AD02 : Notions de champs

Matériel paillasse prof pour la partie 2

- Machine de Wimshurst connectée avec 2 fils (via des pinces crocodiles) à 2 tiges métalliques parallèles baignant dans une coupelle avec de l'huile et des graines.

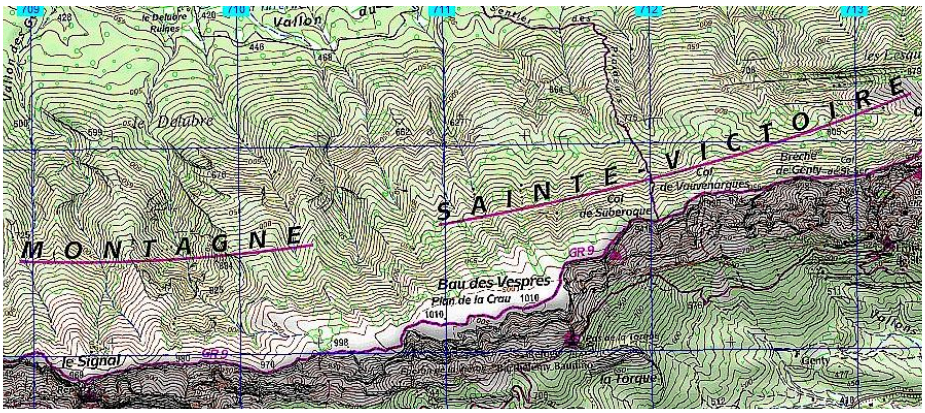
- Le tout sur le rétroprojecteur

Pour illustrer les éclairs : https://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/lightning/index.html

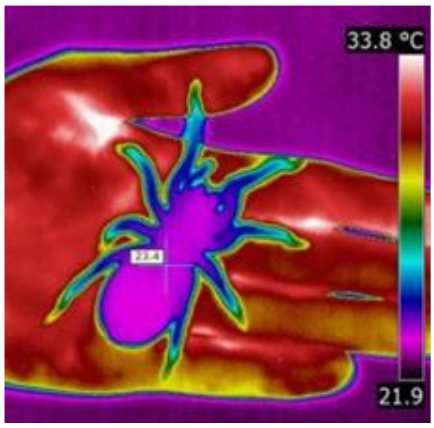
AD 05 : Notions de champ

PARTIE 1 : Qu'est-ce qu'un champ ?

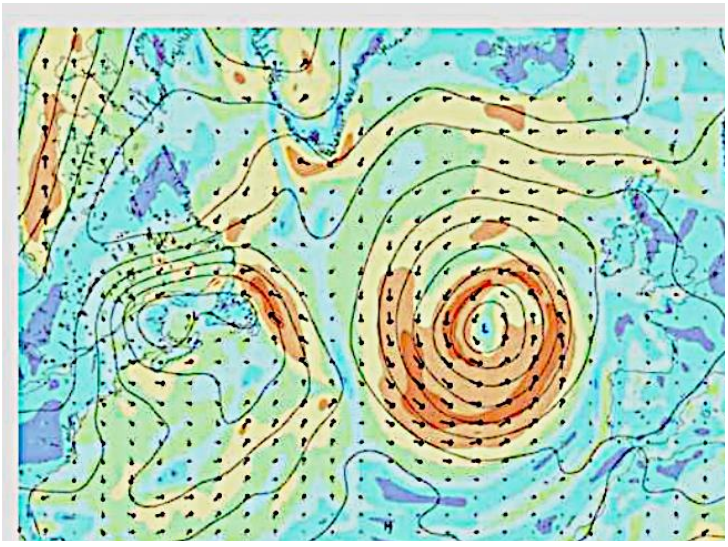
Doc 1 :



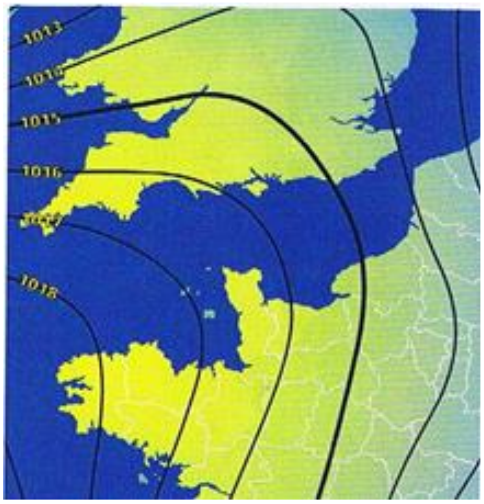
Doc 2 :



Doc 3 :



Doc 4 :



1. Quelle est la grandeur physique mesurable sur chacun des documents fournis ci-dessus ?

……
……

2. Les documents 1 à 5 sont des exemples de champs, proposer une définition pour le terme « champ » en physique

……
……
……

3. La valeur d'une grandeur comme la vitesse du vent suffit-elle à déterminer un champ de vitesse du vent ?

……
……

4. Même question pour la température et la pression.

……

Un champ est dit …… quand la grandeur mesurée est caractérisée par une valeur.
Un champ est dit …… quand la grandeur mesurée est caractérisée par une direction, un sens et une valeur.

Lignes de champ pour un champ …… : ……
……

PARTIE 2 : Le champ gravitationnel et le champ électrostatique

Doc 1 : Aspect historique

Jusque dans la première moitié du XIX^{ème} siècle, les phénomènes physiques ont toujours été analysés d'un point de vue mécanique, c'est à dire en termes de **forces**. Ainsi, la force gravitationnelle, décrite par Newton, exercée par un objet de masse M, séparé par une distance d d'un objet de masse m a pour expression : F = G.**Error!**
Cependant, comment l'objet de masse m sait-il qu'il existe un objet de masse M à une distance d de lui ? Autrement dit comment une force peut-elle agir instantanément à distance ?
A cette question les scientifiques de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle répondent par l'introduction d'un concept nouveau, **le champ**, qui forme une nouvelle image de la réalité.

La particule massique B provoque par sa présence dans l'espace une modification locale des propriétés de celui-ci. Cette modification de l'espace se traduit mathématiquement par la présence d'un champ vectoriel de gravitation. La particule A se trouve alors baignée dans le champ de gravitation crée par B et y réagit proportionnellement à sa masse.

Doc 2 : Champs électrostatiques et gravitationnels

Il existe des forces qui découlent de l'existence 'un champ dans un espace donné. Un objet de masse m et de charge q est placé dans un champ gravitationnel $\vec{\mathcal{G}}$ et un champ électrostatique $\vec{E}$. Les forces qui découlent de ces champs sont données par :

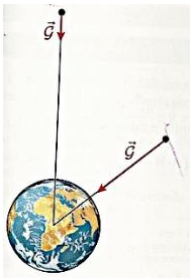
$\vec{F}_e = q \times \vec{E}$ et $\vec{F}_g = m \times \vec{\mathcal{G}}$

$\vec{F}_e$ et $\vec{F}_g$: respectivement les forces d'interaction gravitationnelle et électrostatique, subies par l'objet, en newtons (N)
q : charge en coulombs (C)
m : masse en kilogrammes (kg)

Doc 3 : Champ gravitationnel terrestre

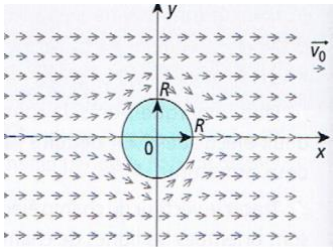
A cause de sa masse, la Terre est à l'origine d'un champ autour d'elle : le champ de gravitation . $\vec{\mathcal{G}}$

Au niveau du sol, le champ de gravitation terrestre est assimilé au champ de pesanteur terrestre $\vec{g}$

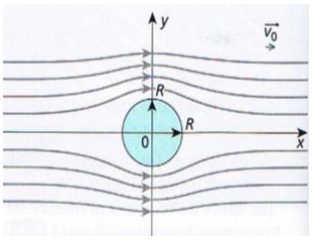


Doc 4 : Les lignes de champs

Les lignes des champs sont des courbes permettant de représenter les champs vectoriels.
Elles sont en tout point tangentes au vecteur du champ et orientés dans le même sens que celui-ci.
Plus le champ est intense, plus les lignes de seront proches les unes des autres.
Si le champ est identique en tout point d'une région de l'espace (mêmes valeurs, directions et sens) les lignes de champs sont alors parallèles entre elles.



Champ vectoriel des vitesses dans un écoulement fluide



Lignes de champ des vitesses dans un écoulement fluide

1. Le champ électrique et le champ gravitationnel sont-ils des champs scalaires ou des champs vectoriels ?

……

……

2 . LE CHAMP DE GRAVITATION TERRESTRE

2.1 Quelle est la direction du vecteur champ de gravitation terrestre ?

……

2.2 Quel est son sens ? ……

2.3 Utiliser les documents 1 et 2 pour donner l'expression de la norme du champ de gravitation terrestre.
On notera M_T la masse de la Terre, R_T son rayon et z l'altitude d'un corps par rapport à la surface de la terre

……

……

……

……

2.4 Comment évolue la valeur du champ de gravitation terrestre lorsqu'on s'éloigne de la Terre ?

……

……

2.5 Si deux objets sont situés à la même distance de la Terre, subissent-ils une valeur de champ de gravitation plus grande, plus petite ou identique ?

……

2.6 Déterminer la valeur du champ de pesanteur terrestre à la surface de la terre.

……

……

……

……

Visualiser l'animation « champ de pesanteur » pour vérifier vos réponses

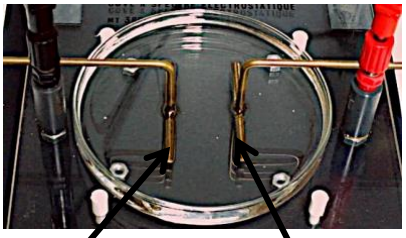
2.7 Que peut-on dire du champ de pesanteur si on se limite la région du globe terrestre ?

……

……

3. UN CHAMP ELECTROSTATIQUE

Dans une cuve, entre deux plaques de cuivre parallèles (aussi appelé condensateur plan), on verse de l'huile et on dispose des graines de semoule à la surface.



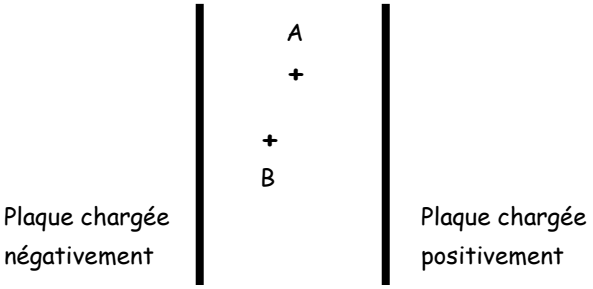
Plaque chargée négativement

Plaque chargée positivement

A l'aide de la machine de Wimshurst on charge les deux plaques métalliques : l'une positivement et l'autre négativement.

La valeur du champ électrique reste constante entre les 2 plaques (s'il est mesuré loin des bords)

3.1 Schématiser les observations et indiquer en vert quelques lignes de champ matérialisées pas les graines de semoule.

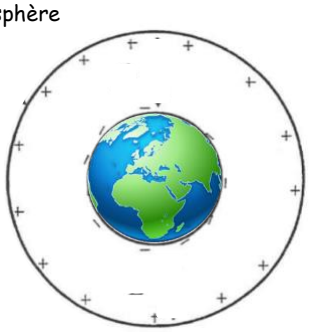


3.2 **Le vecteur champ électrostatique est toujours orienté du pole positif vers le pole négatif.** Représenter ce champ aux points A et B et orienter les lignes de champ représentées à la question précédente.

3.3 Application : comprendre la foudre :

Doc 1 : Champ électrostatique atmosphérique

Electrosphère

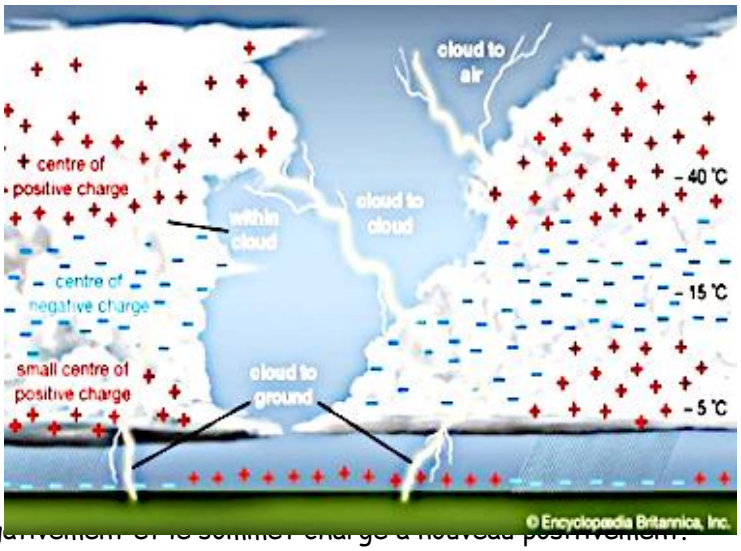


Entre sol et ionosphère considérés comme des armatures,
l'atmosphère terrestre est assimilable à un immense condensateur chargé !
Il règne donc en permanence un champ électrique qui n'est pas uniforme
mais dont la valeur moyenne varie autour de 120 $V \cdot m^{-1}$ près de la surface terrestre.
L'armature supérieure, qui est la couche de l'ionosphère (ou électrosphère),
est portée au potentiel le plus élevé (chargée positivement) et l'armature inférieure
(le sol) est au potentiel le plus bas (chargé négativement).

Doc 2 : Champ électrostatique disruptif :

La valeur maximale du champ électrostatique au-delà de laquelle l'air devient conducteur et laisse passer les charges électriques sous forme d'arc électrique est de 3,6 $MV.m^{-1}$

Doc 3 : la foudre et les orages



Par temps orageux, le champ électrostatique de l'atmosphère est fortement perturbé par la présencede nuages au sein desquels les charges électriques portées par des gouttelettes d'eau, des cristaux de glace se séparent.

Globalement, le sommet du nuage est chargé positivement et sa base est négative mais cette stratification peut être plus surprenante, avec par exemple une partie de la base du nuage chargée positivement par influence avec le sol terrestre, une partie centrale resserrée chargée négativement et le sommet chargé à nouveau positivement.
Entre le nuage et le sol s'installe un champ électrique de l'ordre de 10 à 50 kV / m.
Cependant, le champ électrique peut devenir beaucoup plus intense à cause, entre autre, du relief (arbres, sommets montagneux, clochers, etc.) à l'origine d'effets de pointe : la valeur du champ peut alors dépasser celle du champ disruptif. Une violente décharge, la foudre, peut alors se produire lorsqu'un canal ionisé s'établit, par exemple de la base du nuage au sol.

3.3.1 Sur le schéma du document 1, représenter le champ électrique $\overrightarrow{E}$ existant entre l'électrostophère et la surface du sol en 2 lieux de votre choix.

3.3.2 Sur le schéma du document 3, représenter :
- le champ électrique $\overrightarrow{E_1}$. crée entre le haut du nuage et le milieu du nuage.
- le champ électrique $\overrightarrow{E_2}$. crée entre le bas du nuage et le sol chargé positivement.

3.3.3 Pourquoi n'observe-t-on pas d'éclair par temps calme (non orageux) ?

……

……

……

3.3.4 Expliquer pourquoi des éclairs peuvent naitre dans un nuage, entre deux nuages et entre un nuage et le sol.

……

……

……