

# Module 5 : Notions d'électricités

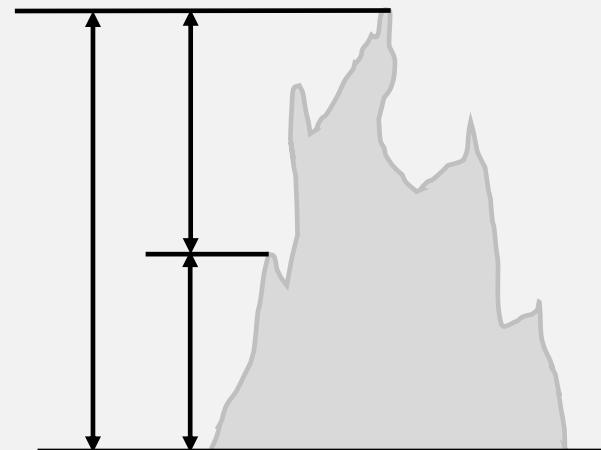
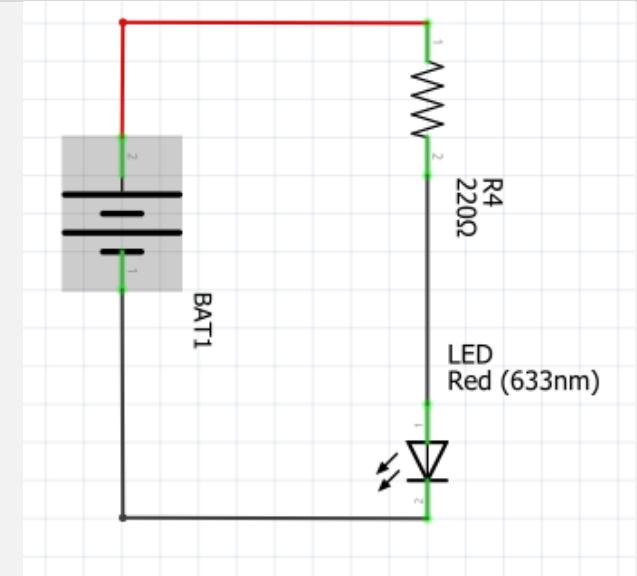
Applications mobiles et objets connectés 420-W48-SF

# Objectifs

- Tension, courant, résistance
  - Nature, Mesures
  - Loi d'Ohm
  - Lois de Kirchhoff
- Puissance
- Circuits série et //
- Résistance équivalente en série et //
- Résistance équivalente dans un cadre plus complexe

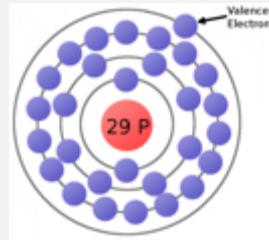
# Tension, courant, résistance : aperçu

- Tension
  - Force qui « pousse » le courant à circuler dans le circuit
  - Se mesure en Volt V
- Différence de potentiel
  - Tension entre 2 points du circuit
  - Peut être comparé à la mesure de diverses altitudes d'une montagne



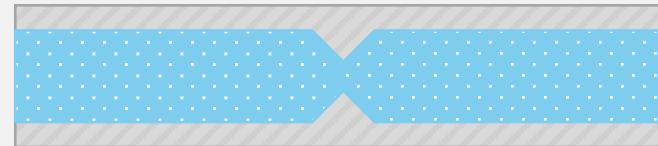
# Tension, courant, résistance : aperçu

- Courant électrique:
  - Mouvement des électrons attirés par la borne positive d'une source d'électricité
  - Mesure du nombre d'électrons circulant à chaque seconde dans le circuit
  - $1 \text{ Ampère} = 6,2 \times 10^{18}$  électrons /seconde
  - En électronique, on manipule de très faible courant : le mA ( $10^{-3} \text{ A}$ ) et le  $\mu\text{A}$  ( $10^{-6} \text{ A}$ ) sont plutôt utilisés
- Courant conventionnel
  - Avant la découverte de l'électron, on croyait à des particules positives se déplaçant vers la borne négative de l'alimentation
  - Le langage habituel persiste à parler de courant conventionnel
- Nos schémas utiliseront le courant conventionnel



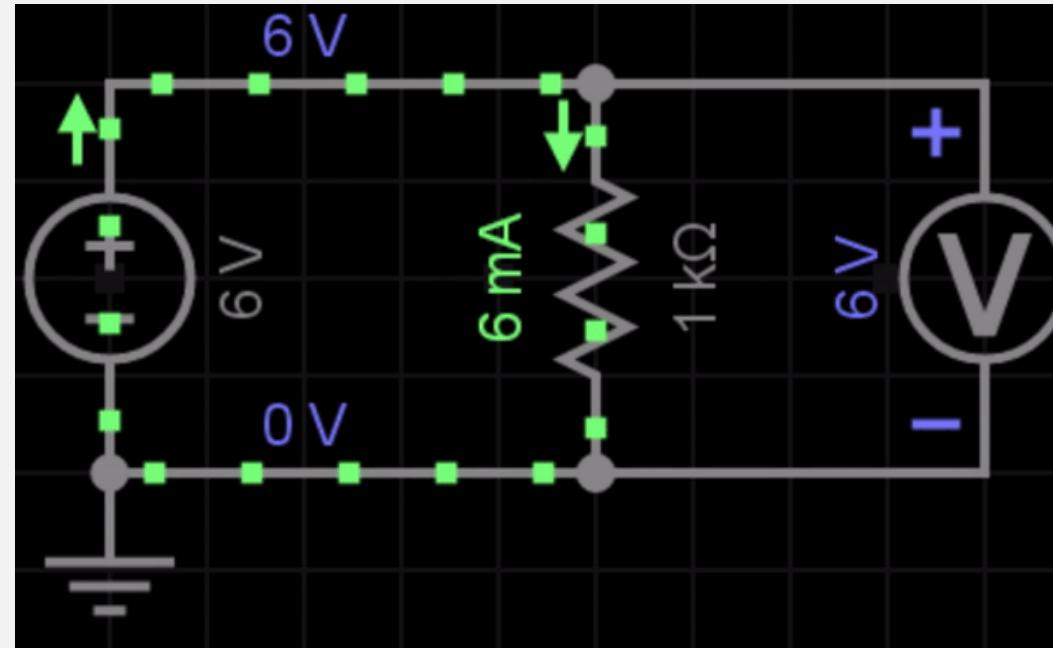
# Tension, courant, résistance : aperçu

- Résistance
  - Capacité du matériau à **ralentir** le mouvement des électrons, **donc le courant**
  - Facteurs:
    - Type de matériau: métal, semi-conducteur, isolant
    - Longueur du fil
    - Se mesure en **Ohm**  $\Omega$
- Résistances électroniques
  - Composants disponibles selon diverses valeurs standard
    - Identifiées par un code de couleur



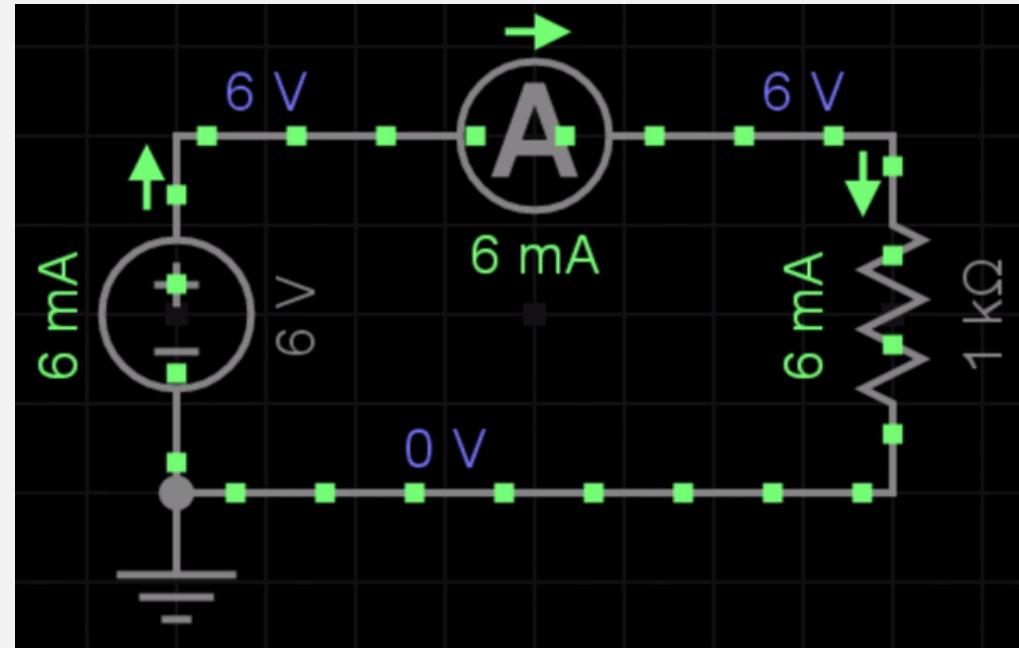
# Tension, courant, résistance : mesure

- Mesure de tension: multimètre en position V 
- Sondes placées en parallèle : entre les extrémités à mesurer



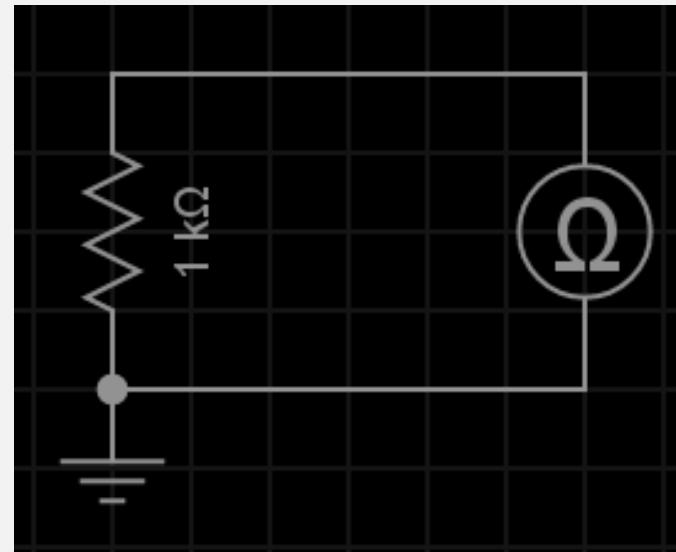
# Tension, courant, résistance : mesure

- Mesure de l'intensité ou du courant : multimètre en position A ---
  - Sondes placées en série : de chaque côté du circuit à mesurer



# Tension, courant, résistance : mesure

- Mesure de résistance: multimètre en position  $\Omega$ 
  - Sondes placées entre les extrémités à mesurer
  - Résistance retirée du circuit pour une lecture fiable
  - Résistance variable : sondes placées entre les 2 bornes extrêmes



# Tension, courant, résistance : loi d'Ohm

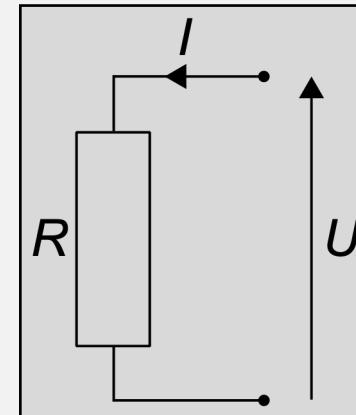
$$U = R * I$$

⇒ Pour une même tension, le courant diminue lorsque la résistance augmente

⇒ On peut déduire que :

$$\Rightarrow R = U / I$$

$$\Rightarrow I = U / R$$



# Tension, courant, résistance : loi d'Ohm

$$U = R * I$$

- Exemple : calcul de l'intensité à partir de différentes valeurs de résistances et d'une tension fixe  $U = 6 \text{ V}$ 
  - $R = 1 \text{ k}\Omega \Rightarrow I = 6 / 1\ 000 = 0,006 \text{ A} = 6 \text{ mA}$
  - $R = 2 \text{ k}\Omega \Rightarrow I = 6 / 2\ 000 = 0,003 \text{ A} = 3 \text{ mA}$
  - $R = 3 \text{ k}\Omega \Rightarrow I = 6 / 3\ 000 = 0,002 \text{ A} = 2 \text{ mA}$

# Tension, courant, résistance : loi d'Ohm

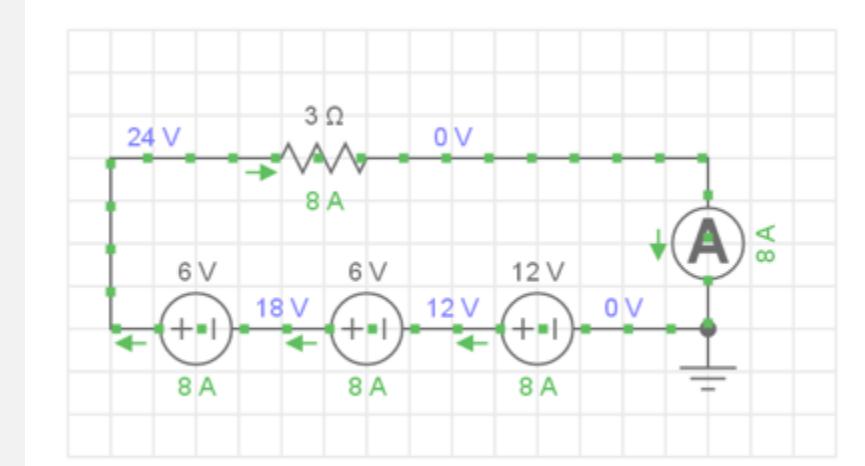
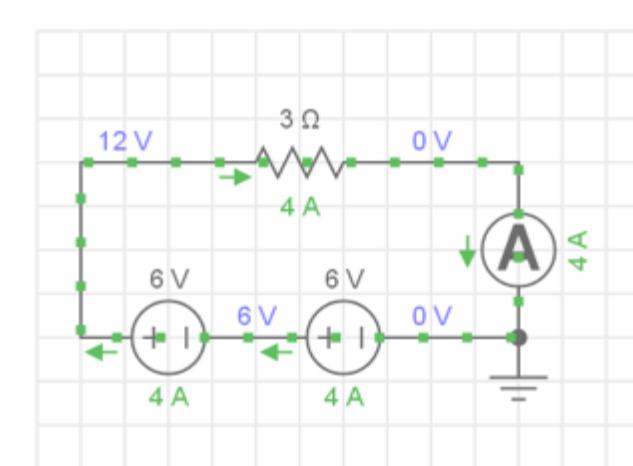
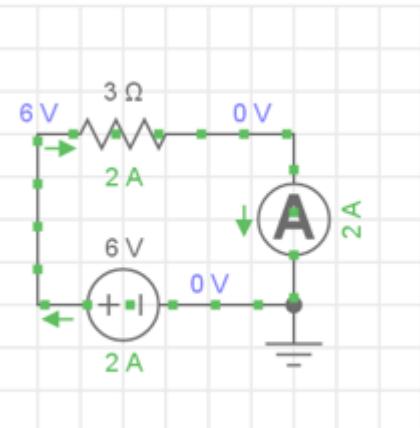
$$U = R * I$$

- Quand la tension augmente, le courant est « forcé » davantage :

- Exemple  $I = 6 \text{ V} / 3 \Omega = 2 \text{ A}$

- Exemple  $I = 12 \text{ V} / 3 \Omega = 4 \text{ A}$

- Exemple  $I = 24 \text{ V} / 3 \Omega = 8 \text{ A}$

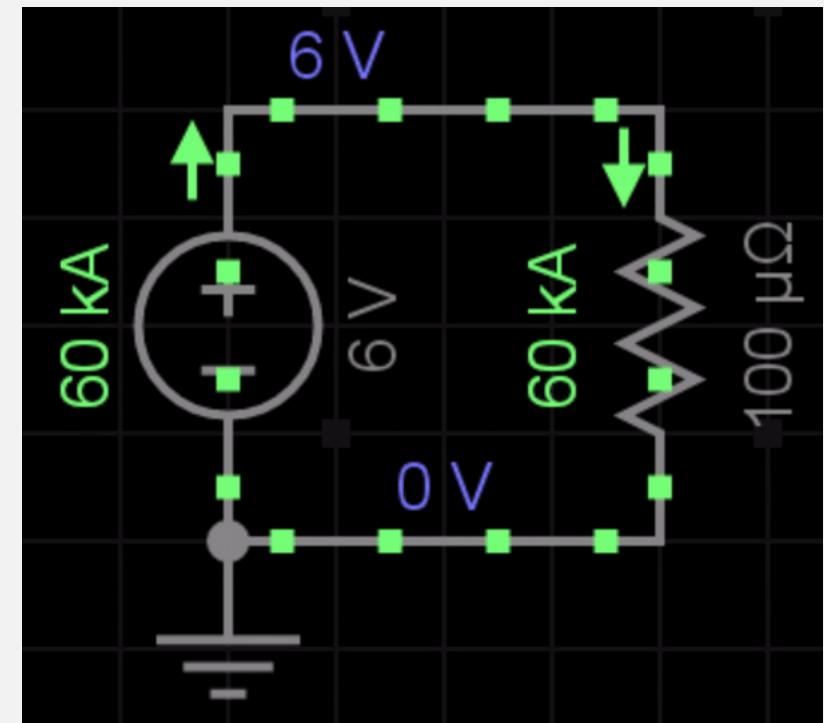


# Tension, courant, résistance : loi d'Ohm

$$U = R * I$$

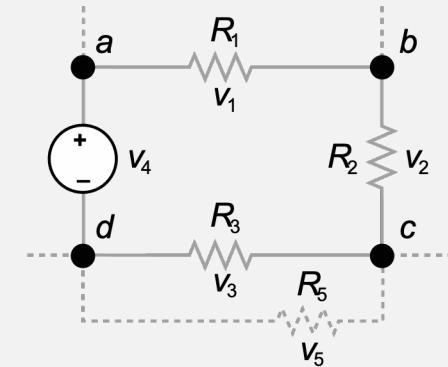
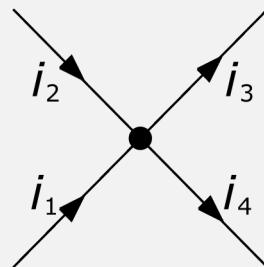
- Court circuit :
- Résistance proche de  $0 \Omega$
- Si résistance du circuit =  $100\mu\Omega$   
 $\Rightarrow I = 6 V / 0.0001 \Omega = 60 000 A$

Tout ce que le générateur peut fournir !



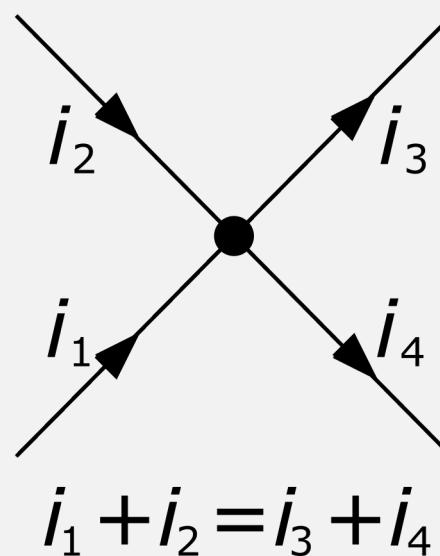
# Lois de Kirchhoff

- Les lois de Kirchhoff permettent de calculer les différences de potentiel et l'intensité du courant continu :
  - Loi des nœuds
  - Loi des mailles



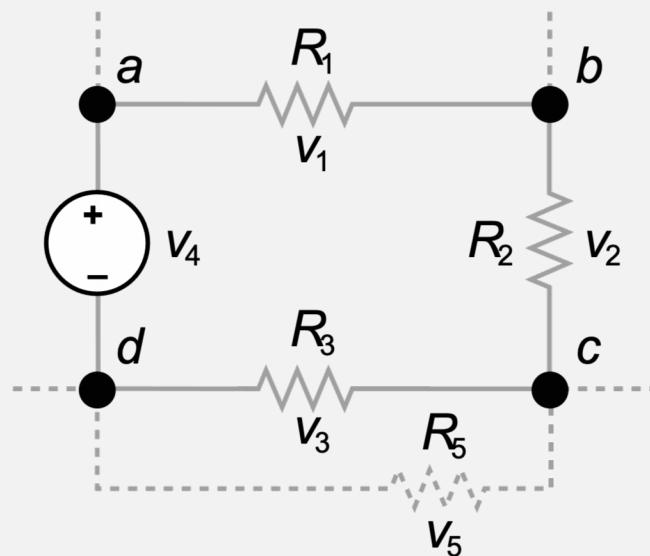
# Loi des nœuds

- La somme des intensités des courants qui entrent par un **nœud** est égale à la somme des intensités des courants qui sortent du même nœud



# Loi des mailles

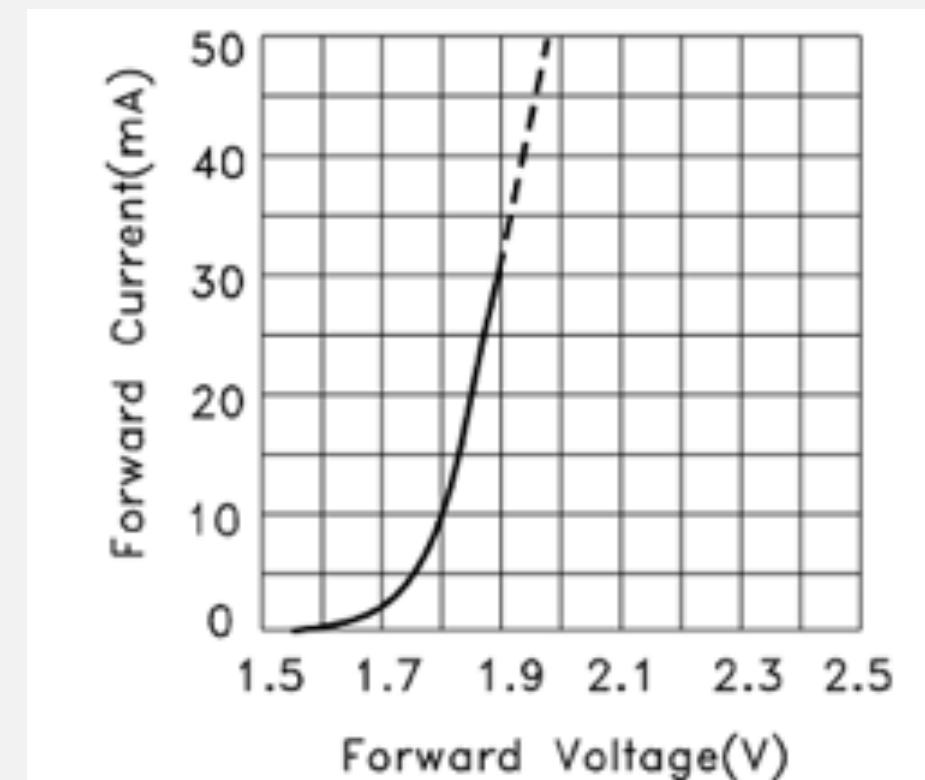
- Dans une maille quelconque d'un réseau [...] la somme algébrique des différences de potentiel le long de la maille est constamment nulle



$$\begin{aligned}U_{ab} + U_{bc} + U_{cd} &= U_{ad} \\U_{ab} + U_{bc} + U_{cd} + U_{da} &= 0 \\ \text{Car : } U_{xy} &= -U_{yx}\end{aligned}$$

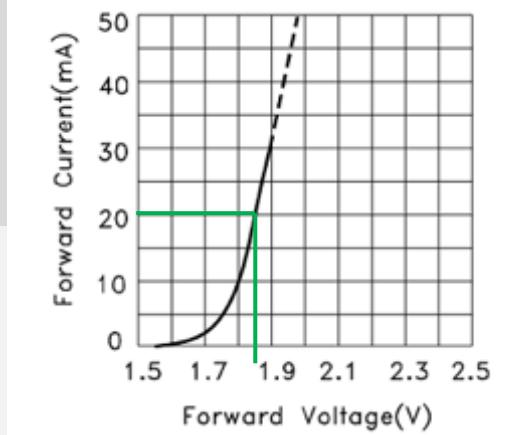
# Tension, courant, résistance : application

- Fiche technique des DELs communes :
  - Tension d'opération : entre 1.7 V et 2.2 V
  - Courant maximal : 30 mA
  - La courbe dépend de la couleur de la DEL
- En tension inverse, la DEL ne laisse pas passer le courant tant qu'on ne dépasse pas la tension de claquage (~ 5V)
- Exemple : ici, si  $U = 1.9V \Rightarrow I = 30mA$

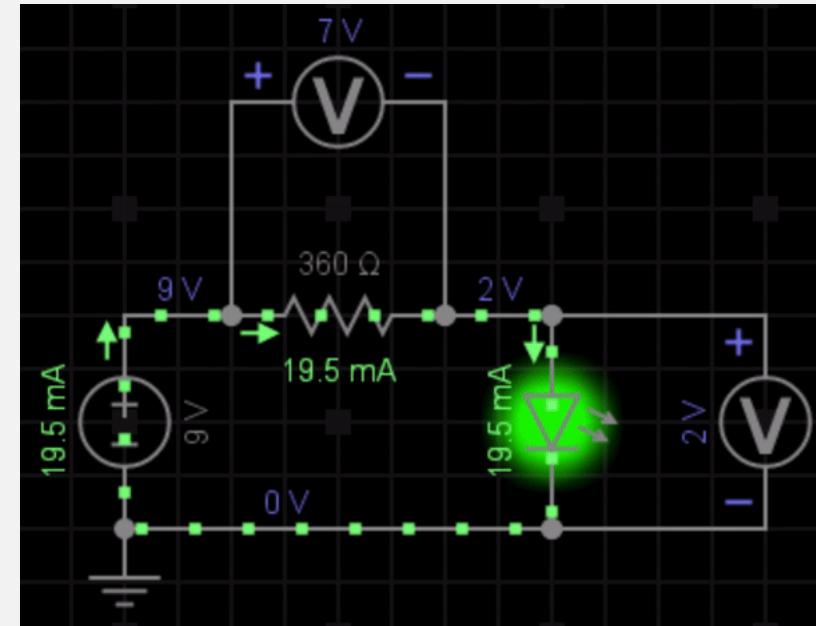


# Tension, courant, résistance

- Tension délivrée : 9 V
- Si on veut faire passer 20 mA => 1.85V
- D'après la loi des mailles :
  - $U_T = U_R + U_L \Rightarrow U_R = 9 - 1.85 = 7.15 \text{ V}$
  - $R = 7.15 / 0.02 = 357.5 \Omega$
- Dans les résistances standards, on va prendre celle qui a une valeur un peu plus haute, ici 360  $\Omega$

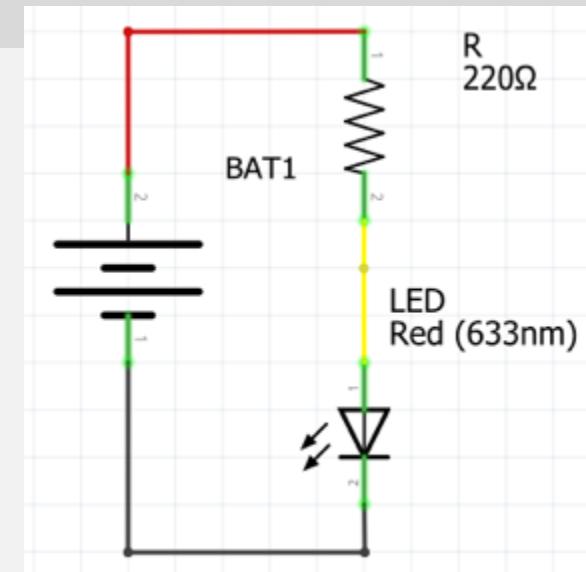


<https://www.circuitbread.com/ee-faq/the-forward-voltages-of-different-le>

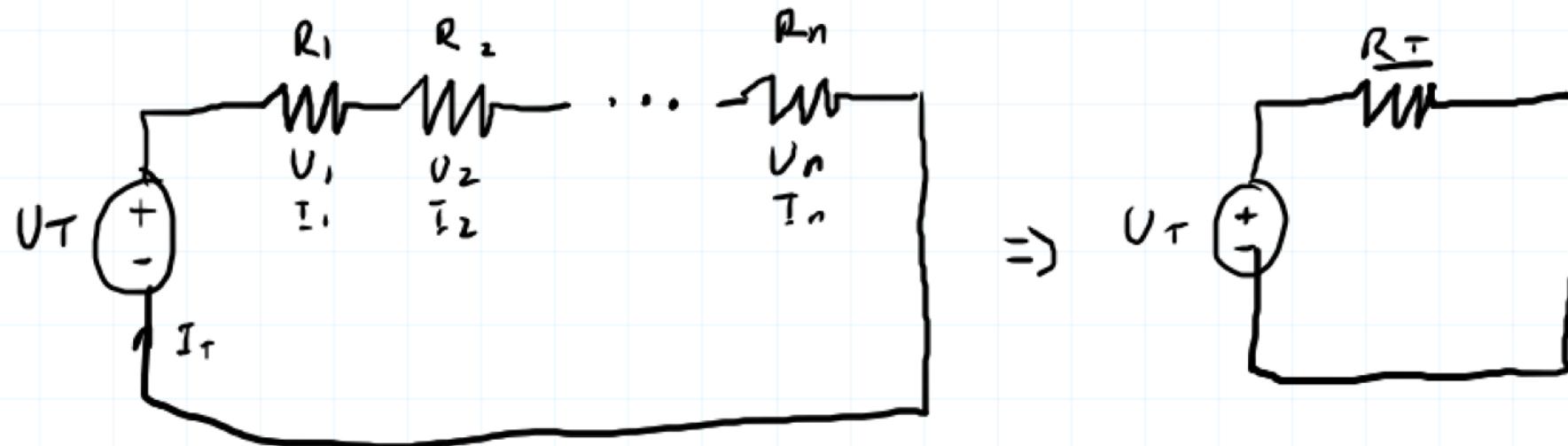


# Puissance

- Unité de mesure de l'énergie consommée
- Se mesure en **Watt W** et ses multiples
- Définition:  $1 \text{ W} = 1 \text{ V} * 1 \text{ A}$
- Formule:  $P = U * I$
- Exemple: résistances de  $\frac{1}{4} \text{ W}$  d'un sketch Arduino
  - Caractéristiques de la résistance de  $220 \Omega$  dans plusieurs sketchs
  - $U_R = 2,98 \text{ V}$
  - $I = 0,0135 \text{ A}$
  - $P = 2,98 \text{ V} * 0,0135 \text{ A} = 0,0402 \text{ W} = 40,2 \text{ mW}$
  - Choix de résistances de  $\frac{1}{4} \text{ W}$  est donc correct



# Résistances en série



$$U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad \textcircled{1}$$

$$I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} \quad R_T I_T = R_1 I_1 + R_2 I_2 + \dots + R_n I_n$$

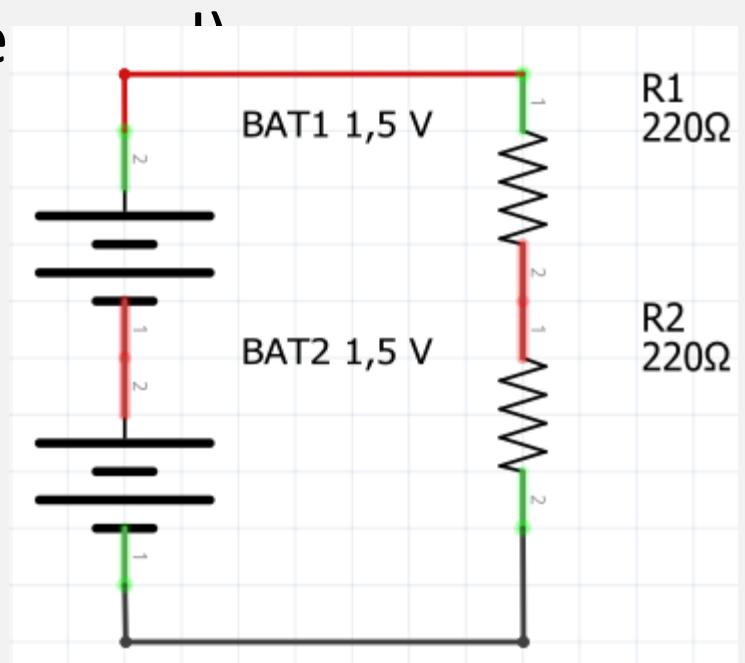
$$\textcircled{2} \quad R_T I_T = R_1 I_T + R_2 I_T + \dots + R_n I_T$$

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

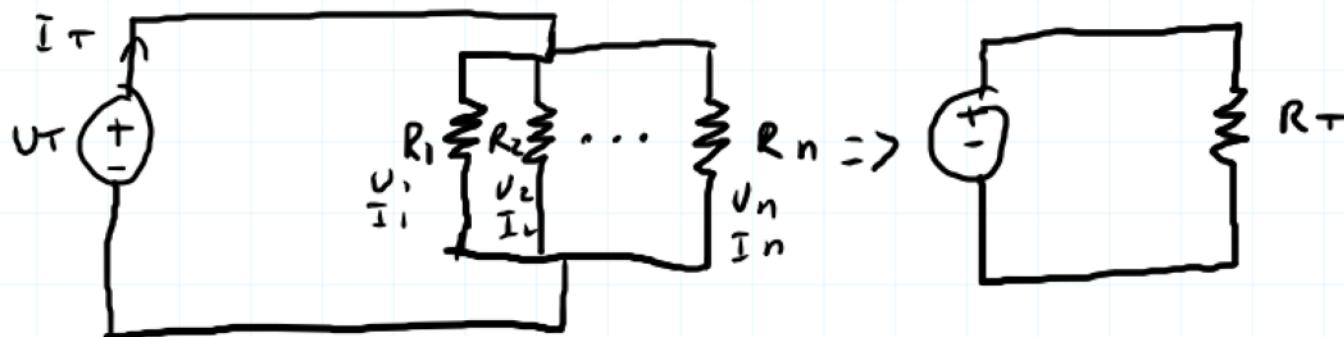
$$R_T = \sum R_i$$

# Circuits série - Exemple

- Pile équivalente : somme des tensions individuelles (loi des mailles)
    - $U_B = U_{B1} + U_{B2} = 3 \text{ V}$
  - Tension des résistances (loi des mailles)
    - $U_R = U_{R1} + U_{R2} = 3 \text{ V}$
  - Courant est le même dans tout le circuit (pas de)
    - $I_T = I_{B1} = I_{B2} = I_{R1} = I_{R2}$
  - Résistance équivalente
    - $R_T = R_1 + R_2 = 440 \Omega$
- $\Rightarrow I_T = 3 / 440$
- $\Rightarrow I_T \approx 0,0068 \text{ A} \approx 6,8 \text{ mA}$



# Résistances en parallèle



$$U_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad \textcircled{1}$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad \textcircled{2}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{U_T}{R_T} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$$

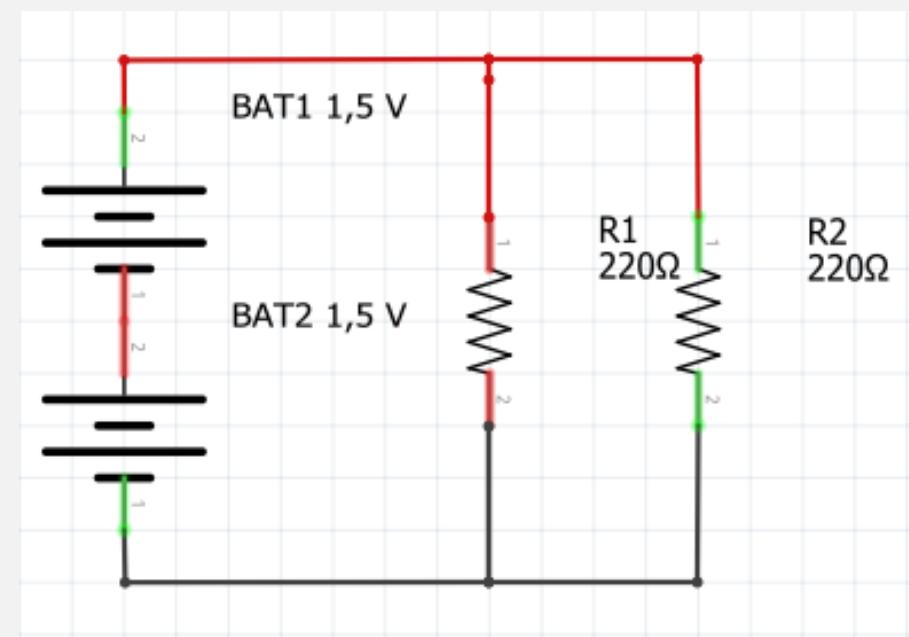
$$\textcircled{4} \quad \frac{U_T}{R_T} = \frac{U_T}{R_1} + \frac{U_T}{R_2} + \dots + \frac{U_T}{R_n}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

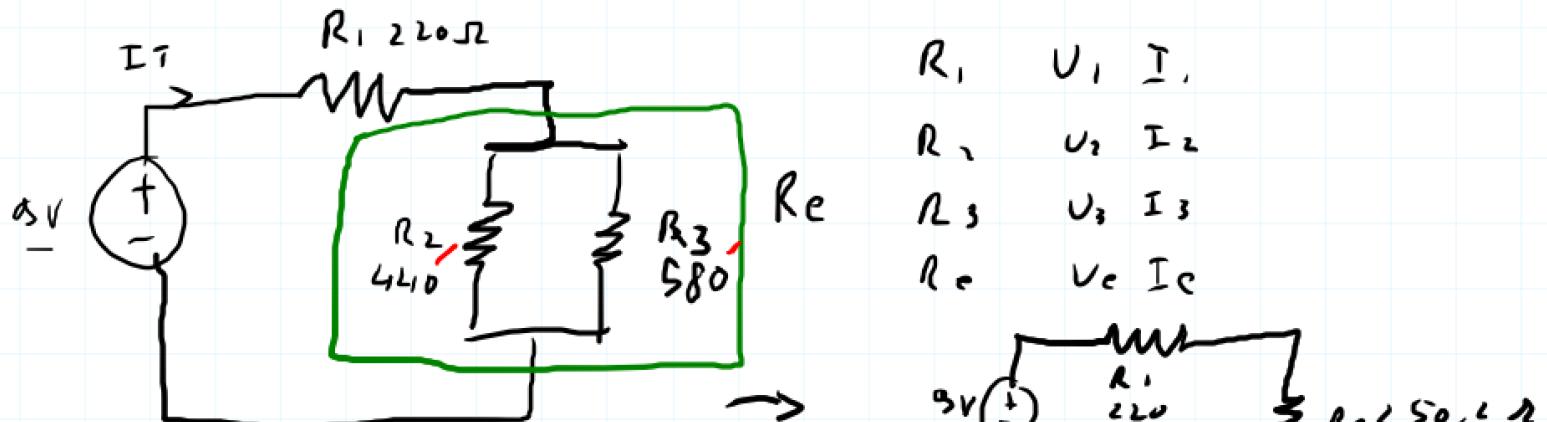
$$\boxed{\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_i}}$$

# Circuits parallèle - Exemple

- Pile équivalente : somme des tensions individuelles (loi des mailles)
  - $U_B = U_{B1} + U_{B2} = 3 \text{ V}$
- Tension des résistances (loi des mailles)
  - $U_R = U_{R1} = U_{R2} = 3 \text{ V}$
- Courant est le même dans tout le circuit (loi des nœud)
  - $I_T = I_{B1} = I_{B2}$
  - $I_T = I_{R1} + I_{R2}$
- Résistance équivalente
  - $U_T / R_T = U_1/R_1 + U_2/R_2$
  - $1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2$
$$\Rightarrow R_T = 110 \Omega$$
$$\Rightarrow I_T = 3 / 110$$
$$\Rightarrow I_T \approx 0,0273 \text{ A} \approx 27,3 \text{ mA}$$
$$\Rightarrow I_{R1} \approx 3 / 220 \approx 0,0136 \approx 13,6 \text{ mA}$$
$$\Rightarrow I_{R1} \approx 3 / 220 \approx 0,0136 \approx 13,6 \text{ mA}$$



# Exemple plus complexe



$$R_1 \quad U_1 \quad I_1$$

$$R_2 \quad U_2 \quad I_2$$

$$R_3 \quad U_3 \quad I_3$$

$$R_c \quad U_c \quad I_c$$



$$\frac{U_c}{R_c} = \frac{U_a}{R_2} + \frac{U_o}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{440} + \frac{1}{580} = \frac{580 + 440}{440 \times 580} \approx 250,2 \Omega$$

$$R_T = R_1 + R_c = 220 + 250,2 = 470,2 \Omega$$

$$\Rightarrow I_T = \frac{9}{470,2} \approx 0,0191 A \approx 19,1 mA$$

$$U_1 = 220 \times 0,0191 A \approx 4,2 V$$

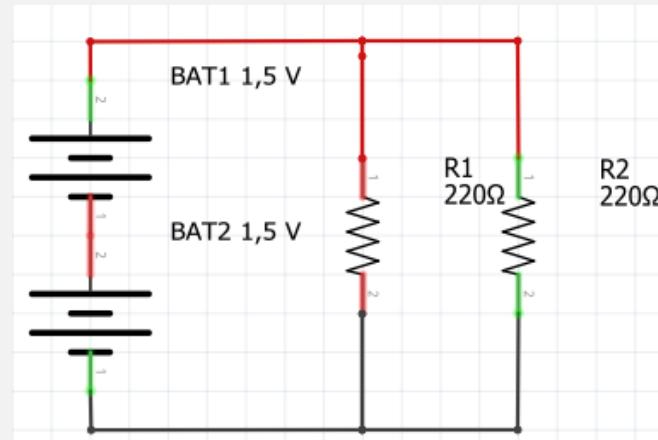
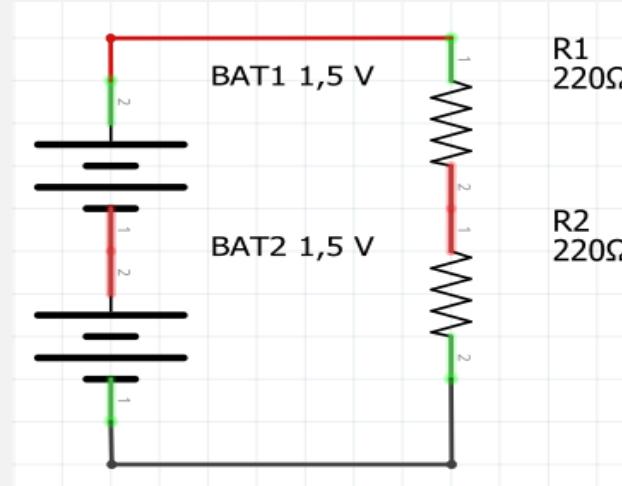
$$U_c = 9 - 4,2 V = 4,8 V$$

$$I_2 = \frac{4,8}{440} \approx 0,0109 A \approx 10,9 mA$$

$$I_3 = \frac{4,8}{580} \approx 0,0083 A \approx 8,3 mA$$

# Circuits – Résumé

- $U = R I$
- $P = U I$
- Série :
  - $U_T = \sum U_i$
  - $I_T = I_i$
  - $R_T = \sum R_i$
- Parallèle :
  - $U_T = U_i$
  - $I_T = \sum I_i$
  - $1 / R_T = \sum 1/R_i$



# Références

Sujet	Origine	Lien
Courant réel ou conventionnel	conv/réel /cc ca	<a href="https://www.youtube.com/embed/kcL2_D33k3o/?start=350&amp;end=480">https://www.youtube.com/embed/kcL2_D33k3o/?start=350&amp;end=480</a>
L'électricité	Unités de mesures	<a href="https://www.youtube.com/embed/2nyb9AQ5MiY/?start=8&amp;end=145">https://www.youtube.com/embed/2nyb9AQ5MiY/?start=8&amp;end=145</a>
Résistances en série et //	Tronik aventure 1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=CBuWMuOQILQ">https://www.youtube.com/watch?v=CBuWMuOQILQ</a>
	Tronik aventure 2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=iOndsi9bR6w">https://www.youtube.com/watch?v=iOndsi9bR6w</a>
	Tronik aventure 3	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ElRR9mWCDUA&amp;t=500s">https://www.youtube.com/watch?v=ElRR9mWCDUA&amp;t=500s</a>
circuits combinés	Tronik aventure 4	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=BbyTzoodjXY">https://www.youtube.com/watch?v=BbyTzoodjXY</a>
Diviseur de tension	sparkfun	<a href="https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers">https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers</a>
Loi d'Ohm		<a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_d%27Ohm">https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_d%27Ohm</a>
Lois de Kirchhoff		<a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Lois_de_Kirchhoff">https://fr.wikipedia.org/wiki/Lois_de_Kirchhoff</a>