Chapitre XIII: Les champs

I/ Présentation des champs

1/ Activités

- ➔ sur feuille, Activités n^{os}1 & 2 pages 218 / 219
- ➔ animation : **« 1S présentation champs »**

2/ Définition

- ➔ Un champ est une grandeur physique associée à chaque point d'une région de l'espace.
- ➔ **exemples**:
  - ➢ la température : elle est définie par un nombre (et son unité) T = 30°C
    on dit que le champ des températures est ___un champ scalaire___
  - ➢ la vitesse du vent : elle est définie par sa direction, son sens et son intensité
    donc on représente la vitesse du vent par un vecteur $\vec{v}$
    on dit que le champ de vitesse est ___un champ vectoriel___

II/ La représentation des champs

1/ La cartographie d'un champ scalaire :

- ➔ sur un plan de l'espace considéré, on indique les valeurs de la grandeur mesurée en différents points. *(fig 2 p 222)*
- ➔ représentation : on trace des courbes équipotentielles. *(fig 4 p 222)*

Ce sont les courbes obtenues en reliant (localement) tous les points de même valeur.

- ➔ lecture :

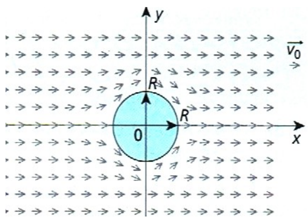
plus les courbes équipotentielles sont proches les unes des autres, plus la variation de la grandeur mesurée est importante.

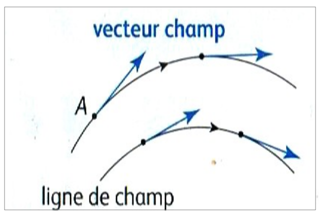
2/ La cartographie d'un champ vectoriel :

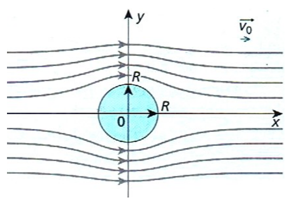
- ➔ sur un plan de l'espace considéré, on indique les vecteurs de la grandeur mesurée en différents points. *(fig 3 p 222)*
- ➔ représentation : on trace des lignes de champ vectoriel.

Ce sont les courbes obtenues en traçant la tangente au vecteur en chaque point.

exemple:
le champ vectoriel de vitesses dans l'écoulement d'un fluide est modélisé par des lignes de champ







- ➔ lecture *(fig 5 p 222)* :

plus les lignes de champ sont proches les unes des autres, plus la norme du vecteur est grande donc plus l'intensité de la grandeur est élevée.

3/ La représentation d'un champ uniforme

Quand la grandeur mesurée est constante en tout point, on dit que le champ est uniforme.

- ➔ pour un champ scalaire :

les valeurs sont égales en tout point de l'espace, on ne peut pas représenter de courbe équipotentielle.

- ➔ pour un champ vectoriel :

les vecteurs sont égaux en tout point de l'espace, les lignes de champ sont parallèles entre elles.

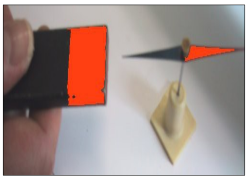
III/ Le champ magnétique

1/ Les aimants

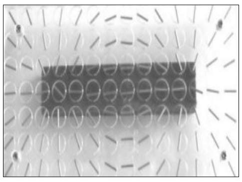
- ➔ Les aimants sont des corps qui attirent les objets contenant du fer.
- ➔ simulateur : **« 1S aimant boussole orientation »**

Un aimant est capable d'orienter une aiguille aimantée : le pôle Nord de l'aiguille est attirée par le pôle Sud de l'aimant, et son pôle Sud est attirée par le pôle Nord de l'aimant.

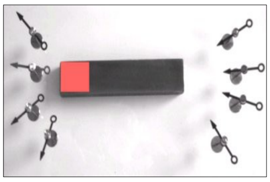
- ➔ On peut tracer les lignes de champ magnétique autour de l'aimant :
  simulateur « 1S aimant boussole lignes de champ »



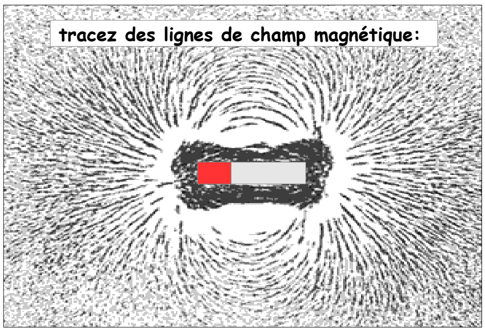
le pôle Nord de l'aimant attire le pôle Sud de l'aiguille



le champ magnétique de l'aimant oriente des tiges en fer



la direction et le sens de l'orientation dépendent de la position de l'aiguille



2/ Les propriétés du champ magnétique

L'aimant attire les objets en fer grâce à la force magnétique qu'il exerce à distance.
La direction et le sens de l'aiguille aimantée indiquent le champ magnétique :

- ➔ le champ magnétique est un champ vectoriel, on le note $\vec{B}$
- ➔ on représente le champ magnétique en un point de l'espace par le vecteur $\vec{B}$:

  - ✔ origine : c'est le point considéré
  - ✔ direction : celle qu'aurait une aiguille aimantée (= boussole) placée au point considéré
  - ✔ sens : du pôle Nord vers le pôle Sud
  - ✔ sa valeur est exprimée en tesla (T) et elle se mesure avec un teslamètre ***(fig 2 p 235)***

3/ Le champ magnétique terrestre ***(fig 7 p 236)***

La Terre produit un champ magnétique grâce à la structure métallique liquide de son noyau.
On peut assimiler le champ magnétique terrestre à celui créé par un aimant droit situé au centre de la Terre. Les lignes de champ magnétique terrestre forment des boucles partant du pôle Sud magnétique et se refermant sur le pôle Nord magnétique.

<u>remarque</u> : le pôle Sud terrestre correspond au pôle Nord de cet aimant droit virtuel, et inversement.
Par conséquent, le pôle Nord d'une boussole s'oriente vers le pôle Nord magnétique.
Le pôle Nord magnétique est situé à environ 1000 km du pôle Nord géographique.

IV/ Le champ électrostatique

1/ Les propriétés du champ électrostatique

- ➔ animation : **« 1S électrostatique lignes de champ et équipotentielles »**
- ➔ interprétation :

Tout corps électriquement chargé est capable d'interagir avec des objets électrisés situés à sa proximité : c'est l'interaction électrostatique qu'on décrit par la force $\vec{F_E}$.

rappel : l'intensité de la force $\vec{F_E}$ exercée par la charge q_A et subie par la charge q_B est égale à :

$$\boxed{F_E = k \frac{|q_A| \times |q_B|}{{d_{AB}}^2}}$$

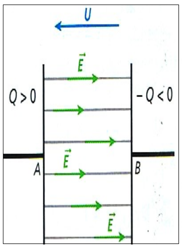
Pour la charge q_B, cette force dépend seulement de la distance d_{AB} par rapport à q_A :
on dit que la charge q_A crée un champ vectoriel électrostatique, noté $\vec{E}$.

- ➔ On représente le champ électrostatique en un point de l'espace par le vecteur $\vec{E}$:

- ✔ origine : c'est le point où se trouve la charge q_B
- ✔ direction : la même que celle de la force électrostatique, c'est-à-dire la droite passant par les charges électriques q_A et q_B
- ✔ sens : même sens que F si $qB > 0$, sens opposé si $qB < 0$
- ✔ sa valeur est donnée par la formule : $\boxed{E = \frac{F_E}{|q_B|}}$, elle est exprimée en $N.C^{-1}$

2/ Le champ électrostatique dans un condensateur plan *(fig 8 p 237)*

- ➔ Un condensateur plan est constitué de 2 plaques conductrices planes et parallèles séparées par isolant appelé « diélectrique » (exemples : air, verre etc…)
- ➔ Quand les plaques métalliques (appelées armatures) sont chargées, l'une positivement et l'autre négativement, le champ électrostatique $\vec{E}$ qui existe entre elles est uniforme.



- ✔ direction : perpendiculaire au plaques
- ✔ sens : de la plaque chargée positivement vers la plaque chargée négativement
- ✔ valeur : $\boxed{E = \frac{U}{d}}$ avec $\begin{cases} U : \text{tension électrique entre les 2 plaques, en V} \\ d : \text{distance entre les plaques, en m} \end{cases}$

remarque : on peut donc exprimer E en $V.m^{-1}$, c'est équivalent aux $N.C^{-1}$

V/ L'attraction gravitationnelle

1/ Le champ de gravitation

- ➔ Tout corps possédant une masse est capable d'interagir avec des objets massiques situés à sa proximité : c'est l'interaction gravitationnelle qu'on décrit par la force $\vec{F_G}$.

rappel : l'intensité de la force $\vec{F_G}$ exercée par la masse m_A et subie par la masse m_B est égale à

simulateur :
« 1S force gravitationnelle »

$$\boxed{F_G = G \frac{m_A \times m_B}{{d_{AB}}^2}}$$

Pour la masse m_B, cette force dépend seulement de la distance d_{AB} par rapport à m_A :
on dit que la masse m_A crée un champ vectoriel gravitationnel, noté $\vec{\mathcal{G}}$.

➔ On représente le champ gravitationnel en un point de l'espace par le vecteur $\vec{\mathcal{G}}$: *(fig 3 p 249)*

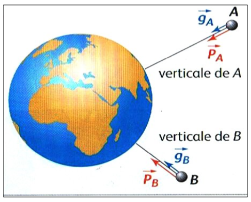
- ✔ origine : c'est le point considéré, où se trouve la masse m_A
- ✔ direction : la même que celle de la force gravitationnelle, c'est-à-dire la droite passant par les masses m_A et m_B
- ✔ sens : même sens que $\vec{F_G}$, on dit que le champ gravitationnel est centripète car toutes les lignes de champ sont orientées vers le centre du corps qui est attractif
- ✔ sa valeur est donnée par la formule : $\mathcal{G} = \dfrac{F_G}{m_B}$, elle est exprimée en $N.kg^{-1}$

2/ Le champ de pesanteur

➔ Au voisinage de la Terre, tout objet massique est soumis à son poids, noté $\vec{P}$ *(fig 4 p 250)*
On peut interpréter ce phénomène par l'existence du champ de pesanteur, noté $\vec{g}$:

- ✔ origine : c'est le point considéré, où se trouve l'objet
- ✔ direction : la verticale, c'est-à-dire la droite reliant le point considéré et le centre de la Terre
- ✔ sens : vers le bas, comme le poids
- ✔ sa valeur est donnée par la formule : $g = \dfrac{P}{m}$, elle est exprimée en $N.kg^{-1}$

exemple : $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$ à Paris



➔ simulateur : **« 1S champ de pesanteur »**

localement, pour des dimensions de l'ordre du kilomètre, on peut considérer que le champ de pesanteur est uniforme

(fig 6 p 250)

3/ La relation entre le champ de gravitation et le champ de pesanteur *(fig 5 p 250)*

➔ La direction verticale est donnée par la direction d'un fil à plomb. En raison de la rotation de la Terre, le fil à plomb n'est pas exactement dirigé vers le centre de la Terre donc on doit préciser que le champ de gravitation et le champ de pesanteur ne sont pas exactement identiques.

➔ Comme la différence entre ces 2 champs est faible, on peut faire l'approximation qu'ils sont identiques : on a donc $P = F_G$

$P = m \times g = G \times m \times M_T / d^2 = G\, m\, M_T / (R_T + h)^2$

donc $g = G \times M_T / (R_T + h)^2$

avec R_T: rayon de la Terre, en m
h: altitude, en m

➔ d'après cette expression :

L'intensité du champ de pesanteur diminue quand l'altitude augmente

➔ au voisinage de la Terre :

l'altitude est nulle donc h = 0 donc $g_0 = G \times M_T / R_T^2 = 6{,}67.10^{-11} \times 5{,}98.10^{24} / (6375.10^3)^2$

donc $g_0 = 9{,}81\ m.s^{-2}$