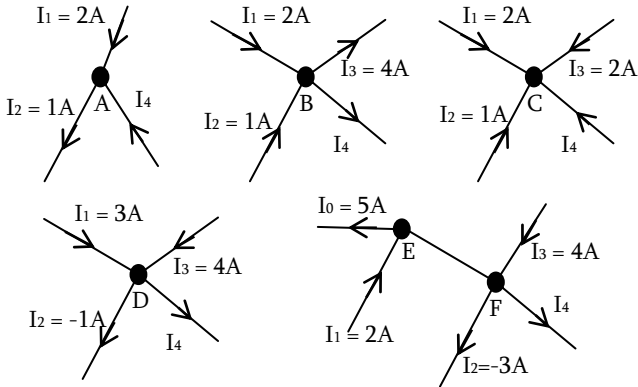


Supplément EXERCICES – EC1 – Circuit Electrique en Régime Stationnaire – Part1

Etude de Circuits avec les lois de Kirchhoff

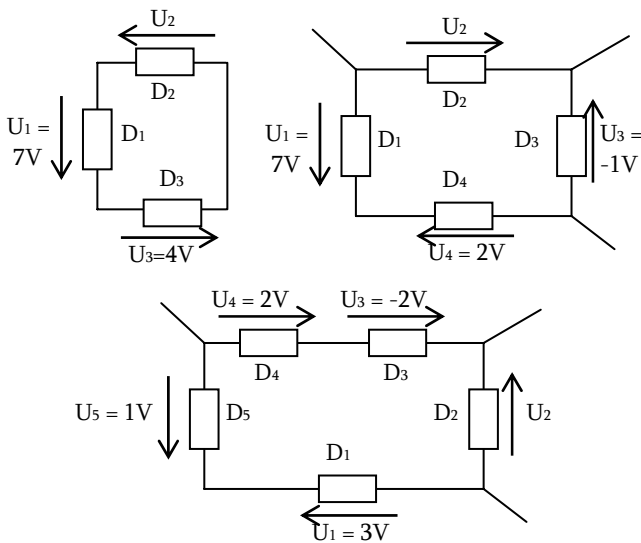
Exercice 1 : Loi des noeuds

Déterminer la valeur de I_4 sur tous les schémas suivants :



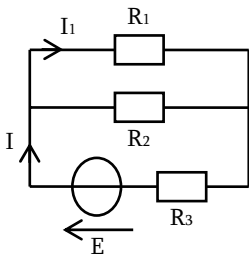
Exercice 2 : Loi des mailles

Calculer les valeurs des tensions U_2 :

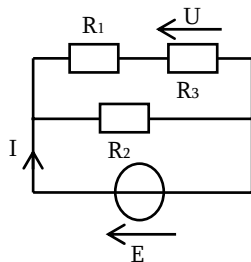


Exercice 3 : Etude de quelques circuits

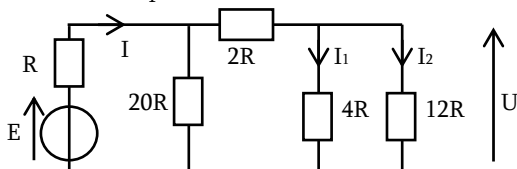
a) Déterminer I et I_1



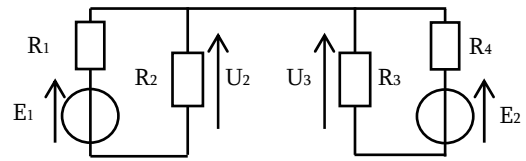
b) Déterminer I et U



c) Déterminer les expressions de I , U , I_1 et I_2



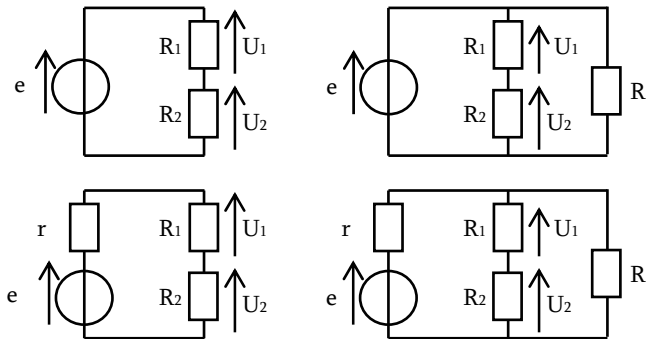
d) Déterminer U_2 et U_3 en fonction de E_1 , E_2 , R_1 , R_2 , R_3 et R_4
(Attention, peut-on utiliser le pont diviseur de tension ?)



Ponts diviseurs de tension et de courant

Exercice 4 : Ponts Diviseurs de Tension

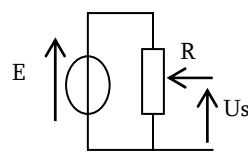
Exprimer U_1 et U_2 en fonction de e et des résistances :



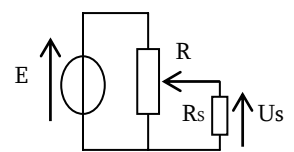
Exercice 5 : Montage potentiométrique

- Exprimer la valeur de U_s sur le montage à vide en fonction de E , R et de α , la position du potentiomètre
- Tracer la courbe de U_s en fonction de α . Que dire ?
- Faire de même sur le montage en charge (avec R_s en plus)
- Tracer la nouvelle courbe de U_s en fonction de α . Qu'est-ce qui a changé ?

Montage à vide

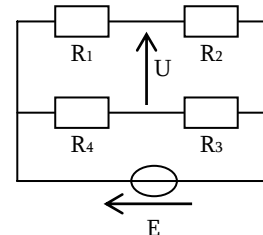


Montage en charge



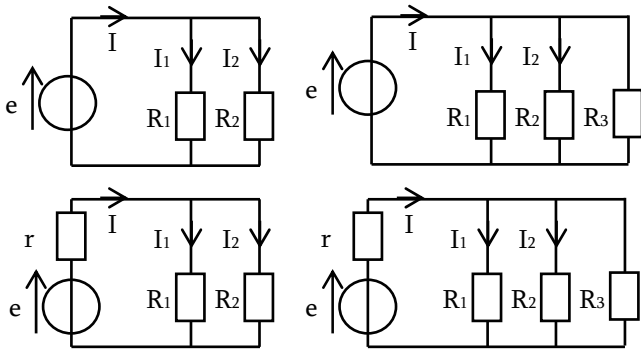
Exercice 6 : Pont de Wheatstone

- Déterminer la tension U en fonction de E , R_1 , R_2 , R_3 et R_4
- En déduire une condition sur R_1 , R_2 , R_3 et R_4 pour que $U = 0$



Exercice 7 : Pont diviseur de Courant

→ Exprimer d'abord I_1 et I_2 en fonction de I et des résistances, puis en fonction de e et des résistances :



Exercice 11 : Caractéristiques de résistance

On mesure la caractéristique d'un résistor de résistance R inconnue (tension U et intensité I) :

U (en V)	0	3,24	4,09	5,35	5,97	7,19	9,46
I (en mA)	0	0,5	0,7	1	1,1	1,4	1,8

- Représenter la caractéristique $U=f(I)$ de la résistance
- Calculer la valeur de R à partir de la courbe tracée

Exercice 12 : Caractéristiques d'un générateur

On mesure la caractéristique d'un générateur :

I (en mA)	0	5	10	15	20	25	30
U (en V)	24	23,5	23	22,5	22	21,5	21

- Représenter la caractéristique $U=f(I)$ du générateur
- Trouver l'équation du générateur et le modéliser

Exercice 13 : Caractéristiques de résistances

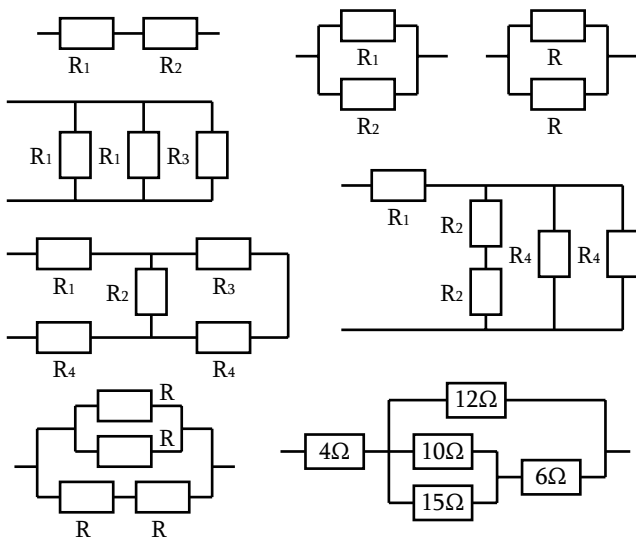
On dispose d'une résistance R_1 de $1k\Omega$ et d'une résistance R_2 de $2k\Omega$, que l'on peut disposer en série ou en parallèle.

- Tracer la caractéristique de ces deux résistances (pour U variant entre 0 et 10V)
- Comment obtient-on graphiquement la caractéristique de l'association en série R_1+R_2 ? Vérifier la pente de la courbe.
- Comment obtient-on graphiquement la caractéristique de l'association parallèle $R_1//R_2$? Vérifier la pente de la courbe.

Résistances équivalentes

Exercice 8 : Résistances équivalentes

→ Trouver les expressions des résistances équivalentes



Exercice 9 : Résistances équivalentes

On dispose de 6 résistances identiques de 200Ω . Comment faut-il les brancher pour obtenir une résistance équivalente :

- $1,2k\Omega$
- 300Ω
- 150Ω

Caractéristiques de Résistances

Exercice 10 : Caractéristiques de résistance

On mesure la caractéristique d'un résistor de résistance R inconnue (tension U et intensité I) :

U (en V)	0	5	10	15	20	25	30
I (en mA)	0.0	2.2	4.5	7.0	9.0	11.4	13.7

- Représenter la caractéristique $U=f(I)$ de la résistance
- Calculer la valeur de R à partir de la courbe tracée

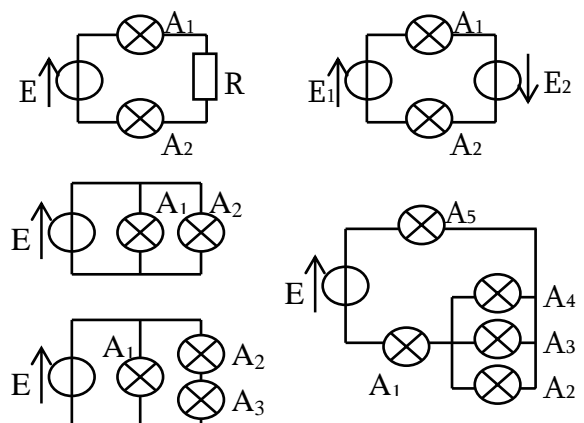
Petites questions de bon sens

Exercice 14 : Luminosité de lampes

Dans les montages suivants, composés de lampes identiques, comparez leur luminosité à l'intérieur de chacun des circuits.

Indications :

- la luminosité d'une lampe est d'autant plus importante que l'intensité du courant qui la traverse est grande
- On pourra considérer en première approximation que les lampes se comportent comme des résistances.



SOLUTION des EXERCICES – EC1

TD EC1 – Régime Permanent

Exercice 1.1 : Loi des Nœuds

$$\text{Loi des nœuds : } \begin{cases} I_0 = I_1 + I_2 \\ I_4 = I_2 + I_5 \\ I_5 = I_1 + I_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2 = 3A \\ I_5 = -1A \\ I_3 = -2A \end{cases} \text{ et } \begin{cases} I_6 = I_0 \\ I_7 = I_5 \\ I_8 = -I_1 \end{cases}$$

L'indication $I_4 = 2A$ signifie qu'à chaque seconde, il y a

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{I_4 \cdot T}{e} = \frac{2 \times 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{19} \text{ électrons qui traversent } D_4.$$

Exercice 1.2 : Loi des Mailles

$$\text{Loi des mailles : } \begin{cases} U_1 + U_2 = U_5 \\ U_3 + U_4 = U_5 \\ U_2 = U_4 + U_6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_4 = -6V \\ U_5 = -1V \\ U_1 = -5V \end{cases}$$

L'indication $U_6 = 10V$ signifie qu'il y a une différence de potentiel de 10V entre les deux bornes du dipôle.

Exercice 1.3 : Etude de Circuits

$$\text{a) } \begin{cases} I = \frac{E}{R_3 + (R_1 // R_2)} = \frac{E}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \quad (\text{Req à l'ensemble}) \\ I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{R_2}{R_3(R_1 + R_2) + R_1 R_2} E \quad (\text{Diviseur de Courant}) \end{cases}$$

b) Avec un double pont diviseur de tension :

$$U = \frac{r_3}{r_3 + r_2} \times \frac{(r_3 + r_2) // r_1}{((r_3 + r_2) // r_1) + r_4} E$$

$$\text{c) Lois de Kirchhoff : } \begin{cases} E_1 - 2RI_1 = 2RI_2 \\ E_2 - 2RI_3 = 2RI_2 \\ I_1 + I_3 = I_2 \end{cases} \quad (3 \text{ éq, } 3 \text{ inconnues})$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{E_1 + E_2}{6R} \quad \text{et} \quad I_1 = \frac{2E_1 - E_2}{6R}$$

Exercice 2 : Ponts Diviseurs

$$\text{a) Diviseurs de tension en n'oubliant pas } r : \begin{cases} U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + r} E \\ U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + r} E \end{cases}$$

$$\text{b) } \Rightarrow \text{ Avec } I' = I_1 + I_2, \text{ Diviseurs de courant : } \begin{cases} (1) \quad I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I' \\ (2) \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I' \end{cases}$$

$$\text{On divise } \frac{(1)}{(2)}, \text{ ce qui donne } I_1 = \frac{R_2}{R_1} I_2$$

$$\text{On aurait pu directement trouver } R_1 I_1 = R_2 I_2 = U_{R_1} = U_{R_2} \dots$$

$$\rightarrow \text{ Soit } I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I' = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{R_3}{R_3 + (R_1 // R_2)} I \quad (2 \text{ ponts diviseurs})$$

$$\text{Soit directement } I_1 = \frac{(R_2 // R_3)}{R_1 + (R_2 // R_3)} I, \text{ ce qui revient au même}$$

Exercice 3.1 : Caractéristique d'une résistance

- Tracer la courbe / Prendre 2 points SUR LA COURBE
- Calculer l'équation de la droite passant par ces 2 points
- Ordonnée à l'origine ≈ 0 et Coef directeur $R \approx 2,2k\Omega$

Exercice 3.2 : Caractéristique d'un générateur linéaire

- Tracer la courbe / Prendre 2 points SUR LA COURBE
- Calculer l'équation de la droite passant par ces 2 points
- Ordonnée à l'origine = 12V = fém du générateur
- Coefficient directeur $r \approx 200\Omega$

Supplément EXERCICES – EC1

Exercice 1 : Loi des Nœuds

$$\text{Toutes les lois des nœuds : } \begin{cases} I_4 = I_2 - I_1 = -1A \\ I_4 = I_1 + I_2 - I_3 = -1A \\ I_4 = -I_1 - I_2 - I_3 = -5A \\ I_4 = I_1 + I_3 - I_2 = 8A \\ I_4 = I_3 - I_2 + (I_1 - I_0) = 4A \end{cases}$$

Exercice 2 : Loi des Mailles

$$\text{Toutes les lois des mailles : } \begin{cases} U_2 = -U_1 - U_3 = -11V \\ U_2 = U_1 + U_3 - U_4 = 4V \\ U_2 = U_1 + U_3 + U_4 - U_5 = 2V \end{cases}$$

Exercice 3 : Etude de quelques circuits

$$\text{a) } \begin{cases} I = \frac{E}{R_3 + (R_1 // R_2)} = \frac{E}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \quad (\text{Req à l'ensemble}) \\ I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{R_2}{R_3(R_1 + R_2) + R_1 R_2} E \quad (\text{Diviseur de Courant}) \end{cases}$$

$$\text{b) } \begin{cases} I = \frac{E}{R_2 // (R_1 + R_3)} = \frac{E}{\frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_2 + (R_1 + R_3)}} \quad (\text{Req à l'ensemble}) \\ U = \frac{R_3}{R_1 + R_3} E \quad (\text{Diviseur de Tension - } R_2 \text{ n'influe pas}) \end{cases}$$

$$\text{c) } \begin{cases} I = \frac{E}{R + [20R // (2R + 4R // 12R)]} = \frac{E}{5R} \quad (\text{Req à l'ensemble}) \\ U = \frac{[20R // (2R + 4R // 12R)]}{R + [20R // (2R + 4R // 12R)]} \times \frac{4R // 12R}{2R + 4R // 12R} E \\ \Rightarrow U = \frac{4R}{5R} \times \frac{3R}{5R} E = \frac{12}{25} E = 0,48E \quad (\text{Double Diviseur}) \\ I_1 = \frac{U}{4R} = \frac{1}{4R} \times \frac{12}{25} E = \frac{3E}{25R} = \frac{0,12E}{R} \\ I_2 = \frac{U}{12R} = \frac{1}{12R} \times \frac{12}{25} E = \frac{E}{25R} = \frac{0,04E}{R} \end{cases}$$

d) On note I le courant dans la branche du milieu. On a nécessairement $I = 0$ d'après la loi des nœuds, puisque le courant qui sort est égal au courant qui rentre dans chacun des générateurs. Les deux circuits sont donc indépendants et on peut appliquer le pont diviseur de tension (comme si les résistances étaient en série...)

$$\text{Ainsi : } U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_1 \text{ et } U_3 = \frac{R_3}{R_3 + R_4} E_2$$

Exercice 4 : Ponts diviseurs de tension

$$\begin{array}{l} \text{a) } \left\{ \begin{array}{l} U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} e \\ U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} e \end{array} \right. \quad \text{b) } \left\{ \begin{array}{l} U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} e \\ U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} e \end{array} \right. \left(\begin{array}{l} R \text{ ne modifie pas} \\ \text{la valeur de la tension} \\ e \text{ aux bornes de} \\ \text{l'association } R_1 + R_2 \end{array} \right) \\ \text{c) } \left\{ \begin{array}{l} U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + r} e \\ U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + r} e \end{array} \right. \quad \text{d) } \left\{ \begin{array}{l} U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + r} e \\ U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + r} e \end{array} \right. , \text{ idem...} \end{array}$$

Exercice 5 : Montage Potentiométrique

→ A vide : $U_s = \frac{\alpha R}{\alpha R + (1 - \alpha) R} \times E = \alpha E$ → Courbe linéaire

→ En charge, la relation n'est plus linéaire (à tracer pt par pt) :

$$U_s = \frac{(\alpha R // R_s)}{(\alpha R // R_s) + (1 - \alpha) R} \times E = \dots = \frac{\alpha E}{1 + \frac{\alpha R}{R_s} - \left(\frac{\alpha R}{R_s}\right)^2}$$

Exercice 6 : Pont de Wheatstone

→ Additivité : $U = U_{R_2} - U_{R_3} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E - \frac{R_3}{R_3 + R_4} E$

→ Condition : $U = 0 \Leftrightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \Leftrightarrow R_2 R_4 = R_1 R_3$

Exercice 7 : Ponts diviseurs de courant

$$\begin{array}{l} \text{a) } \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \\ I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \end{array} \right. \quad \text{b) } \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{(R_2 // R_3)}{R_1 + (R_2 // R_3)} I \\ I_2 = \frac{(R_1 // R_3)}{R_2 + (R_1 // R_3)} I \end{array} \right. \text{ (Attention)} \end{array}$$

c) et d) L'ajout de r ne change pas les expressions, mais juste la valeur de I, qui n'intervient pas ici...

Exercice 8 : Résistances équivalentes

$$\text{a) } R_{eq} = R_1 + R_2 \quad \text{b) } R_{eq} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{c) } R_{eq} = \frac{R}{2}$$

$$\text{d) } R_{eq} = \frac{R_1}{2} // R_3 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + 2R_3} \quad \text{f) } R_{eq} = R_1 + \left(2R_2 // \frac{R_4}{2} \right)$$

$$\text{e) } R_{eq} = R_1 + R_4 + \left(R_2 // (R_3 + R_4) \right) = R_1 + R_4 + \frac{R_2 (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = R_1 + \frac{R_2 R_4}{2R_2 + \frac{R_4}{2}}$$

$$\text{g) } R_{eq} = 2R // \frac{R}{2} = \frac{R}{2 + \frac{1}{2}} = \frac{2}{5} R \quad \text{h) } R_{eq} = 10\Omega$$

Exercice 9 : Résistances équivalentes

- a) $R_{eq} = 1,2k\Omega$ → 6 résistances de 200Ω en série
 b) $R_{eq} = 300\Omega$ → $(3 \times 200\Omega) // (3 \times 200\Omega)$
 ou encore $200\Omega + (200\Omega // 200\Omega) \dots$
 c) $R_{eq} = 150\Omega$ → $(200\Omega + (200\Omega // 200\Omega)) // \text{idem}$

Exercice 10 : Caractéristiques de Résistances

→ Tracer la courbe / Prendre 2 points SUR LA COURBE
 → Calculer l'équation de la droite passant par ces 2 points
 → Ordonnée à l'origine ≈ 0 et Coef directeur $R \approx 2,2k\Omega$

Exercice 11 : Caractéristiques de Résistances

→ Tracer la courbe / Prendre 2 points SUR LA COURBE
 → Calculer l'équation de la droite passant par ces 2 points
 → Ordonnée à l'origine ≈ 0 et Coef directeur $R \approx 5,6k\Omega$

Exercice 12 : Caractéristique d'un générateur

→ Tracer la courbe / Prendre 2 points SUR LA COURBE
 → Calculer l'équation de la droite passant par ces 2 points
 → Ordonnée à l'origine $= 24V = \text{fém du générateur}$
 → Coefficient directeur $r \approx 100\Omega$

Exercice 13 : Caractéristiques de Résistances

→ R est la pente des courbes $U = RI$
 Par exemple pour $U = 10V$, $R = 1k\Omega$, on a $I = 10mA$

→ Association série : on a $U = U_1 + U_2$, donc on additionne les droites point par point suivant les ordonnées (U). Par exemple pour $I = 5mA$, $U = U_1 + U_2 = 5V + 10V = 15V$ et ainsi de suite, La droite obtenue est plus pentue, ce qui correspond à un coefficient directeur $R = R_1 + R_2 = R_{eq}$. C'est logique !!!

→ Association parallèle : on a $I = I_1 + I_2$, donc on additionne les droites point par point suivant les abscisses (I). Par exemple pour $U = 5V$, $I = I_1 + I_2 = 5mA + 2,5mA = 7,5mA$ et ainsi de suite, La droite obtenue est moins pentue, ce qui correspond à un coefficient directeur $R_{eq} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2}{3} \Omega$. C'est encore tout à fait logique !!!

Exercice 14 : Luminosité de lampes

a) I égal dans la branche → Même luminosité
 b) Idem, même courant → Même luminosité

c) Même tension. Si les lampes sont identiques, il y aura le même I dans les deux.
 → Même luminosité

d) $U_1 = U_2 + U_3$, donc L1 éclaire plus mais la tension se répartie de manière égale dans L2 et L3
 → $L_1 > L_2 = L_3$

e) Dans la branche, on a même courant, qui se divise ensuite en 3 :
 $I_1 = I_5 = I_2 + I_3 + I_4$
 Donc puisque les lampes sont identiques :
 $L_1 = L_5 > L_2 = L_3 = L_4$