

Chapitre 3 : Tension et intensité en régime continu et variable

- Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma donné et inversement, les symboles étant fournis
- Représenter le branchement d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'un système d'acquisition ou d'un oscilloscope sur un schéma électrique
- Utiliser la loi des mailles et la loi des nœuds dans un circuit comportant trois mailles ou plus

- Représenter tension et intensité en convention générateur et récepteur
> ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE 2
- Mesurer la valeur moyenne et la valeur efficace d'une tension ou d'une intensité électrique dans un circuit
> ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE 1
- Analyser le domaine de validité d'un modèle
> ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE 3
- Sécurité électrique
> ACTIVITÉ DOCUMENTAIRE 4

1) Intensité, tension électriques

1.1 Notion d' INTENSITE d'un courant électrique :

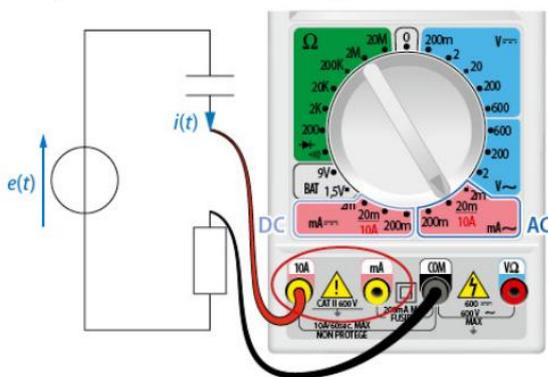
- Un courant ne peut s'établir que dans un circuit FERMÉ, qui doit contenir au moins un générateur et un récepteur.
- La matière est constituée d'atomes : un noyau central (chargé +) est entouré d'électrons en mouvement (chargés -). La charge d'un électron est appelée charge élémentaire et vaut $q = - 1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb .
- Le courant électrique est un mouvement d'ensemble des électrons dans tout le conducteur à la vitesse de qq cm/s alors que l'information se propage elle à la vitesse de la lumière
- Par convention, le courant **sort de la borne + du générateur et entre par la borne - (on parle de sens conventionnel).**
- **L'intensité d'un courant électrique est un DEBIT de CHARGES dans un conducteur, elle s'exprime en AMPERE (A) et est représentée par la lettre I .**

Utilisation comme ampèremètre

L'ampèremètre se branche en **série** dans la branche du circuit dans laquelle on souhaite mesurer l'intensité du courant électrique.

Le **calibre** doit être adapté à la mesure d'intensité : en général, on part du calibre le plus grand puis on le baisse progressivement de sorte que la valeur du calibre le plus adapté soit immédiatement supérieure à celle de la mesure.

Exemple : mesure de l'intensité $i(t)$



Le courant rentre par la borne 10 A ou 500 mA de l'ampèremètre et sort par la borne COM.

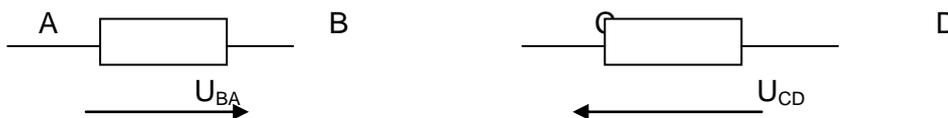
Choix du calibre et de la borne d'entrée du courant

Intensité à mesurer	$I < 200 \text{ mA}$	$I > 200 \text{ mA}$
Borne d'entrée du courant	200 mA	10 A
Intensité d'un courant continu	mA $\overline{\text{---}}$ (DC)	
Valeur moyenne d'une intensité variable		
Valeur efficace d'une intensité variable	mA \sim (AC)	
Valeur efficace de la composante alternative du signal		

- La mesure de l'intensité du courant est **algébrique** : si le courant entre dans l'appareil par la borne A, la mesure est positive, négative sinon.
- Une intensité négative veut simplement dire que le courant circule dans le sens opposé à celui supposé.
- Une intensité peut aller de quelques nanoAmpères (électronique) à 10000 A (centrales nucléaires)

1.2 Notion de TENSION électrique

- ➔ Le passage d'un courant entre 2 points d'un circuit n'est possible que si il existe une différence de potentiel électrique entre ces 2 points, appelée aussi TENSION.
- ➔ Chaque point du circuit possède un potentiel électrique.
- ➔ La différence de potentiel électrique entre 2 points A et B d'un circuit correspond à une TENSION, qui se note par la lettre U et s'exprime en VOLT (V).
- ➔ Cette tension est représentée par une flèche dont les extrémités sont placées aux points de mesure :

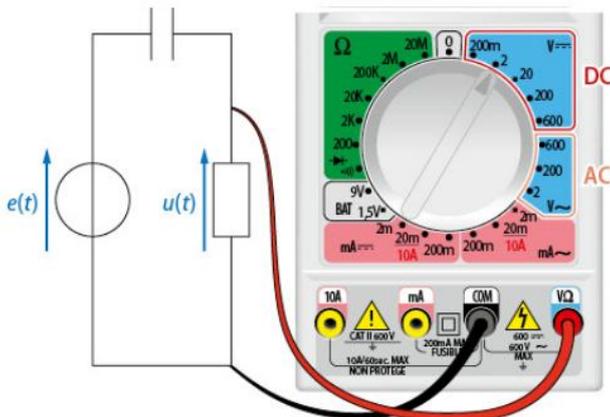


- La tension est aussi une grandeur **algébrique** : $U_{BA} = -U_{AB}$. De plus $U_{BA} = V_B - V_A$

Utilisation comme voltmètre

Le voltmètre se branche en **dérivation** aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la tension. La borne COM est branchée du côté de la base de la flèche de tension.

Exemple : mesure de la tension $u(t)$ aux bornes de la résistance du circuit ci-dessous.



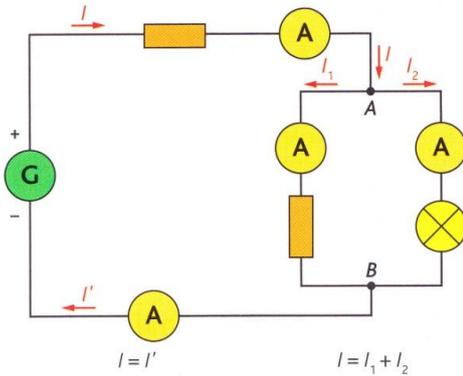
Type de tension à mesurer	Position du sélecteur
Tension continue	V= (DC)
Valeur moyenne d'une tension variable	
Valeur efficace d'une tension variable	V~ (AC)
Valeur efficace de la composante alternative d'une tension variable	

Pour mesurer la valeur efficace d'une tension non sinusoïdale, on utilise un voltmètre TRMS (*True Root Mean Square*).

- La terre , par convention, est au potentiel de 0 V
- Une tension peut aller de μV (électronique) à 500 kV (transport d'énergie)
- Une très haute tension : La foudre : On connaît aujourd'hui la puissance de la foudre: un courant de **30000 ampères correspondant à une tension de 100 millions de volts** .La longueur des éclairs peut aller de 100 m à 20 km dans le cas de l'éclair sinueux. Sa vitesse atteint 40000 km/s, donc un peu plus d'un dixième de la vitesse de la lumière. Son épaisseur est d'environ 3 cm.

1.3 Loi des nœuds

- La somme algébrique des intensités des courants qui entrent dans un nœud (intersection d'au moins 3 fils) est égale à la somme algébrique des courants qui en repartent.



Au nœud A :
 $I = I_1 + I_2$

Exercice 1 : Loi des nœuds

Pour le nœud de la figure ci-dessous, on donne : $i_1 = 30 \text{ mA}$; $i_2 = -90 \text{ mA}$; $i_3 = 70 \text{ mA}$; $i_4 = -60 \text{ mA}$ et $i_5 = 100 \text{ mA}$.

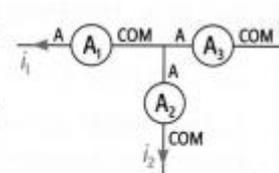


Quelle est la valeur de l'intensité i_6 ?

Exercice 2 : Ampèremètres

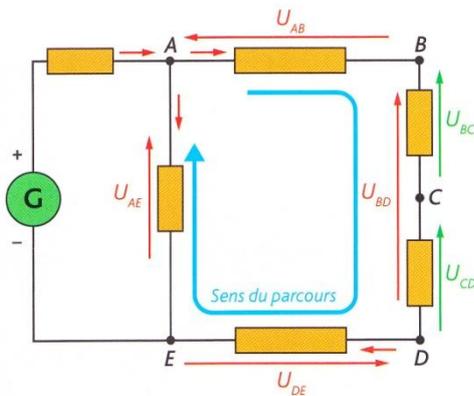
A_1 indique $-1,5 \text{ A}$ et A_2 indique $+0,6 \text{ A}$.

- Donner les valeurs des intensités i_1 et i_2 .
- Quelle est la valeur de l'intensité affichée par A_3 ?



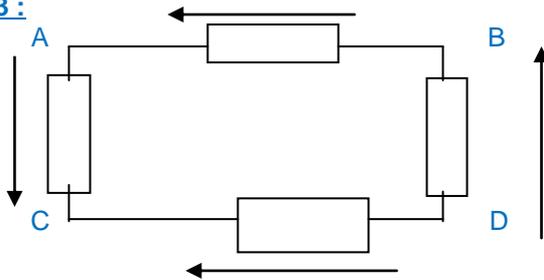
1.4 Loi des mailles

- Une maille est un chemin fermé passant par différents points d'un circuit électrique
- On choisit pour la maille un sens de parcourt arbitraire ainsi qu'un point de départ. On donne un signe + aux tensions dans le même sens que le sens arbitraire. On donne un signe - « « « sens opposé au sens arbitraire. La somme algébrique de ces tensions est égale à 0



On a la relation :
 $- U_{AB} - U_{BD} - U_{DE} + U_{AE} = 0$

A partir de cette relation, on isolera la tension recherchée.

Exercice 3 :

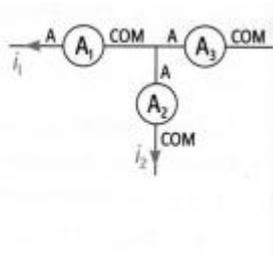
- Donnez les noms de toutes les tensions puis choisissez un sens arbitraire dans la maille
- Ecrivez la loi des mailles.

Exercice 4 :

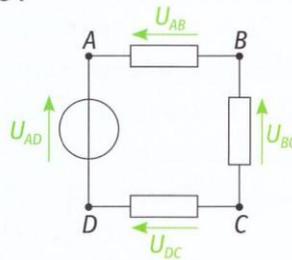
A_1 indique $-1,5$ A et A_2 indique $+0,6$ A.

1. Donner les valeurs des intensités i_1 et i_2 .

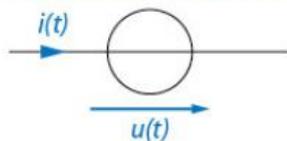
2. Quelle est la valeur de l'intensité affichée par A_3 ?

**Exercice 5 :**

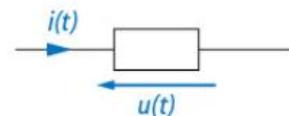
Pour la maille de la figure ci-dessous, on donne :



$U_{AD} = 12$ V ; $U_{AB} = 2$ V et $U_{DC} = -6$ V.
Quelle est la valeur de la tension U_{BC} ?

1.5 Conventions**Convention générateur**

Pour les générateurs, on adopte la convention générateur : tension et intensité sont fléchées dans le même sens.

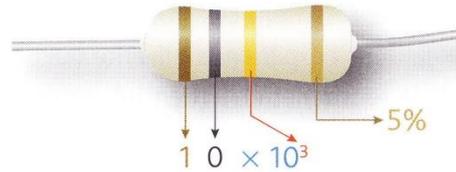
Convention récepteur

Pour les récepteurs, on adopte la convention récepteur : tension et intensité sont fléchées en sens inverse.

1.8 Cas particulier du conducteur Ohmique (résistance)

- Le dipôle présent dans tous les appareils électriques chauffants est le conducteur Ohmique, appelé communément : résistance.
- Il s'agit d'un dipôle symétrique caractérisé par une résistance R qui s'exprime en OHM (Ω).

- Sa valeur peut être déterminée par un code de couleurs :



La résistance a pour valeur $10 \times 10^3 = 10 \text{ k}\Omega$

- La tension est proportionnelle à l'intensité qui le traverse, sa **caractéristique intensité/tension** est une droite linéaire. La relation de proportionnalité s'écrit $U = R \times I$

$$U_{AB} = R \cdot I$$

volt (V)
ohm (Ω)
ampère (A)

Exercice 6 et 7 : N° 1 et 6 p 50

1 Réglages d'un multimètre

Analyser/Raisonner : exploiter des résultats de mesures

Indiquer pour chaque mesure l'appareil utilisé et les réglages éventuels (AC ou DC).

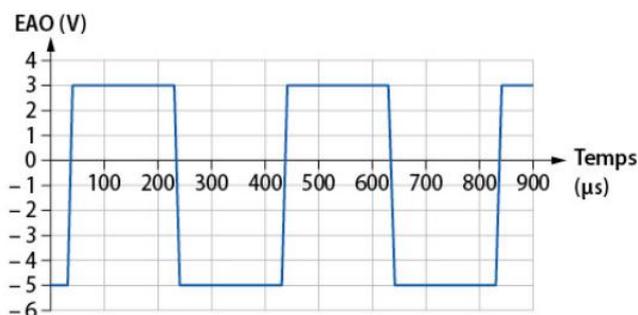
1. Valeur efficace de la tension alternative : 4,5 V.
2. Fréquence de la tension : 450 Hz.
3. Tension du secteur : 230 V.
4. Valeur moyenne de l'intensité : 55 mA.
5. Valeur efficace de l'intensité : 250 mA.
6. Tension fournie par une pile : 1,5 V.

Exercice 8 : N°3 p 50

3 Caractérisation d'une tension variable

Analyser/Raisonner : exploiter des informations, des résultats de mesures

On visualise la tension suivante :



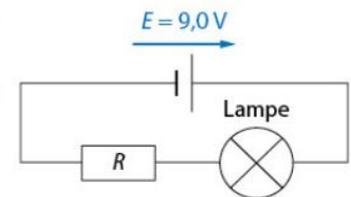
6 Choix d'une résistance de protection

Connaître : mobiliser des connaissances.

Réaliser : effectuer des calculs.

On réalise le circuit suivant.

L'intensité traversant la lampe ne doit pas dépasser 150 mA. Cette lampe fonctionne pour une tension nominale de 6,0 V.



1. Quelle devrait être la tension aux bornes de la résistance ?
2. En déduire la valeur minimale de la résistance pour que le courant qui traverse la lampe ait une valeur adaptée.

À partir de cette représentation, indiquer, pour cette tension :

1. La valeur de la fréquence.
2. La valeur maximale.
3. La valeur minimale.
4. La valeur moyenne.

2) Tension : valeur moyenne et efficace

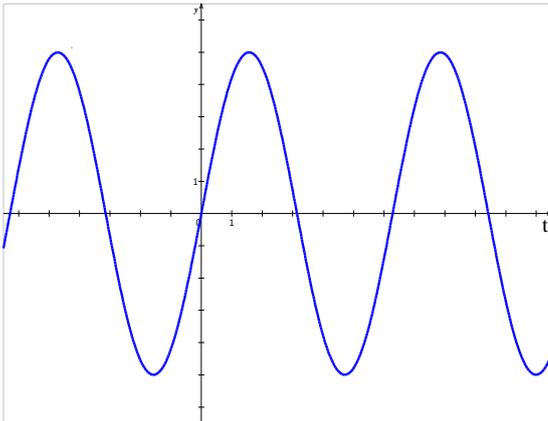
La plupart des appareils domestiques sont alimentés par le réseau EDF qui fournit une tension alternative et sinusoïdale. Voyons ses principales caractéristiques.

2.1 Convention :

Par convention : * Si une tension ou une intensité VARIABLE : i ou u .

*Si une tension ou une intensité CONTINU : I ou U .

2.2 Caractéristiques :



Echelle : 1 div = 1 V et 1 div = 5 ms

Cette tension alternative est caractérisée par :

- Sa tension max notée U_{max} en Volt
- Sa tension Efficace notée U_{eff} ou $U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$
- Sa période T (durée au bout de laquelle la tension se répète identique à elle-même)
- Sa fréquence f (nombre d'oscillations par seconde)
 $f = \frac{1}{T}$

Exercice 9 : Déterminez numériquement les 4 caractéristiques de cette tension sinusoïdale.

2.3 Valeur moyenne et valeur efficace :

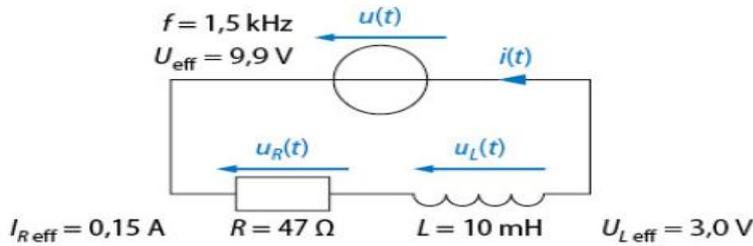
Tension sinusoïdale alternative : $u(t) = U_m \sin(2\pi ft)$ et $U_{moy} = 0V$	Tension sinusoïdale avec une composante continue : $u(t) = U_m \sin(2\pi ft) + U_{DC}$ et $U_{moy} = U_{DC}$
<p>U_m : amplitude du signal $U_{eff} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$: valeur efficace</p>	<p>U_{max} : valeur maximale du signal U_{min} : valeur minimale du signal $U_{eff} = \sqrt{U_{moy}^2 + \frac{U_m^2}{2}}$: valeur efficace</p>

Exercice 10 :**7 Détermination d'une tension efficace**

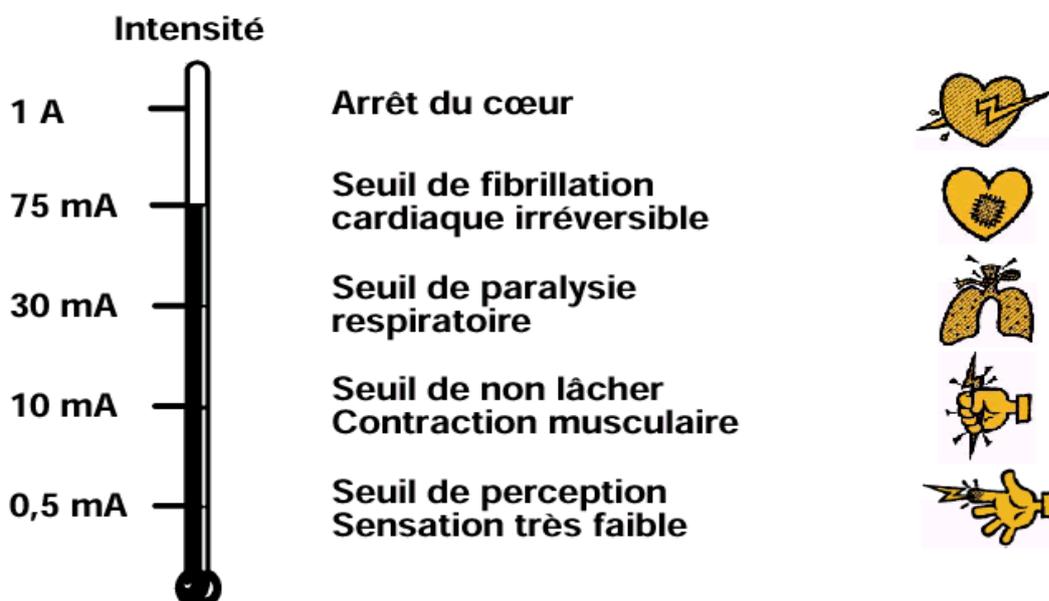
Connaître : mobiliser des connaissances.

Réaliser : faire un schéma et effectuer des calculs

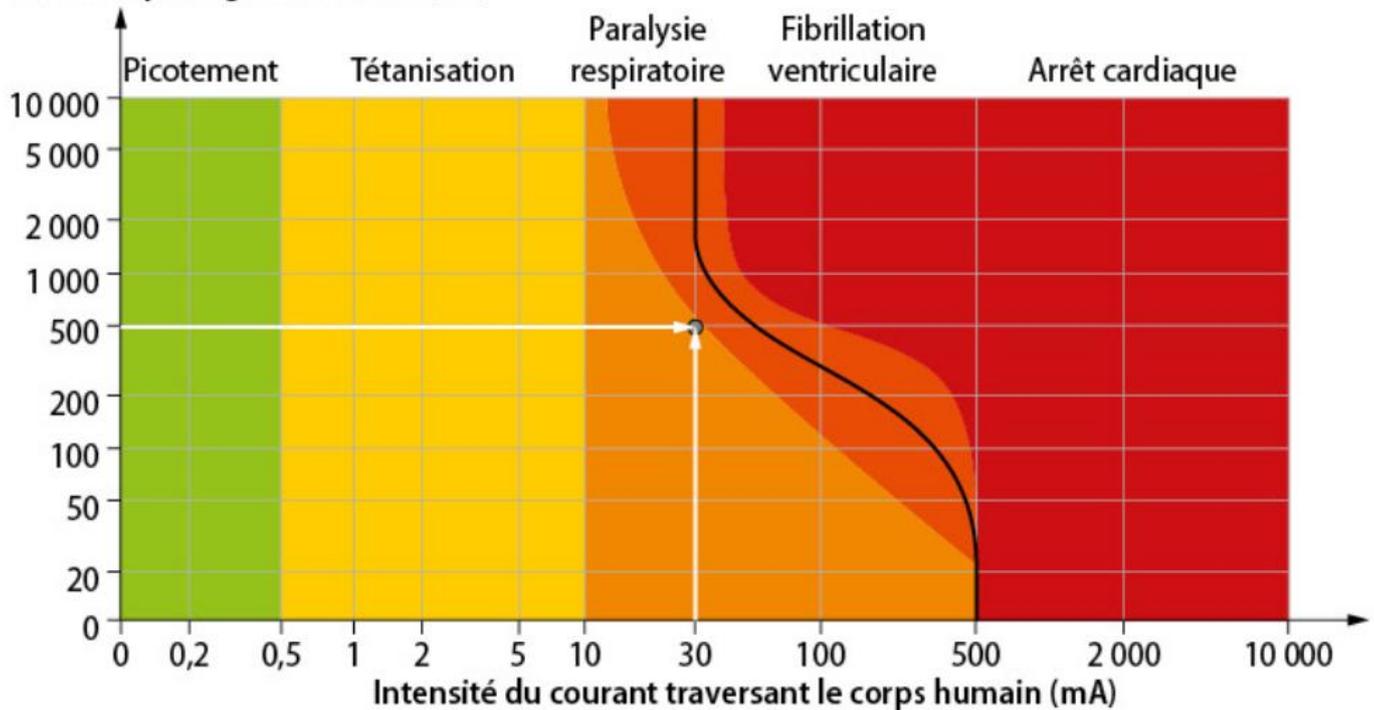
On réalise le circuit suivant.



1. Placer sur le schéma les appareils permettant de réaliser les différentes mesures de tension et d'intensité.
2. En utilisant la loi d'Ohm, calculer la valeur efficace de la tension $U_{R_{\text{eff}}}$ aux bornes de la résistance.
3. Écrire la relation entre les tensions instantanées.
Peut-on écrire une relation entre les tensions efficaces ? Justifier votre réponse.

3) Sécurité électrique**3.1 Les dangers de l'électricité**Les Effets du courant électrique dépendent de I , de U et de la durée d'exposition.Électrisation: Effets du passage d'un courant électrique à travers l'organismeÉlectrocution: Effets **mortels** du passage d'un courant électrique à travers l'organismeTétanisation: Contraction musculaire prolongée et involontaire sans lésion de la fibre musculaireFibrillation: Trouble du rythme cardiaque caractérisé par des contractions rapides, désynchronisées et totalement inefficaces causées par une activité électrique désordonnée des fibres musculaires cardiaques

Durée de passage du courant (ms)



1 A	Arrêt du cœur
50/75 mA	Seuil de fibrillation cardiaque irréversible
30 mA	Seuil de paralysie respiratoire au-delà de 500 ms
10 mA	Seuil de non lâcher, contraction musculaire
0,5 mA	Seuil de perception, sensation très faible

Exemple : Un **électrificateur de clôture** fonctionne sur le principe de décharges électriques impulsionnelles de plusieurs milliers de volts, de durée en général inférieure à la ms et de fréquence de répétition de l'ordre de 1 Hz.

Electrificateur sur secteur spécialement étudié pour les ovins-bovins. Avec contrôle permanent de clôture :

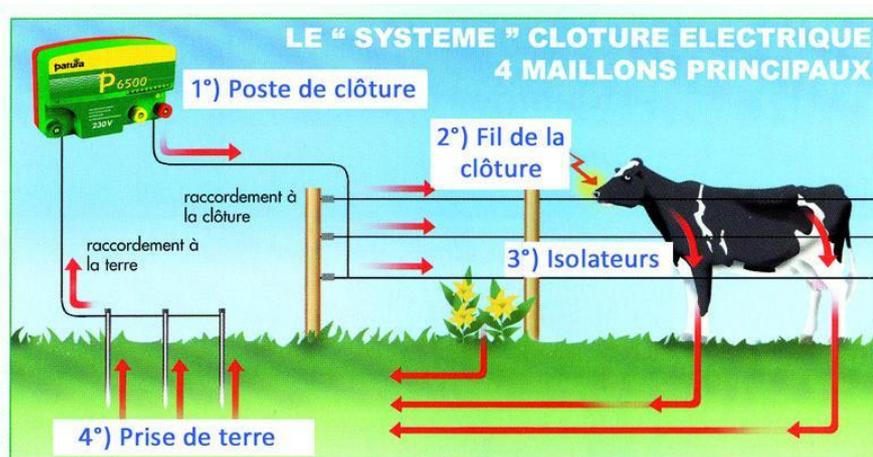
Tension de sortie 7800 V

Tension en cas de charge de 500 Ohm 6600 V

Energie stockée 9 J

Energie d'impulsion 6.1 J

Consommation de courant 10 W



la clôture électrique est un circuit fermé dans lequel le maillon le plus faible (1 à 4) est déterminant pour la fiabilité de tout le système de clôture. Le courant ne circule que lorsque l'animal ou la végétation touche le fil, ce qui a pour effet d'envoyer le courant dans le sol où il continue à circuler en passant par les piquets de terre pour revenir à l'électrificateur.

→ Seuil de dangerosité des tensions :

Lorsqu'une personne est en contact avec un conducteur, l'intensité du courant I_c qui la traverse dépend de la tension U_c entre le conducteur et la terre et de la résistance R de la partie du corps humain en contact :

$$U_c = R \times I_c$$

Le seuil de danger des tensions est fixé par la tension limite de sécurité U_L

Local	Sec	Humide	Immergé
U_L , tension limite en alternatif (V)	50	25	12

→ Si le seuil est dépassé, un dispositif de protection doit être installé pour protéger les personnes, et devra couper l'alimentation électrique avant une durée indiquée dans le tableau ci-dessous :

Tension de contact (V)	50	120	220	350
Temps de coupure (s)	5	0.34	0.17	0.08

Exercice 11 : Protection des installations, protection des personnes

Parmi les appareils électriques suivants : fusible, disjoncteur différentiel, prise de terre, disjoncteur divisionnaire, isolation (gainage) des conducteurs, disjoncteurs de branchement.

1. Lesquels assurent la protection des matériels et des installations ?
2. Lesquels assurent la protection des personnes ? Indiquer dans quelles conditions.

3.2 Les dispositifs de protection

En cas de surintensité, l'échauffement d'un conducteur peut provoquer un incendie. Les principaux dispositifs de protection sont fusibles et disjoncteurs

→ Fusible (2 bornes) : Il est constitué d'un élément conducteur qui fond et **ouvre le circuit** lorsque l'intensité dépasse une valeur fixée (calibre)

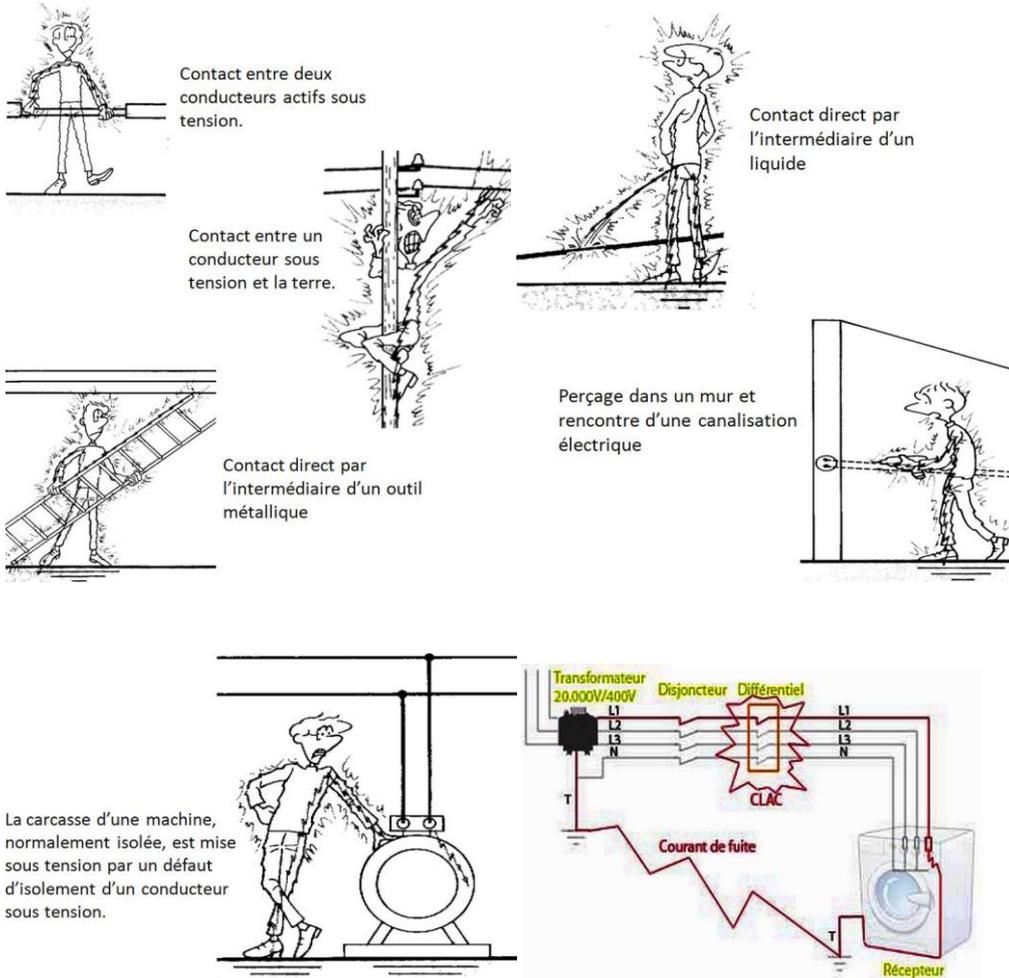
Le fusible protège les appareils contre les surintensités

→ Disjoncteur (4 bornes) : Il protège l'installation et les personnes, il remplit 3 fonctions : **sert d'interrupteur** général, **limite l'intensité** du courant provenant du réseau (45 A) et **coupe l'alimentation** du réseau si il détecte une fuite de courant (300 mA per exemple).

La principale fonction d'un disjoncteur est d'interrompre le courant en cas de surintensité ou de fuite de courant .

Dans les habitations, la sensibilité du disjoncteur est de 30 mA

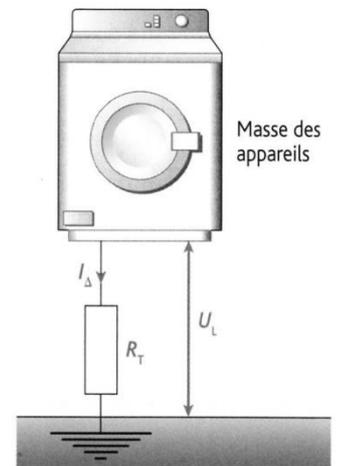
→ la mise à la terre du conducteur de neutre du réseau et des masses métalliques du bâtiment (tuyauterie, huisserie, luminaires ...), c'est le régime de neutre « TT »



Exercice n°12 : Bonne ou mauvaise prise de terre

La valeur de la résistance d'une prise de terre R_T dépend des conditions locales du terrain (humidité, nature du sol...) et de la qualité de sa réalisation (organisation du circuit de mise à la terre). Sa valeur doit respecter la condition : $R_T \leq \frac{U_L}{I_{\Delta}}$

1. Dans cette relation, que représentent les grandeurs U_L et I_{Δ} ?
2. Pour un local humide (salle de bain : $U_L = 25 \text{ V}$), quelle doit être la valeur maximale de la résistance de la prise de terre si on utilise un disjoncteur différentiel ayant une sensibilité : $I_{\Delta} = 30 \text{ mA}$?
3. Cette valeur de la résistance de la prise de terre provoque-t-elle le déclenchement d'un disjoncteur différentiel de 500 mA dans un local sec ($U_L = 50 \text{ V}$) ?



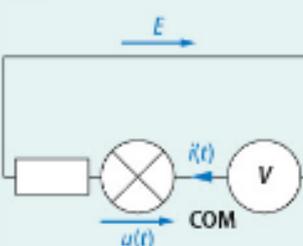
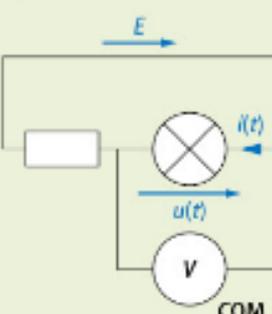
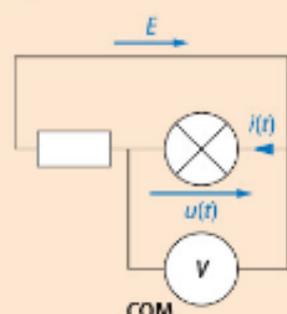
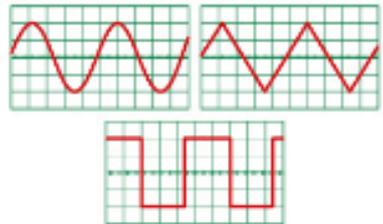
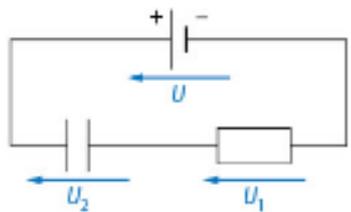
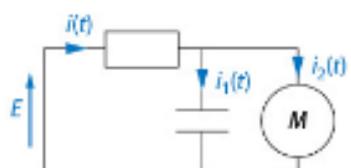
Exercice n°13 : Surcharge d'une prise électrique (N)

Une des prises de la salle à manger d'une habitation est équipée d'une multiprise et elle est protégée par un fusible de 5 A. On fait fonctionner en même temps sur cette prise un téléviseur de puissance 150 W et un fer à repasser d'une puissance de 1200 W.

1. Quel est le rôle du fusible ?
2. Pour quelle valeur d'intensité efficace coupe-t-il le circuit ?
3. Représenter par un schéma cette installation.
4. Déterminer l'intensité efficace du courant qui traverse chaque appareil.
5. Le fusible coupe-t-il le circuit ?

Rappel : la tension efficace du secteur en France est de 230 V.

4) QCM

	A	B	C
<p>1. On mesure :</p> 	<input type="checkbox"/> la valeur efficace de l'intensité du courant	<input type="checkbox"/> la valeur moyenne de l'intensité du courant	<input type="checkbox"/> la composante continue de l'intensité du courant
<p>2. On veut mesurer la tension U_{eff} aux bornes de la lampe. Le schéma correspondant aux branchements corrects est :</p>	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 
<p>3. Les trois signaux suivants (sensibilité verticale 2 V et sensibilité horizontale 100 μs) ont :</p> 	<input type="checkbox"/> la même valeur maximale	<input type="checkbox"/> la même période	<input type="checkbox"/> la même fréquence
<p>4. La loi d'Ohm est valable :</p>	<input type="checkbox"/> aux bornes d'un générateur	<input type="checkbox"/> aux bornes d'une résistance	<input type="checkbox"/> aux bornes d'un condensateur
<p>5. Pour le circuit suivant, on peut écrire :</p> 	<input type="checkbox"/> $U = U_1 + U_2$	<input type="checkbox"/> $U = U_1 - U_2$	<input type="checkbox"/> $U = U_1 = U_2$
<p>6. Pour le circuit suivant, on peut écrire :</p> 	<input type="checkbox"/> $I_{\text{eff}} = I_{1\text{eff}} + I_{2\text{eff}}$	<input type="checkbox"/> $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$	<input type="checkbox"/> $I_{\text{eff}} = I_{1\text{eff}} = I_{2\text{eff}}$