

Chapitre 17 : Signaux et capteurs

À maîtriser pour commencer

- Le circuit électrique est une suite continue de dipôles
- Association en série et en dérivation
- Savoir reconnaître une situation de proportionnalité

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour tester vos connaissances sur le quiz en ligne ! LLS.fr/PC2P303

Objectifs du chapitre

- Exploiter la loi des mailles et la loi des nœuds
- Utiliser la loi d'Ohm
- Représenter un nuage de points associé à une caractéristique et modéliser une caractéristique
- Exploiter la caractéristique d'un dipôle : point de fonctionnement et modélisation
- Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur

1) Le circuit électrique

1.1) Généralités

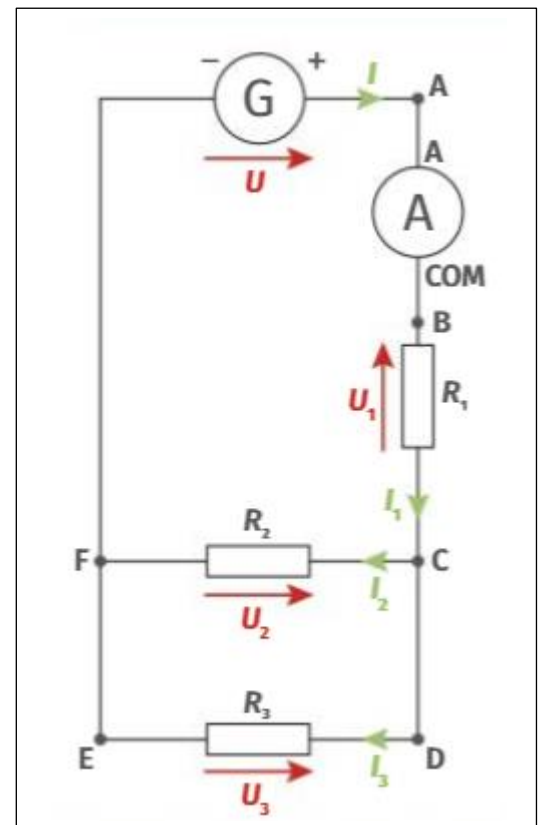
- Un circuit électrique est constitué au moins d'un GENERATEUR, d'un RECEPTEUR et de fils de connexion.

Un **dipôle** est un élément d'un circuit électrique possédant deux bornes.

Un **nœud** est une connexion qui relie au moins trois dipôles entre eux. Sur le circuit modèle, C et F sont des nœuds électriques.

Une **maille** est un chemin fermé, ne comportant pas forcément de générateur. Le circuit modèle possède trois mailles : (ABCFA), (ABC-DEFA) et (CDEFC).

- Il existe 2 types d'association des dipôles entre eux :
 - ➔ **En série** : si ils sont situés dans la même maille et ne sont pas séparés par un nœud
 - ➔ **En dérivation** : si leurs bornes sont connectées au même nœud.
- Par exemple : R2 et R3 sont en
- R1 et L'Ampèremètre sont en



1.2) Définition Intensité du courant électrique

L'intensité du courant est une grandeur quantifiant le nombre d'électrons qui traversent un fil ou un dipôle en une seconde.

L'intensité I s'exprime en ampère noté A.

- L'intensité I se mesure avec un Ampèremètre branché en SERIE :



1.3) Définition de la Tension électrique

La tension électrique est une grandeur caractérisant une différence d'état électrique entre deux points d'un circuit.

- La tension se note U et s'exprime en Volt (V)
- La tension se mesure avec un Voltmètre branché en DERIVATION :

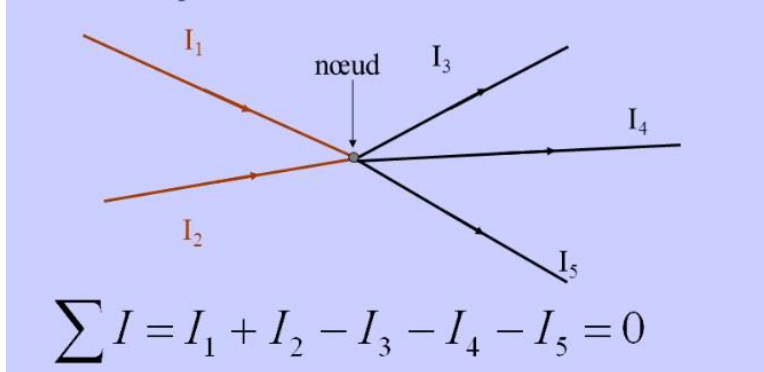


2) Relations entre grandeurs électriques

2.1) Relation entre intensités : Loi des nœuds :

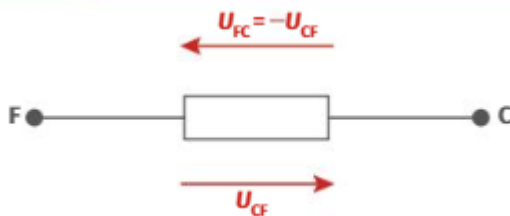
- La quantité d'électrons qui circulent dans le circuit se conserve, donc :

La somme algébrique des courants pénétrant dans un nœud et des courants qui en sortent est nulle.



- Dans un circuit en série, l'intensité reste la même

2.2) Relation entre tensions : Loi des mailles :



→ U_{CF} : la flèche arrive en C et part de F

→ Si $U_{CF} = 4 \text{ V}$ alors $U_{FC} = -4 \text{ V}$

Loi des mailles : la somme des tensions des dipôles le long d'une maille est égale à 0 V.

Ainsi, en parcourant la maille (AGFEDCBA) du **doc. 5** dans le sens des pointillés verts, on peut écrire $U_{AA} = 0 \text{ V}$ soit :

$U_{AG} + U_{GF} + U_{FE} + U_{ED} + U_{DC} + U_{CB} + U_{BA} = 0 \text{ V}$, et en s'appuyant sur le **doc. 5** : $0 + 0 - U_{EF} - U_{DE} + 0 + 0 + U_{BA} = 0 \text{ V}$ donc :

$$U_{BA} = U_{DE} + U_{EF}$$

On retrouve la loi d'additivité des tensions pour des dipôles en série.

➤ Par ailleurs, en parcourant la maille (ABCGA) du **doc. 5** dans le sens des pointillés bleus, on peut écrire $U_{AA} = 0 \text{ V}$ soit :

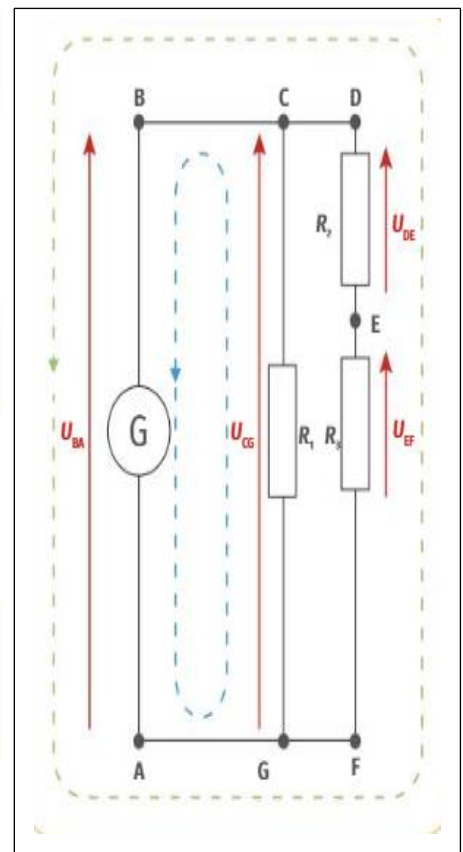
$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CG} + U_{GA} = 0 \text{ V}$$

et en s'appuyant sur le **doc. 5** : $U_{AB} + 0 + U_{CG} + 0 = 0 \text{ V}$ d'où :

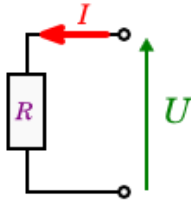
$$U_{BA} = U_{CG}$$

On retrouve ici la loi d'unicité des tensions sur deux branches en dérivation.

Remarque : On considère que la tension est nulle aux bornes d'un fil électrique. $U_{BC} = U_{CD} = U_{AG} = U_{GF} = 0 \text{ V}$



2.3) Loi d'Ohm :



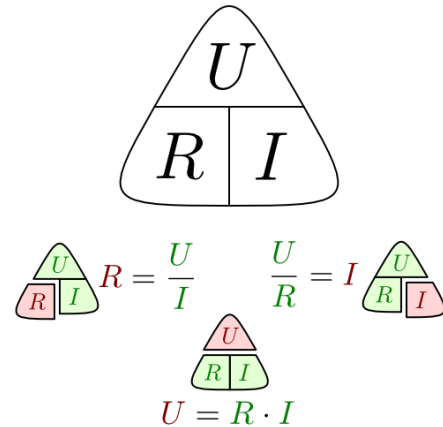
La loi d'Ohm relie la tension aux bornes d'un résistor avec l'intensité du courant qui le traverse

$$U = R \cdot I$$

tension (volt) résistance (ohm) intensité (ampère)

Remarque : On peut extraire de cette relation soit R soit I :

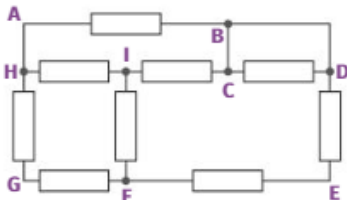
$$R = \frac{U}{I} \quad \text{ou} \quad I = \frac{U}{R}$$



Exercice 1 : N° 4-7 p 313

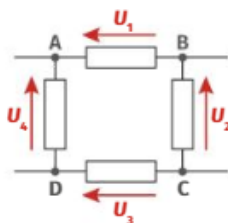
4 Un peu de vocabulaire

- Dans le circuit suivant, nommer les nœuds et les mailles.



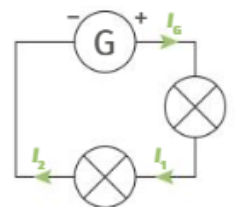
5 Loi des mailles

- Justifier que le circuit ABCDA représente une maille.
- Quelle relation existe-t-il entre les tensions U_1 , U_2 , U_3 et U_4 ?



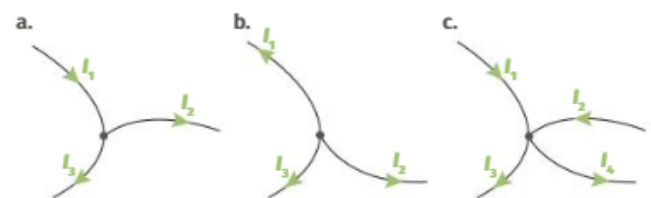
6 Intensité et dipôles associés en série

- Dans le circuit suivant, donner la relation existant entre les grandeurs I_G , I_1 et I_2 .
- Que deviennent les valeurs des intensités si l'ordre des dipôles dans la maille est changé ?



7 Loi des nœuds

- Trouver une relation entre les différentes intensités, lorsqu'elle existe.



Exercice 2 : N° 8-9 p 313

Loi des mailles

8 Calculs de tensions

✓ VAL : Appliquer une relation entre des grandeurs physiques

1. Dans la maille (ABCD) :

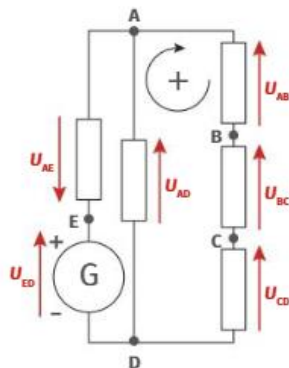
a. Déterminer U_{AD} en fonction des autres tensions de la maille.

b. Calculer U_{AD} avec $U_{AB} = 2 \text{ V}$, $U_{BC} = 3 \text{ V}$ et $U_{CD} = 4 \text{ V}$.

2. Dans la maille ADEA :

a. Déterminer U_{ED} en fonction des autres tensions de la maille.

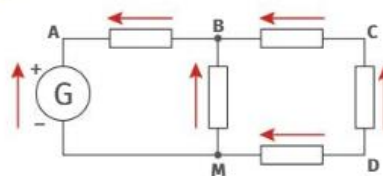
b. Calculer U_{ED} avec $U_{AE} = 3 \text{ V}$.



9 Nommer et calculer des tensions

✓ VAL : Appliquer une relation entre des grandeurs physiques

On donne $U_{AM} = 12 \text{ V}$; $U_{AB} = 2 \text{ V}$; $U_{CD} = 1 \text{ V}$; $U_{MD} = -4 \text{ V}$.



1. Recopier et annoter sur le schéma les différentes tensions électriques (par exemple la tension aux bornes du générateur sera notée U_{AM}).

2. Établir les relations entre les tensions pour les mailles MABM et BCDMB.

3. Calculer les valeurs des tensions U_{BM} et U_{BC} .



Résistances dans un circuit.

Exercice 3 : N°10-11-12 p 313

Loi d'Ohm

10 Calculer une résistance avec la loi d'Ohm

✓ APP : Extraire l'information utile sur des supports variés

1. À l'aide du conducteur ohmique ci-contre, calculer la résistance R d'un résistor traversé par un courant d'intensité 5 mA et ayant une tension de 5 V entre ces bornes.



2. Vérifier sur internet que la valeur de la résistance calculée à la question 1. correspond bien aux anneaux de couleur de la photo (marron-noir-rouge).

HISTOIRE DES SCIENCES

Ses travaux de recherche ont permis à Georg Ohm (1789-1854) de formuler en 1827 une relation mathématique entre la tension électrique aux bornes d'un conducteur métallique (exprimée en volt V) et

l'intensité I du courant qui le traverse (exprimée en ampère A).

La loi d'Ohm se présente sous la forme d'une relation de proportionnalité : $U = R \cdot I$, dans laquelle R désigne la résistance électrique du conducteur métallique, exprimée en ohm (symbole Ω).



REMARQUE : LE CONDUCTEUR OHMIQUE



Le conducteur ohmique est un dipôle pour lequel la loi d'Ohm s'applique. Sa principale propriété est d'opposer une résistance au passage du courant électrique. Il est souvent appelé résistor ou résistance. Il y a parfois confusion entre la résistance (l'objet) et la résistance R (la grandeur physique qui caractérise le conducteur ohmique, et qui s'exprime en ohm).

11 Calculer une intensité

✓ VAL : Appliquer une relation entre des grandeurs physiques

Le résistor d'un grille-pain de valeur $R = 33 \Omega$ a une tension de 230 V entre ses bornes.

• Calculer l'intensité du courant qui le traverse.

12 Calculer une tension

✓ VAL : Appliquer une relation entre des grandeurs physiques

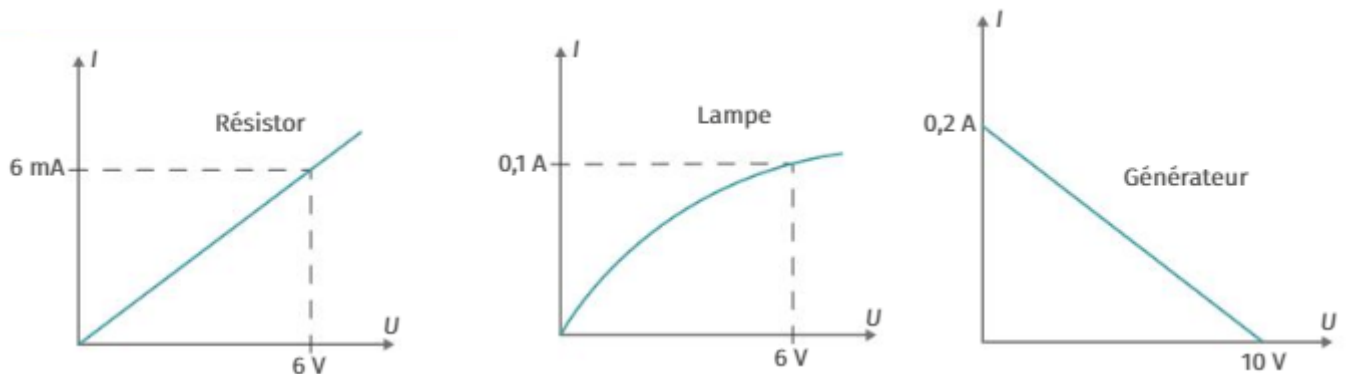
Un fil de connexion de résistance $R = 15 \text{ m}\Omega$ est parcouru par une intensité I égale à 20 mA .

1. Calculer la tension U entre ses bornes.

2. Est-il justifié de considérer les tensions aux bornes des fils de connexion comme nulle ?

3) Caractéristique d'un dipôle

- Un dipôle est caractérisé par la relation entre la tension à ses bornes et l'intensité du courant qui le traverse
- Cette relation peut être représentée par une courbe du type $U = f(I)$ ou $I = g(U)$
- C'est la **caractéristique du dipôle**

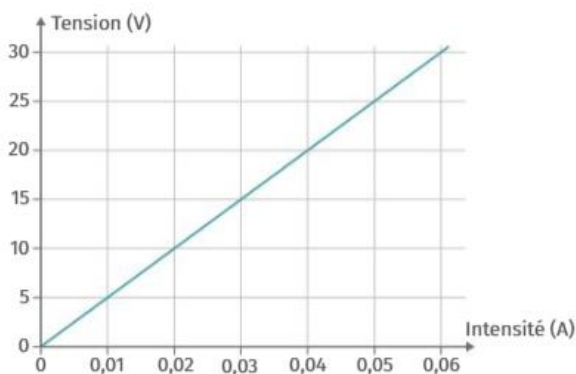


Exercice 4 : N°17 p 316

17 Utilisation de la caractéristique d'un dipôle

✓ MATH : Pratiquer le calcul numérique

On donne la caractéristique d'un dipôle.



- Ce dipôle peut-il être assimilé à un résistor ? Justifier.
- Calculer la valeur de la résistance de ce dipôle en utilisant le graphique ci-dessus.

Exercice 5 : N°21 p 316

21 Tracé de la caractéristique d'un résistor

✓ ANA : Élaborer un protocole

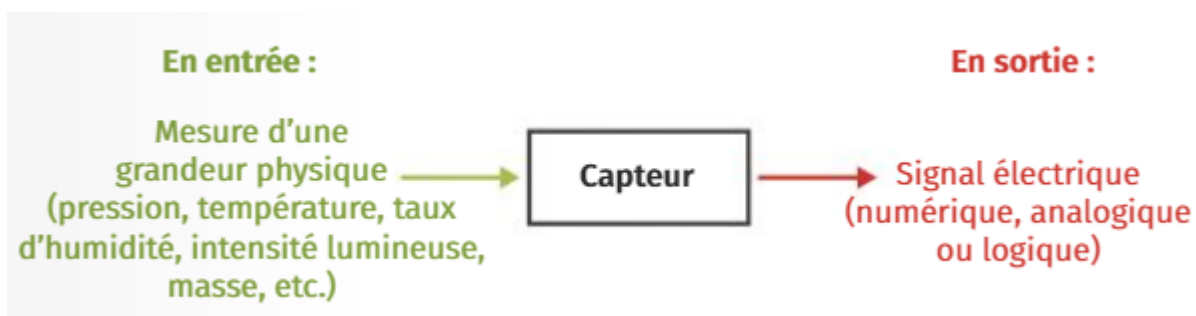
Afin de déterminer la résistance R d'un résistor, on effectue les mesures suivantes de tension et d'intensité :

U (V)	0	0,67	1,27	2,03	2,73	3,49	4,21	4,94
I (mA)	0	3,0	5,7	9,1	12,3	15,7	19,0	22,3

- Proposer le schéma du montage électrique nécessaire pour effectuer ces mesures. On supposera que l'on dispose d'un générateur de tension variable.
- Tracer sur papier millimétré, ou à l'aide du logiciel tableur-grapheur de votre choix, la caractéristique $U = f(I)$ du résistor avec l'échelle suivante : ordonnée 1 cm pour 0,5 V ; abscisse 1 cm pour 2 mA. La loi d'Ohm est-elle respectée ? Justifier la réponse.
- En déduire la valeur de la résistance R du résistor.

4) Capteurs

- Notre vie actuelle est pleine de capteurs



Exemple de capteurs :

Capteur de température :

Permet de mesurer la température ambiante



Capteur de distance à ultrason :

capte des distances grâce à des ondes

Capteur ILS : capte une présence grâce au magnétisme



Capteur de Luminosité :

Traduit la luminosité en tension

Capteur d'effort : Traduit un effort (traction, compression et flexion) en tension



- Remarque : ne pas confondre capteur, codeur et détecteur !

Codeur : Capteur qui attribue à chaque valeur mesurée un code binaire

Un détecteur indique la présence d'un phénomène dans un volume : Ex Fumée, personne, gaz...

Un capteur, Mesure une grandeur physique et délivre un signal électrique proportionnel à cette grandeur : Ex température, ouverture de porte...

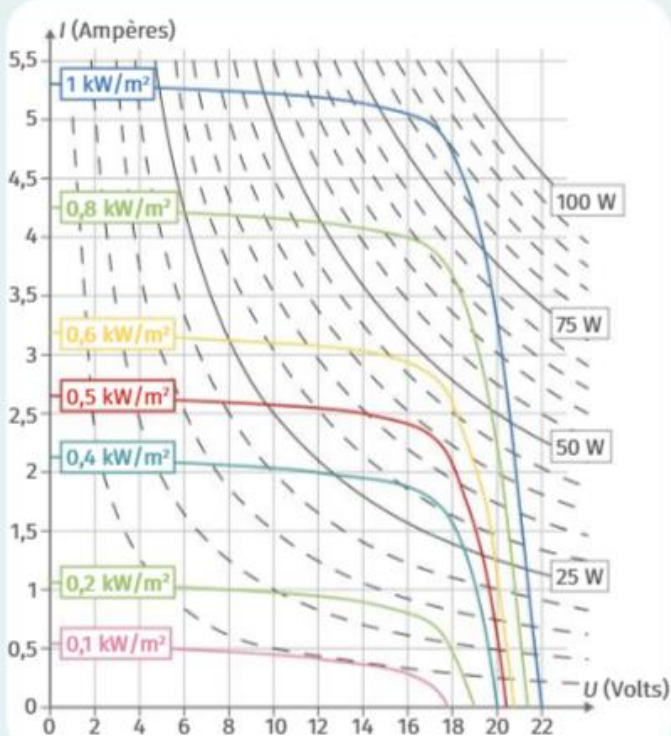
- Ces capteurs peuvent permettre l'automatisation de certaines tâches, en utilisant un microcontrôleur de type ARDUINO.

Exercice 6 : N°26 p 318

26 Exploitation d'une caractéristique réelle

✓ APP : Extraire l'information utile sur des supports variés

Le panneau solaire n'impose ni tension, ni courant. Seule est fixée sa caractéristique courant-tension qui dépend directement de l'éclairement reçu, en watt par mètre carré (W/m^2).



Les courbes noires en pointillés représentent des courbes d'isopuissance (courbes de puissances égales).

1. Quelle est la tension aux bornes du panneau pour un éclairement de 600 W/m^2 et une intensité débitée égale à 3 A ?
2. Pour quel(s) éclairement(s) le panneau a-t-il une puissance de 85 W ? Combien de points de fonctionnement (U, I) permettent d'obtenir cette puissance ?
On veut relier le panneau solaire à une pompe de cale de puissance 50 W, nécessitant une tension de 12 V.
3. La pompe peut-elle fonctionner dans ces conditions ?

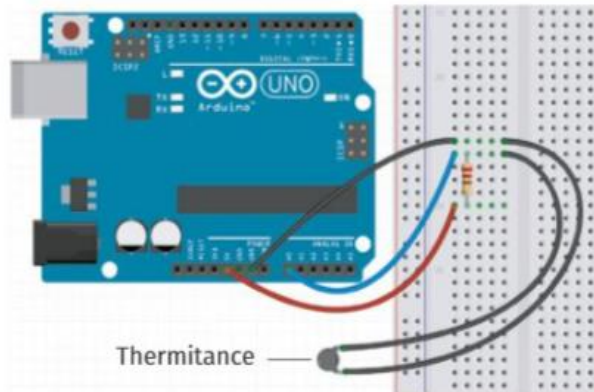
Exercice 7 : N°28 p 319
28 Mesure d'une température avec Arduino

✓ VAL : Appliquer une relation entre grandeurs physiques

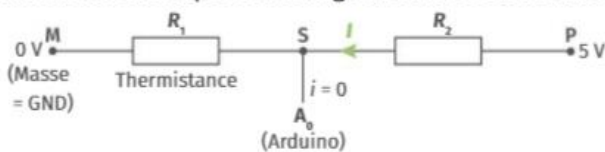
✓ ANA : Justifier un protocole

Afin de mesurer une température, on utilise un dipôle appelé thermistance dont la résistance dépend de la température.

La thermistance est insérée dans un montage appelé « pont diviseur de tension ». L'objectif de cet exercice est d'établir la relation littérale liant la résistance R_1 de la thermistance et la tension à ses bornes.



Le schéma électrique du montage ci-dessus est le suivant :



1. Reproduire le schéma et flécher les tensions U_{SM} , U_{PS} et U_{PM} .
2. À l'aide de la loi d'Ohm, exprimer les tensions U_{SM} et U_{PS} en fonction de I .
3. En appliquant la loi des mailles, établir une relation entre les tensions U_{SM} , U_{PS} et U_{PM} .
4. Établir à l'aide des questions précédentes une relation entre I , U_{PM} , R_1 et R_2 .
5. En déduire alors la relation suivante dite du pont diviseur de tension : $U_{SM} = R_1 \cdot \frac{U_{PM}}{R_1 + R_2}$.
6. Quel est le nom des deux broches (*pins*) du micro-contrôleur Arduino qui permettent de mesurer la tension U_{SM} ?
7. Justifier que ce montage permet de mesurer une température.

5) QCM

1 Tension et courant

A

B

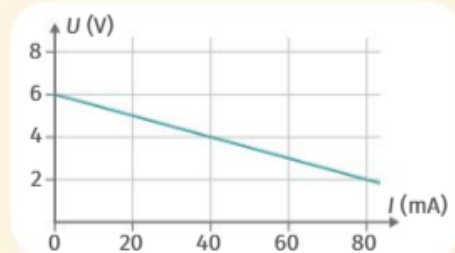
C

1. Dans un circuit composé d'une seule maille :	les tensions aux bornes des dipôles sont égales.	la loi des nœuds s'applique.	l'intensité du courant est la même partout.
2. La tension aux bornes d'un fil conducteur est toujours :	nulle.	non nulle.	égale à la tension aux bornes du générateur.

2 Caractéristique d'un générateur



Répondre aux questions suivantes en utilisant la représentation graphique de la caractéristique $U = f(I)$ du générateur :



1. Ce dipôle respecte-t-il la loi d'Ohm ?	Oui, car sa caractéristique est une droite.	Oui, car U et I sont deux grandeurs proportionnelles.	Non, car U et I ne sont pas deux grandeurs proportionnelles.
2. Quelle est la valeur de la tension à vide E du générateur, c'est-à-dire la tension à ses bornes lorsqu'il ne débite aucun courant ?	$E = 0 \text{ V.}$	$E = 6 \Omega.$	$E = 6 \text{ V.}$
3. Lorsque l'intensité qui traverse le générateur augmente, la tension à ses bornes :	est constante.	augmente fortement.	diminue régulièrement.
4. La résistance interne R d'un générateur est égale à la valeur absolue du coefficient directeur de sa droite caractéristique. Sa valeur est :	10 V.	20 $\Omega.$	50 $\Omega.$
5. Par quelle équation mathématique peut-on modéliser la caractéristique de ce dipôle ?	$U = R \cdot I.$	$U = E - R \cdot I.$	$U = E + R \cdot I.$