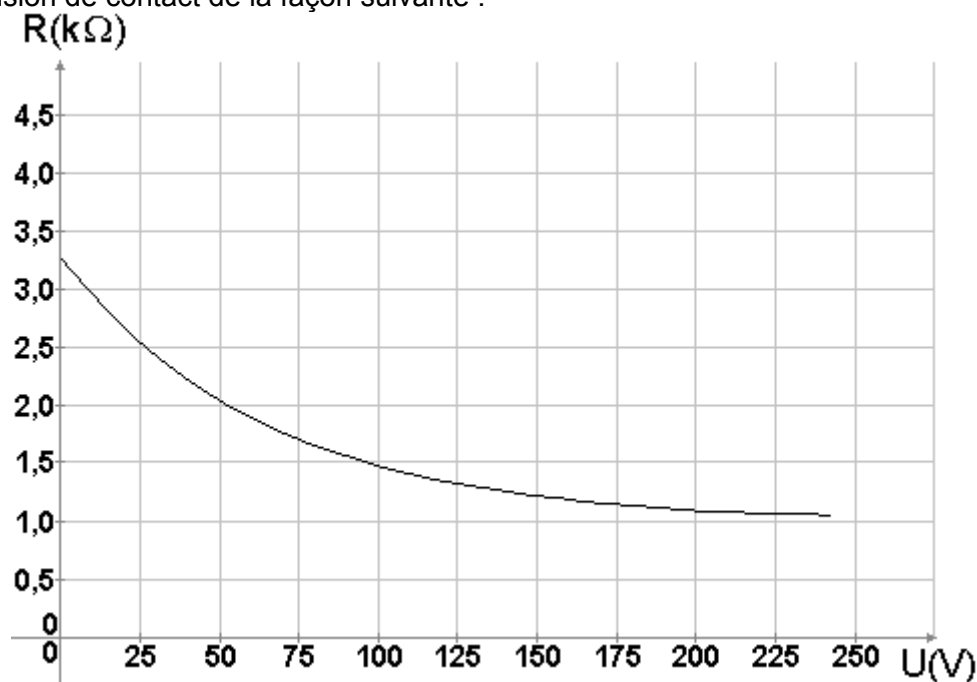
Certaines affirmations sont trop imprécises pour pouvoir répondre simplement **OUI** ou **NON** ; il faut alors compléter l'affirmation pour enlever toute ambiguïté.

Question 1 : vrai ou faux ?

La résistance du corps humain, mesurée par exemple entre deux mains, diminue avec la tension appliquée entre ces deux mains.

Réponse 1 : **vrai**

La résistance du corps humain varie avec la tension de contact. Suivant que la peau est sèche, humide ou mouillée cette résistance a une valeur différente pour une même tension. Pour une peau humide, on considère que la résistance du corps humain évolue en fonction de la tension de contact de la façon suivante :



La résistance du corps humain diminue avec la tension de contact.

Question 2 : vrai ou faux ?

La résistance du corps humain, mesurée entre deux mains sèches, est de l'ordre de 200 000 Ω .

Réponse 2 : **faux**

La courbe précédente (voir commentaire réponse 1) concerne une peau humide. Il est normal qu'une peau sèche entraîne une résistance du corps humain plus élevée que dans le cas d'une peau humide, mais cette valeur n'atteint pas 200 000 Ω . En effet, soumis à une tension de 250 V, le corps humain a une résistance inférieure à 2 000 Ω avec une peau sèche et de l'ordre de 4 000 Ω sous une tension de contact de 50 V.

La résistance du corps humain, mesurée entre deux mains sèches, est très inférieure à 200 000 Ω : on peut retenir la valeur moyenne de 2 000 Ω sous 250 V pour une peau sèche et la valeur moyenne de 1 000 Ω sous 250 V pour une peau humide.

Question 3 : vrai ou faux ?

On peut s'électrocuter avec une tension alternative de 60 V.

Réponse 3 : **vrai**

L'intensité du courant est un paramètre essentiel qui intervient dans le risque électrique ; elle est liée, entre autres, à la tension de contact (nous avons vu que cette tension modifie la résistance du corps humain). En condition normale, la valeur limite de cette tension est pour l'alternatif 50 V. Elle est de 25 V en condition mouillée. Dans nos locaux de travail comme les salles de TP, nous sommes dans des conditions normales et la tension limite est de 50 V (efficace) pour l'alternatif.

On peut effectivement s'électrocuter avec une tension alternative de 60 V.

Question 4 : vrai ou faux ?

En condition normale, on peut s'électrocuter avec une tension continue de 60 V.

Réponse 4 : **faux**

On appelle condition normale de travail, les lieux de travail autres que les emplacements mouillés. En condition normale la valeur limite de la tension de contact est pour le continu 100 V. Elle est de 50 V en condition mouillée.

Dans nos locaux de travail comme nos salles de TP, nous sommes dans des conditions normales et la tension limite à retenir est de 100 V pour le continu.

Dans des conditions normales, on ne peut pas s'électrocuter avec une tension continue de 60 V.

Remarque : Le mot électrocution est utilisé lorsqu'il y a mort d'homme, dans le cas contraire, on parle d'électrisation.

Question 5 : vrai ou faux ?

De manière générale, à valeur égale, le continu est plus dangereux que l'alternatif.

Réponse 5 : **faux**

Le courant alternatif est plus dangereux que le courant continu. En effet, il faut des intensités continues plus élevées qu'en alternatif 50 Hz pour obtenir des effets semblables. Sans parler de brûlures, la fréquence de 50 Hz du secteur peut provoquer une tétanisation des muscles ainsi qu'une fibrillation du cœur.

De manière générale, à tensions égales, le continu est moins dangereux que l'alternatif.

Question 6 : vrai ou faux ?

Une personne en contact direct avec une tension de 230 V est traversée par un courant d'intensité de plusieurs ampères.

Réponse 6 : **faux**

Voilà une bonne application de la loi d'Ohm ! Nous avons vu que sous une tension de valeur efficace $U = 250 \text{ V}$, la résistance du corps humain avait une valeur moyenne de $R = 1\,000 \, \Omega$. Cela donne une intensité efficace de $0,25 \text{ A}$.

Une personne en contact direct avec une tension de 230 V est traversée par un courant d'intensité inférieure à l'ampère.

Question 7 : vrai ou faux ?

Les conséquences de l'effet électrothermique (brûlures) se manifestent dans un délai de 10 minutes.

Réponse 7 : **faux**

En plus des brûlures externes, il peut y avoir des brûlures internes d'organes dont les conséquences ne sont pas immédiates. Des troubles ne peuvent apparaître que plusieurs dizaines de minutes après le choc électrique.

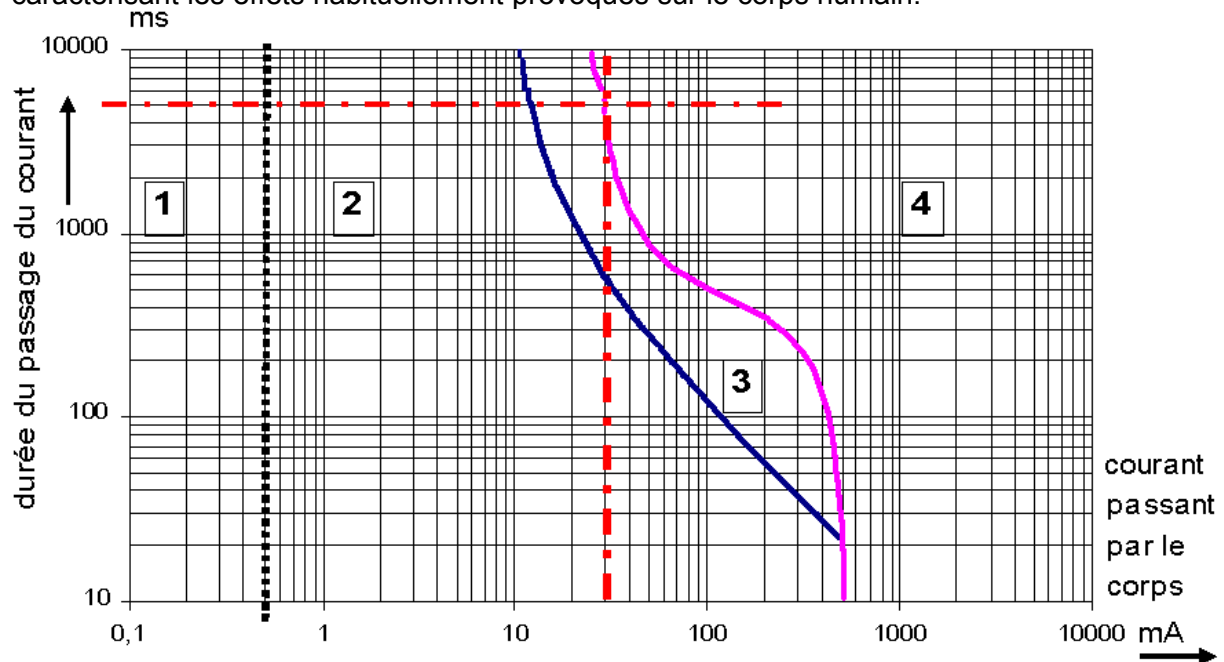
Les conséquences de l'effet électrothermique (brûlures) peuvent se manifester dans un délai de plusieurs dizaines de minutes.

Question 8 : vrai ou faux ?

Une intensité de 25 mA pendant 30 s peut entraîner la mort.

Réponse 8 : **vrai**

Cette question avait pour but d'attirer l'attention sur la notion de durée : ce n'est pas parce que l'intensité du courant est faible qu'il n'y a pas danger. Le graphe ci-après représente les domaines durées / intensités pour les courants alternatifs (entre 15 Hz et 100 Hz) caractérisant les effets habituellement provoqués sur le corps humain.



Dans le domaine 1, il n'y a généralement pas de réaction.

Dans le domaine 2, des picotements mais aucun effet dangereux.

Dans le domaine 3, des effets non mortels avec perturbations généralement réversibles.

Dans le domaine 4, une fibrillation du cœur probable.

Une limite souvent donnée est 30 mA pendant 5 s (30 mA est le calibre de nombreux dispositifs différentiels).

Bien que 30 s ne soit pas repérable sur ce graphe, on imagine bien qu'une intensité de 25 mA pendant 30 s se place légèrement dans le domaine 4 : ce qui peut effectivement entraîner la mort.

Une intensité de 25 mA pendant 30 s peut entraîner la mort.

Question 9 : vrai ou faux ?

Il y a danger si le corps humain est traversé par un courant alternatif d'intensité efficace 40 mA pendant une durée de 5 s.

Réponse 9 : **vrai**

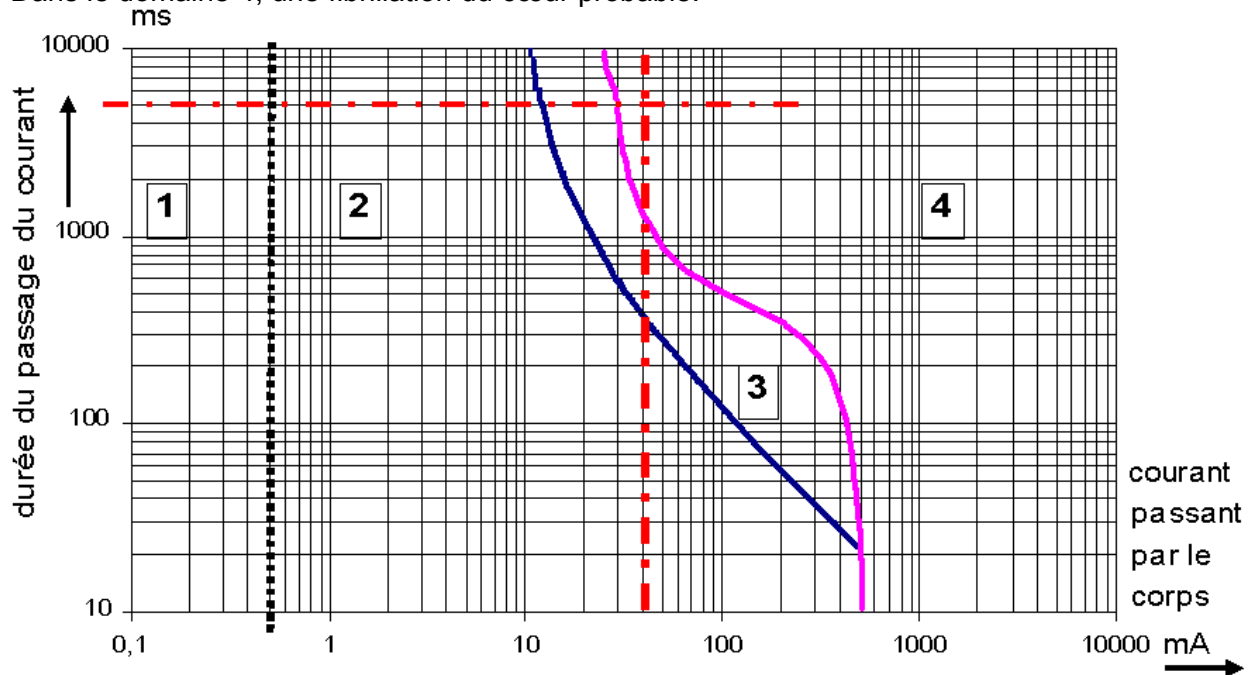
En se référant à la figure ci-dessous, 40 mA pendant 5 s correspond à un point se situant dans le domaine 4 : il y a danger de mort.

Dans le domaine 1, il n'y a généralement pas de réaction.

Dans le domaine 2, des picotements mais aucun effet dangereux.

Dans le domaine 3, des effets non mortels avec perturbations généralement réversibles.

Dans le domaine 4, une fibrillation du cœur probable.



Il y a danger si le corps humain est traversé par un courant alternatif d'intensité efficace 40 mA pendant une durée de 5 s.

Question 10 : vrai ou faux ?

Il est plus dangereux pour le corps humain d'être traversé par un courant alternatif d'intensité efficace 100 mA pendant 50 ms que par un courant alternatif d'intensité efficace 50 mA pendant 2 s.

Réponse 10 : **faux**

La notion d'intensité / durée est très importante. Ces deux grandeurs ne doivent pas être dissociées. Sans avoir les courbes précédentes (voir commentaires des réponses 8 et 9) sous les yeux, il n'est guère possible de répondre à la question posée.

100 mA pendant 50 ms correspond à un point se situant dans le domaine 2 (sans effet dangereux) alors que 50 mA pendant 2 s correspond à un point se situant dans le domaine 4 (risque d'électrocution).

Il est moins dangereux pour le corps humain d'être traversé par un courant alternatif d'intensité efficace 100 mA pendant 50 ms que par un courant alternatif d'intensité efficace 50 mA pendant 2 s.

Question 11 : vrai ou faux ?

La Très Basse Tension (TBT) correspond à des tensions inférieures à 50 V en alternatif et 120 V en continu.

Réponse 11 : **vrai**

Il existe trois domaines de tension : la Très Basse Tension (TBT), la Basse Tension (BT) et la Haute Tension (HT). Ces deux derniers domaines sont subdivisés en A et B. Les limites de ces domaines sont différentes suivant que l'on considère l'alternatif ou le continu. Ces limites sont indiquées dans le tableau suivant :

Domaines de tensions		Tensions nominales	
		Alternatif	Continu
Très Basse Tension	TBT	$U \leq 50V$	$U \leq 120V$
Basse Tension (BT)	BTA	$50 V < U \leq 500 V$	$120 V < U \leq 750 V$
	BTB	$500 V < U \leq 1000 V$	$750 V < U \leq 1500 V$
Haute Tension (HT)	HTA	$1000 V < U \leq 50\,000 V$	$1500 V < U \leq 75\,000 V$
	HTB	$U > 50\,000 V$	$U > 75\,000 V$

Nous travaillons la plupart du temps en TBT, quelque fois en BTA et pratiquement jamais en BTB (et au-delà).

La Très Basse Tension (TBT) correspond à des tensions inférieures à 50 V en alternatif et 120 V en continu.

Question 12 : vrai ou faux ?

Le seuil de sensibilité électrique est de 5 mA.

Réponse 12 : **vrai**

Il est bon d'avoir quelques repères significatifs sur le risque électrique. L'intensité électrique doit être l'un d'eux :

- 50 mA pendant une seconde peut provoquer une fibrillation du cœur (et un arrêt circulatoire) ;
- 25 mA peut provoquer une tétanisation du diaphragme (et un arrêt respiratoire) ;
- 10 mA peut provoquer un " collage " (c'est le seuil de non- lâcher) ;
- 5 mA est le seuil de sensibilité électrique (non dangereux).

Le seuil de sensibilité électrique est de 5 mA.

Question 13 : vrai ou faux ?

En condition normale, il y a risque électrique pour des tensions alternatives inférieures à 48 V.

Réponse 13 : **faux**

La tension limite conventionnelle de sécurité est de 50 V pour l'alternatif en condition normale (25 V pour des emplacements mouillés).

En condition normale, il n'y a pas de risque électrique pour des tensions alternatives inférieures à 48 V.

Sous certaines conditions (qui ne sont plus appelées conditions normales), des tensions comprises entre 25 V et 50 V en alternatif, 50 V et 100 V en continu, peuvent être dangereuses. Pour ne pas avoir à utiliser de systèmes de protection, on parle alors de TBTS : Très Basses Tensions de Sécurité, dont les limites supérieures sont 25 V pour l'alternatif et 50 V pour le continu.

Question 14 : vrai ou faux ?

Un contact indirect est un contact involontaire d'une phase par un objet conducteur (un tournevis par exemple).

Réponse 14 : **faux**

Un contact indirect est un contact réalisé par une personne qui assure une liaison électrique :

- a. entre un matériel en défaut (masse conductrice par exemple) et la terre ;
- b. entre deux matériels en défaut (assez rare).

Un contact indirect n'est donc pas un contact involontaire d'une phase par un objet conducteur.

Question 15 : vrai ou faux ?

La NORME NF C 15 100 impose pour la plupart des prises de courant des dispositifs différentiels de calibre 30 mA.

Réponse 15 : **vrai**

Il y a quelque temps la sensibilité de la plupart des dispositifs différentiels était de 50 mA. La norme a réduit cette valeur pour retenir actuellement 30 mA.

La NORME NF C 15-100 impose pour la plupart des prises de courant des dispositifs différentiels de sensibilité 30 mA.

Remarque : un Dispositif Différentiel à courant Résiduel (DDR) a pour but de protéger les personnes contre les dangers des courants indirects.

Il existe des disjoncteurs différentiels et des interrupteurs différentiels.

Les disjoncteurs différentiels protègent contre les courants de défaut (c'est la fonction différentielle du disjoncteur), contre les surintensités (par un dispositif thermique) et contre les courts-circuits (par un dispositif magnétique).

Les interrupteurs différentiels ne protègent que contre les courants de défaut.

Question 16 : vrai ou faux ?

Pour établir un téтанos parfait des muscles, il suffit de 20 excitations/ seconde.

Réponse 16 : **faux**

Pour établir un téτανos parfait, 40 excitations par seconde suffisent. La distribution des tensions en Europe se faisant avec une fréquence de 50 périodes par seconde, une électrisation par le secteur peut entraîner un téτανos parfait.

Pour établir un téτανos parfait des muscles, il faut plus de 20 excitations par seconde.

Question 17 : vrai ou faux ?

La téτανisation est un phénomène irréversible.

Réponse 17 : **faux**

La téτανisation des muscles est liée au passage d'un courant électrique alternatif. Elle cesse lorsque le courant ne passe plus. Elle se traduit par des contractions incontrôlables des muscles. Dans le cas d'une électrisation main / pied, le courant passe par les muscles respiratoires et peut provoquer une asphyxie respiratoire qui cesse si l'on coupe rapidement le courant.

La téτανisation est un phénomène réversible.

Question 18 : vrai ou faux ?

La téτανisation des muscles peut se produire avec des courants alternatifs de 10 mA.

Réponse 18 : **vrai**

En effet, la contraction involontaire des muscles peut se produire avec un courant alternatif d'intensité efficace de 10 mA.

Cependant la téτανisation n'est pas certaine. Dans le cas de muscles extenseurs, il y a projection de l'électrisé loin du conducteur (il a " pris une châtaigne "). Dans le cas de muscles préhenseurs, l'électrisé reste " collé " au conducteur : il y a téτανisation des muscles, la rapidité de l'ouverture du circuit devient alors primordiale.

La téτανisation des muscles peut se produire avec des courants alternatifs de 10 mA.

Question 19 : vrai ou faux ?

La fibrillation cardiaque est un phénomène irréversible.

Réponse 19 : **vrai**

Un muscle présente une période réfractaire durant laquelle il ne peut pas être réexcité : elle est de 300 ms pour le muscle cardiaque (de 1 ms à 2 ms pour les autres muscles) c'est-à-dire presque aussi longtemps que sa contraction : le muscle du myocarde n'est pas téτανisable par la tension du secteur (de période 20 ms). Cependant les ventricules peuvent se mettre à se contracter de manière désordonnée, anarchique : c'est ce que l'on appelle la fibrillation ventriculaire qui continue même si la cause qui la provoque est supprimée. Cette fibrillation ne peut cesser que par la mise en œuvre d'un défibrillateur cardiaque par un médecin (dispositif de plus en plus répandu en libre utilisation).

La fibrillation cardiaque est un phénomène extrêmement grave et irréversible.

ANNEXE F 3. Risques électriques

Concernant le risque électrique domestique, un petit exercice de réflexion peut être proposé aux élèves ou éventuellement un diaporama accompagné d'un texte à conserver après discussion en classe.

DOCUMENT POUR L'ELEVE

RISQUES ELECTRIQUES

**Compléter le texte ci-dessous avec les mots :
tension, 24, électrocution, intensité, court-circuit**

Il faut distinguer :

Lors d'un court-circuit, un courant très intense circule dans les fils électriques : les fils s'échauffent et cela peut déclencher un incendie.

Une **électrisation**, courant d'intensité faible qui traverse le corps d'une personne : cela peut provoquer un arrêt respiratoire ou cardiaque, des brûlures.

Une électrisation ayant entraîné la mort s'appelle une

Tension de sécurité : volts

Si la tension électrique est inférieure à 24 volts, il n'y a aucun risque d'électrisation pour l'être humain. Une telle tension ne peut provoquer un courant de plus de 0,5 mA, même si la peau est mouillée : on ne sent rien.

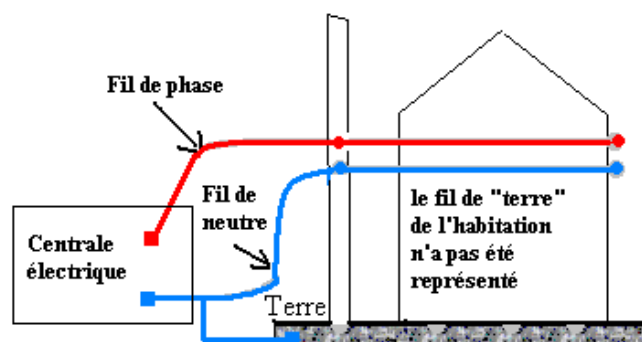
La du secteur, à la maison, vaut 230 V. Une telle tension peut faire circuler à travers le corps humain un courant d'..... faible (50 mA) mais qui peut être **mortel en moins d'une seconde**.

SITUATIONS D'ELECTRISATION

En utilisant son aspect représenté à gauche, dessine le petit personnage sur la maquette à droite dans une position qui provoque son électrisation **entre le fil de phase et le fil de neutre**.

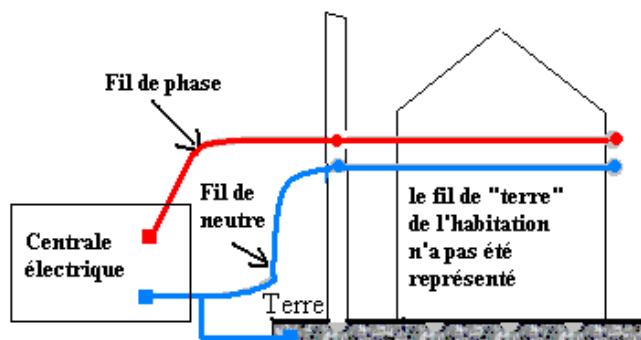


Surligne en couleur le chemin du courant.



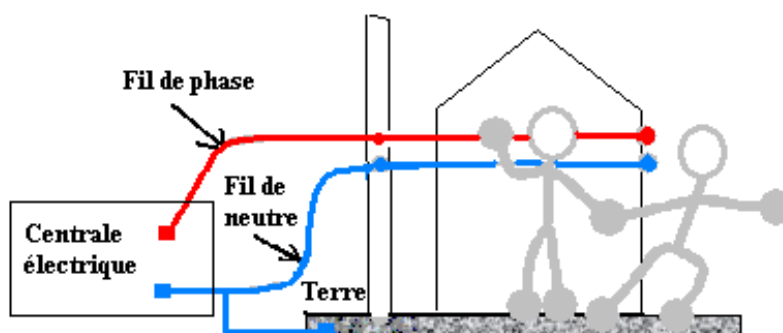
Dessine le même petit personnage sur la maquette ci-contre dans une position qui provoque son électrisation **entre le fil de phase et la terre**.

Surligne en couleur le chemin du courant.



Que se passe-t-il à votre avis pour le secouriste dans la situation ci-contre ?

.....



Surligne en couleur le chemin du courant.

Quelle(s) question(s) le secouriste aurait-il dû se poser en arrivant sur les lieux ?

.....

et qu'aurait-il dû faire avant de toucher la victime ?

.....

DOCUMENT POUR L'ENSEIGNANT

RISQUES ELECTRIQUES

**Compléter le texte ci-dessous avec les mots :
tension, 24, électrocution, intensité, court-circuit**

Il faut distinguer :

Lors d'un ...**court-circuit**... , courant très intense qui circule dans les fils électriques : les fils s'échauffent et cela peut déclencher un incendie.

Une **électrisation**, courant d'intensité faible qui traverse le corps d'une personne : cela peut provoquer un arrêt respiratoire ou cardiaque, des brûlures.

Une électrisation ayant entraîné la mort s'appelle une ... **électrocution**

Tension de sécurité : ... **24**... Volts

Si la tension électrique est inférieure à 24 Volts, il n'y a aucun risque d'électrisation pour l'être humain. Une telle tension ne peut provoquer un courant de plus de 0,5 mA, même si la peau est mouillée : on ne sent rien.

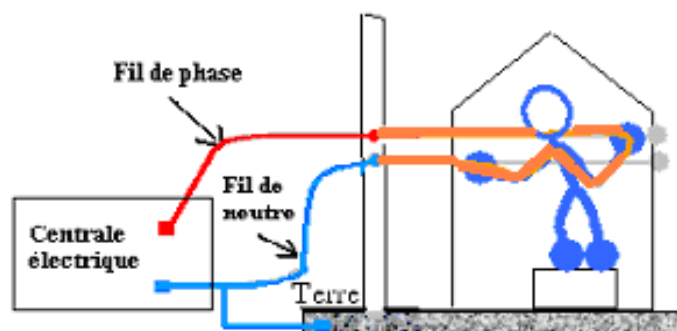
La ... **tension** ... du secteur, à la maison, vaut 220 V. Une telle tension peut faire circuler à travers le corps humain un courant d' ... **intensité** ... faible (50 mA) mais qui peut être **mortel en moins d'une seconde**.

SITUATIONS D'ELECTRISATION



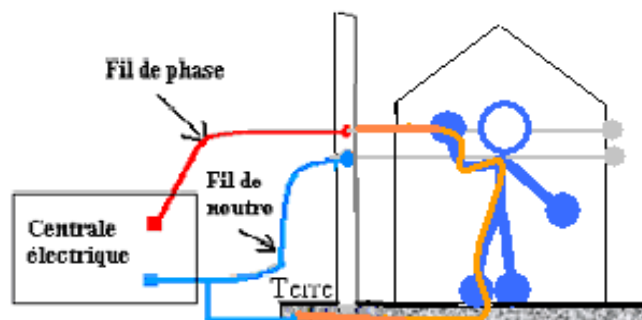
En utilisant son aspect représenté à gauche, dessine le petit personnage sur la maquette à droite dans une position qui provoque son électrisation **entre le fil de phase et le fil de neutre**.

Surligne en couleur le chemin du courant.



Dessine le même petit personnage sur la maquette ci-contre dans une position qui provoque son électrisation **entre le fil de phase et la terre**.

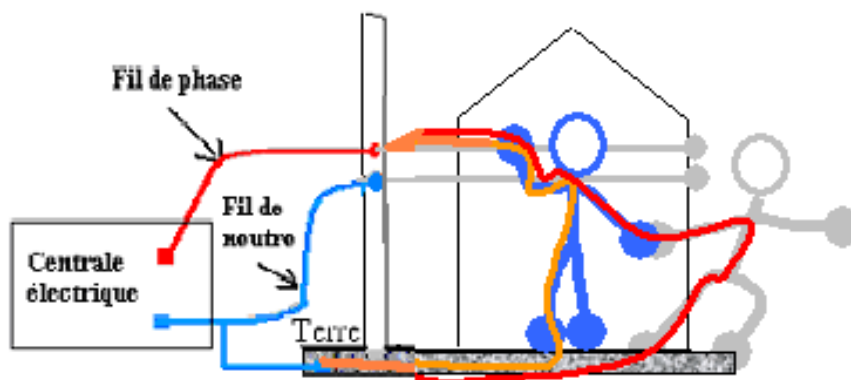
Surligne en couleur le chemin du courant.



Que se passe-t-il à votre avis pour le secouriste dans la situation ci-contre ?

.....*Le secouriste est parcouru par un courant lui aussi et devient une deuxième victime*

Surligne en couleur le chemin du courant.



Quelle(s) question(s) le secouriste aurait-il dû se poser en arrivant sur les lieux ?

.....*Que s'est-il passé ?...*

.....*Est-ce que je peux intervenir sans risque de devenir moi-même une victime ?...*

et qu'aurait-il dû faire avant de toucher la victime ?

.....*Interrompre le courant à l'aide du disjoncteur*

ANNEXE F 4. VADE MECUM
POUR L'ENSEIGNANT CHARGÉ DU LABORATOIRE



SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES FONDAMENTALES
ET APPLIQUÉES

VADE-MECUM DU PROFESSEUR
CHARGE DE LABORATOIRE

http://archives.ac-strasbourg.fr/microsites/phy_chi_new/Page.php?IDD=19

Janvier 2002

SOMMAIRE

Avant-propos

Les instructions officielles

Coordination disciplinaire

Encadrement des personnels techniques de laboratoire

- L'organisation des services
- L'évaluation

Gestion des salles spécialisées

Rationalisation de l'occupation des salles spécialisées

Gestion des équipements dans les établissements publics

- Gestion des stocks de produits fongibles (crédits de fonctionnement)
- Achat, renouvellement des équipements pédagogiques

Sécurité dans les laboratoires

- Le cadre juridique
- Pratiques de prévention
- Prévention des risques électriques
- Prévention des risques chimiques

Développement et innovation

- Ouverture de nouvelles filières de formation, rénovation des installations, construction nouvelle.
- Renouvellement ou d'acquisition de nouveaux équipements pédagogiques
- Le conseil d'enseignement

ANNEXE 1

Extraits des textes officiels relatifs aux missions des personnels techniques de laboratoire.

Circulaire n°98-115 du 26/5/1998 (BO n°23 du 4 juin 1998).

Missions des personnels techniques de laboratoire des établissements d'enseignement.

Circulaire n°2000-192 du 30-10-2000 (BO n°40 du 09 novembre 2000).

Obligations de service des personnels ouvriers et de laboratoire du MEN.

ANNEXE 2

- La mise aux normes et la modernisation des équipements pédagogiques
- Le renouvellement des équipements
- La sortie d'inventaire, la cession des équipements
- Plan pluriannuel d'équipement informatique
- Réserve régionale pour l'équipement
- Renouvellement des petits équipements / Appel à projet

ANNEXE 3

A propos du cadre juridique de la responsabilité pénale des enseignants:

REGISTRE D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ

CIRCULAIRE N°98-031 du 23-02-1998 (BO N°10 du 05-03-1998)

Sécurité des élèves - Prévention des risques d'origine électrique dans le cadre des formations dispensées par les établissements scolaires

ANNEXE 4

Fiche diagnostic simplifié de conformité électrique
A propos de l'habilitation électrique

ANNEXE 5

Stockage des produits chimiques
Protection de l'environnement et gestion des déchets