

PARTIE 2 - COMPRENDRE : LOIS ET MODÈLES

Chapitre 12 : Champs et forces (p. 201)

Savoir-faire :

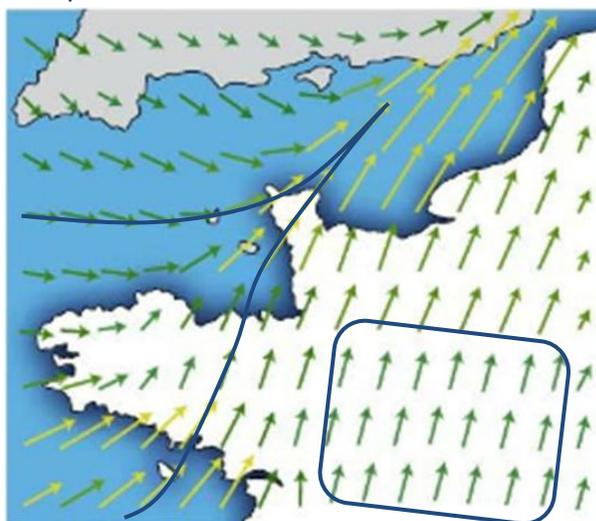
- ✓ Recueillir et exploiter des informations sur un phénomène pour avoir une première approche de la notion de champ.
- ✓ Décrire le champ associé à des propriétés physiques qui se manifestent en un point de l'espace.
- ✓ Comprendre comment la notion de champ a émergé historiquement d'observations expérimentales.
- ✓ *Pratiquer une démarche expérimentale pour cartographier un champ magnétique ou électrostatique.**
- ✓ Connaître les caractéristiques : des lignes de champ vectoriel, d'un champ uniforme, du champ magnétique terrestre, du champ électrostatique dans un condensateur plan, du champ de pesanteur local.
- ✓ Identifier localement le champ de pesanteur au champ de gravitation, en première approximation.

(*) *Savoir-faire expérimentaux.*

Activité 1 : Notion de champ

Correction :

1. La grandeur représentée sur chaque document est :
 - Document 1 : **température** en degrés Celsius
 - Document 2 : **température** en degrés Celsius et **vent** en $m.s^{-1}$.
 - Document 3 : **température** en degrés Celsius
 - Document 4 : **pression atmosphérique** en hectopascal (hPa)
2. Une représentation à l'aide de flèches apporte comme information en plus, une **direction** et un **sens**.
3. Ces flèches font penser à un **vecteur**.
4. **Non**, certaines grandeurs ne possèdent ni sens, ni direction et donc elles ne peuvent pas être représentées par des flèches.
5. Les lignes ou les zones de même couleur sur certains documents représentent des zones avec la **même valeur** de la grandeur représentés.
6. **Oui**, car pour chaque document on a, en chaque point de l'espace considéré, une valeur de la grandeur physique représenté.
7.
 - Les documents qui présentent un champ scalaire sont : le 1, 2, 3 et 4.
 - Le document qui présente un champ vectoriel est : le 2.
- 8.



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 :	<i>masse, température de fusion, volume, puissance, longueur, énergie</i>
Grandeurs vectorielles :	<i>force, poids, vitesse</i>

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.

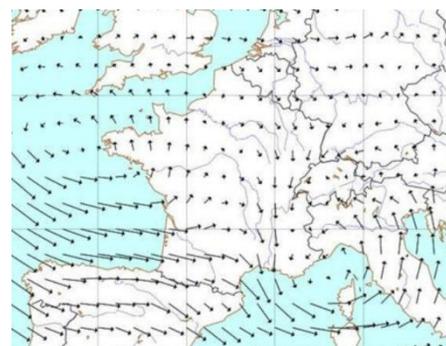
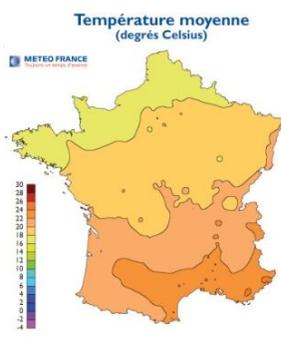
Exercices n°5 et (6) p. 213

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

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

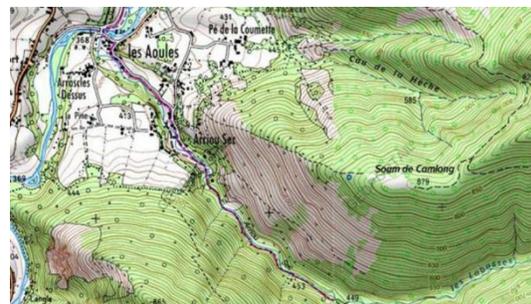
Pour **représenter un champ scalaire**, les physiciens font figurer sur un plan (de la zone étudiée) les **valeurs** de la grandeur mesurée en différents points.

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 équipotentiellles

Les **courbes de niveau** d'un champ, appelées aussi **équipotentiellles**, 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 mesuré.

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 :

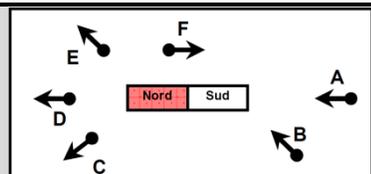
- Sur une carte de champ scalaire, plus les **courbes de niveau** sont proches, plus la **variation de la valeur** de la grandeur mesurée est **importante**.
- Sur une carte de champ vectoriel, plus les **lignes de champ** sont proches, plus la **norme** du vecteur associé à la grandeur mesurée est **importante**.

Exercices n°7, (8), 9, 10, 11 p. 213, n°15 p. 214 et n°23 p. 216

III- Le champ magnétique (p. 208)

1. Effets d'un champ magnétique

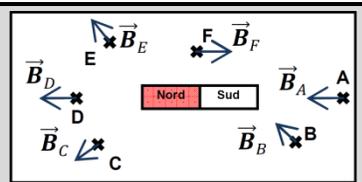
Dans un champ magnétique, une aiguille aimantée subit une action mécanique (force magnétique) et s'oriente différemment selon le point de l'espace où elle se situe.



Des particules chargées en mouvement sont déviées par un champ magnétique.

2. Vecteur champ magnétique

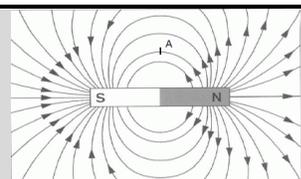
Le **champ magnétique** est un **champ vectoriel**. Il est noté \vec{B} .
On le représente en un point donné de l'espace avec la direction qu'aurait une aiguille aimantée et dans le sens de l'aiguille ; sa longueur est proportionnelle à la valeur B exprimée en **tesla** (T).



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

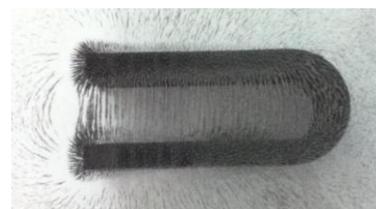
Les lignes de champ sont orientées du pôle Nord de l'aimant vers le pôle Sud.

Le champ \vec{B} est tangent en aux lignes de champ en chaque point.



Remarque :

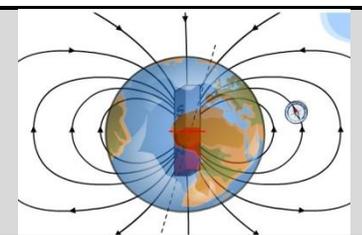
- En saupoudrant de la limaille de fer au voisinage d'un aimant (ou d'un circuit parcouru par un courant électrique), on observe que les grains de limaille s'alignent selon les lignes de champ. On observe ainsi la direction du champ magnétique.



4. Champ magnétique terrestre (p. 208)

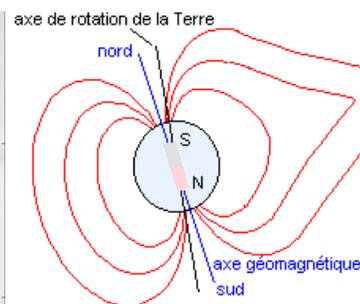
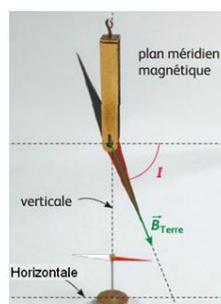
Le **champ magnétique terrestre** est assimilable à celui créé par un aimant droit situé au centre de la Terre dont le pôle sud est proche du pôle nord géographique.

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° , 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.



Exercices n°12 p. 213, n°16 p. 214 et n°21 p. 215

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 :

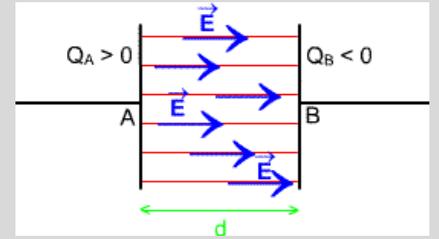
$$\vec{F} = q \times \vec{E} \quad \text{avec } F \text{ en newton (N), } q \text{ en coulomb (C) et } E \text{ en } V.m^{-1}.$$

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.



Exercices n°14, 17 p. 214 et n°24 p. 217

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.

Exercices n°(12) p. 213, n°18, 19 et 20 p. 215