文 40 langues ~

0

Accueil Portails thématiques Article au hasard Contact

Basculer vers l'ancien

Contribuer Débuter sur Wikipédia Aide Communauté Modifications récentes

Faire un don

Outils

habillage

Pages liées Suivi des pages liées Téléverser un fichier Pages spéciales Lien permanent Informations sur la page Citer cette page Élément Wikidata

interlangues

Imprimer / exporter Créer un livre Télécharger comme PDF

Version imprimable

Densité de courant

Discussion

Article

Voir l'historique Lire Modifier Modifier le code

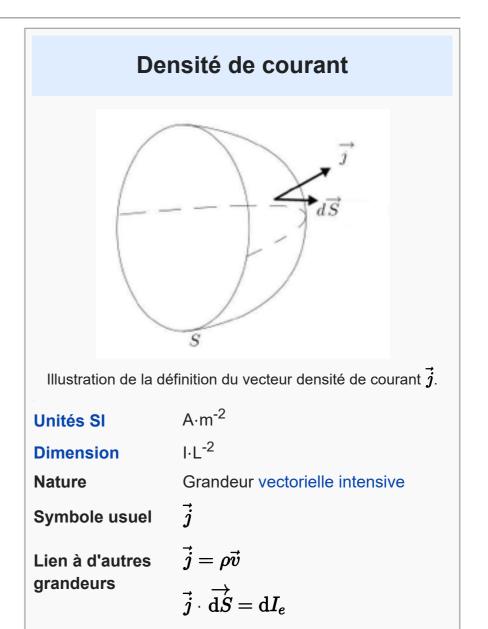
Pour les articles homonymes, voir Densité (homonymie).

La densité de courant, ou densité volumique de courant, est un vecteur qui décrit le courant électrique à l'échelle locale, en tout point d'un système physique. Dans le Système international d'unités, son module s'exprime en ampères par mètre carré (A/m² ou A m²). À l'échelle du système tout entier il s'agit d'un champ de vecteurs, puisque le vecteur densité de courant est défini en tout point.

Quand l'électricité circule essentiellement à la surface d'un objet (notamment celle d'un conducteur parcouru par un courant électrique de haute fréquence), on définit la densité surfacique de courant, également vectorielle, dont le module s'exprime en ampères par mètre $(A/m ou A m^{-1}).$

Quand l'électricité circule dans un conducteur filiforme (de dimensions latérales très petites en comparaison de sa longueur), on définit la densité linéique de courant, un vecteur parallèle au fil, dirigé dans le sens du courant et dont le module est l'intensité électrique, exprimée en ampères (A).





modifier

Définition [modifier | modifier le code]

Densité volumique [modifier | modifier le code]

Un courant électrique est un débit de charges électriques à travers une surface orientée. Pour une surface élémentaire ${
m d}S$ décrite par son vecteur normal $\overrightarrow{\mathrm{d}S}$, l'intensité $\mathrm{d}I$ du courant traversant cette surface et \vec{j} , le vecteur densité de courant en ce point, sont reliés par :

$$\mathrm{d}I = \vec{j} \cdot \overrightarrow{\mathrm{d}S}$$

Pour obtenir l'intensité du courant à travers une surface finie S, on intègre cette relation sur la surface totale :

$$I = \iint_S \vec{j} \cdot \mathrm{d} S$$

Le signe de I est alors lié à l'orientation de la surface S.

Densité surfacique [modifier | modifier le code] Une densité de courant est par défaut une densité de courant volumique. Si l'on considère un conducteur dont une des dimensions est très faible devant

les deux autres (une plaque d'épaisseur e), on peut définir la densité surfacique de courant :

$$ec{j}_{\mathrm{S}} = \int_{0}^{\epsilon} ec{j} \, \mathrm{d}z$$

où z désigne une coordonnée mesurée perpendiculairement à la surface.

L'intensité du courant passant à travers une ligne tracée sur la surface est alors :

$$I = \int_0^t ec{j}_{
m S} \cdot \overrightarrow{
m d} ec{l}$$

où la ligne, de longueur l, est parcourue par le chemin élémentaire $\mathbf{d} \hat{l}$

Densité linéique [modifier | modifier le code]

On peut de même définir la densité linéique de courant, pour les circuits électriques classiques (où les conducteurs sont des fils de section faible par rapport à leur longueur) :

$$ec{j}_{
m L}=\iint_S ec{j}~{
m d}S$$

où l'intégrale est étendue à l'ensemble d'une section S du fil.

L'intensité électrique circulant dans le fil est alors :

 $I = \|\vec{j}_{\mathrm{L}}\|$

$$I = \| j_{
m L} \|$$

En d'autres termes, la densité linéique est le vecteur : $ec{j}_{
m L}=I\,\hat{u}$, où \hat{u} est un vecteur unitaire tangent au fil et dirigé dans le sens du courant.

Lien avec la densité de flux [modifier | modifier le code]

Le courant électrique pouvant être considéré comme un débit de charges, le vecteur densité de courant est directement proportionnel à la somme des

vecteurs densités de flux des différentes espèces chargées qui participent au courant 1: $ec{j} = \sum_i q_i \: n_i \: ec{v}_i$

- ullet $ec{oldsymbol{v}}_i$ la vitesse moyenne de l'espèce numérotée i au point considéré; n_i la densité volumique de l'espèce numérotée i au point considéré;
- q_i la charge électrique de l'espèce numérotée i. La somme s'étend à toutes les espèces chargées présentes. Par suite de ces définitions, le vecteur

 $n_i \ \vec{v}_i$ est le **vecteur densité de flux** d'une espèce.

Lien avec l'équation de Maxwell-Ampère [modifier | modifier le code]

(appelée équation de Maxwell-Ampère) fait intervenir la densité de courant circulant au sein du matériau traversé par l'onde électromagnétique étudiée. On part de l'équation de Maxwell-Ampère : $\overrightarrow{\operatorname{rot}}\overrightarrow{B}=\mu_0\overrightarrow{J_{\operatorname{tot}}}$

Dans le domaine de l'électromagnétisme, les équations de Maxwell permettent de décrire la propagation d'une onde électromagnétique. La 4^e équation

$$\overrightarrow{B}$$

où \overrightarrow{B} est le champ magnétique, μ_0 la perméabilité du vide et $\overrightarrow{J_{
m tot}}$ la densité de courant totale, s'exprimant : $\overrightarrow{J_{
m tot}} = \overrightarrow{J_c} + \overrightarrow{J_p} + \overrightarrow{J_m} + \overrightarrow{J_d}$ Dans cette expression, on peut détailler :

- la densité de courant de conduction (on reconnaît la loi d'Ohm locale) $\overrightarrow{J_c} = \sigma \overrightarrow{E}$, avec σ la conductivité,
- la densité de courant de polarisation $\overrightarrow{J_p} = \frac{d\overrightarrow{P}}{dt}$, où \overrightarrow{P} est le vecteur de polarisation, la densité de courant d'aimantation $\overrightarrow{J_m} = \overrightarrow{rotM}$, où \overrightarrow{M} est le vecteur aimantation,
- ullet la densité de courant de déplacement $\overrightarrow{J_d}=arepsilon_0 rac{\partial \overrightarrow{E}}{\partial t}$, où $arepsilon_0$ est la permittivité du vide.
- Applications [modifier | modifier le code]

Electromagnétisme et électrotechnique [modifier | modifier le code]

La densité de courant est utilisée pour manipuler les phénomènes de conduction électrique à l'échelle locale, notamment dans : la loi d'Ohm locale ;

 l'expression de la conservation de la charge électrique ; l'équation de Maxwell-Ampère ;

l'effet Joule local ;

les définitions de la conductivité et de la résistivité.

Physiologie humaine [modifier | modifier le code] Le courant induit dans l'organisme humain est généralement exprimé en densité de courant (produit du champ électrique interne et de la conductivité du

corps humain). Par exemple, en cas d'exposition à des champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence (50 Hz typiquement) « l'hypothèse simplificatrice d'une conductivité homogène du corps humain de 0,2 siemens par mètre est utilisée » 2.

1. ↑ (en) Keith W. Whites, « Magnetostatics », dans Wai-Kai Chen, The Electrical Engineering Handbook, Elsevier Academic Press, 2004 (ISBN 0-12-170960-4), p. 480.

Notes et références [modifier | modifier le code]

Voir aussi [modifier | modifier le code]

2. ↑ Direction générale de la santé (France)(2014) Champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence - Effets sur la santé 🗅 [archive] (DGS février 2014)

Articles connexes [modifier | modifier le code] Électricité

Courant électrique v · m



Bobine · Circuit magnétique · Domaine de Weiss · Inversion du champ magnétique terrestre · Loi de Curie · Loi de Curie-Weiss ·

Portail de la physique

Magnétisme Perméabilité magnétique · Susceptibilité magnétique · Comportements magnétiques (Antiferromagnétisme · Diamagnétisme · Ferrimagnétisme · Ferromagnétisme · Hélimagnétisme · Paramagnétisme · Superparamagnétisme) Automatique · Électricité · Électrochimie · Électronique · Électrotechnique · Robotique · Traitement du signal

Portail de l'électricité et de l'électronique

Catégories : Vecteur | Grandeur physique intensive | Électricité [+]

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons attribution, partage dans les mêmes conditions ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les conditions d'utilisation pour plus de détails, ainsi que les crédits graphiques. En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment citer les auteurs et mentionner la

licence. Wikipedia® est une marque déposée de la Wikimedia Foundation, Inc., organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.



MediaWiki