

## Chapitre 12 : Champs et forces (p. 201)

### I- Qu'est-ce qu'un champ en physique ? (p. 207)

#### 1. Grandeurs scalaires et vectorielles

On appelle **grandeur physique** une caractéristique mesurable d'un phénomène ou d'un objet.  
Si une grandeur physique est complètement décrite par sa valeur, on dit qu'elle est **scalaire**.  
Si une grandeur physique nécessite d'autres précisions telles que la direction, le sens, elle est **vectorielle** et sa représentation se fait sous la forme d'un **vecteur**.

**Exemple** : Répartissez les grandeurs suivantes en grandeur scalaire ou vectorielle dans le tableau :  
*masse, force, température de fusion, poids, volume, puissance, longueur, énergie, vitesse*

Grandeurs scalaires :	
Grandeurs vectorielles :	

#### 2. Champs scalaires et vectoriels

Un **champ** (en physique) est la représentation d'un ensemble de valeurs prises par une grandeur physique en différents points d'une région de l'espace.

Comme pour les grandeurs, il existe deux types de champs :

- Un **champ** est **scalaire** lorsque la grandeur physique mesurable est caractérisée par une **valeur numérique**.  
Exemple : champ de température, champ de pression.
- Un **champ** est **vectoriel** lorsque la grandeur physique mesurable est caractérisée par un **vecteur** (caractérisé par une direction, un sens et une valeur ou norme). Exemple : champ magnétique, champ électrique, de vitesses.

### II- Comment caractériser un champ ? (p. 207)

#### 1. Cartographie d'un champ (p. 207)

Pour **représenter un champ scalaire**, les physiciens font figurer sur un plan (de la zone étudiée) les **valeurs** de la grandeur mesurée **en différents points**.

Pour **représenter un champ vectoriel**, les physiciens font figurer sur un plan les **vecteurs** correspondants à la grandeur mesurée **en différents points**.

#### 2. Courbes de niveaux et équipotentiels

Les **courbes de niveau** d'un champ, appelées aussi **équipotentiels**, sont les courbes obtenues en reliant tous les points où la grandeur étudiée a la même valeur.

#### 3. Lignes de champ vectoriel (p. 207)

Pour un champ vectoriel, on appelle **ligne de champ** les courbes tracées **tangentes aux vecteurs** associés à la grandeur mesurée.

Elles sont orientées par une flèche dans le même sens que le vecteur champ.

#### 4. Champ uniforme (p. 208)

Un champ est dit **uniforme** lorsque la grandeur associée est **constante** en tout point de l'espace.

Pour un **champ vectoriel uniforme** les lignes de champ sont des **droites parallèles entre elles**.

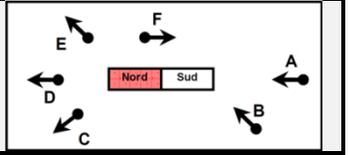
**Remarque** :

- Sur une carte de champ scalaire, plus les **courbes de niveau** sont proches, plus la **variation de la valeur** de la grandeur mesurée est **importante**.
- Sur une carte de champ vectoriel, plus les **lignes de champ** sont proches, plus la **norme** du vecteur associé à la grandeur mesurée est **importante**.

### III- Le champ magnétique (p. 208)

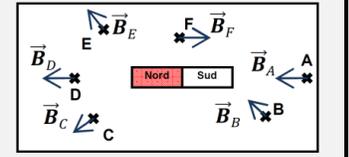
#### 1. Effets d'un champ magnétique

Dans un champ magnétique, une aiguille aimantée subit une action mécanique (force magnétique) et s'oriente différemment selon le point de l'espace où elle se situe. Des particules chargées en mouvement sont déviées par un champ magnétique.



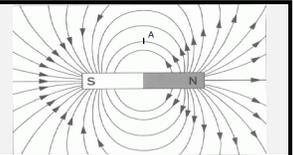
#### 2. Vecteur champ magnétique

Le **champ magnétique** est un **champ vectoriel**. Il est noté  $\vec{B}$ . On le représente en un point donné de l'espace avec la direction qu'aurait une aiguille aimantée et dans le sens de l'aiguille ; sa longueur est proportionnelle à la valeur B exprimée en **tesla** (T).



#### 3. Spectre magnétique d'un aimant droit (p. 207)

Les lignes de champ sont orientées du pôle Nord de l'aimant vers le pôle Sud. Le champ  $\vec{B}$  est tangent en aux lignes de champ en chaque point.



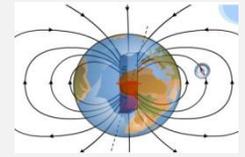
##### Remarque :

→ En saupoudrant de la limaille de fer au voisinage d'un aimant (ou d'un circuit parcouru par un courant électrique), on observe que les grains de limaille s'alignent selon les lignes de champ. On observe ainsi la direction du champ magnétique.



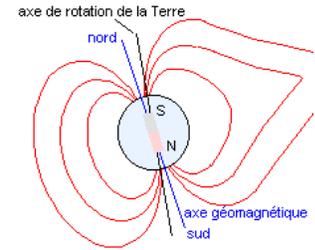
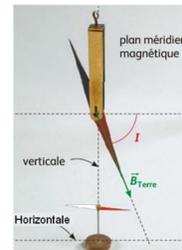
#### 4. Champ magnétique terrestre (p. 208)

Le **champ magnétique terrestre** est assimilable à celui créé par un aimant droit situé au centre de la Terre dont le pôle sud est proche du pôle nord géographique. Les lignes de champ magnétique terrestre forment des boucles orientées symétriques par rapport à l'axe des pôles magnétiques.



##### Remarques :

- Le **champ magnétique terrestre** est engendré par les **mouvements de convection** (tourbillons) du **noyau métallique liquide** (Fer, Nickel) des couches profondes de la Terre.
- L'angle, d'environ  $10^\circ$ , entre la direction du pôle géographique et celle du pôle magnétique est appelé **déclinaison magnétique**.
- Selon les latitudes, le champ magnétique terrestre est plus ou moins incliné par rapport à l'horizontale, dirigé vers l'intérieur de la Terre, on parle d'**inclinaison magnétique**.
- En réalité, la magnétosphère (voir ci-contre) est déformée par le vent solaire).



### IV- Le champ électrostatique (p. 209)

#### 1. Champ électrostatique (p. 207)

Toute particule chargée crée autour d'elle un champ, appelé **champ électrostatique**. C'est un **champ vectoriel** représenté en chaque point par un vecteur noté  $\vec{E}$ . Une autre charge électrique q placée dans ce champ sera soumise à une force, répulsive ou attractive suivant sa charge, telle que :  $\vec{F} = q \times \vec{E}$  avec F en newton (N), q en coulomb (C) et E en  $V.m^{-1}$ .

## 2. Le condensateur plan (p. 209)

Un **condensateur plan** est formé de deux lames conductrices planes et parallèles, proche l'une de l'autre, et séparées par un isolant.

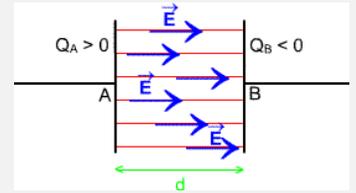
Entre les armatures d'un condensateur plan chargé, il règne un champ électrostatique  $\vec{E}$  tel que :

-  $\vec{E}$  est **uniforme** de valeur :  $E = \frac{U}{d}$

avec  $U$  la tension (en V) entre les armatures,  $d$  la distance (en m) entre les armatures et  $E$  en  $V.m^{-1}$ .

-  $\vec{E}$  est perpendiculaire au plan des plaques,

-  $\vec{E}$  est orienté de l'armature positive vers l'armature négative.



## V- Le champ de gravitation et le champ de pesanteur (p. 209)

### 1. Champ de gravitation (p. 209)

Toute masse crée autour d'elle un **champ de gravitation**  $\vec{G}$  qui exerce sur une particule (ou plusieurs) de masse  $m$  une force attractive  $\vec{F}$  telle que :  $\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m}$

Le champ de gravitation est un **champ vectoriel** de valeur  $G = \frac{G \times m_T}{d^2}$

#### Rappels :

→ La force d'attraction gravitationnelle entre deux objets A et B, de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , dont les centres sont séparés par une distance  $d$ , a pour valeur :  $F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{G \times m_A \times m_B}{d^2}$ .

avec  $m_A$  et  $m_B$  en kg ;  $d$  en m et  $G$  : constante de gravitation universelle :  $G = 6,67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$ .

### 2. Champ de pesanteur (p. 209)

Le champ de pesanteur est défini par la relation :  $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$

Ce champ vectoriel a : une direction : la **verticale** du lieu ;

un sens : **vers la Terre** ;

une norme, appelée **intensité de pesanteur**.

En première approximation, on identifie le **champ de pesanteur** et le **champ de gravitation** :  $\vec{G} = \vec{g}$

#### Remarque :

→ L'intensité de pesanteur vaut alors :  $g(h) = G = \frac{G \times m_T}{(R_T+h)^2}$ , elle diminue donc en fonction de l'altitude.

### 3. Champ de pesanteur local (p. 209)

Dans un domaine restreint au voisinage de la Terre, on peut considérer que le **champ de pesanteur est uniforme**.

#### Remarque :

→ L'intensité de pesanteur vaut alors :  $g(0) = G = \frac{G \times m_T}{(R_T)^2} \approx 9,81 N.kg^{-1}$  à la surface de la Terre.