

Champ de pesanteur et champ de gravitation

Poids d'un corps et champ de pesanteur

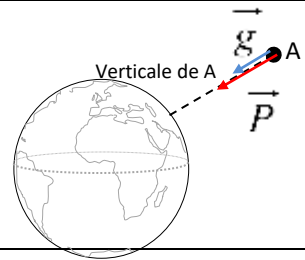
Le poids d'un corps A de masse m traduit la force avec laquelle les corps situés dans le voisinage de la Terre sont attirés vers la Terre.

La Terre **modifie les propriétés de l'espace** dans son voisinage : elle crée un **champ vectoriel** appelé **champ de pesanteur** qu'on note \vec{g} .

Relation entre le poids et le champ de pesanteur : $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$

Caractéristiques de \vec{g} :

- Origine : centre de gravité du corps (identique à \vec{P})
 - Direction : verticale du lieu (identique à \vec{P})
 - Sens : vers le bas (identique à \vec{P})
 - Intensité : $g = \frac{P}{m}$
- Unités : g en $N \cdot kg^{-1}$, P en Newton (N) et m en kilogramme (kg)



Rappel :

La masse d'un objet représente sa quantité de matière ; elle a toujours la même valeur quelque soit le lieu où on la mesure.

Le poids d'un objet est une force qui caractérise la « lourdeur » du corps ; il dépend de la pesanteur du lieu où se trouve l'objet.

Force gravitationnelle

L'interaction gravitationnelle entre deux corps est due aux masses des deux corps.

C'est Isaac Newton (1643-1727) qui propose une modélisation de l'interaction gravitationnelle : deux corps A et B, séparés par une distance $d = AB$ et de masses respectives m_A et m_B , sont soumis à deux forces directement opposées, dont l'intensité est proportionnelle au produit des masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare ces masses :

$$F_{A \rightarrow B} = F_{B \rightarrow A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

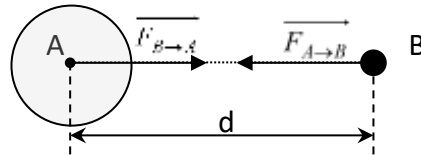
Unités :

$F_{A \rightarrow B}$ et $F_{B \rightarrow A}$ en Newton (N)

m_A et m_B en kilogramme (kg)

d est en mètre (m)

et $G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$ G est appelée constante gravitationnelle



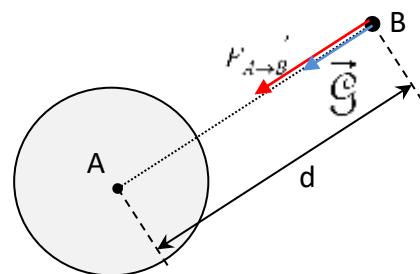
Champ gravitationnel autour d'un corps céleste

Un corps céleste A **modifie les propriétés de l'espace dans son voisinage** (par exemple là où est placé le corps B) : il crée un **champ vectoriel** appelé **champ gravitationnel** noté \vec{G}

Expression de : $\vec{G} = \frac{F_{A \rightarrow B}}{m_B}$

Caractéristiques de \vec{G} :

- Origine : centre de gravité du corps B
 - Direction : celle de la droite AB
 - Sens : vers le centre de A
 - Intensité : $\mathcal{G} = G \cdot \frac{m_A}{d^2}$
- \mathcal{G} Ne dépend que de la masse du corps céleste attracteur de la distance à cet astre.

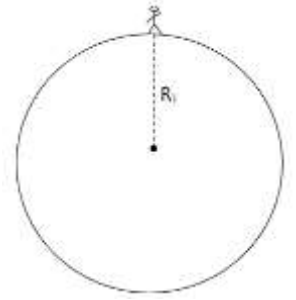


et

Champ de pesanteur et champ gravitationnel

Au voisinage de la Terre, on peut considérer que la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un corps est pratiquement égale au poids de ce corps : $\vec{F}_{T \rightarrow B} \approx \vec{P}$. En conséquence, le champ de pesanteur et le champ de gravitation créé par la Terre sont à peu près égaux : $\vec{g} \approx \vec{G}$

1. Compléter le schéma qui traduit l'interaction gravitationnelle existant entre la Terre et un objet (bonhomme) à la surface de la Terre.

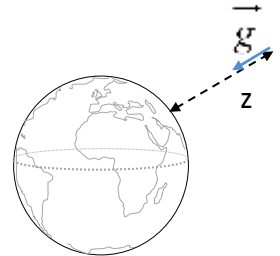


2. Exprimer l'intensité de la force $\vec{F}_{T \rightarrow B}$ exercée par la Terre sur le bonhomme en utilisant m (masse du bonhomme), M_T (masse de la Terre), G et R_T .

3. Dédire de l'expression précédente l'expression de l'intensité du champ gravitationnel $\mathcal{G}(0)$ créé par la Terre à sa surface (altitude $z=0$).

4. En déduire une expression approchée de l'intensité $g(0)$ du champ de pesanteur. Calculer sa valeur sachant que $M_T=5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ et $R_T=6,38 \times 10^6 \text{ m}$.

5. Par analogie à l'expression du champ de pesanteur établie précédemment, donner l'expression de l'intensité du champ de pesanteur $g(z)$ à l'altitude z au-dessus de la surface de la Terre



6. Exprimer l'intensité de la pesanteur g_L créée par la Lune à sa surface en fonction de G , M_L et R_L (masses et rayons de la Lune).

Calculer g_L sachant que la masse de la Lune ($M_L = 7,5 \times 10^{22} \text{ kg}$; $R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$). La comparer à l'intensité de la pesanteur à la surface de la terre.

Différence entre poids et force gravitationnelle au voisinage de la Terre :

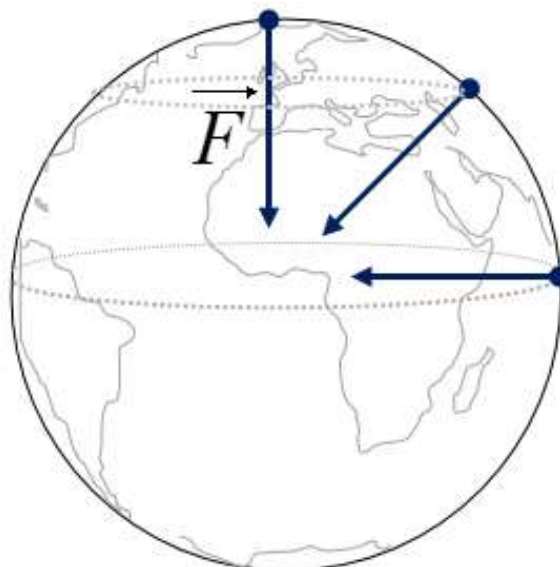
En raison de la rotation de la Terre autour de son axe, l'égalité entre force de gravitation et poids n'est pas rigoureusement exacte. Comme sur un manège, les objets à la surface de la Terre subissent, en plus de l'attraction gravitationnelle, une force centrifuge qui a tendance à les éloigner du centre de leur trajectoire circulaire. L'intensité de cette force est proportionnelle au carré de leur vitesse de rotation. Le poids correspond à la somme vectorielle de la force gravitationnelle \vec{F} et de la force centrifuge \vec{f} :

$$\vec{P} = \vec{F} + \vec{f}$$

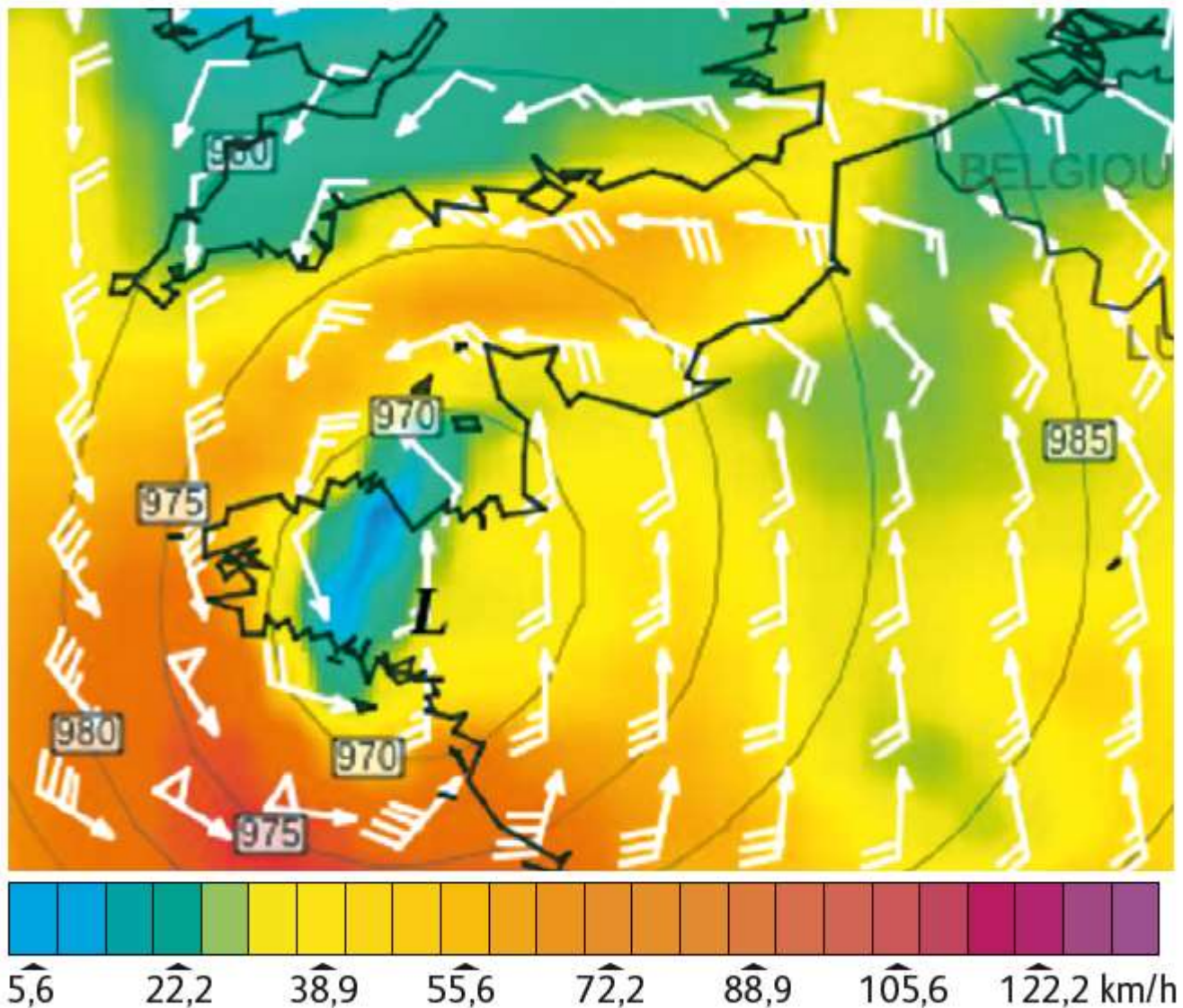
7. On a représenté sur le schéma ci-contre la force gravitationnelle pour 3 latitudes différentes, pour 3 objets situés à la surface de la terre supposés à la même distance du centre de la Terre ; les forces gravitationnelles qu'ils subissent sont donc identiques.

Représenter la force centrifuge \vec{f} qui s'exerce sur chacun des objets (faire apparaître sur le schéma les intensités relatives en modifiant la longueur de chaque vecteur).

A partir de cette représentation, définir comment varie le champ de pesanteur lorsque la latitude augmente ?



Un champ est associé à une **propriété physique** qui se manifeste en tout point d'un espace. Cette propriété est définie par une **grandeur mesurable** qui dépend de la position du point.



Carte des pressions, représentées par des lignes isovaleurs, et des vents, représentés par des vecteurs et des couleurs, en France, le 28 février 2010 à 1 h.

_ Un champ est appelé **champ scalaire** lorsque la grandeur physique mesurable est caractérisée par une valeur numérique. Il peut être caractérisé par des lignes isovaleurs. Une ligne isovaleur réunit les points sur la carte où la valeur du champ est constante.

_ Un champ est appelé **champ vectoriel** lorsque la grandeur physique mesurable le caractérisant a les propriétés d'un **vecteur**. Le vecteur représentant le champ vectoriel en un point A est tangent en A à une courbe appelée **ligne de champ**, ligne orientée dans le même sens que le vecteur champ