

POURQUOI LES METAUX SONT-T-IL CONDUCTEUR DE L'ELECTRICITE ?

I. Des atomes bien rangés

1. Ce que l'on peut voir d'un métal

CE QUE L'ON PEUT VOIR D'UN MÉTAL

L'image obtenue avec un microscope à effet tunnel (Fig. 1), à l'échelle nanoscopique c'est-à-dire au milliardième de mètre, montre que les atomes des métaux sont

rangés de façon régulière selon le métal considéré. On appelle cela un cristal (Fig. 2 et 3).

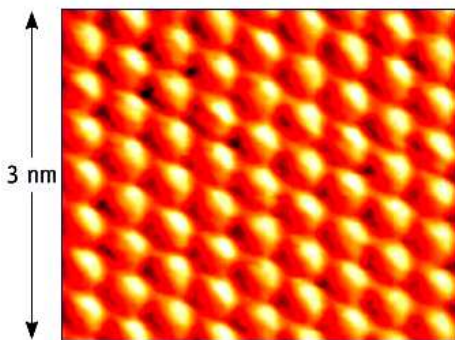


Fig. 1 • Atomes d'un métal observé au microscope à effet tunnel (nm = nanomètre).

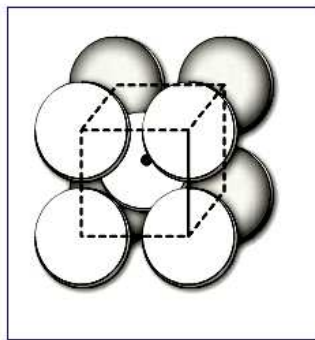


Fig. 2 • Cristal de fer, formant un réseau cubique centré.

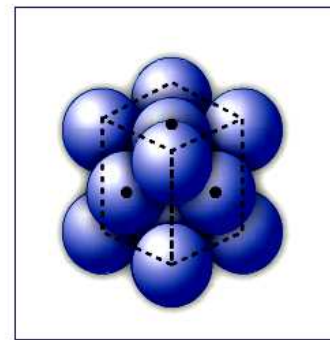


Fig. 3 • Cristal de cuivre, formant un réseau cubique à face centrée.

- 1°> Quelles est la particularité des atomes dans un métal ?
- 2°> Déterminer la taille (diamètre) de l'atome de métal observé figure 1. (vous pouvez vous aider d'un tableau de proportionnalité)

2. Ce que l'on ne voit pas d'un métal

CE QUE L'ON NE VOIT PAS D'UN MÉTAL

Ces microscopes ne permettent pas de visualiser les noyaux et les électrons de ces atomes. En effet, le diamètre du noyau d'un atome est de l'ordre de 10^{-15} m (un femtomètre).

Les électrons, encore plus petits, sont en mouvement autour du noyau. Dans le cas des métaux, certains électrons sont peu retenus par le noyau. Ils peuvent s'évader et passer d'un atome à un autre, de manière désordonnée, sans quitter le métal (Fig. 4). Ils sont appelés électrons libres.

Ainsi, dans un fil électrique comme dans tout objet métallique, des charges électriques négatives s'agitent en permanence avec toute liberté de mouvement. Ce n'est pas le cas des solides isolants, dans lesquels il n'y a pas d'électrons libres.

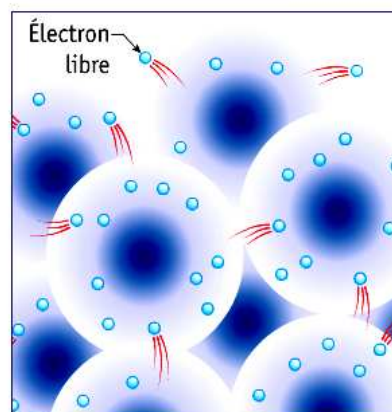


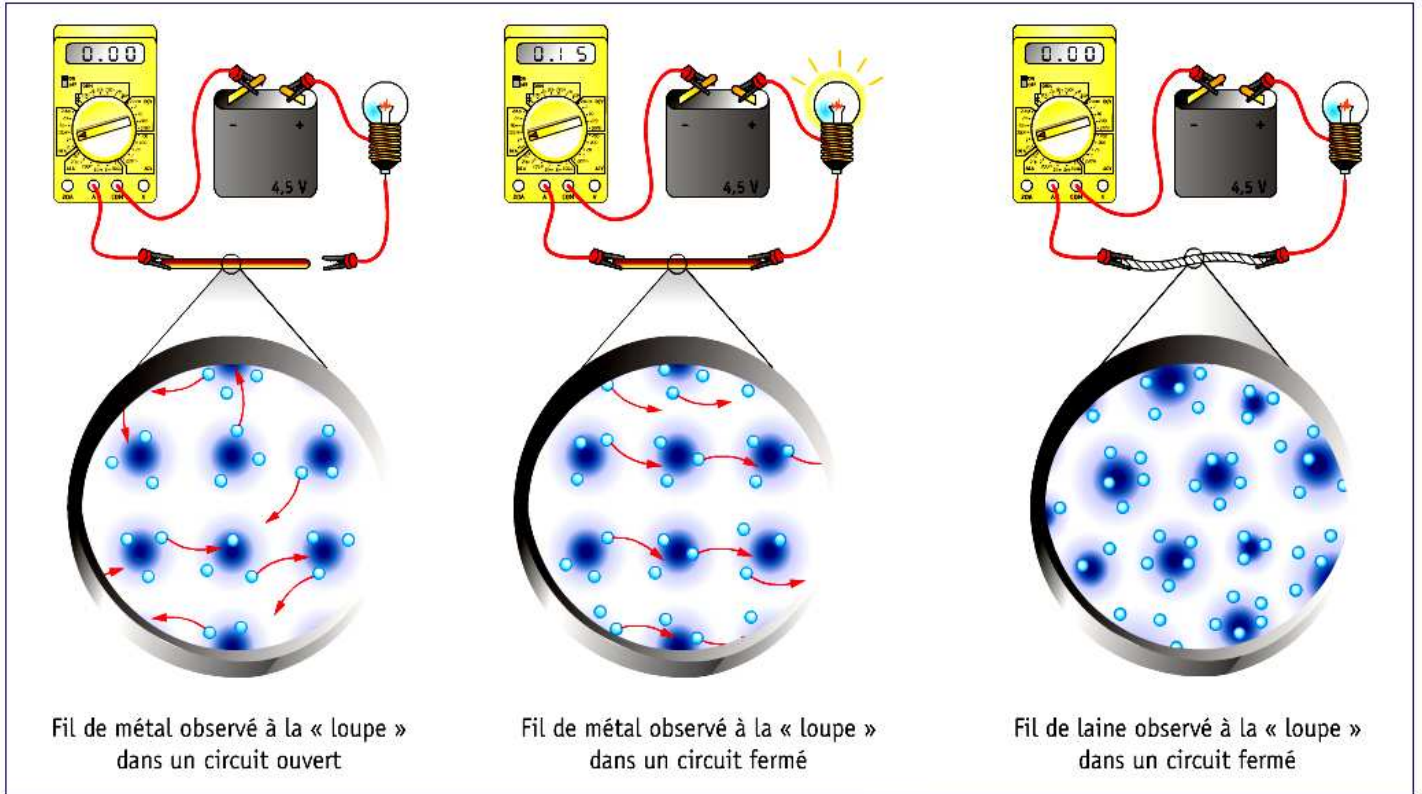
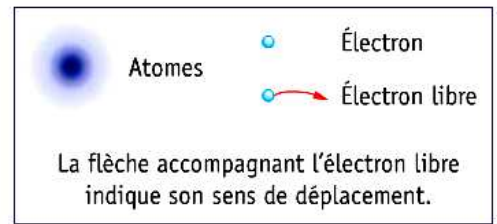
Fig. 4 • Représentation du réseau cristallin cubique d'un métal ; les noyaux exagérément grossis par rapport à la taille de l'atome, sont entourés d'électrons. Parmi eux, certains sont libres.

- 3°> Exprimer le rapport entre la taille d'un atome et de son noyau ? La représentation de la figure 4 rend-elle compte de ce rapport ? pourquoi ?
- 4°> Qu'est ce qui différencie les atomes d'un métal de ceux d'un isolant ?

II. Le courant électrique dans les métaux

OBSERVATION

S'il existait une « loupe nanoscopique », il serait possible d'observer l'activité des électrons au cœur des atomes d'un métal ou d'un isolant appartenant à un circuit électrique ; on a représenté ci-dessous ce que l'on pourrait alors observer sur les deux schémas suivants correspondant au cas d'un circuit ouvert puis fermé.



- 5°> Qu'appelle-t-on électron libre ? Pourquoi pourrait-on appeler électron liés les autres électrons ?
- 6°> Quand le circuit est ouvert, comment se déplacent les électrons libres dans le métal ?
- 7°> Quand le circuit est fermé comment se déplacent les électrons libres dans le métal ? dans quel sens se déplacent-ils ? Comparer le sens de déplacement des électrons et le sens conventionnel du courant en circuit fermé. Représenter le sens conventionnel du courant sur le schéma approprié.
- 8°> Expliquer à quoi est dû le courant électrique dans les métaux.

RESERVE AU CORRECTEUR :

Les compétences du socle commun évaluées ici :

Capacité 1	Pratiquer une démarche scientifique et technologique, résoudre des problèmes.		non acquis	En cours	acquis
Item 1	Rechercher extraire et organiser l'information utile	C ₁₁			
Capacité 3	Savoir utiliser des connaissances dans divers domaines scientifiques		non acquis	En cours	acquis
Item 2	<u>La matière :</u> Principales caractéristiques, état et transformations , propriétés physiques et chimiques de la matière et des matériaux ; comportement électrique, interaction avec la lumière .	C ₃₂			

CORRECTION DE L'ACTIVITE N°4

1°> Les atomes des métaux sont **organisés, rangés, de façon régulière** selon le métal considéré.

2°> Détermination de la taille d'un atome :

Si les 3nm du cadre de la photo **correspondent** au « diamètre » de 7 atomes, **Alors** x m **correspond au** diamètre de 1 atome

Nombre d'atome	7	1
Diamètre (ou longueur) en nm	3	x

$$x = \frac{3 \times 1}{7} = 2,8 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,42 \text{ nm} \quad (4,2 \cdot 10^{-10} \text{ m})$$

Le diamètre d'un atome de métal vaut donc 0,42 nm

3°> Le Noyau d'un atome est 100 000 fois plus petit que l'atome, la représentation des atomes faite en figure 4 est donc erronée car **le noyau est beaucoup trop gros et les électrons sont beaucoup trop près du noyau.**

4°> Les atomes d'un **métal** possèdent des **électrons libres capables de passer d'un atome à un autre** (sans quitter le métal) ce qui n'est pas le cas des **isolants** pour lesquels **tous les électrons sont fixés à un atome, retenus par le noyau.**

5°> Un **électron libre** est un électron **qui peut passer d'un atome à un autre sans pour autant quitter le métal.** Les **électrons liés** sont les électrons qui ne peuvent pas quitter l'atome, ils sont **retenus pas le noyau.**

6°> Quand le **circuit est ouvert** les électrons libres se déplacent de façon **désordonnée** d'un atome à un autre.

7°> Quand le **circuit est fermé** tous les électrons libre ont le **même mouvement** et vont dans le **même sens.** On observe que les électrons libres se déplacent de la **borne – vers la borne + de la pile,** soit dans le **sens inverse au sens conventionnel du courant.**

8°> Le courant électrique dans les métaux est dû au déplacement d'ensemble des électrons libres des atomes du métal, sous l'effet d'un générateur.

III. Conclusion

1. Conducteurs et isolants

La plupart des solides sont isolants : les électrons de leurs atomes sont tous liés au noyau : aucun courant ne peut circuler.

Dans les solides conducteurs, en plus des électrons liés au noyau, il existe des électrons libres. Ceux-ci sont capables de s'échapper de leur cortège électronique et de se déplacer librement d'un atome à l'autre

2. Déplacement des électrons libres

En l'absence de tension électrique, les électrons libres ont un mouvement désordonné.

En revanche, dès qu'une tension électrique est appliquée, ces électrons se déplacent tous dans le même sens, de manière ordonnée vers la borne + du générateur* : un courant électrique circule alors.

* les électrons sont chargés négativement et l'on sait que les charges + attirent les charges -

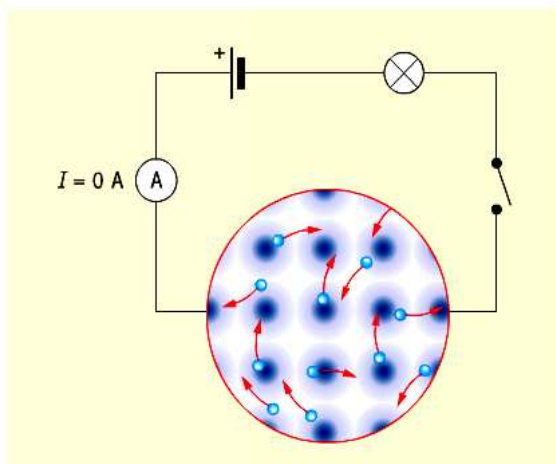


Fig. 4 • Mouvement désordonné des électrons libres en circuit ouvert.

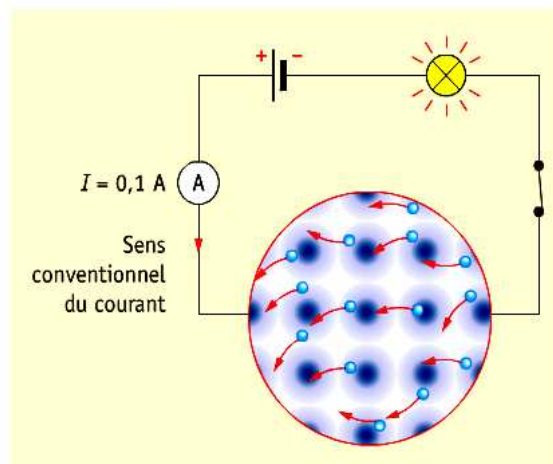


Fig. 5 • Mouvement ordonné des électrons libres en circuit fermé.

Attention !

Pour des raisons historiques, le sens de déplacement des électrons est opposé au sens conventionnel du courant électrique, qui correspondrait à un déplacement de charges positives.

Un courant électrique est un mouvement d'ensemble des électrons libre, sous l'effet d'un générateur

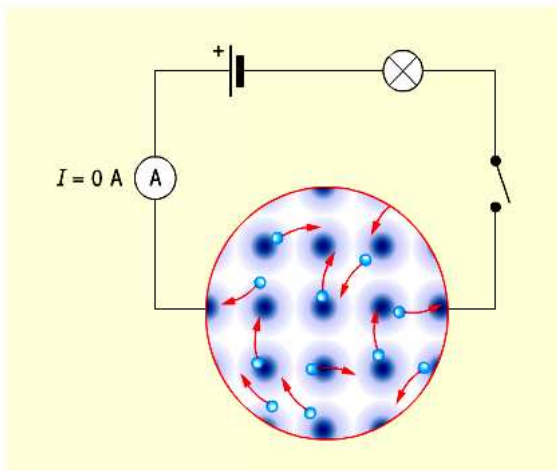


Fig. 4 • Mouvement désordonné des électrons libres en circuit ouvert.

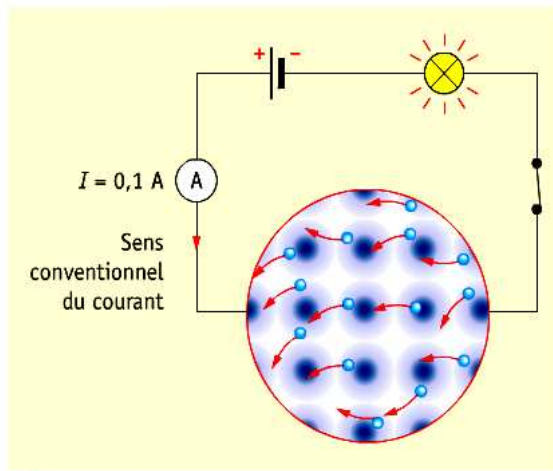


Fig. 5 • Mouvement ordonné des électrons libres en circuit fermé.

Attention !

Pour des raisons historiques, le sens de déplacement des électrons est opposé au sens conventionnel du courant électrique, qui correspondrait à un déplacement de charges positives.

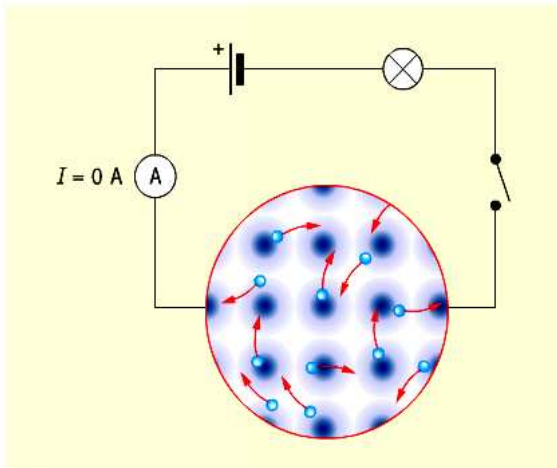


Fig. 4 • Mouvement désordonné des électrons libres en circuit ouvert.

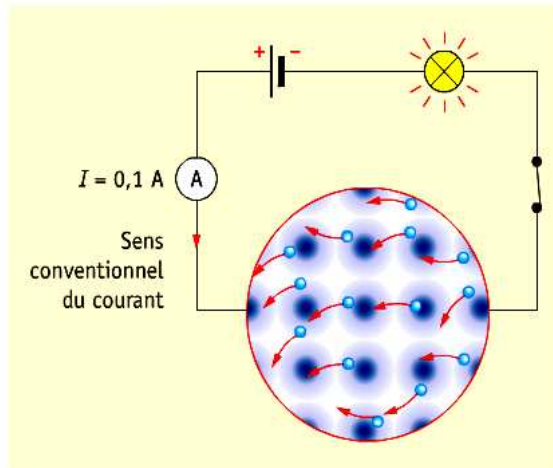


Fig. 5 • Mouvement ordonné des électrons libres en circuit fermé.

Attention !

Pour des raisons historiques, le sens de déplacement des électrons est opposé au sens conventionnel du courant électrique, qui correspondrait à un déplacement de charges positives.

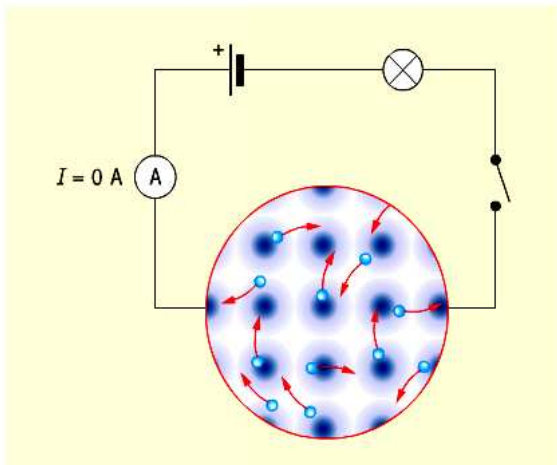


Fig. 4 • Mouvement désordonné des électrons libres en circuit ouvert.

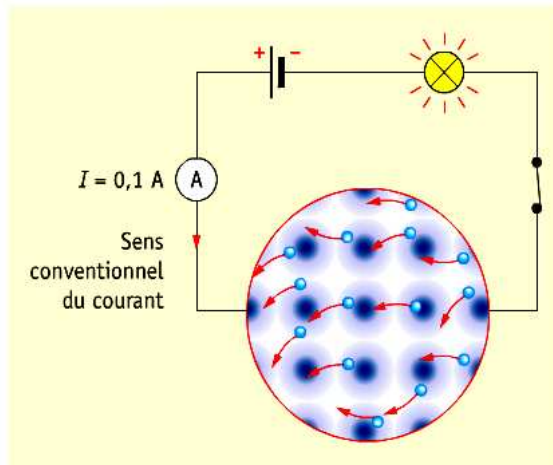


Fig. 5 • Mouvement ordonné des électrons libres en circuit fermé.

Attention !

Pour des raisons historiques, le sens de déplacement des électrons est opposé au sens conventionnel du courant électrique, qui correspondrait à un déplacement de charges positives.