# Champs et spectres magnétiques

1. Notion de champ magnétique :

* Action d’un aimant sur différents objets.

Un aimant est un objet dur qui exerce une force d’attraction à distance sur certains corps appelés « corps ferromagnétiques ».

L’aimant est lui-même un corps ferromagnétique qui garde l’aimantation induite longtemps.

* L’aimant change les propriétés de l’espace qui l’environne ; il génère un « champ magnétique » dans son voisinage.

On modélise le champ magnétique par un vecteur : le vecteur champ magnétique :

* direction : indiquée par une aiguille aimantée
* sens : celui du vecteur de l’aiguille aimantée
* intensité : mesurée en Tesla (T)

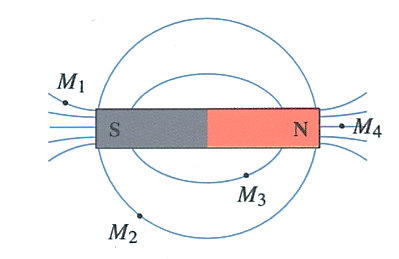
Une image contenant texte, périphérique, mètre

Description générée automatiquement

1. Cartographie du champ magnétique et lignes de champ
2. Cartographie du champ magnétique : lignes de champ

Une ligne de champ est une courbe orientée dont le vecteur tangent en tout point donne la direction et le sens du champ magnétique en ce point.

1. Spectre :  
   Le spectre magnétique est l’ensemble des lignes de champ magnétique générées par le corps à l’origine du champ.

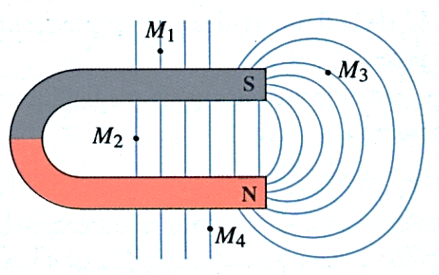
* Spectre d’un aimant droit :

Une image contenant texte

Description générée automatiquement

Orientation des lignes de champ : les lignes de champ s’orientent dans le sens du champ magnétique :   
  
elles du pôle Nord de l’aimant et dans le pôle Sud de l’aimant.

* Spectre d’un aimant en U



1. Intensité du champ magnétique :

* L’intensité du champ magnétique peut être interprété comme la densité des lignes de champ (densité du flux magnétique)
* Lorsque les lignes de champs sont rectilignes et parallèles, le champ magnétique est uniforme.
* Lorsque les lignes se resserrent, le champ magnétique devient plus intense.

1. Champ magnétique créé par les courants :
2. Expérience d’Oersted :

|  |  |
| --- | --- |
| Une aiguille aimantée est placée sous un fil conducteur  S  N | Lorsque le fil est parcouru par un courant, l’aiguille s’oriente perpendiculairement au fil, dans un sens bien précis.  S  N  **I** |
| Conclusion :  Un fil parcouru par un courant créée un champ magnétique. | Spectre et lignes de champ  **I** |

|  |  |
| --- | --- |
| Orientation :  Règle des trois doigts de la main droite :  **I**  **B**  Vers le point de l’espace où on veut connaître le sens du champ |  |

1. Champ créé par une bobine :  
     
   Une bobine parcourue par un courant génère un champ magnétique. Chaque face correspond à un pôle.   
   On peut repérer les pôles de la bobine en appliquant les « trucs » suivants :

|  |  |
| --- | --- |
| Pôle Nord | Pôle Sud |
| Spectre de la bobine | |

1. Application :

Une image contenant texte, horloge

Description générée automatiquement

1. Champ créé par un solénoïde :

|  |  |
| --- | --- |
| * Spectre du champ : | Un solénoïde se comporte comme un aimant droit. |
| * Sens du champ : | Nature des faces du solénoïde : |
| * Intensité du champ en fonction de l’intensité du courant :   où est une caractéristique du milieu appelée « perméabilité du milieu »  dans l’air :   et est le nombre de spires par mètre : | |

1. Applications :
2. Dans l’expérience schématisée ci-dessous, la bobine B1 est fixe, la bobine B2 est mobile.
3. Préciser les noms des faces des bobines.

B1

B2

1. Quel est le mouvement de la bobine B2 ?
2. Que se passe-t-il si on inverse le sens du courant dans les deux bobines ? dans une seule bobine ?
3. Un solénoïde est parcouru par un courant. Une aiguille aimantée, placée devant l’une des faces, prend la position indiquée sur le schéma ci-dessous.
4. Indiquer la face nord et la face sud de la bobine.

S

N

1. Préciser la direction et l’orientation des lignes de champ dans ce solénoïde.
2. Déterminer le sens du courant dans le fil.
3. La figure ci-dessous donne une partie du spectre magnétique d’un solénoïde long.
4. Orienter les lignes de champ

S

N

1. Quels sont les noms des faces du solénoïde ?
2. Indiquer le sens du courant
3. Colorier la région de l’espace où le champ est constant.
4. Propriétés intrinsèques de la matière
5. Susceptibilité magnétique :  
     
   Certains matériaux sont « naturellement » aimantés, d’autres s’aimantent lorsqu’ils sont plongés dans un champ magnétique, d’autres semblent insensibles à l’aimantation d’un champ magnétique.  
   On définit la **susceptibilité magnétique** (notée \chi_m) est la faculté d'un matériau à s'aimanter sous l'action d'une [excitation magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Excitation_magn%C3%A9tique)
6. Paramagnétisme :  
     
   Le **paramagnétisme** désigne en [magnétisme](http://fr.wikipedia.org/wiki/Magn%C3%A9tisme) le comportement d'un milieu matériel qui ne possède pas d'[aimantation](http://fr.wikipedia.org/wiki/Aimantation) spontanée mais qui, sous l'effet d'un [champ magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Champ_magn%C3%A9tique) extérieur, acquiert une aimantation dirigée dans le même sens que ce champ d'excitation. Un matériau paramagnétique possède donc une [susceptibilité magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Susceptibilit%C3%A9_magn%C3%A9tique) de valeur positive (contrairement aux matériaux [diamagnétiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Diamagn%C3%A9tisme)), en général **assez faible**. Cette aimantation disparaît lorsque le champ d'excitation est coupé, il n'y a donc pas de phénomène d'[hystérésis](http://fr.wikipedia.org/wiki/Hyst%C3%A9r%C3%A9sis) comme pour le [ferromagnétisme](http://fr.wikipedia.org/wiki/Ferromagn%C3%A9tisme).  
   À l'échelle microscopique, on peut modéliser un matériau paramagnétique par un ensemble de [dipôles magnétiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Dip%C3%B4le_magn%C3%A9tique) indépendants (par exemple chaque atome d’un métal paramagnétique). La réponse du système à un champ magnétique appliqué est alors déterminée par le rapport de forces entre l'énergie magnétique d'une part qui tend à ordonner les dipôles en les alignant selon le champ appliqué, et l'énergie d'[agitation thermique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Agitation_thermique) d'autre part qui favorise le désordre.  
   Exemples de matériaux paramagnétiques : aluminium, sodium, magnésium
7. Diamagnétisme  
     
   Le **diamagnétisme** est un comportement de certains matériaux qui les conduit, lorsqu'ils sont soumis à un [champ magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Champ_magn%C3%A9tique), à générer un autre champ magnétique opposé.  
   Le diamagnétisme est une propriété générale de la [matière](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mati%C3%A8re) atomique (matière constituée d'atomes), qui provoque l'apparition d'un [champ magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Champ_magn%C3%A9tique) opposé à un champ magnétique appliqué. L'origine du diamagnétisme est un phénomène quantique ([Quantification de Landau](http://fr.wikipedia.org/wiki/Quantification_de_Landau)), pouvant être expliqué par la modification du mouvement orbital des électrons autour du noyau atomique.  
   La [**susceptibilité magnétique**](http://fr.wikipedia.org/wiki/Susceptibilit%C3%A9_magn%C3%A9tique) des matériaux diamagnétiques est négative et très proche de 0 ( \chi_m < 0). La diminution du champ magnétique provoquée par ce phénomène est donc très faible.  
   La susceptibilité d'un matériau diamagnétique reste constante quand la température varie. C'est une différence majeure avec les matériaux [paramagnétiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Paramagn%C3%A9tisme), qui ont une susceptibilité positive, plus importante et qui diminue lorsque la température augmente.  
   Le diamagnétisme est un phénomène ubiquiste (du latin ubique : « partout ») qui apparaît dans *toute* la matière atomique, mais il est masqué par les effets du [paramagnétisme](http://fr.wikipedia.org/wiki/Paramagn%C3%A9tisme) ou du [ferromagnétisme](http://fr.wikipedia.org/wiki/Ferromagn%C3%A9tisme) lorsque ceux-ci coexistent avec lui dans le matériau. Les matériaux **diamagnétiques purs** sont très légèrement repoussés par un champ magnétique, mais on considère souvent qu'ils n'ont pas de propriétés magnétiques particulières, l'effet étant très faible.  
   Exemples de matériaux diamagnétiques : carbone, cuivre, plomb, argent, eau
8. Ferromagnétisme  
     
   Le **ferromagnétisme** est la propriété qu'ont certains corps de s'aimanter très fortement sous l'effet d'un [champ magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Champ_magn%C3%A9tique) extérieur, et pour certains (les [aimants](http://fr.wikipedia.org/wiki/Aimant), matériaux magnétiques durs) de garder une aimantation importante même après la disparition du champ extérieur.  
   Le champ induit par l'aimantation s'ajoute au champ initial, et c'est la somme des deux qui est observée. Dans un tel cas, le terme de champ magnétique désigne le champ total, et le champ initial prend le nom d'[excitation magnétique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Excitation_magn%C3%A9tique).