

Circuits et puissance électrique – Fiche de cours

1. Les circuits électriques

a. Types de circuits

Il existe deux catégories de circuits électriques : continus et variables

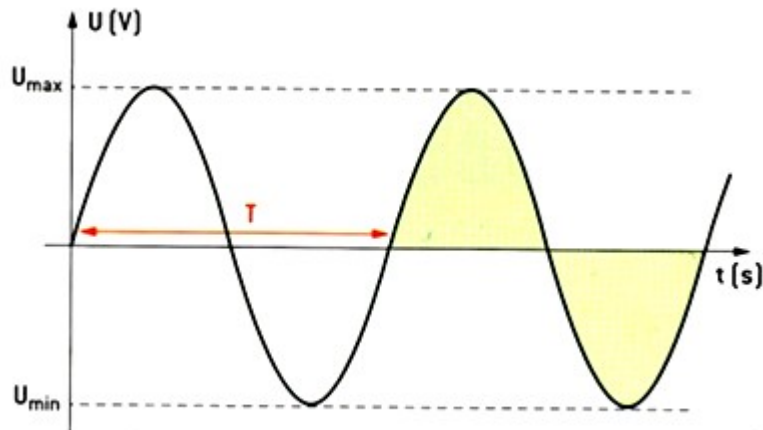
- circuits en continu

Le générateur est une source de tension ou d'intensité continue



- circuits en régime variable

Le générateur est une source de tension ou d'intensité alternative comme le réseau électrique EDF



b. Lois des circuits électriques

- lois des tensions :

- dans un circuit parallèle il y a unicité des tensions
- dans un circuit série il y a additivité des tensions (loi des mailles)

- lois des intensités :

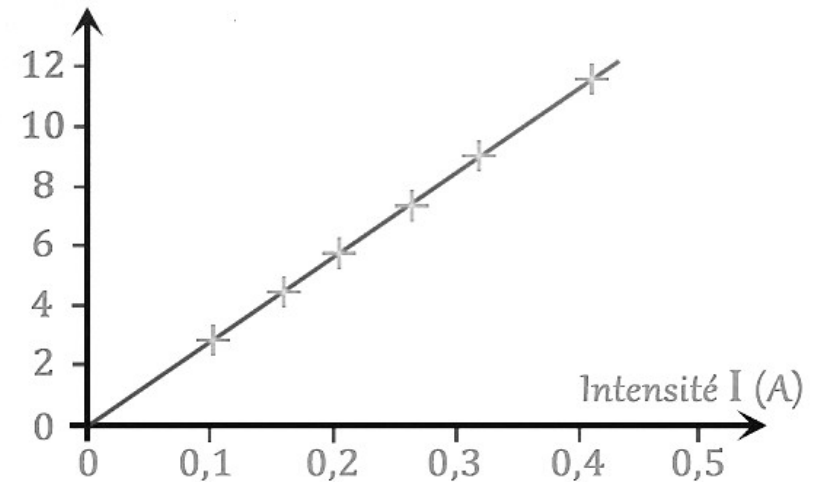
- dans un circuit parallèle il y a additivité des intensités (loi des noeuds)
- dans un circuit série il y a unicité des intensités

c. Loi d'Ohm

La tension et l'intensité sont proportionnelles aux bornes d'une résistance :

$$U = R \cdot I \quad U \text{ en Volts (V)} \quad I \text{ en Ampères (A)} \quad R \text{ en Ohms } (\Omega)$$

Tension U (V)



2. Puissance électrique

La puissance électrique d'un appareil est définie par :

$$P = U \cdot I \quad P \text{ en Watts (W)} \quad U \text{ en Volts (V)} \quad I \text{ en Ampères (A)}$$

Pour une résistance R (pertes thermiques) la puissance électrique s'exprime par : $P_R = R \cdot I^2$

3. Sécurité et limitation de la consommation

a. Installation électrique domestique

Dans une installation domestique, les appareils sont associés en dérivation. Le générateur de tension est alternatif (230V)

b. Fusible et disjoncteur différentiel

Une perte de puissance (ou surintensité) dans un circuit électrique peut s'accompagner d'une dissipation thermique
Les fusibles (permanents ou automatiques) permettent de limiter l'intensité électrique

L'intensité traversant le corps humain ne doit pas dépasser 20 mA pour ne pas présenter de danger
Les disjoncteurs différentiels permettent de limiter l'intensité électrique perdue sur une ligne électrique (généralement 20 mA)

c. Disjoncteur de branchement

Un disjoncteur de branchement permet de limiter la puissance consommée par une installation électrique (souscrite lors de l'abonnement)

Circuits et puissance électrique – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Théo a décidé de cuisiner un bon repas pour faire une surprise à sa famille. Au moment où il allume la deuxième plaque de cuisson, tous les appareils électriques ainsi que la lumière s'éteignent brutalement. Il y avait dans la cuisine, le four électrique, le lave-linge, le micro-ondes, et l'éclairage en fonctionnement.

On donne les intensités de fonctionnement de chaque appareil dans le tableau ci-dessous :

Appareils	Four	Lave-linge	Micro-ondes	Une plaque de cuisson	Lampe
Intensité en fonctionnement	9A	8A	4A	6A	1A

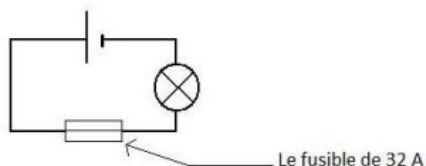
Document 2 : Une petite expérience bricolée !

Le fusible de 32 A qui protège la cuisine de Théo est comme ci-contre. Il l'a récupéré dans le tableau électrique après l'incident.

Pour savoir s'il a été endommagé il réalise un petit montage électrique avec les composants d'une lampe de poche (une pile, une lampe, et le fusible) :

Il constate
que la lampe ne
brille pas.

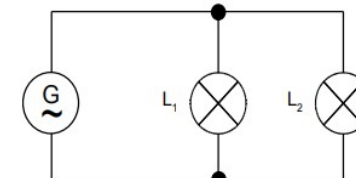
QUESTIONS



1. Quelle est l'observation faite dans la petite expérience bricolée ?
2. D'après l'observation faite, peut-on réutiliser le fusible ?
3. Quelle est l'intensité qui provoque la coupure du disjoncteur ?
4. Calcule l'intensité totale qui circule dans l'installation, lorsque la deuxième plaque est allumée, grâce aux informations du tableau.
5. D'après les questions 3. et 4. explique pourquoi la lumière s'est brutalement éteinte.

Exercice 2 corrigé disponible

Les lampes L_1 et L_2 sont alimentées par un générateur de 6 V. Sur le culot de la lampe L_1 on peut lire « 6 V ; 6 W » et sur le culot de la lampe L_2 on lit « 6 V ; 2W ».



1. Comment appelle-t-on ces valeurs ? Que signifient-elles ?
2. Laquelle de ces deux lampes brille le plus ?
3. Calculer l'intensité efficace qui traverse L_1 .
4. Calculer l'intensité efficace qui traverse L_2 .
5. Quelle est l'intensité efficace à la sortie du générateur ?

Exercice 3 corrigé disponible

Une multiprise électrique porte l'indication $P_{\max} = 3500 \text{ W}$.

Sur cette multiprise, on branche un fer à repasser de 1900 W, un radiateur de 3100 W et une cafetière de 950 W.

1. Les appareils domestiques sont-ils branchés en série ou en dérivation sur une multiprise ?
2. Quelle est la puissance reçue par la multiprise lorsque ces trois appareils fonctionnent ?
3. Commenter ce résultat.
4. Sachant qu'elle se branche sur le secteur, quelle intensité efficace maximale est supportée par cette multiprise ?
5. Quelle est l'intensité efficace du courant qui circule dans chacun de ces appareils branchés lorsqu'ils fonctionnent ?
6. Calculer alors l'intensité efficace du courant fourni par la multiprise lorsque les trois appareils fonctionnent.
7. Que risque-t-il donc se passer si tous les appareils branchés fonctionnent en même temps ?

Exercice 4 corrigé disponible

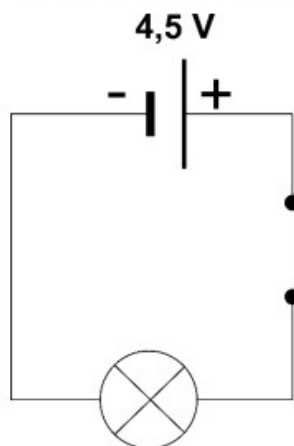
Une partie de l'épreuve s'effectue de nuit. Selon le règlement, les coureurs doivent impérativement être équipés d'une lampe frontale fournissant un flux lumineux minimal de deux cents lumens (200 lm).

Avant l'essor des lampes à basse consommation, on utilisait des lampes frontales à incandescence. Aujourd'hui, elles sont remplacées par des lampes frontales à diodes électroluminescentes (DEL ou LED).

Dans la suite du sujet, on s'intéresse à deux lampes :

	Source de lumière	Source d'énergie électrique	Flux lumineux
Lampe A	Une lampe à incandescence traversée par une intensité de 0,30 A.	Une pile plate LR12 délivrant une tension de 4,5 V.	12 lm
Lampe B	Deux LED consommant chacune une puissance électrique égale à 1,0 W.	Trois piles LR03, montées en série, délivrant chacune une tension de 1,5 V.	240 lm

Le schéma simplifié du circuit électrique de la lampe A est le suivant :



Question 4 (4 points) : reproduire ce schéma sur la copie en y ajoutant les appareils nécessaires à la mesure des valeurs de la tension aux bornes de la lampe et de l'intensité dans le circuit.

Question 5 (2 points) : expliquer pourquoi la lampe A ne permet pas de respecter le règlement de l'UTMB.

Le rendement lumineux r d'une source lumineuse est le rapport entre le flux lumineux émis par cette source et la puissance électrique de la source. Il s'exprime en lumen par watt (lm/W).

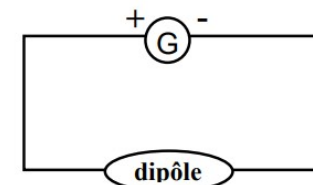
Question 6 (6 points) : comparer les rendements lumineux des lampes A et B.

Question 7 (2 points) : expliquer pourquoi aujourd'hui les lampes frontales à incandescence sont remplacées par des lampes frontales à diodes électroluminescentes.

Exercice 5 corrigé disponible

On souhaite étudier la caractéristique d'un dipôle. Pour cela on veut relever l'intensité qui traverse le dipôle et la tension à ses bornes.

1. Complétez le schéma ci-contre en y ajoutant le voltmètre et l'ampèremètre qui permettent d'effectuer les mesures souhaitées. *2pts*
2. Indiquez l'emplacement des bornes V et COM pour le voltmètre et mA et COM pour l'ampèremètre. *2pts*



Voici les mesures obtenues :

U (V)	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
I (A)	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090

3. Représenter la courbe $U=f(I)$; quelle est la nature du dipôle étudié ?

Exercice 6 corrigé disponible

1. Florence connecte une pile « plate » aux bornes d'une résistance $R_1 = 220 \Omega$. La tension à ses bornes vaut alors 4,4 V. Calculez l'intensité du courant qui parcourt la résistance.
2. Elle change ensuite de pile et constate que l'intensité qui traverse la résistance devient 41 mA. Calculez la tension aux bornes du résistor : a-t-elle utilisé une pile « rectangulaire » 9 V ou une pile « ronde » 1,5 V?
3. Florence utilise maintenant une autre résistance R_2 avec une pile « rectangulaire ». La tension aux bornes du résistor vaut alors 8,9 V et l'intensité du courant 19 mA. R_2 est-il un résistor de 330Ω ou 470Ω ? Justifiez votre réponse.

Exercice 7 corrigé disponible

Pour le bien-être des poissons élevés en aquarium, deux paramètres sont importants : l'oxygénation de l'eau et son pH.

Partie 1 - Choisir la pompe à air.

Pour permettre l'oxygénation de l'eau et assurer la survie des poissons, on utilise une pompe à air.

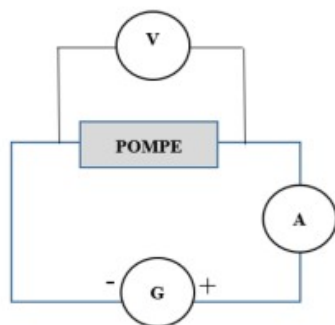
Lors d'une expérience, on mesure les caractéristiques électriques d'une pompe à air. On obtient les résultats suivants, en utilisant les symboles classiques : $U = 12 \text{ V}$ et $I = 0,15 \text{ A}$.

Question 1

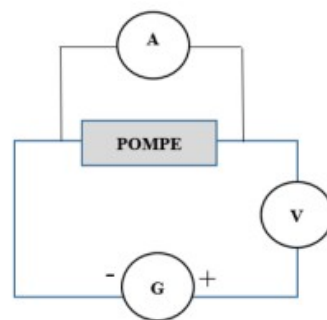
Donner la valeur de la tension électrique aux bornes de la pompe.

Question 2

Parmi les deux montages ci-dessous utilisant un générateur, un voltmètre et un ampèremètre, indiquer, sur la copie, le numéro du montage permettant de mesurer U et I . Justifier la réponse.



Montage 1



Montage 2

Question 3

Calculer la puissance de la pompe à air en watts (W) en utilisant la formule :

$$P = U \times I.$$

Voici quelques recommandations concernant le choix de la pompe à air en fonction du volume de l'aquarium.

Volume de l'aquarium	< 50 L	Entre 50 et 100 L	Entre 101 et 200 L	> 200 L
Puissance de la pompe	1 W	1,5 W	3 W	4 W

Source : <https://www.aquariophilie-pratique.net>

Question 4

Indiquer, à l'aide du document ci-dessus, si la pompe à air étudiée est adaptée à un aquarium de volume 300 L. Justifier la réponse.

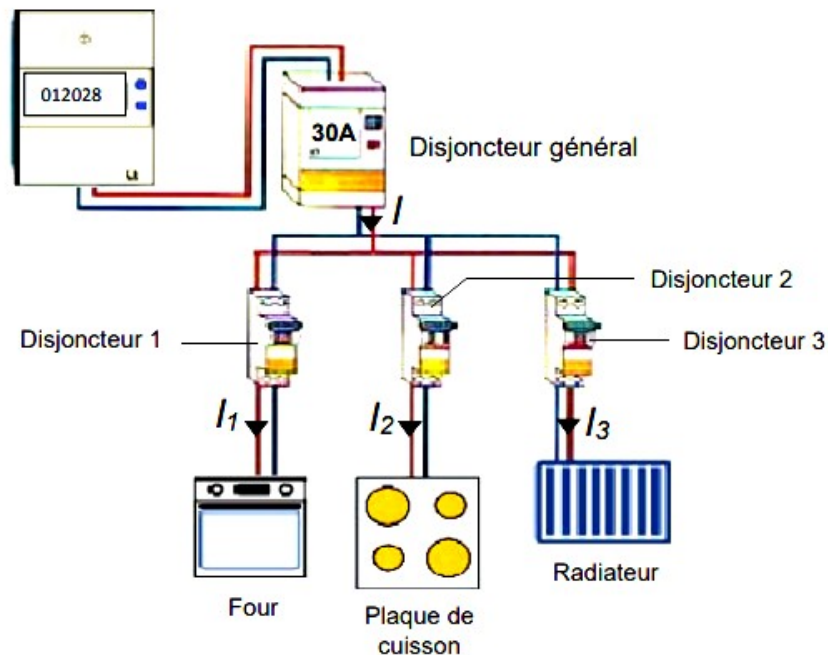
Exercice 8 corrigé disponible

Les installations électriques des habitations sont toutes équipées de disjoncteurs servant à couper le courant en cas de surintensité, c'est-à-dire lorsque l'intensité est anormalement élevée. On dit alors que le disjoncteur se déclenche. En effet, si l'intensité du courant devient trop importante, elle peut conduire à un échauffement des appareils électriques ou des fils de connexion et provoquer un incendie. Les disjoncteurs sont donc indispensables pour assurer la sécurité des installations électriques et celle des personnes.

Question 1 (3 points) : les appareils électriques de nos habitations sont branchés en dérivation. Citer une conséquence de ce type de branchement.

On considère une installation électrique simplifiée, schématisée dans ce document :

Document : schéma simplifié d'une installation électrique



Question 2 : en nommant la loi utilisée, identifier parmi les quatre propositions suivantes, celle qui représente la relation entre les intensités des courants dans le circuit et la recopier sur la copie :

$I = I_1 = I_2 = I_3$
 $I = I_1 - I_2 - I_3$
 $I = I_1 \times I_2 \times I_3$
 $I = I_1 + I_2 + I_3$

Pour équiper sa cuisine, le propriétaire de la maison achète un four dont les caractéristiques sont les suivantes :

Chaleur tournante
230 V – 2 100 W
Nettoyage par pyrolyse
41,4 kg

Question 3 : le four fonctionne à plein régime pendant une heure.
Parmi les propositions suivantes, indiquer celles qui sont exactes en recopiant les lettres correspondantes :

- A- La puissance nominale du four est 2 100 W.
- B- L'énergie électrique consommée par le four est 2,1 kW.
- C- La puissance nominale du four est 2,1 kW·h.
- D- L'énergie électrique consommée par le four est 2,1 kW·h.

La tension électrique, dite efficace, délivrée par le fournisseur d'électricité est de 230 V. Les trois appareils électriques figurant sur le document sont soumis à cette tension. Pour respecter les normes en vigueur, le propriétaire installe le four de 2 100 W sur la ligne électrique comportant un disjoncteur de 20 A (disjoncteur 1 du document).

Question 4 (5 points) : montrer par un calcul que le four en fonctionnement normal ne déclenche pas le disjoncteur 1.

En supplément du four, le propriétaire de la maison installe une plaque de cuisson et un radiateur électrique, chacun étant protégé par un disjoncteur du même type que le disjoncteur 1. L'installation comporte alors trois appareils dont les caractéristiques sont les suivantes :

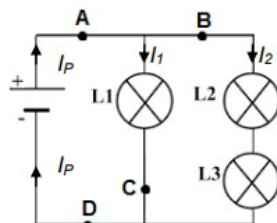
Disjoncteur	1	2	3
Appareil électrique	Four	Plaque de cuisson	Radiateur
Puissance nominale (W)	2 100	3 000	1 900

Question 5 (9 points) : si les trois appareils fonctionnent normalement et en même temps, indiquer, à l'aide de calculs, si le disjoncteur général de 30 A se déclenche ou pas.

Exercice 9 corrigé disponible

On modélise l'installation électrique du fourgon par le circuit schématisé ci-contre.

2.4 On souhaite ajouter dans le circuit un interrupteur capable d'allumer et d'éteindre toutes les lampes en même temps.



Indiquer, parmi les positions **A**, **B**, **C** ou **D** où pourrait être placé l'interrupteur pour répondre à ce cahier des charges.

2.5 Lorsque toutes les lampes sont allumées, la pile a une tension électrique à ses bornes $U = 12 \text{ V}$.

À l'aide d'un ampèremètre, on réalise plusieurs mesures :

- intensité du courant électrique dans la branche principale $I_P = 0,15 \text{ A}$
- intensité du courant électrique traversant les lampes L2 et L3 $I_2 = 0,12 \text{ A}$.

L'aménagement ne permettant pas de mesurer directement l'intensité I_1 du courant électrique traversant la lampe L1, on cherche à obtenir sa valeur par un calcul.

2.5.1. Vérifier, en justifiant la réponse, que la valeur de l'intensité I_1 du courant électrique traversant la lampe L1 est égale à 30 mA.

2.5.2. Sur la lampe L1 figurent les indications suivantes : 12 V ; 0,36 W. Justifier que la lampe L1 fonctionne dans les conditions normales d'utilisation.

Exercice 10 corrigé disponible

Afin de circuler la nuit en toute sécurité, le vélo possède un phare à l'avant et un feu à l'arrière alimentés par une petite batterie dont les caractéristiques sont fournies dans l'extrait de la fiche technique du vélo donné ci-dessous.

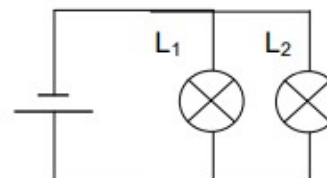
Phare avant et feu arrière commandés au guidon. L'énergie est fournie par une batterie.

Phare avant : 6 volts - 2,4 W
Feu arrière : 6 volts - 0,8 W
Tension aux bornes de la batterie : 6 V

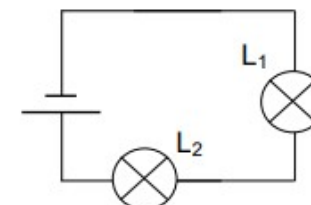
3.1 Parmi les deux propositions suivantes, choisir le schéma du circuit électrique du système d'éclairage du vélo :

L_1 : ampoule du phare avant et L_2 : ampoule du feu arrière

□ : Circuit 1



□ : Circuit 2



3.2 Donner deux arguments pour justifier ce choix :

Exercice 11 corrigé disponible

Monsieur Jan a été bousculé devant chez lui par une personne qui lui a dérobé son portefeuille et a rapidement pris la fuite. Après son agression, il remarque une grosse tâche sur son tee-shirt.

Un inspecteur de police mène son enquête. Il retient trois suspects :

- **M. Raymond**, ouvrier dans une entreprise qui utilise du sulfate de Fer III ($\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-}$), du métal cuivre (Cu) et du métal fer (Fe) ;
- **Mme Boisseau**, paysagiste qui utilise du sulfate de cuivre II ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) pour traiter ses arbres fruitiers et du métal zinc (Zn) pour construire des toitures d'abris ;
- **Mme Blanc**, pâtissière qui se sert de sucres (saccharose, sirop de glucose) et de poudres d'argent et d'or pour confectionner et décorer ses gâteaux.

Des analyses ont été effectuées par le laboratoire de police scientifique.

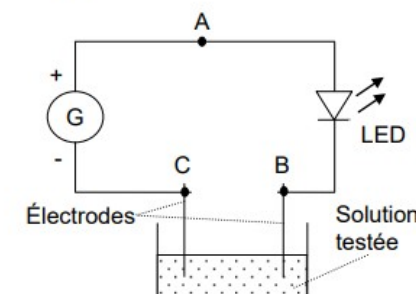


Source : <https://www.police-nationale.net/police-scientifique/>

1. Conduction des solutions (16 points). La substance composant la tâche du tee-shirt a été mise en solution dans de l'eau pure, et un test permettant de savoir si la solution conduit le courant électrique a été réalisé.

Ce test est réalisé à l'aide du circuit électrique schématisé ci-contre.

Les résultats indiquent que **la solution est conductrice**.



1.1 Indiquer le rôle de la lampe LED dans le circuit électrique.

.....
.....

1.2 Sur le schéma du circuit électrique, indiquer par une flèche le sens conventionnel du courant.

1.3 Indiquer le nom des particules qui assurent la conduction du courant électrique dans les fils électriques du circuit.

.....
1.4 La tension aux bornes du générateur a pour valeur : $U_{AC} = 6 \text{ V}$ et la tension aux bornes de la LED a pour valeur : $U_{AB} = 1,2 \text{ V}$.

a) Calculer la valeur de la tension entre les points B et C en détaillant le calcul.

.....
.....

b) Citer le nom de la loi utilisée.

.....

1.5 Sachant que les solutions ioniques sont conductrices et que les solutions de sucres ne contiennent pas d'ions, indiquer quelle première hypothèse l'inspecteur peut faire.

1. Le circuit électrique de mise à feu du détonateur peut être schématisé par une résistance R et un générateur. L'intensité I du courant électrique dans le circuit est mesurée à l'aide d'un ampèremètre.

Représenter le schéma normalisé du circuit.

2. La valeur de la résistance R est égale à 3Ω . Le courant de mise à feu a une intensité I égale à $0,9 \text{ A}$.

En utilisant la loi d'Ohm, calculer la tension U nécessaire au déclenchement de l'airbag.

Rappel : loi d'Ohm : $U = RI$

3. Expliquer pourquoi il ne faut jamais contrôler la résistance d'un détonateur avec un ohmmètre pouvant présenter à ses bornes une tension de $3,5 \text{ V}$.

Exercice 12 corrigé disponible

Schéma du détonateur d'airbag

