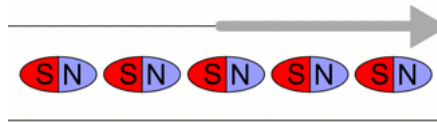


Magnétostriction



Lorsque l'intensité du champ magnétique (flèche grise) varie près de pôles magnétiques (pastilles), ceux-ci changent d'orientation. Le volume de la matière à proximité varie en conséquence (boîte rectangulaire).

La **magnétostriction** est la propriété que possèdent les matériaux **ferromagnétiques** de se déformer en fonction de l'orientation de leur **aimantation**, par exemple sous l'influence d'un **champ magnétique**.

Les matériaux ferromagnétiques présentent aussi un effet *magnétostrictif inverse*, appelé **effet magnéto-mécanique**, qui se caractérise par la modification de la **susceptibilité magnétique**, voire de l'aimantation, en présence de **contraintes mécaniques** dans le matériau.

Mise en évidence

James Prescott Joule démontra son existence en **1847** en mesurant l'allongement d'un échantillon de **fer** soumis à un champ magnétique ¹.

La magnétostriction contribue au ronronnement qu'on peut entendre près des transformateurs et des appareils électriques fonctionnant sous haute tension, d'une fréquence fondamentale égale à deux fois celle du courant, c'est-à-dire $2 \times 50 \text{ Hz} = 100 \text{ Hz}$ en Europe. La force électromécanique $I \times B$, produit du courant I par le champ B , participe aussi à ce bruit en agissant sur les conducteurs baignant dans le champ magnétique qu'ils génèrent.

Caractéristiques

La déformation d'origine magnétostrictive que subit un élément ferromagnétique se fait à **volume constant**. Lorsque le matériau est magnétisé jusqu'à saturation, la déformation relative maximale produite par magnétostriction est généralement de l'ordre de 10^{-4} , soit un **micromètre** par centimètre de matériau. Ainsi, le fer présente une faible déformation relative d'au plus 2×10^{-5} alors que des alliages de fer et de **terres rares** comme le **terbium**

ou le [dysprosium](#) peuvent atteindre des déformations relatives de plus de 15×10^{-4} sous un champ magnétique de 1 [MA/m](#).

Le coefficient de magnétostriction peut être positif, auquel cas le matériau s'allonge sous l'influence du champ magnétique, ou négatif, auquel cas le matériau se raccourcit sous l'influence du champ magnétique.

L'effet de magnétostriction dépend de la magnétisation du matériau, et ne peut exister qu'en dessous de la [température de Curie](#), qui se trouve être, pour certains matériaux à fort coefficient de magnétostriction, [cryogénique](#).

Applications

Dans les transformateurs de puissance, la magnétostriction est une composante de perte, et on cherche à la minimiser. Mais elle a aussi des applications positives, pour des applications exigeant de faibles déplacements avec une force importante. Cependant, l'introduction des matériaux [piézoélectriques](#) dans les années 1950 a empiété sur leur domaine, car les coefficients des matériaux connus étaient faibles. À partir des années 1970, de nouveaux matériaux, dont certains exploitent les propriétés magnétostrictives des [terres rares](#), ont relancé les applications de la magnétostriction.

On exploite les effets magnétostrictifs direct et inverse pour construire des actionneurs ou des capteurs électromécaniques convertissant l'énergie électrique en énergie mécanique et réciproquement.

Les principaux usages de la magnétostriction concernent :

- l'émission de sons à basse fréquence en milieu sous-marin ([sonar](#))
- la génération d'[ultrasons](#) (applications [médicales](#) ou [industrielles](#))
- la réalisation de [moteurs linéaires](#) (utilisé par exemple sur [machine-outil](#))
- la mesure de [force](#) ou de [couple](#)
- le [contrôle actif](#) du bruit et des vibrations, en utilisant simultanément l'effet inverse pour la mesure des vibrations, et l'effet direct pour effectuer l'action correctrice

Transducteur magnétostrictif

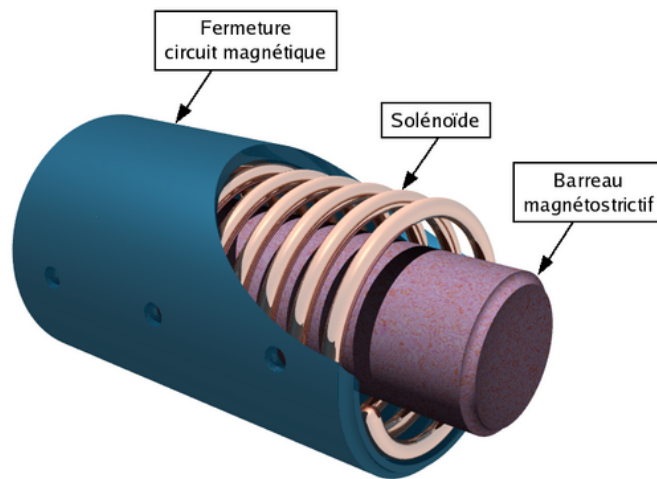


Schéma de principe d'un transducteur magnétostrictif

Un **transducteur** magnétostrictif est typiquement constitué d'un **solénoïde** traversé par un **courant** d'excitation servant à générer un champ magnétique variable, à l'intérieur duquel se trouve placé un barreau en matériau ferromagnétique, le tout étant enfermé dans un cylindre assurant la fermeture du circuit magnétique. Afin d'assurer des déplacements bidirectionnels, une magnétisation statique du matériau est obtenue soit au moyen d'un **aimant** permanent, soit en faisant circuler dans le solénoïde un **courant continu** qui vient se superposer au courant d'excitation variable. D'autre part, une précontrainte mécanique est généralement appliquée au barreau ferromagnétique au moyen d'un **boulon**, ceci afin de faire travailler le transducteur en compression et ainsi toujours garantir la transmission des efforts mécaniques à l'interface du transducteur et de la charge appliquée.

Les matériaux ferromagnétiques employés peuvent être le fer, le **nickel**, ou des **alliages aluminium-fer** (**alfenol**) ou nickel-**cobalt**, bien que le matériau le plus couramment utilisé soit le **Terfenol-D**, du fait de ses bonnes performances magnétostrictives.

Notes et références

- (en) *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, Taylor & Francis, 1^{er} janvier 1847 (lire en ligne (<https://books.google.com/books?id=VEgEAAAAYAAJ>))

Voir aussi

Sur les autres projets Wikimedia :

Magnétostriction (<https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Magnetostriction?uselang=fr>), sur Wikimedia Commons

Bibliographie

- Pierre Harteman, *Effets et matériaux magnétostrictifs*, Ed. Techniques de l'ingénieur, 2012 ([lire en ligne \(https://books.google.fr/books?id=IER7A0_fTI0C\)](https://books.google.fr/books?id=IER7A0_fTI0C))

Articles connexes

- [Électrostriction](#)
- [Piézoélectricité](#)

Liens externes

- [Un haut parleur sans membrane](http://www.loisneel-centenaire.inpg.fr/IMG/pdf/20-Fiche_SoundBug.pdf), comportant un matériau magnétostrictif (http://www.loisneel-centenaire.inpg.fr/IMG/pdf/20-Fiche_SoundBug.pdf)
 - [Protocole d'étude des propriétés magnétostrictives d'un matériau à l'aide d'un condensateur](http://lab-neel.grenoble.cnrs.fr/poles/instru/magnetostrictionpagemere.html) (<http://lab-neel.grenoble.cnrs.fr/poles/instru/magnetostrictionpagemere.html>)
 - [Les différents phénomènes physiques impliqués dans l'étude d'un pot vibrant magnétostrictif](http://lgros.chez-alice.fr/chapii.htm) (<http://lgros.chez-alice.fr/chapii.htm>)
-