

Nous avons vu qu'il était pratique de définir le vecteur champ de pesanteur \vec{g} à la surface de la Terre.

La notion de champ est cependant plus générale ; elle est apparue en premier lieu dans un autre domaine de la physique : l'électromagnétisme.

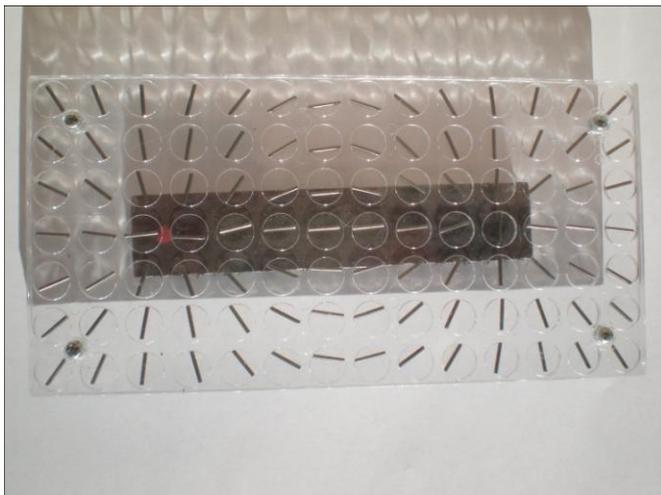
Nous allons voir qu'un champ vectoriel n'est pas qu'une représentation pratique en physique mais qu'il rend compte d'un véritable changement des propriétés de l'espace.

D) Champ magnétique :

Sur la photo suivante, on observe des petits barreaux en acier libres de pivoter sur eux-mêmes. Ils semblent orientés de façon aléatoire :



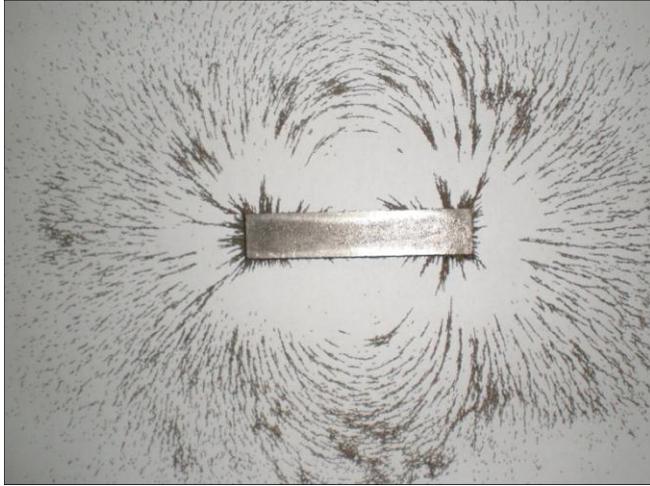
On place maintenant un aimant droit sous le support contenant les barreaux ; Ceux-ci s'orientent différemment :



Il semble se dessiner une figure que l'on appelle **spectre magnétique** de l'aimant droit.

1 S champs

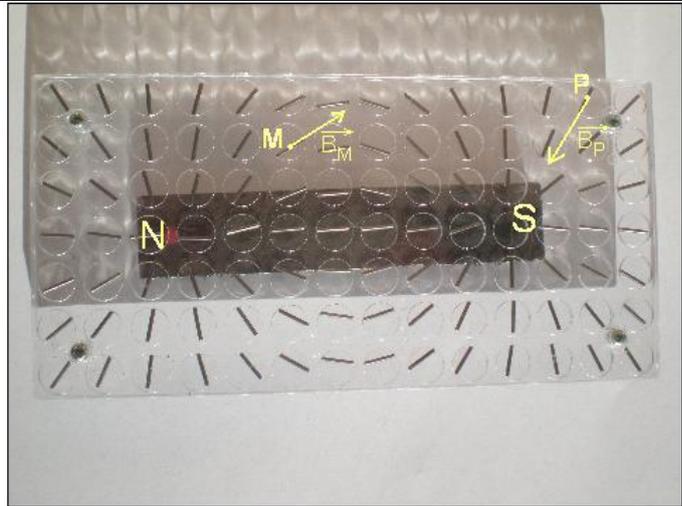
Une expérience similaire peut se faire avec de la limaille de fer : chaque petits grains de limaille se comporte comme les petits barreaux de l'expérience précédente :



Ainsi, l'aimant semble avoir une action sur les petits barreaux ou sur les grains de limaille de fer : l'aimant doit exercer des forces qui orientent chaque élément de différentes façons suivant l'endroit, le point de l'espace où se trouve cet élément.

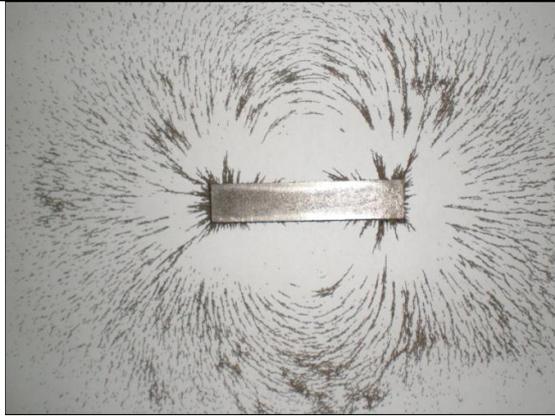
Comme dans le cas du champ de pesanteur, si on retire la limaille de fer, plus rien ne semble se manifester, mais on peut définir en chaque point de l'espace, un **vecteur champ magnétique**, noté \vec{B} , qui donne des indications sur la manière dont s'orienterait un grain de limaille de fer ou un petit barreau si on le plaçait en ce point.

La façon la plus naturelle de définir le vecteur \vec{B} en un point donné est la suivante :

	<p>Vecteur \vec{B} au point M:</p> <ul style="list-style-type: none">- point d'application : M- direction : celle du barreau en M- sens : du pôle nord vers le pôle sud de l'aimant (arbitraire)- valeur : B exprimé en tesla (T) <p>Autre exemples \vec{B}_p en P.</p>
---	--

1 S champs

De même avec la limaille de fer :



...mais ici apparaît une propriété intéressante :
En chaque point de l'espace, \vec{B} est tangent aux courbes matérialisées par la limaille de fer.

Nous appelons ces courbes les **lignes de champ**
Et nous les orientons suivant le sens de \vec{B} et donc du pôle nord vers le pôle sud de l'aimant droit.

Ainsi, à l'aide des lignes de champ, le spectre magnétique donne des informations sur le champ magnétique créé par l'aimant droit dans son voisinage.

(schéma à faire ou photocop)

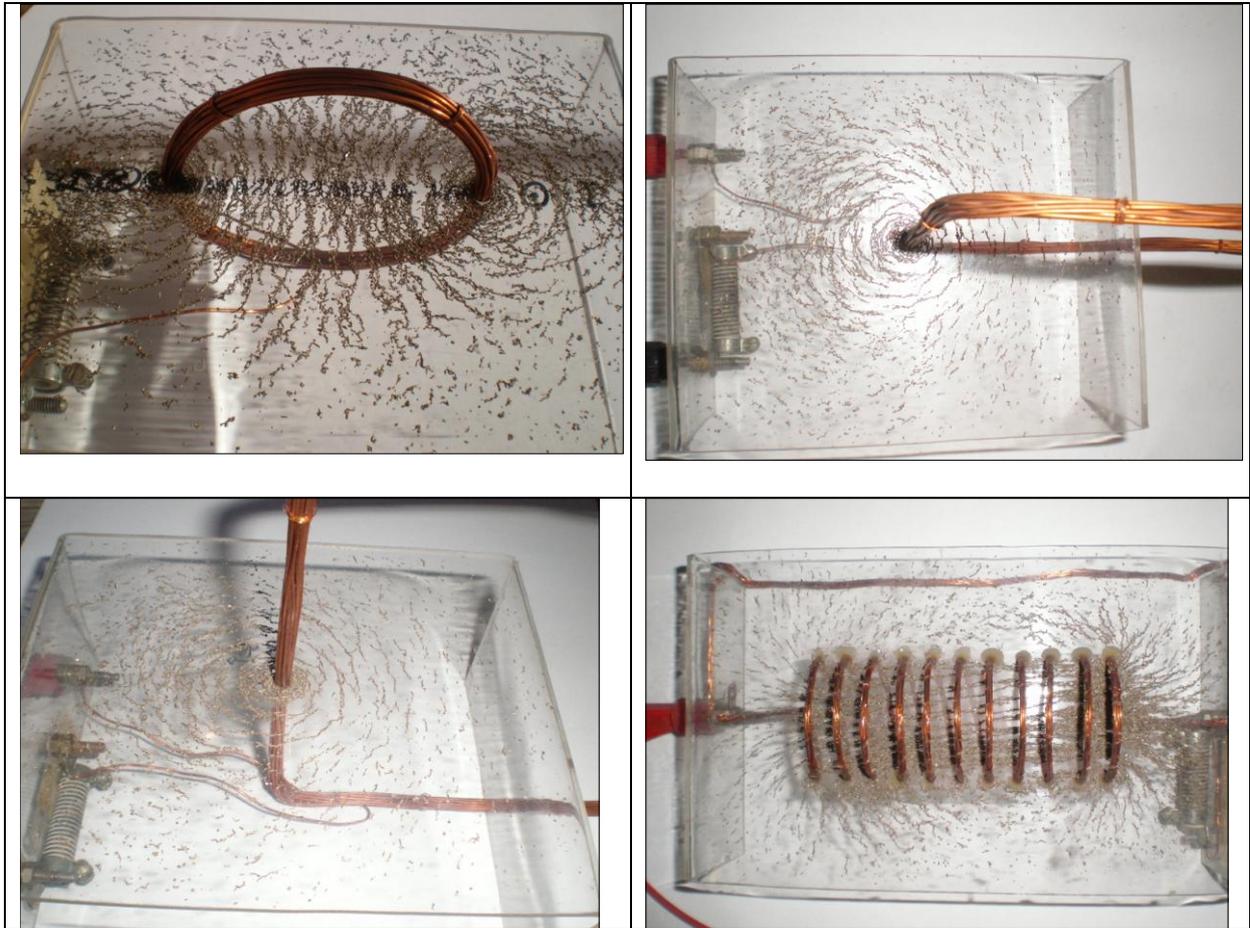
Voyons un autre exemple :



Spectre magnétique d'un aimant en U

(schéma à mettre)

Il existe une autre source de champ magnétique :

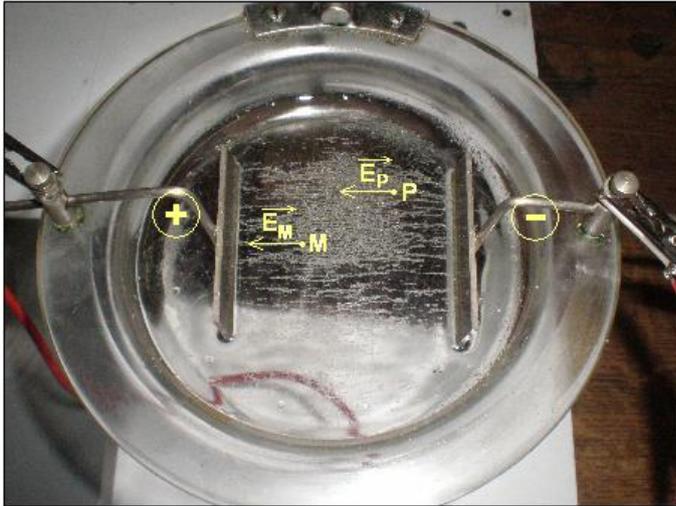


Dans les quatre cas présentés, les fils de cuivre sont parcourus par un courant continu. La limaille de fer saupoudrée sur une surface en plastique au voisinage des différents circuits électriques indique la présence d'un champ magnétique.

Ainsi, **un courant électrique semble créer un champ magnétique dans son voisinage, tout comme un aimant.**

II) Champ électrique :

Sur la photo suivante, les deux plaques sont reliées à un générateur de tension continue. On a placé des grains de semoule dans une assiette. Sous l'action de la tension électrique entre les deux plaques, les grains s'orientent d'une certaine façon ; à noter qu'il n'y a pas de courant : le milieu entre les deux plaques n'étant pas conducteur ; de plus, il ne s'agit pas d'un phénomène magnétique mais d'un phénomène électrique.



Ici aussi, nous pouvons définir un

champ électrique, noté \vec{E} :

- point d'application : point de l'espace considéré
- direction : celle des lignes matérialisées par la semoule
- sens : de la plaque + vers la plaque -
- valeur : E exprimé en $V.m^{-1}$

En chaque point de l'espace, \vec{E} est tangent aux lignes de champ (comme pour \vec{B}) et celles-ci sont orientées du + vers - (sens de \vec{E})

Faire schéma lignes de champ

III) Notion de champ :

Jusqu'ici, rien de nouveau : comme pour le champ de pesanteur \vec{g} , les vecteurs champ magnétique \vec{B} et champ électrique \vec{E} (et donc les lignes de champ) sont un moyen pratique de rendre compte par exemple de l'action d'un aimant sur un autre petit aimant si on plaçait celui-ci en un point donné de l'espace.

Et cependant, un physicien anglais du 19^{ème} siècle, **Michael Faraday**, voyait beaucoup plus dans les quelques expériences que nous venons d'étudier.

Dans ses *éléments autobiographiques*, Einstein écrit :

A l'époque où j'étais étudiant, c'est la théorie de Maxwell et Faraday qui était l'objet de notre fascination. Ce qui nous semblait révolutionnaire, c'est le passage des forces à distance aux champs en tant que grandeurs fondamentales.

Il semble donc qu'un champ vectoriel est beaucoup plus qu'un simple artifice commode pour le physicien mais une *grandeur fondamentale*.

1 S champs

Voyons quelques textes sur ce sujet :

*Le concept de force à distance et celui de champ correspondent à deux visions du monde différentes ; dans un cas l'interaction est une relation à deux (les deux corps en interaction), dans l'autre, il s'agit d'un processus faisant intervenir trois acteurs : les deux corps...et l'espace dans lequel ils baignent. Dans cette dernière conception, **l'espace est modifié** par la présence du premier corps A et c'est cette modification que le deuxième corps, B, ressent sous forme de force.*

Einstein 1905 : de l'éther aux quanta ; p.26 (Françoise Balibar, aux puf)

Faraday, qui est le premier à introduire la notion de champ dans le cadre de l'électromagnétisme, généralise cette notion au champ de pesanteur :

*Pour ceux qui admettent la loi de Newton [gravitation] sans chercher plus avant, la notion de force de gravitation stipule que la matière attire la matière avec un intensité inversement proportionnelle au carré de la distance .Considérons donc une certaine masse de matière, qui pour notre propos sera le Soleil, et considérons un globe semblable à celui d'une des planètes ou de notre Terre, qui soit ou bien créé ou bien amené depuis une distance éloignée jusqu'à la position qu'occupe la Terre par rapport au Soleil ; s'exerce alors l'attraction de la gravitation et nous disons que le Soleil attire la Terre, et que la Terre attire également le Soleil. Mais si le Soleil attire la Terre, cette force d'attraction doit, ou bien naître du fait de la présence de la Terre près du Soleil, ou bien **avoir préexisté** dans le Soleil en l'absence de la Terre.*

M.Faraday : on some points of magnetic philosophy (1855)

...et à propos du texte de Faraday:

*Lorsqu'il n'y a qu'un seul corps dans l'espace, il y a quand même dans ce dernier « une condition nécessaire à l'action » et l'attraction – le mouvement donc – résulte de cette condition antérieure qui en quelque sorte s'actualise lorsqu'on introduit un deuxième corps dans l'espace. Telle est la principale invention théorique de Faraday l'autodidacte expérimentateur : l'interaction entre deux corps ne naît pas brutalement au moment où les deux corps sont mis en présence l'un de l'autre ; **elle préexiste déjà potentiellement et dans tout l'espace** lorsqu'il n'y a qu'un seul corps ; dans cette perspective, le corps introduit en deuxième lieu joue le rôle de « corps d'épreuve », de révélateur : il rend sensible et manifeste sous forme de force la « condition » que crée dans l'espace le premier corps, avant même qu'y soit introduit le deuxième.*

Einstein 1905 : de l'éther aux quanta ; p.25 (Françoise Balibar, aux puf)

Ainsi, la Terre crée dans son voisinage un champ de pesanteur et un aimant un champ magnétique par exemple : le corps peut modifier les propriétés de l'espace dans son voisinage, modifications modélisées par un vecteur champ en chaque point de l'espace et par les lignes de champ.

Le vecteur champ n'est pas simplement défini à partir de la force ($\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$ pour le champ de pesanteur), mais la force appliquée à un corps d'épreuve se manifeste parce qu'il existe un champ (corps de masse m soumis à $\vec{P} = m.\vec{g}$ dans le champ de pesanteur).