

Ces corrigés accompagnent le chapitre **Circuits électriques**. Après lecture d'une solution, reprenez la question sans regarder le corrigé. Repérez si votre difficulté concernait la lecture du schéma (combien de boucles, combien de nœuds, quelle branche est morte), le partage du courant ou de la tension (série ou parallèle), la somme des inverses à inverser, le choix entre RI^2 et U^2/R , ou un préfixe oublié (kΩ, mA, mW). Les générateurs sont idéaux et les lampes sont des conducteurs ohmiques sauf indication contraire.

Vérifications flash

F1 — Le courant pendant deux minutes

$Q = I \Delta t = 0,5 \times 120 = 60$ C. Chaque électron porte $1,6 \times 10^{-19}$ C : $60 / (1,6 \times 10^{-19}) = 3,75 \times 10^{20}$ électrons. Enfin $I = Q / \Delta t = 12 / 4 = 3$ A.

F2 — Les deux ampèremètres

Le circuit n'a qu'une boucle : un seul courant, A_2 indique 250 mA comme A_1 . Le voltmètre se branche **en dérivation**, ses deux fils sur les deux bornes de L_2 . Aux bornes du générateur, il indique sa tension E , qui est aussi la somme des tensions des deux lampes.

F3 — Loi d'Ohm

$I = U/R = 4,5/150 = 0,030$ A, soit 30 mA. $U = RI = 3000 \times 0,002 = 6$ V (un kilohm fois un milliampère : un volt, donc $3 \times 2 = 6$ V). $R = U/I = 12/0,4 = 30$ Ω.

F4 — Lire une pente

Le conducteur (3) donne 20 V pour 4 A : $R = 5$ Ω. En $U(I)$, la pente est R : la droite la plus **raide** correspond à la plus grande résistance. En $I(U)$, la pente est $1/R$: c'est alors la droite la **moins** raide.

F5 — Longueur et section

$R = \rho l/S$: longueur doublée, R doublée ; section divisée par deux, R doublée encore ; au total $\times 4$. Doubler le diamètre multiplie la section par quatre ($S \propto d^2$) : R est divisée par 4.

F6 — Trois résistances en série

$R_{eq} = 2 + 3 + 5 = 10$ Ω, $I = 20/10 = 2$ A ; puis $U = RI$: 4 V, 6 V et 10 V, dont la somme redonne 20 V. La plus grande résistance, 5 Ω, reçoit la plus grande tension.

F7 — Partage à l'inverse

Les résistances sont dans le rapport 1 à 2, les courants dans le rapport 2 à 1 : 6 A dans 3 Ω et 3 A dans 6 Ω (somme 9 A). Tension commune : $3 \times 6 = 6 \times 3 = 18$ V. À la sortie, les courants se recomposent : 9 A.

F8 — Fermer, ouvrir

Panneau gauche : fermer K ajoute un chemin en parallèle de R_3 ; la résistance du groupement, donc du circuit, **diminue**, et le courant du générateur **augmente**. Panneau droit : ouvrir K supprime le court-circuit ; L_2 se rallume, L_1 et L_2 sont en série et traversées par le même courant, elles brillent autant l'une que l'autre ; L_1 , qui ne reçoit plus toute la tension, brille moins qu'avant.

F9 — Résistances équivalentes

$6 \parallel 3 = 18/9 = 2 \Omega$. Série : 50Ω ; parallèle : $400/50 = 8 \Omega$. Trois 60Ω : $60/3 = 20 \Omega$. Cinq 100Ω : $100/5 = 20 \Omega$. Trois résistances identiques en parallèle valent le tiers de chacune : $R = 3 \times 4 = 12 \Omega$.

F10 — Un petit réseau

$4 \parallel 4 = 2 \Omega$; $R_{eq} = 3 + 2 = 5 \Omega$; $I = 10/5 = 2 \text{ A}$. Tension du groupement : $2 \times 2 = 4 \text{ V}$ (et $3 \times 2 = 6 \text{ V}$ pour la résistance en série, $6 + 4 = 10 \text{ V}$). Chaque résistance de 4Ω : $4/4 = 1 \text{ A}$.

F11 — Trois résistances inconnues

$R_{eq} = 18/2 = 9 \Omega$; le groupement vaut $9 - 3 = 6 \Omega$, tiers de R : $R = 18 \Omega$. Avec deux résistances, $9 + 3 = 12 \Omega$ et $I = 1,5 \text{ A}$; avec quatre, $4,5 + 3 = 7,5 \Omega$ et $I = 18/7,5 = 2,4 \text{ A}$.

F12 — Puissances

$P = UI = 230 \times 2 = 460 \text{ W}$. $P = RI^2 = 50 \times 0,04 = 2 \text{ W}$. $P = U^2/R = 100/20 = 5 \text{ W}$. En parallèle, même tension, $P = U^2/R$: la résistance de 3Ω dissipe deux fois plus que celle de 6Ω . En série, même courant, $P = RI^2$: la résistance de 6Ω dissipe deux fois plus.

F13 — Énergies

$E = RI^2 \Delta t = 20 \times 9 \times 10 = 1800 \text{ J}$. $1,5 \times 3 = 4,5 \text{ kWh}$, soit $4,5 \times 3,6 \times 10^6 = 1,62 \times 10^7 \text{ J}$. Pour $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}$ à 60 W : $1000/60 \simeq 16,7 \text{ h}$, soit $16 \text{ h } 40 \text{ min}$.

F14 — La lampe « 12 V, 6 W »

$I = P/U = 6/12 = 0,5 \text{ A}$; $R = U^2/P = 144/6 = 24 \Omega$. Sous 6 V : $P = 36/24 = 1,5 \text{ W}$, le quart de la puissance nominale pour la moitié de la tension. Deux lampes identiques en série sous 12 V reçoivent 6 V chacune : $1,5 \text{ W}$ chacune.

F15 — L'oscillogramme

Une période occupe quatre divisions de 5 ms : $T = 20 \text{ ms}$, donc $f = 1/T = 50 \text{ Hz}$; la courbe culmine à $U_{\max} = 8 \text{ V}$. Valeur efficace : $U_{\text{eff}} = 8/\sqrt{2} \simeq 5,7 \text{ V}$. Puissance moyenne dans 4Ω : $U_{\text{eff}}^2 = U_{\max}^2/2 = 32 \text{ V}^2$, donc $P = 32/4 = 8 \text{ W}$; avec $U_{\max}$ on trouverait 16 W , le double, qui est la puissance **instantanée** maximale. Le courant s'inverse deux fois par période, soit $2 \times 50 = 100$ fois par seconde.

Exercices d'apprentissage

E1 — Mesures dans un circuit série

1. Une seule boucle, un seul courant : A_2 indique 300 mA.
2. $Q = 0,300 \times 300 = 90 \text{ C}$; $90 / (1,6 \times 10^{-19}) \simeq 5,6 \times 10^{20}$ électrons.
3. Les deux lampes sont identiques et traversées par le même courant : elles se partagent la tension à égalité, 4,5 V chacune. $R = 4,5 / 0,300 = 15 \Omega$.
4. Un voltmètre ne laisse passer aucun courant : placé en série, il coupe le circuit, le courant devient quasi nul et les deux lampes s'éteignent (le voltmètre indique alors 9 V). Un ampèremètre a une résistance quasi nulle : placé en dérivation aux bornes de L_1 , il la court-circuite, la tension de L_1 devient nulle et elle s'éteint ; tout le courant, plus intense qu'avant, passe par l'ampèremètre et L_2 .

E2 — Lire une caractéristique

1. Droite par l'origine, 20 V pour 4 A : $R = 5 \Omega$. Sous 12,5 V : $I = 12,5 / 5 = 2,5 \text{ A}$.
2. Conducteur (2) : à 2 A, $U = 5 + 5 = 10 \text{ V}$, $U/I = 5 \Omega$; à 4 A, $U = 15 \text{ V}$, $U/I = 3,75 \Omega$. Le quotient change : U n'est pas proportionnelle à I , la droite ne passe pas par l'origine. La loi d'Ohm exige la proportionnalité, pas seulement une droite.
3. Conducteur (4) : à 2 A, $U = 2 + 3 = 5 \text{ V}$, $U/I = 2,5 \Omega$; à 4 A, $U = 4 + 12 = 16 \text{ V}$, $U/I = 4 \Omega$. La résistance croît avec le courant, donc avec l'échauffement : c'est l'allure d'un filament de lampe.
4. Une droite par l'origine de pente 10Ω : 10 V pour 1 A, 20 V pour 2 A, deux fois plus raide que (3).

E3 — Le fil de cuivre

1. $S = 0,5 \text{ mm}^2 = 0,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$; $R = 1,7 \times 10^{-8} \times 50 / (0,5 \times 10^{-6}) = 1,7 \Omega$.
2. Longueur doublée : $3,4 \Omega$. Diamètre doublé : section quadruplée, $R = 1,7 / 4 = 0,425 \Omega$.
3. $U = RI = 1,7 \times 2 = 3,4 \text{ V}$; $P = RI^2 = 1,7 \times 4 = 6,8 \text{ W}$, dissipés en chaleur dans le fil.
4. Quelques dixièmes d'ohm à quelques ohms pour des dizaines de mètres, devant des résistances de plusieurs dizaines d'ohms dans les sujets : la chute de tension dans les fils est négligeable, et on les dessine comme de simples traits.

E4 — Partager courant et tension

1. $I = 24 / 12 = 2 \text{ A}$; $U_3 = 6 \text{ V}$, $U_9 = 18 \text{ V}$, somme 24 V, partage proportionnel aux résistances.
2. Rapport des résistances 1 à 3, rapport des courants 3 à 1 : $I_3 = 3 \text{ A}$, $I_9 = 1 \text{ A}$; tension commune $3 \times 3 = 9 \times 1 = 9 \text{ V}$.
3. Opposition : $I = (12 - 4) / (2 + 6) = 1 \text{ A}$; chutes de tension 2 V et 6 V, et $2 + 6 = 8 \text{ V} = 12 - 4$. Même sens : $I = 16 / 8 = 2 \text{ A}$; 4 V et 12 V.
4. En série sous 24 V (18 V) plutôt qu'en parallèle (9 V).

E5 — Réduire un réseau

1. $20 \parallel 20 = 10 \Omega$; $R_{eq} = 5 + 10 = 15 \Omega$.
2. $I = 30 / 15 = 2 \text{ A}$.
3. $U_1 = 5 \times 2 = 10 \text{ V}$; groupement $30 - 10 = 20 \text{ V}$ (ou 10×2); chaque 20Ω : $20 / 20 = 1 \text{ A}$, somme 2 A.
4. $P_1 = RI^2 = 5 \times 4 = 20 \text{ W}$; chaque 20Ω : $U^2 / R = 400 / 20 = 20 \text{ W}$; total 60 W = $EI = 30 \times 2$.
5. $R_{eq} = 30 / 2 = 15 \Omega$, donc $R_1 = 15 - 10 = 5 \Omega$. Avec la puissance : $R_{eq} = E^2 / P = 900 / 60 = 15 \Omega$, même résultat.

6. $20 \parallel 60 = 1200/80 = 15 \Omega$; $R_{eq} = 20 \Omega$; $I = 30/20 = 1,5 \text{ A}$: remplacer une résistance par une plus grande augmente la résistance du groupement et diminue le courant.

E6 — Le réseau à branche morte

1. Aucun : la borne M n'est reliée à rien, il n'y a pas de boucle fermée passant par 100Ω , donc pas de courant.
2. $6 \parallel 3 = 18/9 = 2 \Omega$; $R_{eq} = 4 + 2 = 6 \Omega$; $I = 18/6 = 3 \text{ A}$.
3. $U_4 = 4 \times 3 = 12 \text{ V}$; groupement 6 V ; $I_6 = 1 \text{ A}$, $I_3 = 2 \text{ A}$.
4. Relier M à N met 100Ω en parallèle sur le groupement de 2Ω : un troisième chemin, la résistance du groupement diminue (vers $200/102 \simeq 1,96 \Omega$), R_{eq} diminue, le courant du générateur **augmente**, mais très peu : 100Ω est très grand devant 2Ω et ne laisse passer qu'une petite fraction du courant.

E7 — Lampes et diode

1. $A : I = 46/230 = 0,2 \text{ A}$, $R = 230^2/46 = 52900/46 = 1150 \Omega$. $B : I = 115/230 = 0,5 \text{ A}$, $R = 52900/115 = 460 \Omega$. La lampe la moins puissante est la plus résistante.
2. En parallèle sous 230 V , chacune est sous sa tension nominale : 46 W et 115 W ; B brille le plus; total 161 W .
3. En série : $R_{eq} = 1610 \Omega$, $I = 230/1610 = 1/7 \text{ A} \simeq 0,14 \text{ A}$, inférieur aux deux courants nominaux ($0,2 \text{ A}$ et $0,5 \text{ A}$) : les deux lampes sont sous-alimentées. Même courant, $P = RI^2$: la plus résistante, A , brille le plus, dans le rapport $P_A/P_B = R_A/R_B = 1150/460 = 2,5$ ($P_A \simeq 23 \text{ W}$, $P_B \simeq 9 \text{ W}$).
4. La résistance reçoit $12 - 3 = 9 \text{ V}$ et doit laisser passer $0,030 \text{ A}$: $R = 9/0,030 = 300 \Omega$. $P_{LED} = 3 \times 0,030 = 0,090 \text{ W} = 90 \text{ mW}$; $P_R = 9 \times 0,030 = 270 \text{ mW}$.

QCM d'automatismes

A1 — Réponse A

$I = Q/\Delta t$: un ampère est un coulomb **par** seconde. Le coulomb-seconde (B) n'est rien ; le joule par coulomb (C) est le volt.

A2 — Réponse A

L'ampèremètre doit être traversé par le courant : en série. Le voltmètre mesure une différence de potentiel entre deux points : en dérivation, aux bornes de la lampe.

A3 — Réponse B

$I = U/R = 12/3 = 4 \text{ A}$. 36 A est le produit UR , $0,25 \text{ A}$ l'inverse.

A4 — Réponse A

$U = RI = 2000 \times 0,005 = 10 \text{ V}$: un kilohm fois un milliampère fait un volt, donc $2 \times 5 = 10 \text{ V}$. 10 mV (C) oublie un facteur mille.

A5 — Réponse C

$U = RI$ est une fonction linéaire : droite par l'origine, de pente R . Une droite qui ne passe pas par l'origine (B) n'est pas une proportionnalité.

A6 — Réponse B

Une seule boucle, un seul courant : 0,4 A en tout point. Le courant ne diminue pas en traversant les lampes.

A7 — Réponse B

Même tension : $I = U/R$ est le plus grand pour la plus **petite** résistance, 3 Ω , deux fois plus que dans 6 Ω ; le rapport ne dépend pas de la tension (D).

A8 — Réponse C

$1/R_{eq} = 1/R + 1/R = 2/R$, donc $R_{eq} = R/2$. 2R (A) est la série.

A9 — Réponse C

Trois résistances identiques en parallèle : $60/3 = 20 \Omega$. 180 Ω (A) est la série; 1/180 Ω (D) confond la somme des inverses et son inverse.

A10 — Réponse B

$P = UI = 230 \times 2 = 460 \text{ W}$.

A11 — Réponse B

$P = U^2/R$: tension doublée, puissance quadruplée (le courant double aussi, et $P = UI$ double deux fois).

A12 — Réponse D

Loi des mailles : en série, les tensions s'ajoutent. A est fausse (une pile impose une tension, le courant dépend de la lampe); B est fausse (les ions conduisent dans les solutions); C est fausse (le courant est le même en tout point d'un circuit série).

A13 — Réponse C

$U_{\max} = \sqrt{2}U_{\text{eff}} \simeq 1,4 \times 230 \simeq 325 \text{ V}$. 160 V (A) divise par $\sqrt{2}$ au lieu de multiplier; 230 V (B) confond valeur efficace et valeur maximale; 460 V (D) double au lieu de multiplier par 1,4.

QCM de niveau concours**C1 — Réponse B**

$R_{eq} = E/I = 50/2 = 25 \Omega$. Trois résistances de 45 Ω en parallèle : 15 Ω . Donc $R = 25 - 15 = 10 \Omega$. Les distracteurs sont le groupement (15 Ω , A), le total (25 Ω , C) et une résistance du groupement (45 Ω , D).

C2 — Réponse A

$20 \parallel 20 = 10 \Omega$, $R_{eq} = 15 \Omega$; $P = U^2/R_{eq}$ donne $U^2 = 60 \times 15 = 900$, $U = 30 \text{ V}$. 15 V (B) oublie la racine carrée en prenant $U^2/P = R_{eq}$ pour U ; 60 V (D) confond puissance et tension.

C3 — Réponse C

Entre B et D , deux chemins : la diagonale ($20\ \Omega$) et le contour $B \rightarrow C \rightarrow D$ ($15 + 10 \parallel 10 = 15 + 5 = 20\ \Omega$). Deux chemins de $20\ \Omega$ en parallèle : $10\ \Omega$. Avec les $10\ \Omega$ en série : $R_{eq} = 20\ \Omega$ et $I = 10/20 = 0,5\ \text{A}$. Tout additionner ($55\ \Omega$) donnerait $0,18\ \text{A}$, proche de A ; ignorer la diagonale ($30\ \Omega$) donnerait $0,33\ \text{A}$.

C4 — Réponse C

La branche de $30\ \Omega$ n'a pas de retour : aucun courant, elle ne compte pas. $4 \parallel 4 = 2\ \Omega$; $R_{eq} = 2 + 2 = 4\ \Omega$; $I = 12/4 = 3\ \text{A}$. Compter $30\ \Omega$ en série donne $12/34 \simeq 0,35\ \text{A}$ (B); $6\ \text{A}$ (D) oublie la résistance en série; $2\ \text{A}$ (A) compte le parallèle comme une série de $4\ \Omega$ ($2 + 4 = 6\ \Omega$).

C5 — Réponse B

K fermé : $2R \parallel 2R = R$, $R_{eq} = R + R = 2R$, $I = E/(2R)$. K ouvert : une seule branche de $2R$, $R_{eq} = 3R$, $I' = E/(3R)$. Donc $I'/I = 2/3$. Le rapport ne dépend pas de E ; ouvrir une branche ne peut qu'augmenter la résistance et diminuer le courant, ce qui élimine A et C .

C6 — Réponse D

En série, même courant, $P = RI^2$: $P_1 = 2P_2$. En parallèle, même tension, $P = U^2/R$: $P_1 = P_2/2$, c'est R_2 qui dissipe deux fois plus, ce qui rend A et C fausses. B inverse le résultat de la série.

C7 — Réponse C

Le courant total I traverse L_3 ; L_1 et L_2 , identiques, en reçoivent la moitié chacune. Affirmation 1 : vraie, $P_3 = RI^2$ contre $RI^2/4$. Affirmation 2 : vraie, même courant, même résistance. Affirmation 3 : fausse, $U_3 = RI$ est le **double** de $U_1 = RI/2$. Deux affirmations exactes.

C8 — Réponse D

« Brillent de la même façon » signifie même puissance. L_1 dissipe $R(I/2)^2 = RI^2/4$; L_3 dissipe $R_3 I^2$. Égalité : $R_3 = R/4$. La lampe traversée par un courant double doit avoir une résistance quatre fois plus petite; $4\ \text{(A)}$ inverse le rapport, 2 et $1/2$ oublient le carré. C'est le retournement d'un sujet de 2019 juillet.

C9 — Réponse B

La résistance reçoit $12 - 3 = 9\ \text{V}$; $I = 9/300 = 0,030\ \text{A} = 30\ \text{mA}$; la LED reçoit $P = U_{LED} I = 3 \times 0,030 = 0,090\ \text{W} = 90\ \text{mW}$. $30\ \text{mW}$ (A) confond le courant en mA et la puissance en mW; $270\ \text{mW}$ (C) est la puissance de la résistance; $360\ \text{mW}$ (D) utilise la tension du générateur.

C10 — Réponse C

$R = U^2/P = 14400/60 = 240\ \Omega$ (à chaud). Sous $60\ \text{V}$: $P = 3600/240 = 15\ \text{W}$, le quart de la puissance nominale pour la moitié de la tension. $30\ \text{W}$ (B) suppose une puissance proportionnelle à la tension; $7,5\ \text{W}$ (D) divise une fois de trop.

C11 — Réponse B

Avec les valeurs efficaces, $230^2 \simeq 53\,000$, donc $R = U^2/P \simeq 53\,\Omega$, et $I = P/U = 1000/230 \simeq 4,3\text{ A}$. A : le courant change de sens deux fois par période, cent fois par seconde à 50 Hz. C : U_{max}^2/R est la puissance instantanée maximale, le double de la puissance moyenne, qui vaut 1000 W. D : par définition de la valeur efficace, une tension continue de 230 V chauffe exactement autant.

C12 — Réponse C

À matériau identique, $R = \rho L/S$. Doubler la longueur multiplie la résistance par 2. Diviser le diamètre par 2 divise la section par 4, ce qui multiplie encore la résistance par 4. La résistance devient donc $8R$; sous la même tension, la loi d'Ohm donne un courant $I/8$. A et B ne prennent en compte qu'une partie de la modification; D inverse la relation entre résistance et courant.