# INTERACTIONS ET CHAMPS

— PREMIÈRE – PHYSIQUE-CHIMIE —

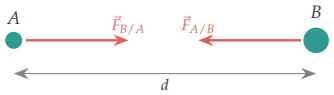
## 1. INTERACTION GRAVITATIONNELLE

### Loi de la gravitation universelle

Deux corps de masses $m_A$ et $m_B$, séparés d'une distance $d$, s'attirent avec des forces opposées de même valeur :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} \qquad F = G\,\frac{m_A\,m_B}{d^2}$$

$G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ : constante universelle de gravitation.




*Forces portées par la droite $(AB)$, toujours **attractives**.*

**Exemple**

Force exercée par la Terre sur une personne de 70 kg à sa surface :

$$F = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24} \times 70}{(6{,}37 \times 10^{6})^2} \approx 687\ \text{N}$$

## 2. INTERACTION ÉLECTROSTATIQUE

### Loi de Coulomb

Deux charges $q_A$ et $q_B$ (en C), séparées d'une distance $d$, exercent l'une sur l'autre des forces opposées de valeur :

$$F = k\,\frac{|q_A| \times |q_B|}{d^2}$$

$k = 8{,}99 \times 10^{9}\ \text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ ; charge élémentaire $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.




À l'échelle atomique, la gravitation est **négligeable** devant l'interaction électrostatique (rapport $\approx 10^{36}$ pour deux protons).

**Exemple**

Atome d'hydrogène, électron à $d = 53$ pm du proton :

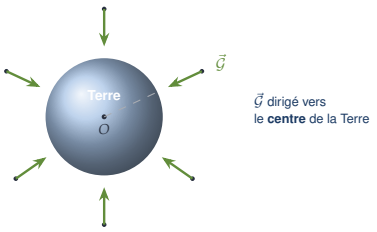
$$F = \frac{8{,}99 \times 10^{9} \times (1{,}60 \times 10^{-19})^2}{(53 \times 10^{-12})^2} \approx 8{,}2 \times 10^{-8}\ \text{N (attractive)}$$

## 3. CHAMP DE GRAVITATION

Un corps de masse $M$ crée en tout point de l'espace un **champ de gravitation** $\vec{\mathcal{G}}$, dirigé **vers** ce corps :

$$\mathcal{G} = G\,\frac{M}{d^2} \qquad \vec{F} = m\,\vec{\mathcal{G}}$$

$\mathcal{G}$ en N·kg$^{-1}$. Près de la Terre : $\vec{\mathcal{G}} = \vec{g}$ (champ de pesanteur) et $\vec{P} = m\,\vec{g}$.




**Exemple**

Surface de la Terre ($M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg, $R_T = 6{,}37 \times 10^{6}$ m) :

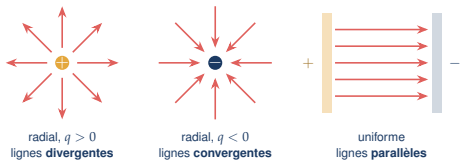
$$\mathcal{G} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24}}{(6{,}37 \times 10^{6})^2} \approx 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$$

## 4. CHAMP ÉLECTROSTATIQUE

Une charge $Q$ crée autour d'elle un **champ électrostatique** $\vec{E}$. Une charge $q$ placée dans ce champ subit :

$$\vec{F} = q\,\vec{E}$$

$E$ en V·m$^{-1}$ (ou N·C$^{-1}$). Si $q > 0$ : $\vec{F}$ de **même sens** que $\vec{E}$ ; si $q < 0$ : **sens opposé**.




$\vec{E}$ est **tangent** aux lignes de champ, qui partent des charges $+$ et arrivent sur les charges $-$. Lignes resserrées : champ plus **intense**.

## 5. ANALOGIES ET DIFFÉRENCES

| | Gravitation | Électrostatique |
|---|---|---|
| Source | masse $m > 0$ | charge $q$ ($+$ ou $-$) |
| Loi | $F = G\,\frac{m_A m_B}{d^2}$ | $F = k\,\frac{\lvert q_A\rvert\lvert q_B\rvert}{d^2}$ |
| Champ | $\vec{F} = m\,\vec{\mathcal{G}}$ | $\vec{F} = q\,\vec{E}$ |
| Sens | toujours attractive | attractive ou répulsive |

### Analogie

Les deux lois ont la même structure en $1/d^2$, et le champ décrit l'espace indépendamment de ce qu'on y place.

**Méthode**

1. Identifier la grandeur source (masse ou charge).
2. Convertir en unités SI (kg, C, m).
3. Calculer la valeur avec la loi en $1/d^2$.
4. Préciser direction et sens (attraction/répulsion, signe de $q$).

## À RETENIR

- Calculer $F = G\,m_A m_B/d^2$ entre deux corps massifs.
- Calculer $F = k\,|q_A||q_B|/d^2$ et en déduire attraction ou répulsion.
- Utiliser $\vec{F} = m\,\vec{\mathcal{G}}$ et $\vec{F} = q\,\vec{E}$ ; sens selon le signe de $q$.
- Lire une carte de champ : champ radial ($q > 0$, $q < 0$), champ uniforme.
- Comparer gravitation et électrostatique (analogies, différences).

pierre-carree.fr