

CHAPITRE 12 : CHAMPS ET FORCES

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mars 2015

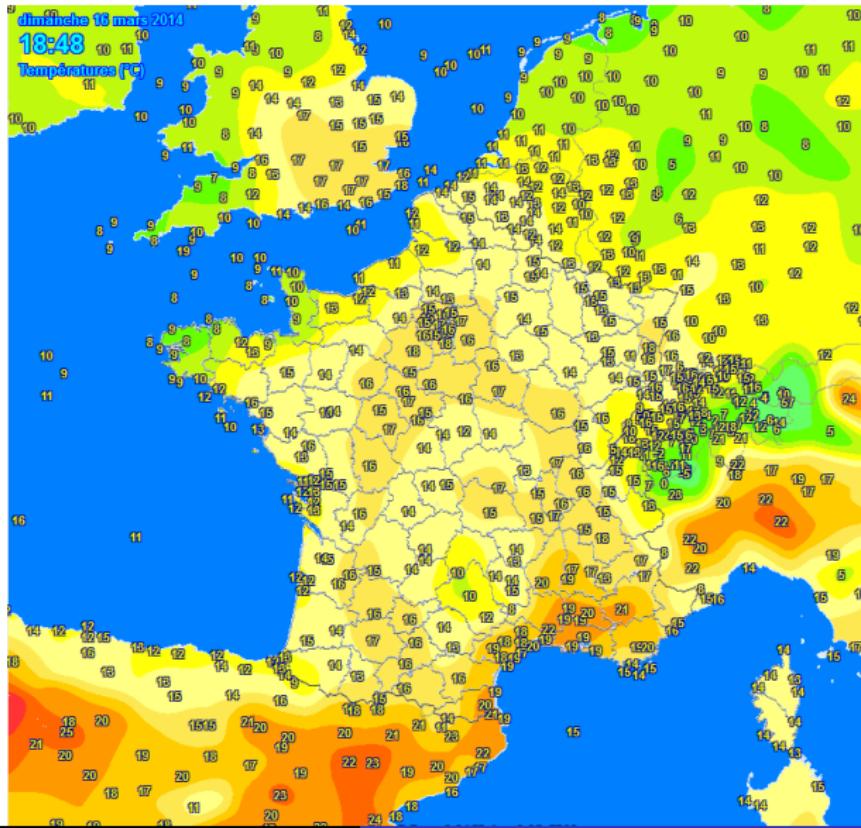
I. Notion de champ

1. Champ scalaire

- **Définition** : un champ scalaire est la représentation des valeurs prises en différents points de l'espace par une grandeur numérique.
- **Exemple** : champ de température, indice de protection U.V., valeur de la pression atmosphérique
- On peut représenter un champ scalaire par sa carte comme le montre les exemples suivants.

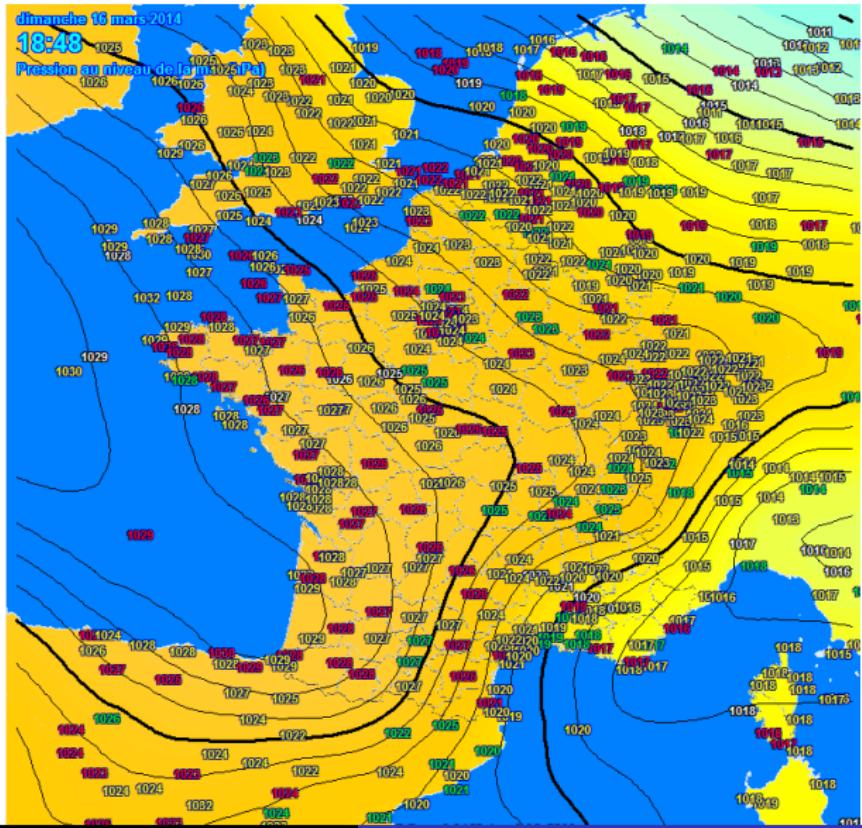
I. Notion de champ

1. Champ scalaire



I. Notion de champ

1. Champ scalaire



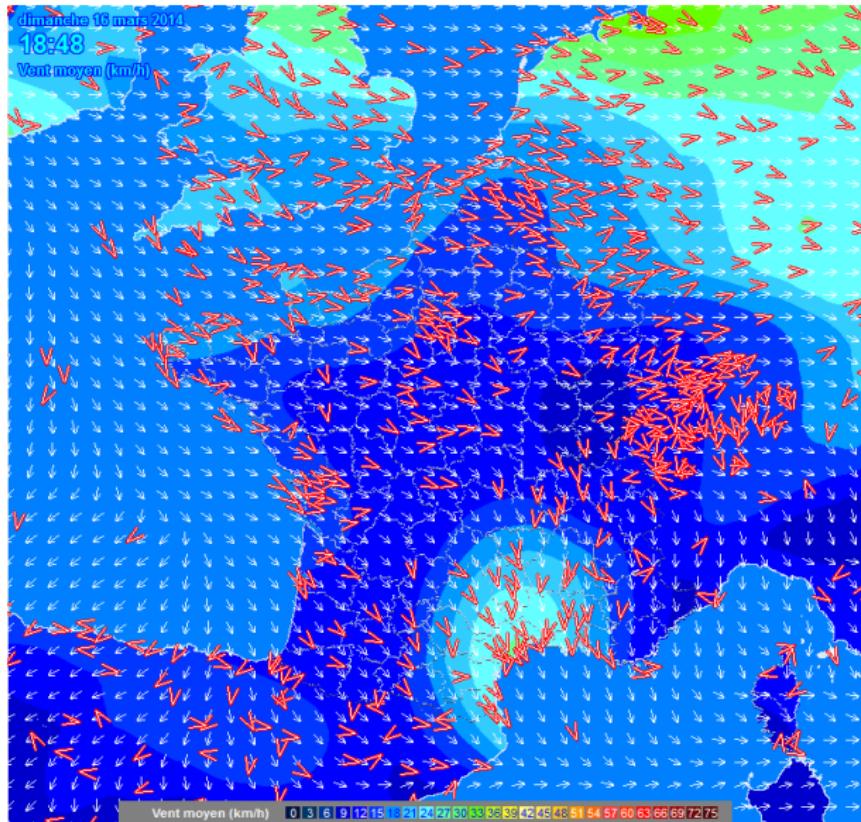
I. Notion de champ

2. Champ vectoriel

- **Définition** : un champ vectoriel est la représentation des différentes caractéristiques (direction, sens, norme) en différents points de l'espace d'une grandeur vectorielle.
- **Exemple** : champ des vents en météorologie, champ magnétique, champ électrique
- **Remarque** : un champ est dit **uniforme** dans un domaine de l'espace si la grandeur physique qu'il représente a les mêmes caractéristiques en tout point de ce domaine.
- On peut également représenter un champ vectoriel par sa carte comme le montre les exemples suivants.

I. Notion de champ

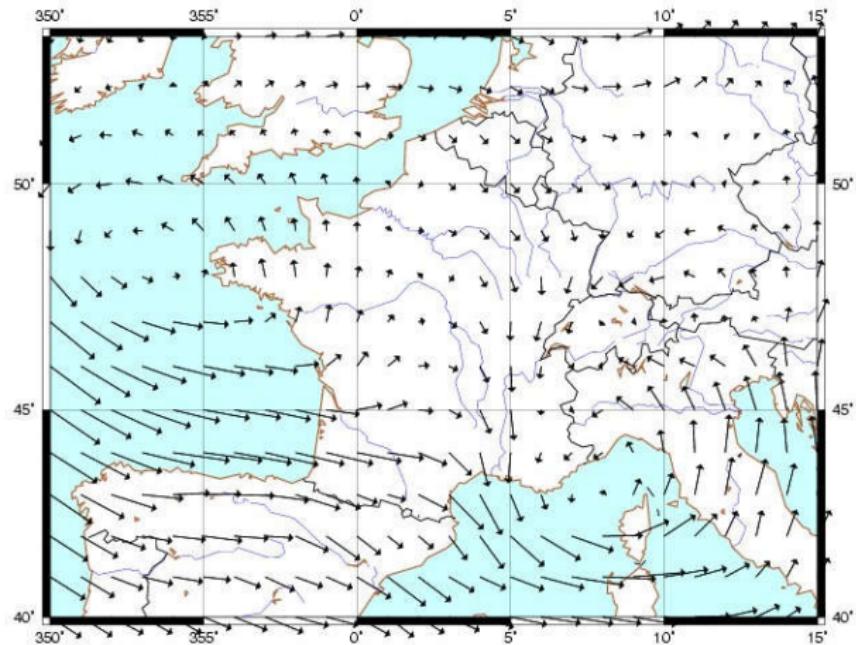
2. Champ vectoriel



I. Notion de champ

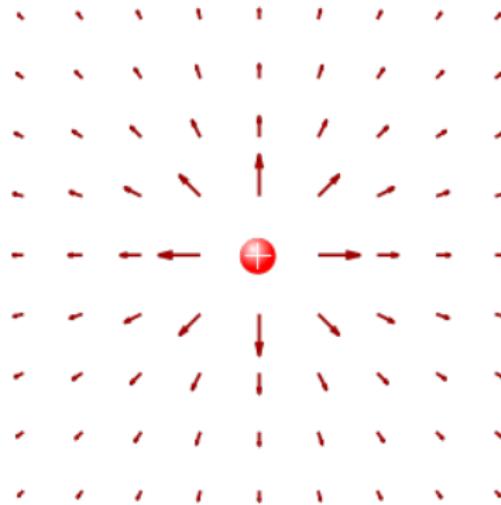
2. Champ vectoriel

Champ de vent 27Mars1999 06h00UTC



I. Notion de champ

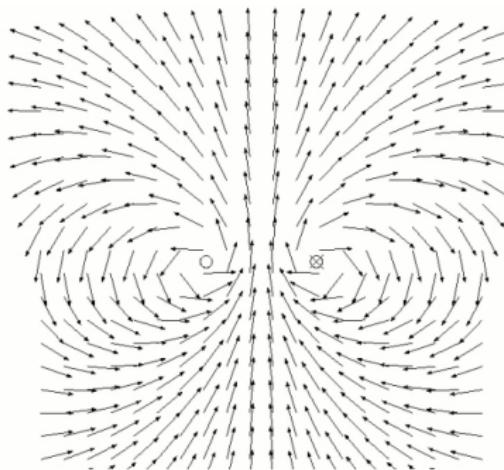
2. Champ vectoriel



Carte du champ électrique produit par une charge électrique ponctuelle positive

I. Notion de champ

2. Champ vectoriel



Carte du champ magnétique produit par une spire de courant

I. Notion de champ

3. Lignes de champ

- **Définition** : une ligne de champ est une courbe qui est en tout point tangente au vecteur champ ; elle est orientée dans le sens du champ.
- **Remarque** : plus les lignes de champ sont serrées, plus l'intensité du champ est importante.

II. Champ magnétique

1. Comment détecter un champ magnétique ?

- La Terre, les aimants, les circuits électriques parcourus par des courants (charges en mouvement) sont des sources de champ magnétique.
- Une aiguille aimantée placée en un point de l'espace indique la direction et le sens du champ magnétique \vec{B} en ce point.
- Les pôles de même nom de l'aiguille et de la source se repoussent, les pôles de nom différent s'attirent.
- Le champ magnétique \vec{B} est un champ vectoriel.

II. Champ magnétique

2. Vecteur champ magnétique

- L'aiguille aimantée prend une direction tangente au vecteur champ magnétique et s'oriente du pôle Nord au pôle Sud de l'aimant.
- L'aiguille est attirée avec une intensité différente selon sa position et la nature de l'aimant.
- Définition : le champ magnétique en un point M de l'espace est représenté par un vecteur \vec{B} tel que :
 - ➡ origine : M
 - ➡ direction : celle d'une aiguille aimantée placée au point M
 - ➡ sens : du Sud vers le Nord de l'aiguille aimantée
 - ➡ intensité (ou norme) : B exprimée en teslas de symbole T et mesurée à l'aide d'un teslamètre placé au point M

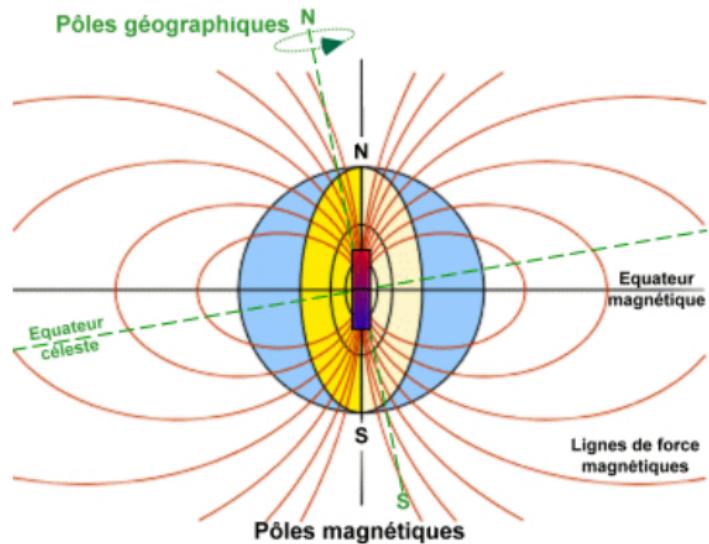
II. Champ magnétique

3. Champ magnétique terrestre

- Le champ magnétique terrestre ressemble à celui d'un aimant droit placé au centre de la Terre.
- Ce champ magnétique est déformé par le vent solaire dont il nous protège.
- Caractéristiques : le champ magnétique terrestre est tel que :
 - ➡ direction : inclinée vers le sol
 - ➡ sens : pointe vers le sol (on parle d'inclinaison magnétique)
 - ➡ intensité (ou norme) : entre 20 et 70 μT

II. Champ magnétique

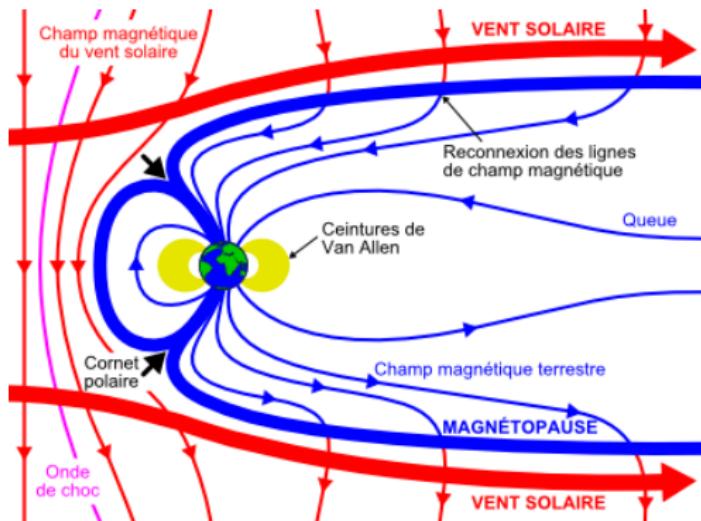
3. Champ magnétique terrestre



Carte du champ magnétique terrestre

II. Champ magnétique

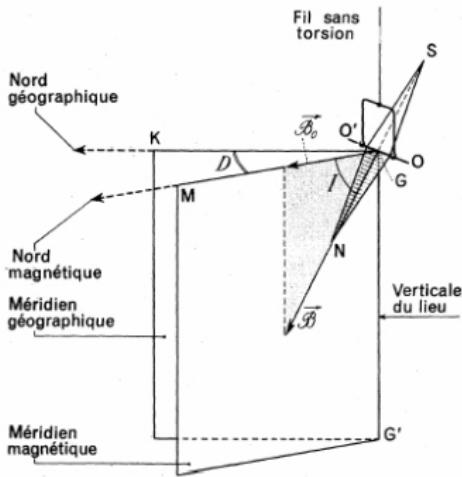
3. Champ magnétique terrestre



Carte du champ magnétique terrestre déformé par le vent solaire

II. Champ magnétique

3. Champ magnétique terrestre



Aiguille aimanté dans le champ magnétique terrestre local

III. Champ électrique

1. Définition

- Soit $\overrightarrow{F_{A/B}}$ la force électrique ressentie par une charge q_B placée dans le voisinage d'une charge q_A .
- Définition : on appelle champ électrique créé par la charge q_A le vecteur défini par

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\overrightarrow{F_{A/B}}}{q_B}}$$

- Caractéristiques : le champ électrique en un point M est tel que :
 - ⇒ origine : le point M
 - ⇒ direction : celle de la force $\overrightarrow{F_{A/B}}$
 - ⇒ sens : vers la charge q_A si $q_A < 0$, fuyant la charge q_A si $q_A > 0$
 - ⇒ intensité (ou norme) : $E = \frac{F_{A/B}}{q_B} = k \cdot \frac{|q_A|}{d^2}$ exprimée en $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

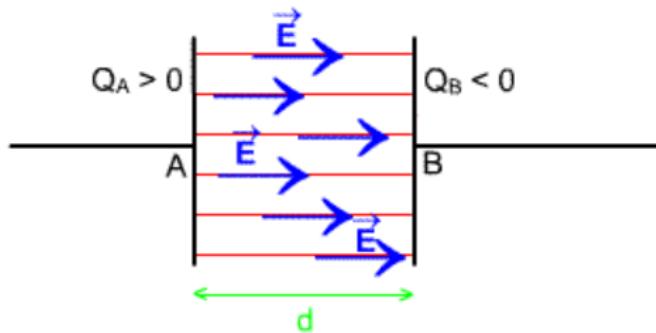
III. Champ électrique

2. Cas du condensateur plan

- **Définition** : un condensateur plan est constitué de deux armatures métalliques planes, parallèles, séparées d'une distance d et chargées par des charges électriques opposées grâce à une tension électrique U
- Le champ électrique à l'intérieur d'un condensateur plan est uniforme (les lignes de champ sont équidistantes et parallèles).
- **Caractéristiques** : le champ électrique en un point M à l'intérieur d'un condensateur plan est tel que :
 - ➡ origine : le point M
 - ➡ direction : perpendiculaire aux plaques (ou armatures)
 - ➡ sens : de l'armature chargée \oplus vers l'armature chargée \ominus
 - ➡ intensité (ou norme) : $E = \frac{U}{d}$ où U est la tension électrique

III. Champ électrique

2. Cas du condensateur plan



Champ électrique dans un condensateur plan

IV. Champs de gravitation et de pesanteur

1. Champ de gravitation \vec{g}

- Soit $\overrightarrow{F_{A/B}}$ la force gravitationnelle ressentie par un corps de masse m placée dans le voisinage d'un corps de masse M .
- Définition : on appelle champ de gravitation créé par la masse M le vecteur défini par
$$\vec{g} = \frac{\overrightarrow{F_{A/B}}}{m}$$
- Caractéristiques : le champ de gravitation en un point M est tel que :
 - ⇒ origine : le point M
 - ⇒ direction : celle de la force $\overrightarrow{F_{A/B}}$
 - ⇒ sens : celui de $\overrightarrow{F_{A/B}}$
 - ⇒ intensité (ou norme) : $\mathcal{G} = \frac{F_{A/B}}{m} = G \cdot \frac{M}{d^2}$ exprimée en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$

IV. Champs de gravitation et de pesanteur

2. Champ de pesanteur \vec{g}

- Tout objet de masse m placé au voisinage de la Terre subit, de la part de la Terre, une force \vec{P} appelé poids de l'objet.
- Définition : on appelle champ de pesanteur créé par la Terre le vecteur défini par
$$\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$$
- Caractéristiques : le champ de pesanteur en un point M est tel que :
 - ➡ origine : le point M
 - ➡ direction : verticale
 - ➡ sens : vers le bas
 - ➡ intensité (ou norme) : $g = \frac{P}{m}$ exprimée en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$

IV. Champs de gravitation et de pesanteur

3. Remarques

- Le champ de pesanteur est uniforme pour une région de petite dimension par rapport au diamètre de la Terre.
- Les lignes de champ correspondantes sont donc quasiment verticales et équidistantes, orientée vers le bas.
- En première approximation, on a $\vec{g} \simeq \vec{g}$ si l'on néglige l'effet de la rotation de la Terre sur elle-même ainsi que les effets gravitationnels de la Lune et du Soleil.
- **Principe de superposition** : le champ total résultant de la présence de plusieurs sources de champ est égal à la somme des champs de chaque source prise séparément.
- Ainsi, par exemple, le champ magnétique produit par deux aimants est la somme des champs magnétiques produits par chaque aimant.

EXERCICES

P229 n°15, 17, 18 et 19

P231 n°26, 27, 29

P232 n°34 et 35