

Travail 2 sur l'énergie électrique domestique

F.L.G.

Table des matières

I Introduction	1
II Rappels des lois sur l'électricité des années antérieures	1
II.1 Loi sur l'unicité du courant électrique dans un circuit.	1
II.2 Loi sur l'addition des intensités dans un nœud ou dans un circuit en dérivation	2
II.3 Loi sur l'égalité des tensions pour des dipôles en dérivation	2
II.4 Loi sur l'addition des tensions dans un circuit en série — ou une boucle.	3
II.5 Rappels des chapitres précédents ou actuel	3
III Le travail en lui-même	3
IV À RETENIR	5

I Introduction

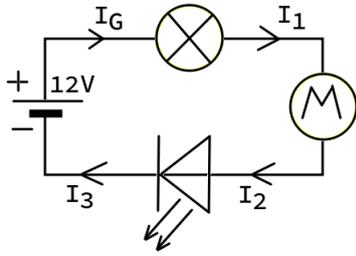
Comme vous l'aurez — je l'espère — compris, ce travail est l'occasion pour vous de démontrer une affirmation dont vous aurez besoin : « **Les puissances électriques de dipôles branchés en dérivation s'additionnent.** »

II Rappels des lois sur l'électricité des années antérieures

Dans cette partie je vais me contenter de vous rappeler les notions vues dans les années antérieures. Au collège nous avons fait le choix entre professeurs de physique-chimie d'aborder en classe de 5^e l'intensité du courant électrique et ses propriétés, puis, en 4^e la tension électrique.

II.1 Loi sur l'unicité du courant électrique dans un circuit.

Loi ou théorème 1 Dans un circuit en série, l'intensité du courant électrique est la même en tout point du circuit.

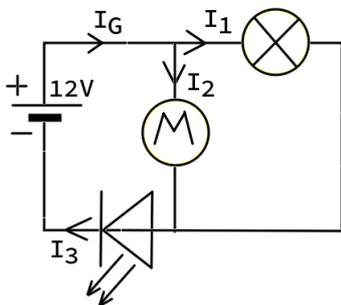


Dans ce circuit où apparaissent 4 intensités peut-être différentes, I_1 , I_2 , I_3 et I_G la loi d'unicité du courant électrique nous explique que $I_1 = I_2 = I_3 = I_G$

Heureusement que c'est vrai! En effet pour mesurer l'intensité du courant électrique on insère l'ampèremètre dans la la branche où on désire connaître l'intensité du courant électrique. Si, dans une branche – et un circuit en série est une branche unique – l'intensité changeait d'un endroit à un autre, alors l'ampèremètre donnerait des valeurs fantaisistes. Cela correspond à une conservation de l'intensité du courant électrique tout le long d'un même « chemin » électrique.

II.2 Loi sur l'addition des intensités dans un nœud ou dans un circuit en dérivation

Loi ou théorème 2 Dans un nœud, l'addition des intensités des courants électriques entrants (dans le nœud) est égale à l'addition des intensités des courants électriques sortants (du nœud).



Dans ce circuit où apparaissent 4 intensités peut-être différentes, I_1 , I_2 , I_3 et I_G la loi des nœuds sur le courant électrique nous explique que $I_G = I_1 + I_2$ on observe aussi que $I_3 = I_G$ car on retrouve dans le nœud du bas du circuit $I_1 + I_2 = I_3$

Cela correspond à une conservation du courant électrique lors de la séparation.

II.3 Loi sur l'égalité des tensions pour des dipôles en dérivation

Loi ou théorème 3 Lorsque deux dipôles sont en dérivation, la tension électrique à leurs bornes est la même.

Heureusement d'ailleurs! En effet, pour mesurer la tension électrique on branche l'appareil de mesure en dérivation! Si cette loi n'était pas vraie, alors l'appareil donnerait des valeurs qui ne seraient pas les bonnes!

II.4 Loi sur l'addition des tensions dans un circuit en série – ou une boucle.

Loi ou théorème 4 *Dans un circuit en série, la tension aux bornes du générateur est égale à l'addition des tensions aux bornes des dipôles – de la boucle principale – en allant du pôle positif au pôle négatif.*

Vous noterez que les dipôles des branches dérivées ne sont pas comptabilisés, la raison est simple : ils sont en dérivation donc branchés sur un dipôle qui est dans la boucle principale. Cette loi correspond à une conservation de la tension.

On peut écrire mathématiquement cette propriété de la façon suivante :

$$U_{gen} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad (1)$$

II.5 Rappels des chapitres précédents ou actuel

Concernant la puissance et l'énergie électrique. Il faut vous rappeler que l'on a les deux relations qui suivent :

$$E = P \times t \quad (2)$$

et

$$P = U \times I \quad (3)$$

avec les unités adéquates.

III Le travail en lui-même

Que se passe-t-il lorsqu'on ajoute plusieurs dipôles ensemble ?

Je commence par vous rappeler qu'une multiprise équivaut à des branchements en dérivation. Chaque appareil qui va être branché le sera par 2 pôles – la terre est un circuit indépendant pour cette démonstration car elle n'est utile qu'en cas de court-circuit – et cela équivaudra à un dipôle.

Je vais poser pour ma démonstration le cas où 4 appareils sont branchés en même temps. Voici leurs caractéristiques (Puissance, Intensité et Tension électrique¹ :

Appareil	1	2	3	4	Total
Puissance	P_1	P_2	P_3	P_4	P_{Tot}
Intensité	I_1	I_2	I_3	I_4	I_{Tot}
Tension électrique	$U_1 = U$	$U_2 = U$	$U_3 = U$	$U_4 = U$	$U_{Tot} = U$

TABLE 1 – Les détails des différents appareils électriques.

1. Toutes les tensions sont identiques, je pose U la tension électrique du secteur

On rappelle la formule de la puissance électrique « P » (en Watt) en fonction de la tension électrique « U » (en Volt) et l'intensité qui traverse l'appareil « I » (en Ampère) qui est donnée par :

$$P = U \times I \tag{4}$$

Attention : L'intensité et la tension électrique ne sont pas des valeurs constantes, l'utilisation de lettres majuscules est donc une approximation commode au collège, au mieux il serait juste de faire référence aux valeurs efficaces (EFF) de ces grandeurs physiques : $P_{EFF} = U_{EFF} \times I_{EFF}$. On peut donc reprendre le tableau précédent et écrire chaque puissance en fonction de I et U. Attention : comme tous les dipôles sont en dérivation les tensions sont identiques partout, je pose $U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U$.

Appareil	1	2	3	4	total
Puissance	$P_1 = U \times I_1$	$P_2 = U \times I_2$	$P_3 = U \times I_3$	$P_4 = U \times I_4$	$P_{Tot} = U \times I_{Tot}$

TABLE 2 – Les détails des différentes puissances électriques

La prise principale de la multiprise – celle qui va se brancher sur le mur – est donc l'équivalent de la branche principale du nœud, et chaque prise où sera branché un appareil est une des branches dérivées. Il y a donc un lien donné par la **loi des nœuds, ou loi d'addition des intensités du courant électrique dans un nœud** :

$$I_{Tot} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \tag{5}$$

Or pour chaque appareil on peut exprimer l'intensité I en fonction de la puissance P et de la tension électrique U par : $I = \frac{P}{U}$ ce qui nous donne pour tous les appareils :

Appareil	1	2	3	4	total
Intensités	$I_1 = \frac{P_1}{U}$	$I_2 = \frac{P_2}{U}$	$I_3 = \frac{P_3}{U}$	$I_4 = \frac{P_4}{U}$	$I_{Tot} = \frac{P_{Tot}}{U}$

TABLE 3 – Les détails des différentes puissances électriques

Je réutilise la loi des nœuds en écrivant non pas les intensités mais les intensités par le quotient de la puissance et de la tension électrique :

$$\begin{aligned}
 I_{Tot} &= I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \\
 \frac{P_{Tot}}{U} &= \frac{P_1}{U} + \frac{P_2}{U} + \frac{P_3}{U} + \frac{P_4}{U} \\
 \frac{1}{U} \times P_{Tot} &= \frac{1}{U} \times (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \\
 P_{Tot} &= P_1 + P_2 + P_3 + P_4
 \end{aligned}$$

Il ressort de ce calcul que les **puissances de chaque appareil branché en dérivation des autres s'ajoute à celle des autres appareils**. Autrement dit :

$$P_{Tot} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (6)$$

En conclusion : Lorsque plusieurs appareils sont branchés en dérivation la puissance totale est l'addition des puissances individuelles.

Maintenant qu'a été démontrée cette propriété, il est possible de passer à la suite. D'abord on reprend chaque appareil pour comptabiliser ceux qui seront reliés à la multiprise.

- Netbook² : P = 120 W ;
- Tuner : P = 30 W ;
- Ampli et préampli : P = 300 W (maxi)³ ;
- Platine : 13 W

Les enceintes ne sont pas branchées directement à la multiprise mais à l'ampli c'est pour cela que seule va compter la puissance de l'ampli. On compte bien sûr la puissance maximale de chaque appareil car on doit pouvoir les utiliser au maximum de leurs capacités.

Conformément à l'équation citée ici [6] on peut ajouter les puissances les unes aux autres, le calcul suivant donne le résultat à savoir que la puissance totale utilisée avec les 4 appareils fonctionnant simultanément est de 463 W.

$$P_{tot} = P_{Netbook} + P_{Tuner} + P_{Ampli} + P_{Platine}$$

$$P_{tot} = 120 + 30 + 300 + 13 = 463$$

IV À RETENIR

Pour la suite (cours, brevet, lycée...) vous pouvez retenir les points suivants :

- **Loi des mailles / Loi d'unicité du courant électrique dans un circuit en série** : Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même en tout point, $I_0 = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$
- **Loi des nœuds / du courant dans un circuit en dérivation** : Dans n'importe quel nœud de courant la somme des intensités des courants entrants dans le nœud est égale à la somme des intensités des courants sortant de ce nœud. Dans le cas de 3 courants (I_1 entrant, I_2 et I_3 sortants) : $I_1 = I_2 + I_3$
- **La puissance électrique P**
- **L'énergie électrique E**
- **Les différentes unités d'énergie**
- **La puissance totale est l'addition des puissances individuelles** lorsque des appareils électriques sont branchés en dérivation.

2. Un netbook ou miniportatif est un ordinateur de petite taille (10 ou 11 pouces) aux capacités légères, pratiques pour de petites tâches, ils ont été commercialisés après 2007. Le tout premier modèle français date de janvier 2008, c'était un eeePC 701 4G d'une capacité de 4 Go de disque SSD, d'une mémoire vive de 0,5 Go et avec un écran de 7 pouces. Initialement avec de faibles capacités, les derniers modèles vendus avant que ce segment de machines soit passé de mode, offrait des machines avec des capacités assez intéressantes : quadricoeur, 2 voire 4 Go de mémoire vive, diagonale de 11 pouces ...

3. On utilise bien sûr la puissance maximale prévoyant que l'appareil peut-être sollicité à son maximum.