

Exercice 1 : Ohm fait de la résistance

1.1 Introduction

Document 1

Pour exprimer la loi d'Ohm sous la forme d'une loi mathématique, il faut d'abord savoir de quoi l'on parle, c'est-à-dire que les grandeurs intensité, tension et résistance soient définies et mesurables. Quand Georg Simon Ohm entreprend ses premières expériences au milieu des années 1820, il n'en est rien. Les physiciens ne s'accordent pas sur la signification de ces mots. Leur sens peut varier d'un auteur à l'autre, et ils sont utilisés à côté d'autres termes, comme « action magnétique d'un conducteur » pour l'intensité du courant, "pouvoir conducteur" plutôt que résistance, ou même parfois « intensité » pour tension. Le contexte expérimental diffère lui aussi considérablement de celui des expériences d'aujourd'hui, et pas seulement en ce qui concerne la mesure des intensités et des tensions. Il était ainsi difficile de disposer de fils conducteurs de composition bien définie, homogènes et de section constante. De plus, la force électromotrice des piles de l'époque diminue rapidement du fait des réactions chimiques qui s'y produisent. Aussi bien du point de vue théorique que du point de vue expérimental, avec notamment l'absence apparente de « tension » dans un circuit parcouru par un courant, les obstacles sont donc nombreux pour la construction d'une théorie des circuits.

Source : *Ampère et l'histoire de l'électricité, CNRS*

Comme d'autres scientifiques de l'époque, Georg Ohm entreprend de déterminer le *pouvoir conducteur*, c'est-à-dire la résistance, de différents métaux. Pour cela, il utilise une pile Volta comme générateur de tension et mesure l'intensité du courant qui traverse un fil métallique de dimensions connues. Il réussira ainsi à montrer l'évolution de la résistance d'un fil métallique en fonction de sa longueur et de sa section et trouvera la loi célèbre qui porte son nom.

1.2 Evolution de la résistance d'un fil

1. Donnez la relation qui traduit la loi d'Ohm.
2. D'après les graphiques de la figure 1, que pouvez-vous dire quant à la relation mathématique liant
 - (a) la résistance du fil à sa longueur ;
 - (b) la résistance du fil à sa section.
3. En utilisant la relation 1, calculez la valeur de la résistance d'un fil cylindrique de cuivre de diamètre $D = 0,5 \text{ cm}$ et de longueur $L = 8,0 \text{ m}$.

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1)$$

avec

- R , résistance (Ω) ;
- $\rho = 17 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$, la résistivité du cuivre ;
- L , la longueur du fil (m) ;
- S , la section du fil (m^2).

1.3 Le choix de Ohm

Dans un premier temps, les valeurs mesurées par Ohm ne lui ont pas permis d'établir la loi qui porte son nom. En effet, ses mesures étaient erronées. Ohm a ensuite identifié le problème et a changé de générateur, remplaçant la pile Volta pour un système à thermocouple utilisant l'effet Seebeck pour produire une tension plus stable.

Tension utilisée par Ohm (V)	Tension réelle (V)	Intensité mesurée (A)	Résistance calculée (Ω)	Résistance réelle (Ω)
12	12,0	$1,2 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
12	11,8	0,12	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
12	11,7	0,23	52	50
12	11,3	0,45	27	25
12	10,4	1,0	12	10
12	9,2	1,8	6,5	5,0
12	6,9	3,4	3,5	2,0

TABLEAU 1 – Valeurs d'intensité du courant mesurées par Ohm.

3. En vous servant du tableau 1 et du graphique de la figure 2, expliquez en deux lignes l'origine de l'erreur de mesure de Ohm.
4. On note U la tension aux bornes de la pile, I l'intensité du courant électrique, F la tension fournie par la pile quand elle ne débite pas de courant, et r la résistance interne de la pile.
 - (a) Ecrivez l'équation de la droite qui permet de modéliser la courbe de la figure 2 en fonction de F et r .
 - (b) Donnez les valeurs de F et r .
5. Quelle est l'expression littérale de la puissance P de la pile en fonction de F , r et I ?
6. Quelle est l'expression littérale de l'énergie E fournie par la pile au circuit en fonction de F , r , I , et Δt la durée de fonctionnement?
7. (a) Faites le schéma de la chaîne de conversion d'énergie de la pile.
 - (b) Ajoutez aux bons endroits les termes extraits de l'expression de E trouvée à la question 6, explicitant les énergies disponible, utile et perdue.
8. Quel est le rendement $Rend$ de la pile?

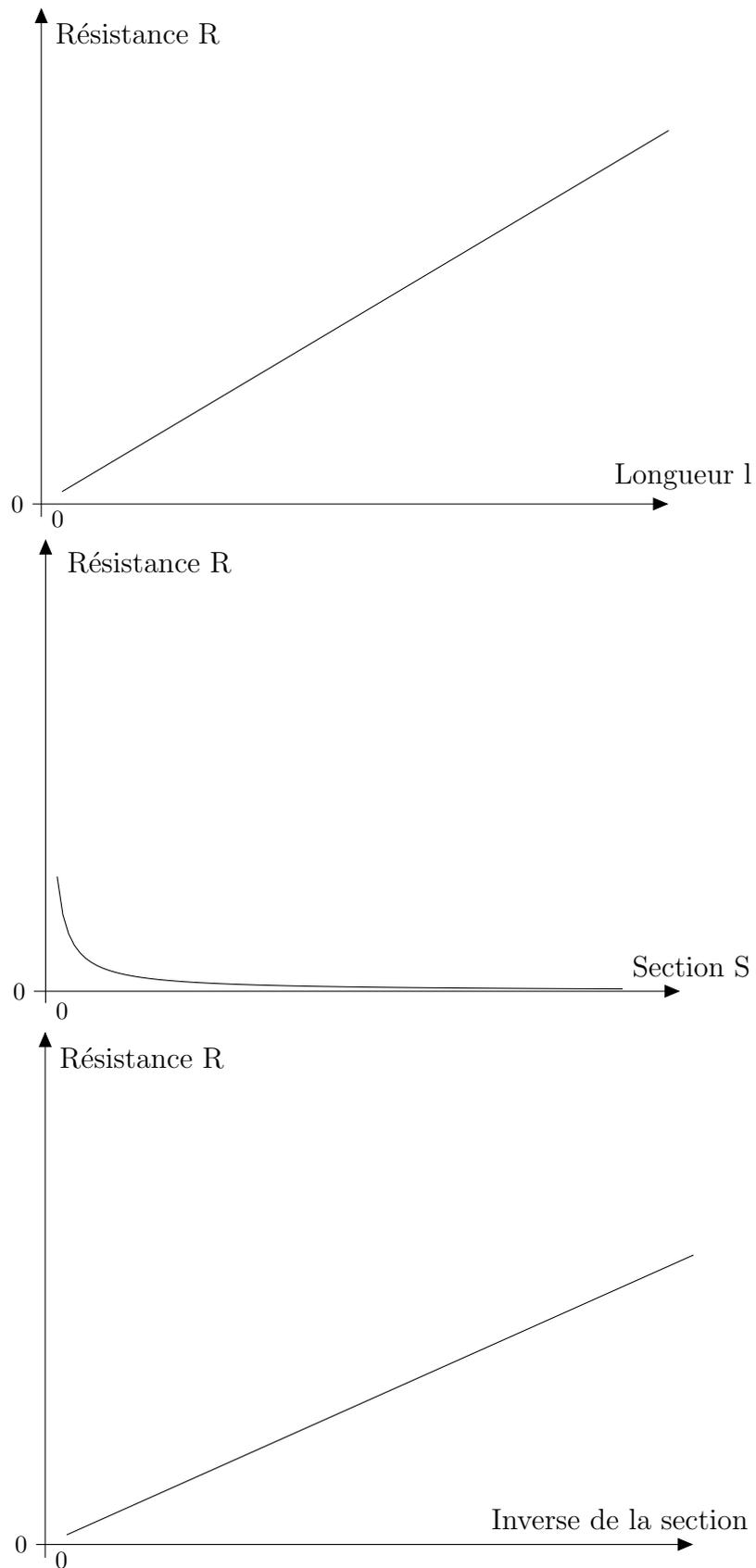


FIGURE 1 – Variation de la résistance d'un fil métallique en fonction de sa longueur et de sa section.

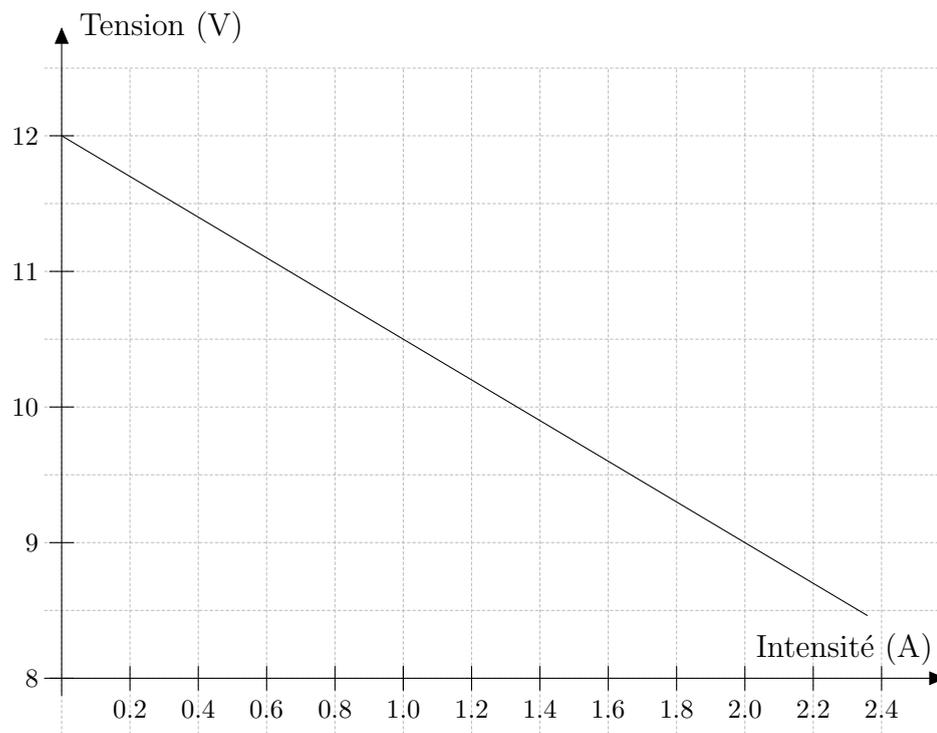


FIGURE 2 – Caractéristique de la pile utilisée par Ohm.