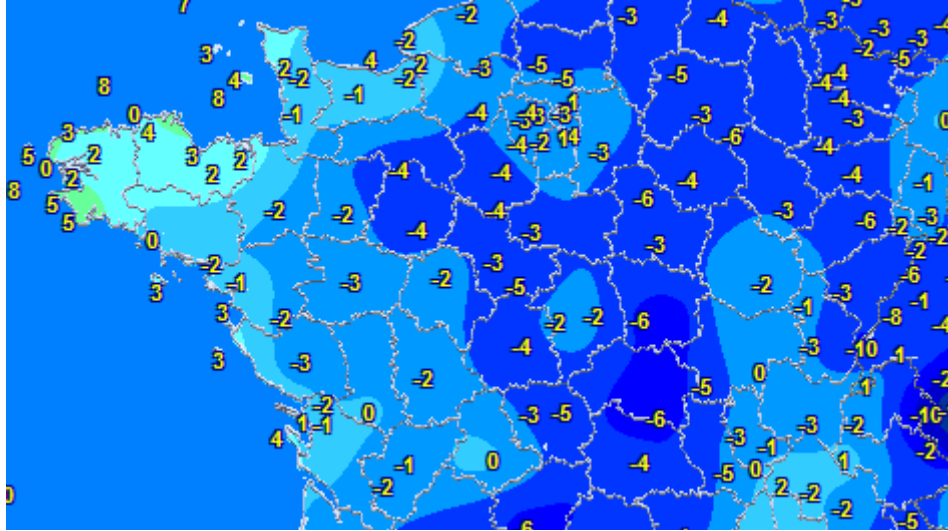


Champs et forces

I. Notion de champ

1. Champ scalaire

Il est possible de mesurer la température d'un fluide en différents points d'une zone géographique. L'ensemble de ces valeurs constitue ce qu'on appelle un champ de température.

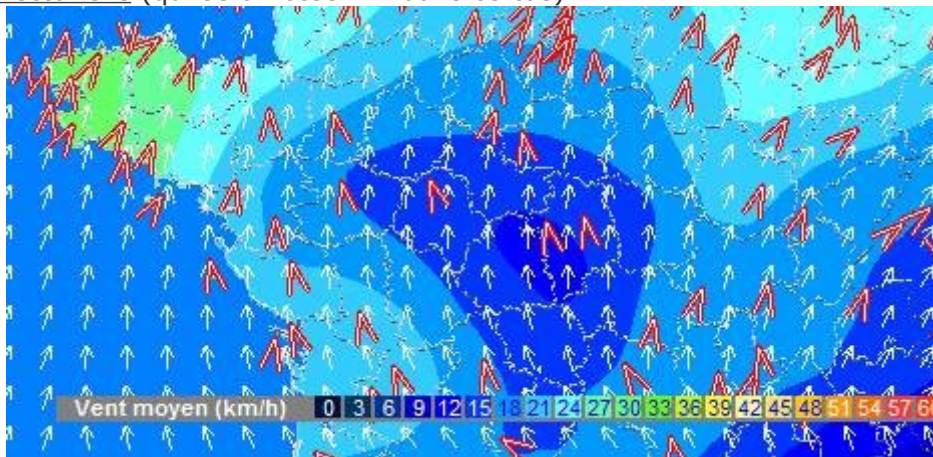


Carte des températures en France

Définition : On appelle champ scalaire la représentation d'un ensemble de valeurs prises par une grandeur en différents points de l'espace. Chaque valeur dépend de la position du point.

2. Champ vectoriel

Certaines valeurs sont plus difficiles à caractériser. Ainsi pour parler du vent, il faut connaître la valeur de sa vitesse, mais aussi de sa direction et son sens. L'ensemble de ces trois informations est une grandeur vectorielle (qui sera notée \vec{V} dans ce cas).



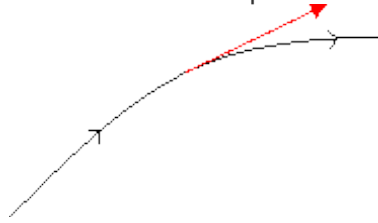
Carte des vitesses du vent en France

Définition : On appelle champ vectoriel la représentation d'un ensemble de vecteurs représentant une grandeur en différents points de l'espace. Chaque vecteur dépend de la position du point.

Remarque : Un champ est uniforme si la grandeur physique qui le définit a les mêmes caractéristiques en tout point de l'espace.

- ✗ Si le champ est scalaire, la grandeur qui le caractérise a la même valeur en tout point de l'espace.
- ✗ Si le champ est vectoriel, le vecteur qui le caractérise est le même en tout point de l'espace (même direction, même sens et même norme).

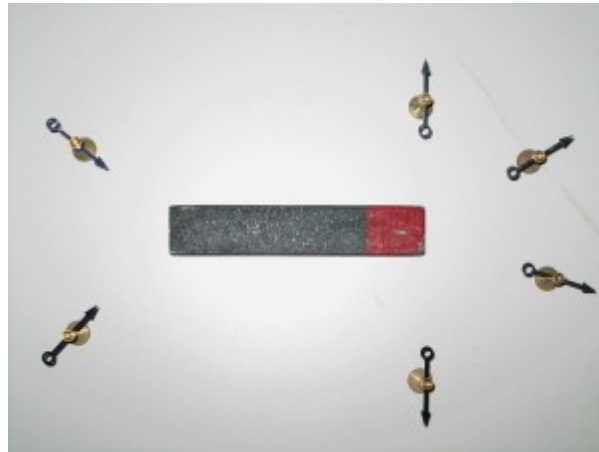
Remarque : On appelle **lignes de champ** les courbes tangentes au vecteur champ en chacun de leurs points. Elles sont orientées dans le sens du vecteur champ.



II. Champ magnétique

1. Détection d'un champ magnétique

La Terre, les aimants et les circuits parcourus par les courants sont des sources de champ magnétique. Une aiguille aimantée placée au voisinage d'un aimant s'oriente différemment selon la position du point.

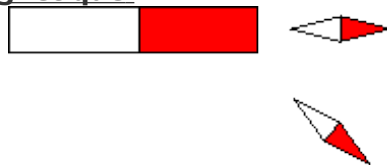


Les aiguilles aimantées s'orientent au voisinage de l'aimant selon leur position par rapport à cet aimant

Une aiguille aimantée permet de mettre en évidence le champ magnétique en un point de l'espace.

Remarque : les pôles de même nom de l'aiguille aimantée et de l'aimant se repoussent

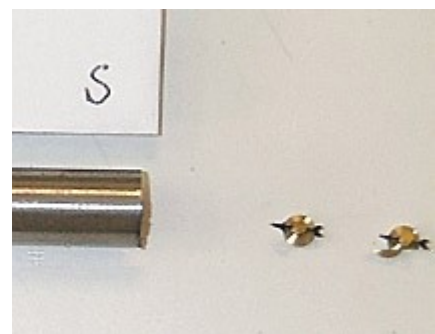
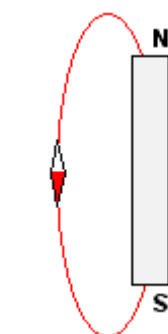
2. Vecteur champ magnétique \vec{B}



L'orientation d'une aiguille aimantée dépend du point où elle est placée. Le champ magnétique est un champ vectoriel.

Si l'on place une aiguille aimantée à proximité d'un aimant, on constate que:

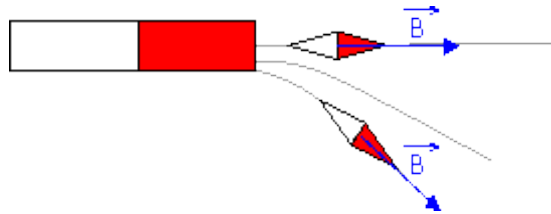
- ✗ L'aiguille prend une direction tangente à la ligne de champ et s'oriente du pôle nord vers le pôle sud de l'aimant.
- ✗ L'aiguille est attirée "plus ou moins fort" selon sa position et la nature de l'aimant.



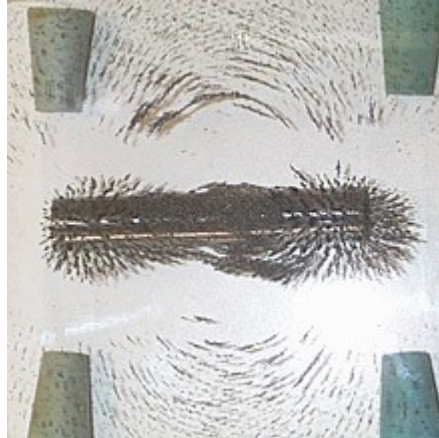
Déviation d'un faisceau d'électrons par un champ magnétique. La trajectoire des électrons devient circulaire sous l'effet du champ magnétique (voir [savoir faire](#))

On représente le champ magnétique en un point A de l'espace par un vecteur champ magnétique \vec{B} tel que :

- ✗ Son origine est le point A.
- ✗ Sa direction est celle qu'aurait une aiguille aimantée placée en ce point.
- ✗ Son sens est orienté du pôle sud vers le pôle nord de l'aiguille aimantée.
- ✗ Sa valeur se mesure à l'aide d'un teslamètre (s'exprime en tesla (T)).



Remarque : Spectre d'un aimant :



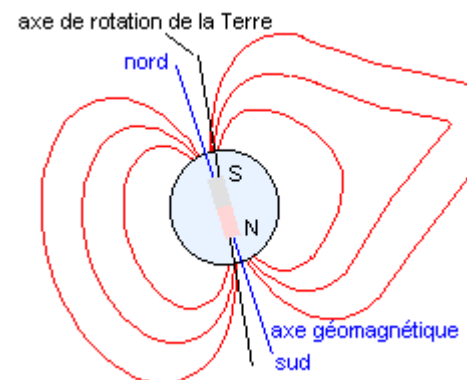
Des grains de limaille de fer déposés au voisinage d'un aimant se comportent comme des petites aiguilles aimantées et s'orientent selon la direction du champ magnétique.

3. Champ magnétique terrestre

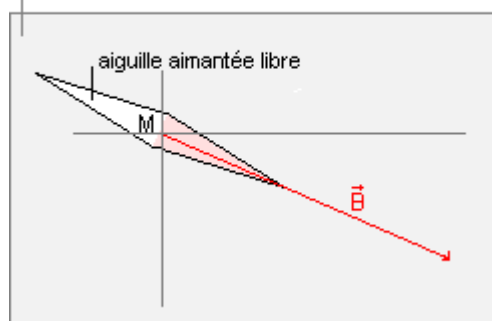
Le champ magnétique terrestre peut-être considéré comme le champ créé par un aimant droit placé au centre de la Terre (en réalité, la magnétosphère est déformée par le vent solaire).

Le champ magnétique terrestre \vec{B}_{Terre} est caractérisé par:

- ✗ Sa direction : inclinée dans le plan méridien magnétique.
- ✗ Son sens : dans l'hémisphère nord, \vec{B}_{Terre} pointe vers la Terre.
- ✗ Sa valeur : qui dépend du lieu entre (20μT et 70μT).

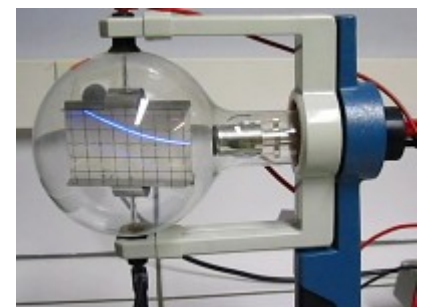


plan du méridien magnétique (plan contenant l'axe sud-nord de l'aiguille et le point M)

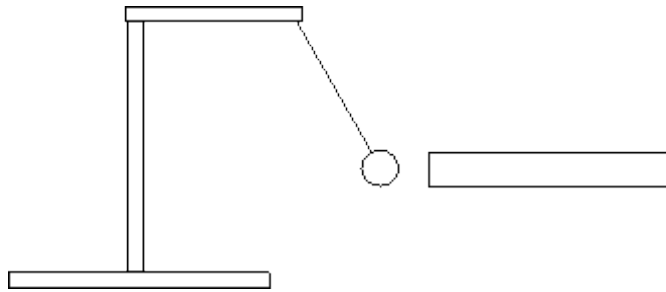


III. Champ électrostatique

1. Définition

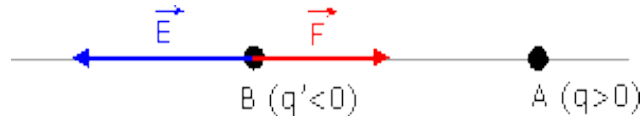


Exemple : Un champ électrostatique agit sur des particules chargées qu'elles soient immobiles ou en mouvement. Il permet de les accélérer et de dévier leur trajectoire (voir [savoir faire](#)).



La boule électrisée d'un pendule permet de détecter le champ électrique créé par une règle frottée.

Notion de champ électrique :



La charge q placée en A crée en son voisinage un champ électrostatique \vec{E} . La charge q' , placée en B, est dans le champ électrostatique \vec{E} créé par la charge q . Cette charge q' est soumise à une force $\vec{F} = q' \times \vec{E}$.

Remarque (pour prendre du recul): D'après la loi d'interaction électrostatique, $F = k \times q \times q' / d^2$. La valeur du champ électrostatique E n'est rien d'autre que $E = k \times q / d^2$.

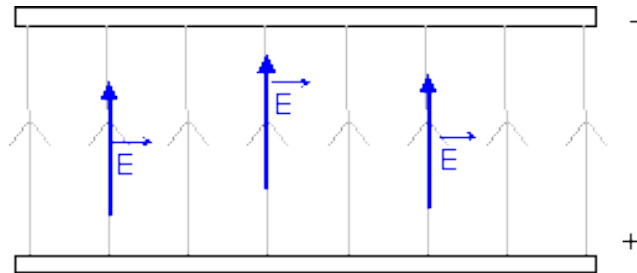
Le champ électrostatique est donc un champ vectoriel.

On représente le champ électrostatique en un point A de l'espace par un vecteur champ électrostatique \vec{E} tel que :

- ✗ Son origine est le point A.
- ✗ Sa direction est la même que celle de la force \vec{F} .
- ✗ Les sens de \vec{E} et \vec{F} sont les mêmes si $q > 0$ et opposés si $q < 0$.
- ✗ La valeur de \vec{E} est donnée par $E = F / |q|$ avec F en newton (N), q en coulomb (C), E en $N.C^{-1}$.

Le vecteur champ électrostatique \vec{E} en un point est tangent à la ligne de champ qui passe par ce point (la ligne de champ est orientée dans le sens du champ électrostatique).

2. Cas du condensateur plan



Le champ électrostatique \vec{E} à l'intérieur d'un condensateur plan est uniforme:

- ✗ Sa direction est orthogonale aux plaques.
- ✗ Son sens est orienté de la plaque chargée positivement vers la plaque chargée négativement.
- ✗ Il a pour valeur $E = U/d$ avec E : Champ électrostatique ($V.m^{-1}$), U : tension existant entre les plaques (V), d : distance séparant les plaques (m).

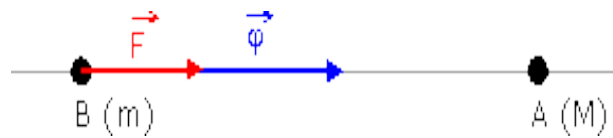
Remarque : Les unités $V.m^{-1}$ et $N.C^{-1}$ sont équivalentes.

IV. Champ de gravitation, champ de pesanteur

1. Champ de gravitation

Rappel : Deux corps A et B, de masses respectives m_A et m_B sont soumis à des forces d'attraction $\vec{F}_{A/B} \rightarrow ---$ et $\vec{F}_{B/A} \rightarrow ---$ telles que $F_{A/B} = F_{B/A} = G \times m_A \times m_B / d^2$ (voir le chapitre [interactions fondamentales](#)).

Notion de champ de gravitation :



La masse M placée en A crée en son voisinage un champ de gravitation $\vec{\phi}$. La masse m , placée en B , est dans le champ de gravitation $\vec{\phi}$ créé par la masse M . Cette masse m est soumise à une force $\vec{F} = m \times \vec{\phi}$.

Remarque (pour prendre du recul): La valeur du champ de gravitation $\vec{\phi}$ n'est rien d'autre que $\phi = G \times \frac{M}{d^2}$.

Le champ de gravitation est donc un champ vectoriel.

On représente le champ de gravitation en un point A de l'espace par un vecteur champ de gravitation $\vec{\phi}$ tel que :

- ✗ Son origine est le point A .
- ✗ Sa direction est la même que celle de la force de gravitation \vec{F} .
- ✗ Les sens de $\vec{\phi}$ et \vec{F} sont les mêmes.
- ✗ La valeur de $\vec{\phi}$ est donnée par $\phi = \frac{F}{m}$ avec $\left[\left\{ \right\} \right] F$ en $N.m$ en kg ϕ en $N.kg^{-1}$

2. Champ de pesanteur

Tout objet de masse m placé à proximité de la Terre subit une force \vec{P} appelée poids de l'objet et notée P .

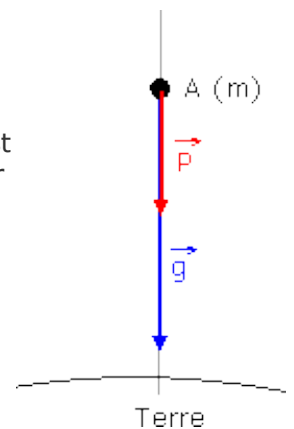
À proximité de la Terre, tout objet ponctuel permet de détecter, à l'endroit où il est placé et grâce au poids qu'il subit, un champ vectoriel appelé champ de pesanteur noté \vec{g} tel que $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$.

Les caractéristiques du champ de pesanteur sont:

- ✗ Direction et sens : verticale vers le bas.
- ✗ Norme: $g = \frac{P}{m}$ (en $N.kg^{-1}$).

Remarque : Les lignes de champ associées au champ de pesanteur sont des droites orientées vers la Terre qui passent approximativement par le centre de la Terre.

Pour une région de petite dimension par rapport au diamètre de la Terre, le champ de pesanteur peut être considéré comme uniforme (les lignes de champ sont alors des droites parallèles).



3. Champ de pesanteur et champ de gravitation

En première approximation, le champ de pesanteur terrestre peut être considéré comme identique au champ de gravitation créé par la Terre : $\vec{g} = \vec{\phi}$.

Si l'on souhaite davantage de précision pour le champ de pesanteur, il faut prendre en compte:

- ✗ La rotation de la Terre sur elle-même.
- ✗ Les attractions gravitationnelles exercées par la Lune et par le Soleil.