

# CHAPITRE 12 : CHAMPS ET FORCES

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mars 2014

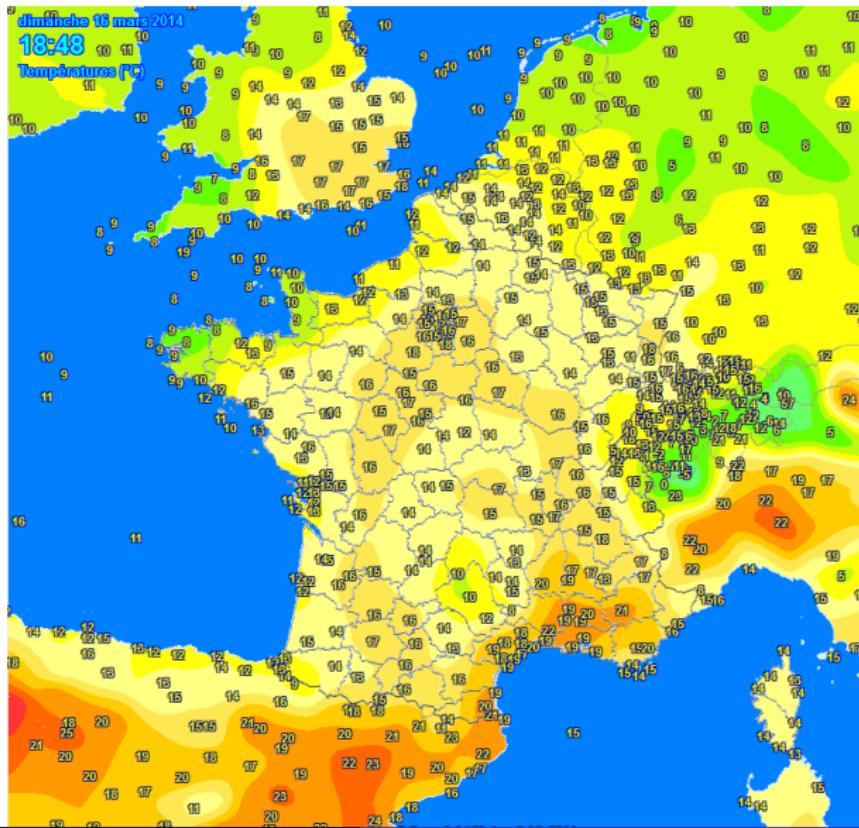
## I. Notion de champ

### 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.

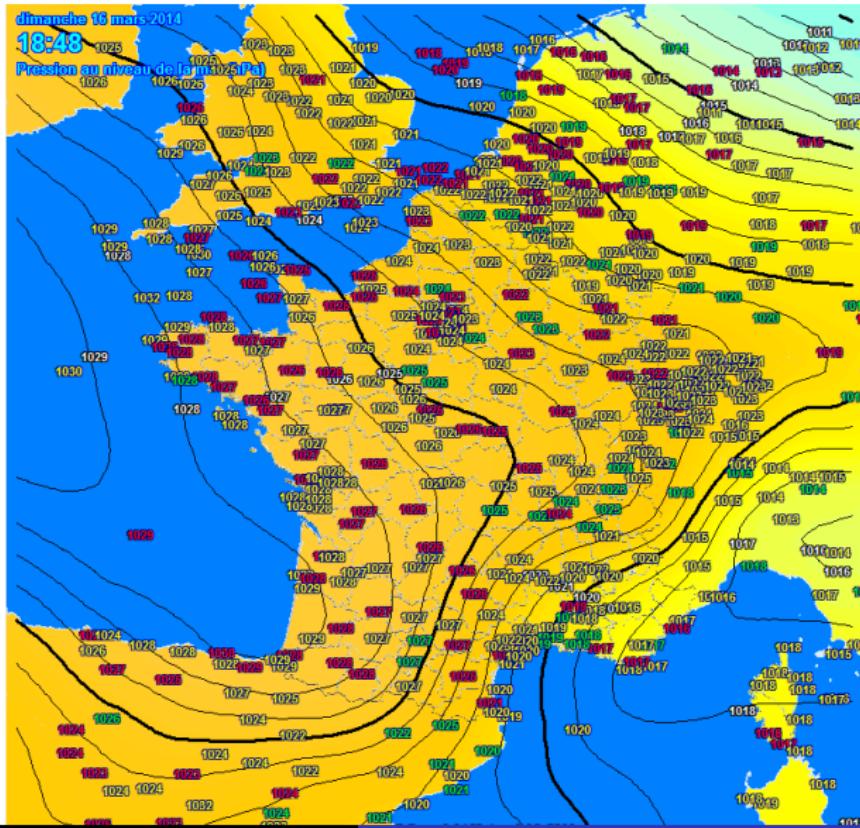
# I. Notion de champ

## 1. Champ scalaire



## I. Notion de champ

## 1. Champ scalaire



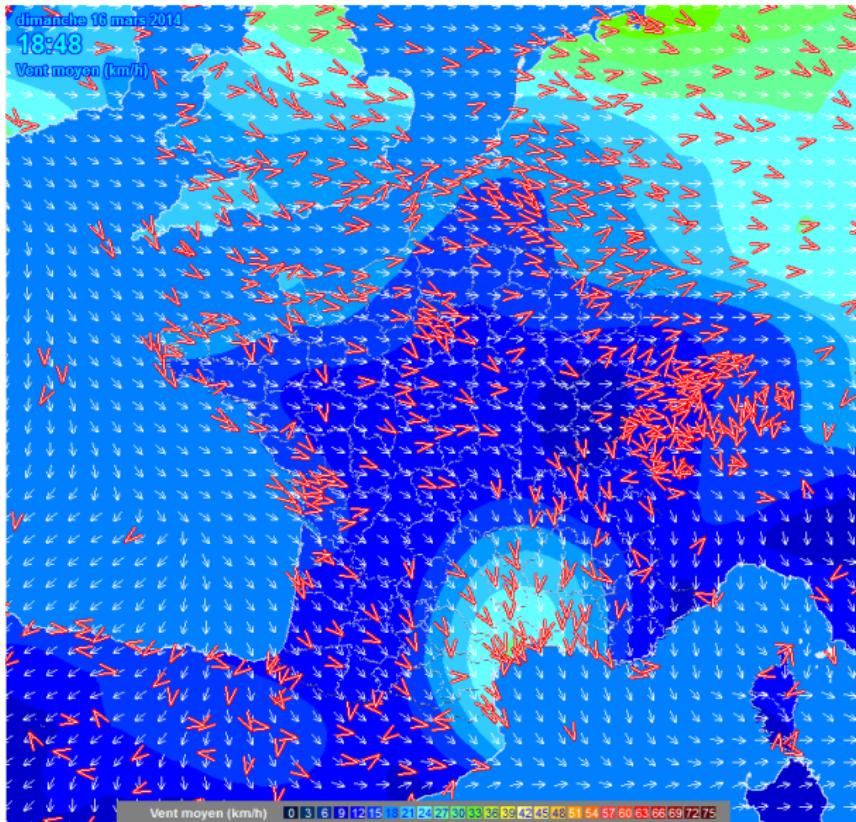
## I. Notion de champ

### 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

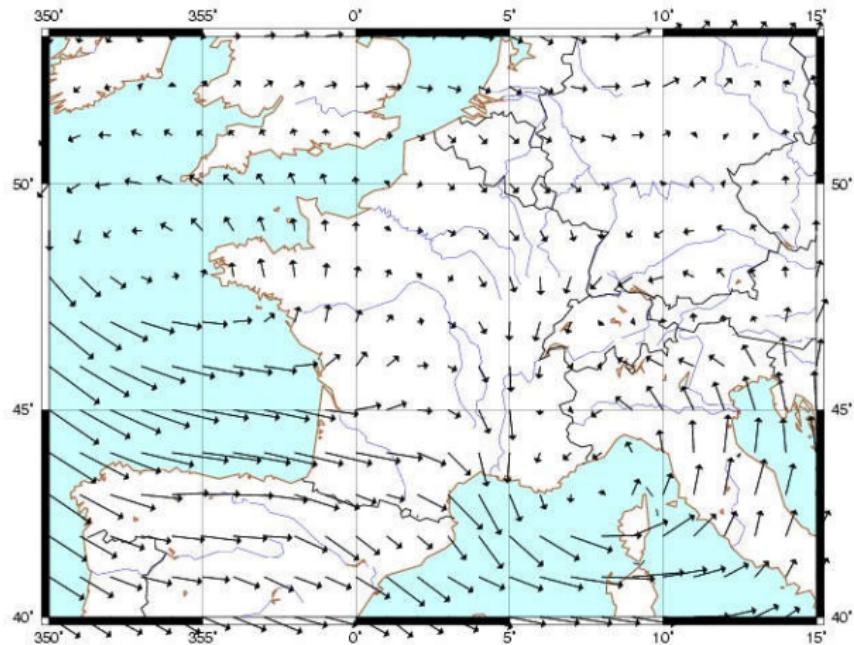
### 2. Champ vectoriel



## I. Notion de champ

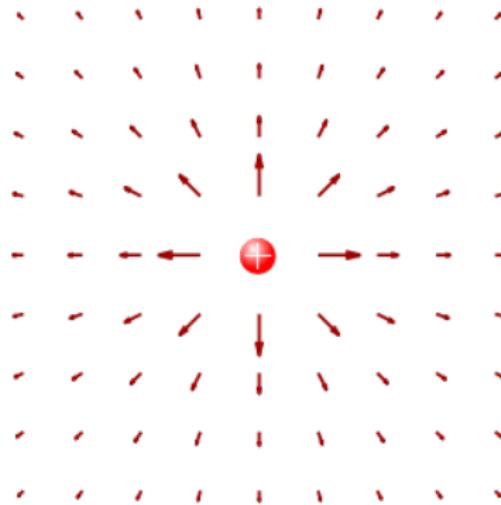
### 2. Champ vectoriel

**Champ de vent 27Mars1999 06h00UTC**



## I. Notion de champ

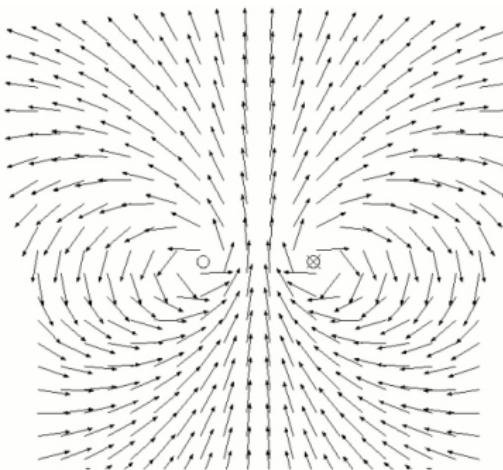
### 2. Champ vectoriel



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

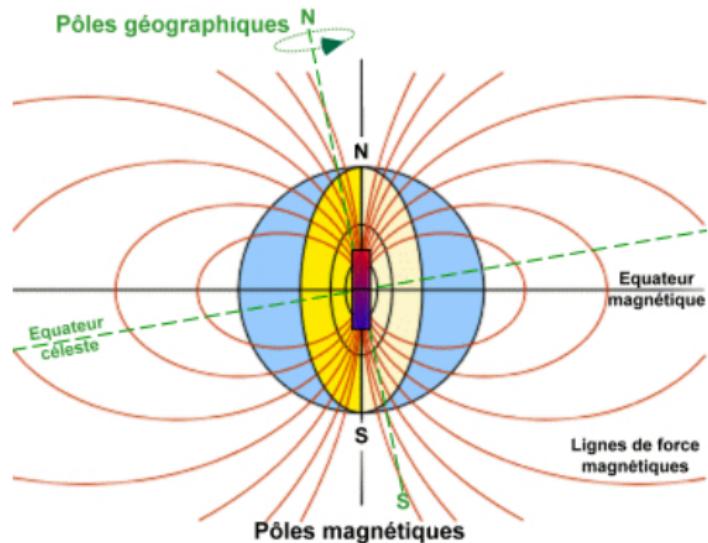
## II. Champ magnétique

### 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  $\mu\text{T}$

## II. Champ magnétique

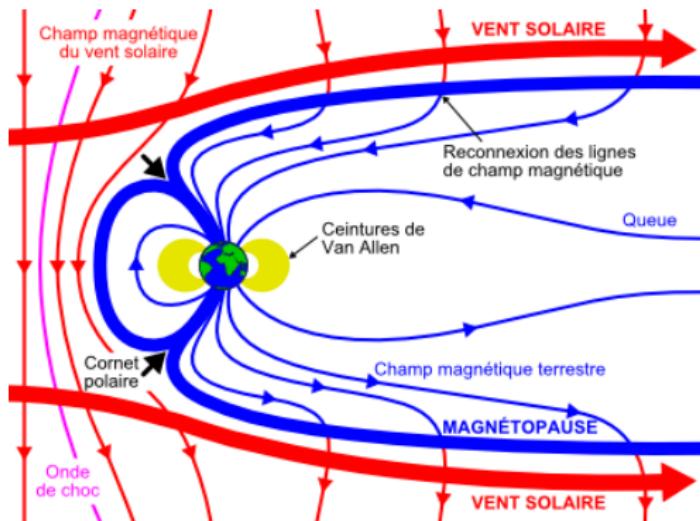
### 3. Champ magnétique terrestre



Carte du champ magnétique terrestre

## II. Champ magnétique

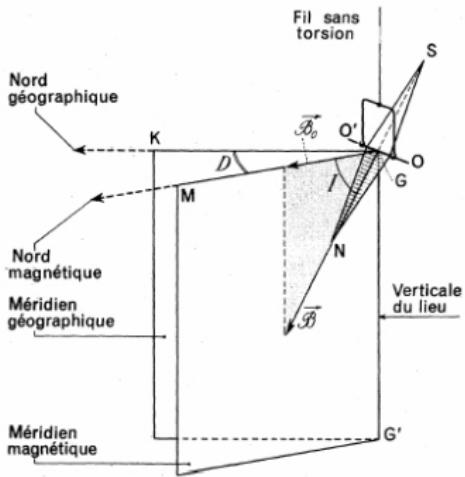
### 3. Champ magnétique terrestre



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  $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

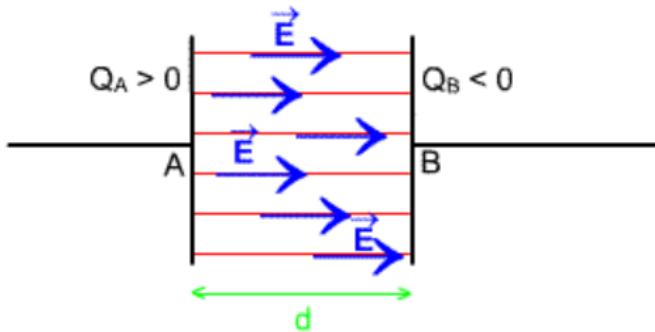
### III. Champ électrique

#### 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  $N \cdot kg^{-1}$

## 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