

ÉLECTRICITÉ

Cours complet de Physique-Chimie

Niveau Première générale

Alexis V.

Objectif du cours

Comprendre les grandeurs électriques fondamentales, les lois des circuits, la puissance, l'énergie, les batteries et les applications de l'électricité dans la vie quotidienne.

Physique – Première générale

Cours + méthodes + exemples concrets

Table des matières

1	Introduction : qu'est-ce que l'électricité ?	3
2	La charge électrique	3
2.1	Définition	3
2.2	Charge transportée par un courant	4
3	L'intensité du courant électrique	4
3.1	Définition	4
4	Mesurer une intensité	5
5	La tension électrique	5
5.1	Définition	5
5.2	Mesurer une tension	5
6	Tension et intensité : ne pas confondre	6
7	Le sens du courant électrique	6
8	Les dipôles	6
9	Générateurs et récepteurs	6
9.1	Générateur	6
9.2	Récepteur	7
10	La loi des nœuds	7
11	Circuit en série	7
12	Circuit en dérivation	8
13	La loi des mailles	8
14	La résistance électrique	8
15	La loi d'Ohm	9
16	Résistances en série	9
17	Résistances en dérivation	10
18	La puissance électrique	10
19	Expressions de la puissance	11
20	Puissance et énergie	12
21	Le kilowattheure	12
22	Coût d'une consommation électrique	13
23	Rendement	14

24 Effet Joule	14
24.1 Applications utiles	15
25 Pourquoi transporter l'électricité à haute tension ?	15
26 Les batteries	16
27 Capacité d'une batterie	16
28 Énergie stockée dans une batterie	17
29 Recharge d'une batterie	17
30 Pourquoi un chargeur de 65 W peut-il être plus rapide ?	18
31 Association de générateurs	18
32 Court-circuit	19
33 Sécurité électrique	19
34 Exemple global : une lampe	20
34.1 Puissance	20
34.2 Énergie consommée en deux heures	20
35 Méthode générale pour résoudre un exercice	20
35.1 Étape 1 : identifier les grandeurs	20
35.2 Étape 2 : convertir les unités	21
35.3 Étape 3 : choisir la loi adaptée	21
36 Tableau récapitulatif des formules	21
37 Erreurs classiques à éviter	22
37.1 Confondre tension et intensité	22
37.2 Brancher l'ampèremètre en parallèle	22
37.3 Confondre puissance et énergie	22
37.4 Utiliser des heures pour obtenir des joules	22
37.5 Croire que les électrons sont consommés	22
38 Carte mentale	23
39 À savoir absolument pour un contrôle	23

1. Introduction : qu'est-ce que l'électricité ?

L'électricité est omniprésente dans notre quotidien :

- un smartphone se recharge ;
- un ordinateur fonctionne ;
- une lampe s'allume ;
- un moteur électrique fait tourner un ventilateur ;
- une batterie alimente une voiture électrique ;
- un grille-pain chauffe ;
- une prise domestique fournit de l'énergie à de nombreux appareils.

Pour comprendre ces phénomènes, il faut distinguer plusieurs grandeurs physiques fondamentales :

charge électrique	intensité	tension	résistance
-------------------	-----------	---------	------------

Ces grandeurs sont reliées par différentes lois physiques.

2. La charge électrique

2.1 Définition

La charge électrique est une grandeur physique notée :

$$q$$

Son unité dans le Système international est le coulomb :

$$[q] = \text{C}$$

Il existe deux types de charges électriques :

charge positive

et

charge négative

Les électrons portent une charge négative tandis que les protons portent une charge positive.

La charge élémentaire vaut :

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

La charge d'un électron est donc :

$$q_e = -e$$

soit :

$$q_e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

2.2 Charge transportée par un courant

Si une charge totale Q traverse une section d'un conducteur pendant une durée Δt , l'intensité moyenne du courant est :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

avec :

I en ampères (A),

Q en coulombs (C),

Δt en secondes (s).

On peut également écrire :

$$Q = I\Delta t$$

Exemple Charge transportée par un chargeur

Un chargeur délivre un courant de :

$$I = 2,0 \text{ A}$$

pendant :

$$\Delta t = 30 \text{ min.}$$

Convertissons la durée :

$$\Delta t = 30 \times 60 = 1800 \text{ s.}$$

Ainsi :

$$Q = I\Delta t$$

$$Q = 2.0 \times 1800$$

$$Q = 3600 \text{ C}$$

Une charge de 3600 C a donc traversé le conducteur.

3. L'intensité du courant électrique

3.1 Définition

L'intensité du courant électrique est notée :

$$I$$

Son unité est l'ampère :

$$[I] = \text{A}$$

L'intensité mesure le débit de charge électrique.

On peut faire une analogie avec l'eau :

intensité électrique $\longleftrightarrow$ débit d'eau

Un courant de 5 A correspond à un débit de charges plus important qu'un courant de 1 A.

Attention

L'analogie avec l'eau est utile mais imparfaite.

Dans un circuit électrique, les charges ne sont pas « consommées » par les appareils.

Ce qui est transféré est principalement de l'énergie.

4. Mesurer une intensité

L'intensité se mesure avec un **ampèremètre**.

Un ampèremètre doit être branché :

en série

avec le dipôle dont on veut mesurer le courant.

L'ampèremètre mesure le courant qui le traverse.

5. La tension électrique

5.1 Définition

La tension électrique entre deux points A et B est notée :

U_{AB}

Son unité est le volt :

$[U] = \text{V}$

La tension correspond à une différence de potentiel électrique entre deux points.

Une analogie possible est celle de l'altitude :

tension électrique $\longleftrightarrow$ différence d'altitude

5.2 Mesurer une tension

La tension se mesure avec un **voltmètre**.

Un voltmètre doit être branché :

en dérivation

aux bornes du dipôle étudié.

À retenir

À retenir :

Ampèremètre $\rightarrow$ en série

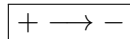
Voltmètre $\rightarrow$ en dérivation

6. Tension et intensité : ne pas confondre

Grandeur	Symbole	Unité	Instrument
Intensité	I	ampère (A)	ampèremètre
Tension	U	volt (V)	voltmètre

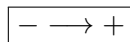
7. Le sens du courant électrique

Dans les circuits usuels, le courant électrique est conventionnellement orienté :



à l'extérieur du générateur.

Les électrons se déplacent dans le sens opposé :



Il faut donc distinguer :

sens conventionnel du courant

et :

sens de déplacement des électrons

8. Les dipôles

Un dipôle est un composant électrique possédant deux bornes.

Exemples :

- lampe ;
- moteur ;
- résistance ;
- pile ;
- batterie ;
- DEL ;
- générateur.

9. Générateurs et récepteurs

9.1 Générateur

Un générateur fournit de l'énergie électrique au circuit.

Exemples :

pile

batterie

panneau photovoltaïque

9.2 Récepteur

Un récepteur reçoit de l'énergie électrique et la transforme.

Exemples :

lampe

moteur

résistance chauffante

Un moteur transforme principalement l'énergie électrique en énergie mécanique.

Une résistance chauffante transforme principalement l'énergie électrique en énergie thermique.

10. La loi des nœuds

Dans un circuit électrique, la somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités qui en repartent.

$$\sum I_{\text{entrants}} = \sum I_{\text{sortants}}$$

Cette loi traduit la conservation de la charge électrique.

Exemple Deux branches

Un courant de :

$$I = 3,0 \text{ A}$$

arrive à un nœud.

Il se sépare en deux courants :

$$I_1 = 1,2 \text{ A}$$

et I_2 .

La loi des nœuds donne :

$$I = I_1 + I_2.$$

Donc :

$$3.0 = 1.2 + I_2$$

d'où :

$$I_2 = 1,8 \text{ A}$$

11. Circuit en série

Dans un circuit en série, les dipôles sont traversés par le même courant.

$$I_1 = I_2 = I_3$$

Exemple Guirlande électrique

Dans une guirlande constituée de plusieurs lampes montées en série, si l'intensité dans une lampe vaut :

$$I = 0,20 \text{ A},$$

alors l'intensité est également 0,20 A dans les autres dipôles du circuit.

12. Circuit en dérivation

Dans un circuit en dérivation, le courant se divise entre plusieurs branches.

La loi des nœuds s'applique :

$$I = I_1 + I_2$$

Exemple Installation domestique

Les appareils électriques d'une habitation sont essentiellement branchés en dérivation. Ainsi, éteindre une lampe n'empêche pas un réfrigérateur de fonctionner.

13. La loi des mailles

Dans une maille fermée, la somme algébrique des tensions est nulle :

$$\sum U = 0$$

Avec des conventions de signe correctement choisies, la tension fournie par le générateur est égale à la somme des tensions aux bornes des récepteurs.

Exemple Deux lampes en série

Une batterie fournit :

$$U_G = 12 \text{ V.}$$

Deux lampes sont montées en série.

La première reçoit :

$$U_1 = 5 \text{ V.}$$

Alors :

$$U_2 = U_G - U_1$$

$$U_2 = 12 - 5$$

$$U_2 = 7 \text{ V}$$

14. La résistance électrique

La résistance électrique d'un dipôle est notée :

$$R$$

Son unité est l'ohm :

$$[R] = \Omega$$

Une résistance s'oppose à la circulation du courant électrique.

15. La loi d'Ohm

Pour un conducteur ohmique :

$$U = RI$$

avec :

$$U \text{ en V}, \quad R \text{ en } \Omega, \quad I \text{ en A.}$$

On peut écrire :

$$R = \frac{U}{I}$$

et :

$$I = \frac{U}{R}$$

Exemple Résistance d'un grille-pain

Un grille-pain fonctionne sous :

$$U = 230 \text{ V}$$

et est parcouru par :

$$I = 4,0 \text{ A.}$$

Sa résistance équivalente vaut :

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{230}{4,0}$$

$$R = 57,5 \Omega$$

Attention

La loi d'Ohm ne s'applique pas nécessairement à tous les dipôles.

Elle caractérise un conducteur ohmique.

Des composants comme les diodes, les DEL ou certaines lampes ont une caractéristique courant-tension non linéaire.

16. Résistances en série

Pour plusieurs résistances montées en série :

$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

Exemple

Deux résistances :

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

et :

$$R_2 = 20 \, \Omega$$

sont montées en série.

Alors :

$$R_{\text{eq}} = 10 + 20$$

$$R_{\text{eq}} = 30 \, \Omega$$

17. Résistances en dérivation

Pour deux résistances en parallèle :

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

On peut également écrire :

$$R_{\text{eq}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Exemple

Deux résistances identiques :

$$R_1 = R_2 = 100 \, \Omega$$

sont montées en parallèle.

Alors :

$$R_{\text{eq}} = \frac{100 \times 100}{100 + 100}$$

$$R_{\text{eq}} = 50 \, \Omega$$

18. La puissance électrique

La puissance électrique correspond au rythme auquel l'énergie électrique est transférée.
Elle est notée :

$$P$$

et s'exprime en watts :

$$[P] = \text{W}$$

Pour un dipôle :

$$P = UI$$

19. Expressions de la puissance

À partir de :

$$P = UI$$

et :

$$U = RI,$$

on obtient :

$$P = (RI)I$$

donc :

$$P = RI^2$$

De même :

$$I = \frac{U}{R}$$

donne :

$$P = U \frac{U}{R}$$

donc :

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Finalement :

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

pour un conducteur ohmique.

Exemple Bouilloire électrique

Une bouilloire fonctionne sous :

$$U = 230 \text{ V}$$

et consomme :

$$I = 8,7 \text{ A.}$$

Sa puissance est :

$$P = UI$$

$$P = 230 \times 8.7$$

$$P \approx 2000 \text{ W}$$

soit environ :

$$P \approx 2,0 \text{ kW}$$

20. Puissance et énergie

Il est fondamental de distinguer puissance et énergie.

$$P \neq E$$

La puissance correspond à un débit d'énergie :

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

Donc :

$$E = P \Delta t$$

si la puissance est constante.

Exemple Chauffage électrique

Un radiateur de :

$$P = 2000 \text{ W}$$

fonctionne pendant :

$$t = 3 \text{ h.}$$

Convertissons :

$$3 \text{ h} = 3 \times 3600 = 10\,800 \text{ s.}$$

Donc :

$$E = Pt$$

$$E = 2000 \times 10800$$

$$E = 2,16 \cdot 10^7 \text{ J}$$

soit :

$$E = 21,6 \text{ MJ}$$

21. Le kilowattheure

Dans la vie quotidienne, l'énergie électrique est souvent exprimée en kilowattheures :

$$\text{kWh}$$

Attention :

$$\text{kW} = \text{puissance}$$

alors que :

$$\text{kWh} = \text{énergie}$$

On sait :

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

et :

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s.}$$

Donc :

$$1 \text{ kWh} = 1000 \times 3600$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

soit :

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

Exemple Consommation d'un radiateur

Un radiateur de :

$$P = 2,0 \text{ kW}$$

fonctionne pendant :

$$t = 4 \text{ h.}$$

L'énergie consommée est :

$$E = Pt$$

$$E = 2,0 \times 4$$

$$E = 8,0 \text{ kWh}$$

22. Coût d'une consommation électrique

Si un appareil consomme une énergie E exprimée en kWh et que le prix est c euros par kWh :

$$\text{Coût} = E \times c$$

Exemple

Un appareil consomme :

$$E = 8 \text{ kWh}$$

et le prix de l'électricité est supposé être :

$$c = 0,25 \text{ h/kW.}$$

Alors :

$$\text{Coût} = 8 \times 0.25$$

$$\boxed{\text{Coût} = 2,00}$$

23. Rendement

Un appareil reçoit généralement une énergie et n'en convertit qu'une partie sous une forme utile.
Le rendement est :

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{reçue}}}$$

On peut également utiliser les puissances :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}}$$

Le rendement est compris entre 0 et 1 :

$$\boxed{0 \leq \eta \leq 1}$$

ou entre 0% et 100%.

Exemple Moteur électrique

Un moteur reçoit :

$$P_{\text{reçue}} = 1000 \text{ W}$$

et fournit :

$$P_{\text{utile}} = 850 \text{ W}$$

sous forme mécanique.

Alors :

$$\eta = \frac{850}{1000}$$

$$\boxed{\eta = 0.85}$$

soit :

$$\boxed{\eta = 85\%}$$

Les pertes correspondent notamment à des transferts thermiques.

24. Effet Joule

Lorsqu'un courant traverse une résistance, une partie de l'énergie électrique est convertie en énergie thermique.

C'est l'**effet Joule**.

La puissance dissipée vaut :

$$P_J = RI^2$$

ou :

$$P_J = \frac{U^2}{R}$$

24.1 Applications utiles

L'effet Joule est recherché dans :

- les grille-pain ;
- les bouilloires ;
- les radiateurs électriques ;
- les sèche-cheveux ;
- les fours électriques ;
- les chauffe-eau.

Dans d'autres situations, l'effet Joule représente une perte, par exemple dans les câbles électriques.

25. Pourquoi transporter l'électricité à haute tension ?

La puissance électrique transportée est :

$$P = UI.$$

À puissance fixée :

$$I = \frac{P}{U}.$$

Augmenter U permet donc de diminuer I .

Or les pertes par effet Joule sont :

$$P_J = RI^2.$$

Ainsi, une diminution de l'intensité réduit fortement les pertes.

Si :

$$I' = \frac{I}{10},$$

alors :

$$P'_J = R \left(\frac{I}{10} \right)^2$$

$$P'_J = \frac{RI^2}{100}.$$

Les pertes sont donc divisées par :

$$\boxed{100}.$$

C'est l'une des principales raisons du transport de l'électricité à très haute tension.

26. Les batteries

Une batterie peut stocker de l'énergie sous une forme chimique et la convertir en énergie électrique lorsqu'elle alimente un circuit.

Exemples :

- smartphone ;
- ordinateur portable ;
- vélo électrique ;
- voiture électrique ;
- batterie externe.

27. Capacité d'une batterie

La capacité d'une batterie est souvent exprimée en :

$$\boxed{\text{Ah}}$$

ou :

$$\boxed{\text{mAh}}$$

L'ampère-heure est une unité de charge électrique.

En effet :

$$Q = I\Delta t.$$

Ainsi :

$$1 \text{ Ah} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ h}.$$

Comme :

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s},$$

on obtient :

$$\boxed{1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}}$$

et :

$$\boxed{1 \text{ mAh} = 3,6 \text{ C}}$$

Exemple Batterie de smartphone

Une batterie possède une capacité de :

$$4000 \text{ mAh}.$$

Comme :

$$1000 \text{ mAh} = 1 \text{ Ah},$$

on obtient :

$$4000 \text{ mAh} = 4.0 \text{ Ah}.$$

La charge correspondante vaut :

$$Q = 4.0 \times 3600$$

$$Q = 14\,400 \text{ C}$$

28. Énergie stockée dans une batterie

Une estimation de l'énergie électrique disponible est :

$$E = UQ$$

Comme :

$$Q = I\Delta t,$$

on obtient :

$$E = UI\Delta t$$

Lorsque la tension est exprimée en volts et la capacité en ampère-heures :

$$E(\text{Wh}) = U(\text{V}) \times C(\text{Ah})$$

Exemple Batterie de vélo électrique

Considérons une batterie :

$$U = 36 \text{ V}$$

et :

$$C = 14,5 \text{ Ah.}$$

Son énergie nominale vaut approximativement :

$$E = UC$$

$$E = 36 \times 14,5$$

$$E = 522 \text{ Wh}$$

En joules :

$$E = 522 \times 3600$$

$$E \approx 1,88 \cdot 10^6 \text{ J}$$

29. Recharge d'une batterie

Si un chargeur fournit une puissance P et qu'une énergie E doit être transférée :

$$t = \frac{E}{P}$$

En pratique, la durée réelle peut être supérieure en raison :

- des pertes ;
- de la diminution du courant en fin de charge ;
- de la gestion électronique ;
- de la température ;
- du rendement du chargeur.

Exemple Chargeur USB

Un chargeur fournit :

$$U = 5 \text{ V}$$

et :

$$I = 2 \text{ A.}$$

La puissance vaut :

$$P = UI$$

$$P = 5 \times 2$$

$$P = 10 \text{ W}$$

30. Pourquoi un chargeur de 65 W peut-il être plus rapide ?

Un chargeur de :

$$P = 65 \text{ W}$$

peut transférer davantage d'énergie par unité de temps qu'un chargeur de :

$$P = 10 \text{ W.}$$

Puisque :

$$P = \frac{E}{t},$$

à énergie fixée :

$$t = \frac{E}{P}$$

Une puissance plus élevée peut donc réduire la durée de recharge, sous réserve que le téléphone, le chargeur et la batterie soient conçus pour accepter cette puissance.

31. Association de générateurs

Des générateurs peuvent être associés en série.

Pour des générateurs identiques orientés dans le même sens :

$$U_{\text{tot}} = U_1 + U_2 + \dots$$

Exemple

Deux piles de :

$$1,5 \text{ V}$$

montées en série fournissent idéalement :

$$U = 1.5 + 1.5$$

$$U = 3,0 \text{ V}$$

32. Court-circuit

Un court-circuit correspond à la mise en relation de deux points de potentiels différents par un conducteur de très faible résistance.

Dans un modèle idéal :

$$R \rightarrow 0.$$

Avec :

$$I = \frac{U}{R},$$

une très faible résistance peut entraîner une intensité très importante.

Cela peut provoquer :

- un échauffement important ;
- une détérioration des conducteurs ;
- un incendie ;
- une détérioration de la batterie.

Les installations électriques utilisent donc des protections comme :

fusibles

et :

disjoncteurs.

33. Sécurité électrique

Une tension électrique importante peut être dangereuse.

Le danger dépend notamment :

- de la tension ;
- de l'intensité traversant le corps ;
- de la durée du contact ;
- du trajet du courant dans le corps ;
- de l'état de la peau ;
- des conditions environnementales.

Attention

Il ne faut jamais manipuler une installation électrique sous tension.
Les expériences scolaires doivent être réalisées avec le matériel prévu à cet effet et sous supervision lorsque cela est nécessaire.

34. Exemple global : une lampe

Considérons une lampe alimentée par :

$$U = 12 \text{ V}$$

et parcourue par :

$$I = 0,50 \text{ A.}$$

34.1 Puissance

$$P = UI$$

$$P = 12 \times 0.50$$

$$P = 6,0 \text{ W}$$

34.2 Énergie consommée en deux heures

En Wh :

$$E = Pt$$

$$E = 6.0 \times 2$$

$$E = 12 \text{ Wh}$$

En joules :

$$E = 12 \times 3600$$

$$E = 43\,200 \text{ J}$$

35. Méthode générale pour résoudre un exercice

35.1 Étape 1 : identifier les grandeurs

Repérer :

$$U, \quad I, \quad R, \quad P, \quad E, \quad t, \quad Q.$$

35.2 Étape 2 : convertir les unités

Conversions fondamentales :

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

35.3 Étape 3 : choisir la loi adaptée

$$Q = I\Delta t$$

$$U = RI$$

$$P = UI$$

$$E = P\Delta t$$

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{reçue}}}$$

$$\sum I_{\text{entrants}} = \sum I_{\text{sortants}}$$

$$\sum U = 0$$

36. Tableau récapitulatif des formules

Grandeur	Formule	Unité
Charge	$Q = I\Delta t$	C
Intensité	$I = \frac{Q}{\Delta t}$	A
Tension	$U = RI$	V
Résistance	$R = \frac{U}{I}$	Ω
Puissance	$P = UI$	W
Puissance Joule	$P_J = RI^2$	W
Énergie	$E = P\Delta t$	J
Rendement	$\eta = \frac{E_u}{E_r}$	sans unité

37. Erreurs classiques à éviter

37.1 Confondre tension et intensité

La tension s'exprime en volts :

$$U \text{ en V}$$

L'intensité s'exprime en ampères :

$$I \text{ en A}$$

37.2 Brancher l'ampèremètre en parallèle

À retenir :

$$\text{Ampèremètre : série}$$

$$\text{Voltmètre : dérivation}$$

37.3 Confondre puissance et énergie

$$W = \text{puissance}$$

$$Wh = \text{énergie}$$

37.4 Utiliser des heures pour obtenir des joules

Dans :

$$E = Pt,$$

si P est exprimée en watts et que l'on souhaite obtenir E en joules, alors t doit être exprimé en secondes.

37.5 Croire que les électrons sont consommés

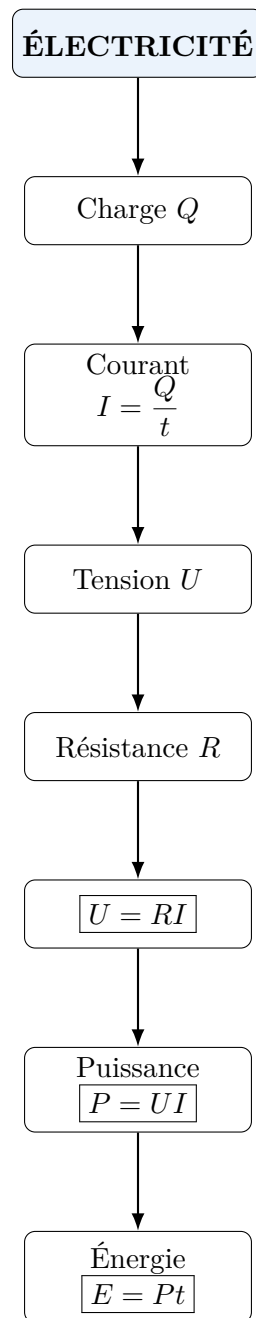
Un appareil électrique ne détruit pas les électrons.

Les charges circulent dans le circuit.

L'appareil transforme principalement :

$$\text{énergie électrique} \longrightarrow \text{autre forme d'énergie}$$

38. Carte mentale



39. À savoir absolument pour un contrôle

Les relations fondamentales à connaître sont :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$U = RI$$

$$P = UI$$

$$E = P\Delta t$$

$$\sum I_{\text{entrants}} = \sum I_{\text{sortants}}$$

$$\sum U = 0$$

Conversions :

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

Et enfin :

Ampèremètre $\rightarrow$ série

Voltmètre $\rightarrow$ dérivation

Puissance $\rightarrow$ W

Énergie $\rightarrow$ J ou Wh

Idée essentielle

L'électricité permet principalement de **transférer et convertir de l'énergie**.

E. électrique $\longrightarrow$ E. lumineuse + E. mécanique + E. thermique + $\dots$