

« Extraire et exploiter des informations relatives au champ magnétique terrestre » (10 pts)

Partie 1 « Le champ magnétique terrestre et le « vent solaire »

- 1) **Consigne** : A l'aide des DOCUMENTS 1, 2, 3 et en utilisant vos connaissances, rédiger, en 20 lignes maximum et un schéma, une synthèse argumentée répondant à la problématique suivante et respectant le plan ci-dessous :

Problématique : « Comment le champ magnétique terrestre protège la Terre « du vent solaire » ? »

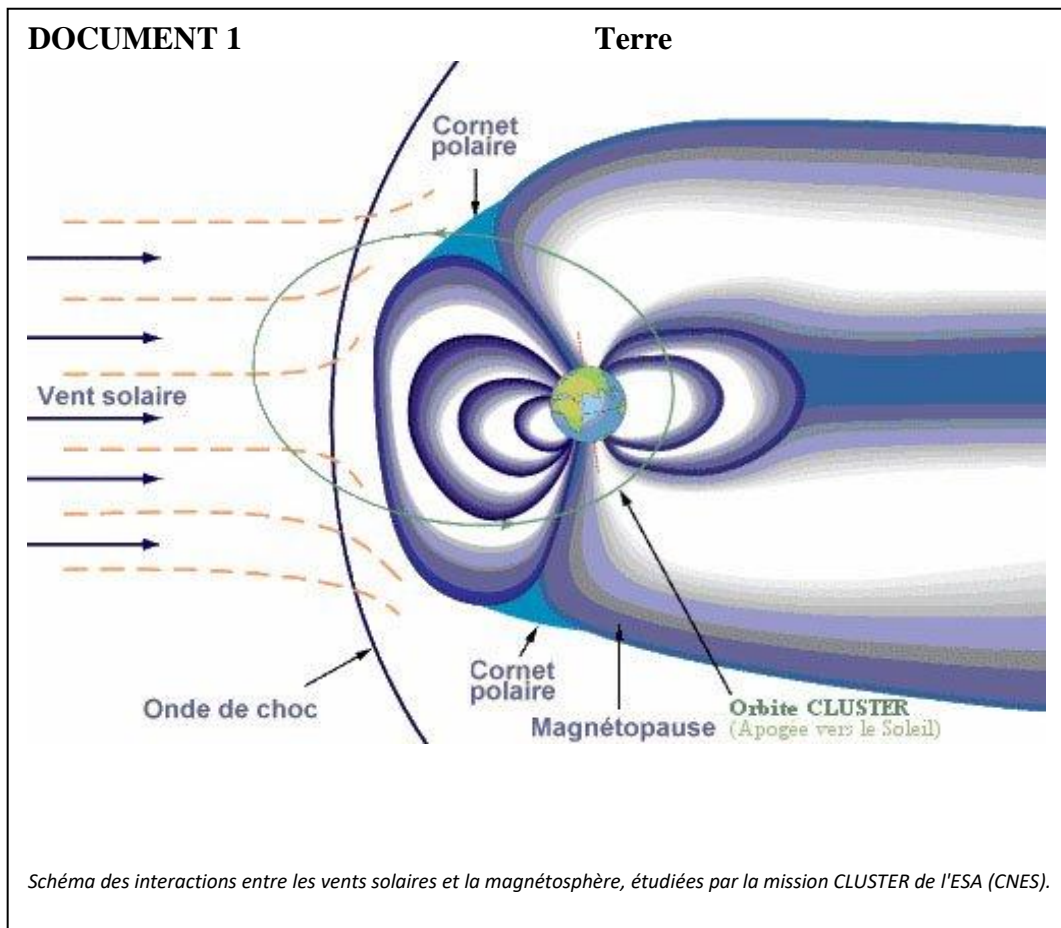
Plan à respecter : Pour cela, présenter ce que l'on appelle « le vent solaire » et les dangers qu'il est susceptible d'occasionner sur la Terre. Décrire par un schéma légendé la modélisation utilisée par les physiciens pour expliquer le champ magnétique Terrestre. Décrire de quelle manière « le vent solaire » modifie les lignes de champ magnétique créé par la Terre. Justifier le fait que les aurores polaires constituent une manifestation visible « du vent solaire. ». Qu'advient-il du « vent solaire » s'il ne traverse pas la Terre de part en part ? Conclure sur la problématique posée.

Partie 2 « La force magnétique »

Problème :

On considère un électron de charge $q = -1,6 \times 10^{-19} C$ qui entre dans le champ magnétique terrestre à une vitesse de $5,0 \times 10^6 m.s^{-1}$. La direction du vecteur vitesse forme un angle de 30° avec le vecteur champ magnétique. La valeur du champ magnétique terrestre vaut $B = 2,0 \times 10^{-5} T$.

- 2) Calculer la valeur de la force magnétique qui modélise l'action mécanique subie par cet électron.
- 3) Un proton, dont la masse est 100 000 fois plus élevée que celle de l'électron, subirait-il une valeur de force magnétique 100 000 fois plus élevée que celle subie par l'électron. Justifier.
- 4) Qu'est-ce qu'une ligne de champ magnétique ?



DOCUMENT 2

La Terre possède son propre champ magnétique, se comportant comme un énorme aimant. (...). Ce champ peut, en première approximation, être assimilé à celui d'un aimant droit dont l'axe ne coïncide d'ailleurs pas avec celui de la rotation de la Terre puisqu'ils forment actuellement un angle de 11,5 °, valeur qui évolue au cours du temps en fonction des mouvements du noyau de la planète (figure).

(...)Au dipôle centré sont associées des lignes de champ magnétique qui relient le pôle Sud au pôle Nord. Les deux points où les lignes de champ convergent et sont verticales à la surface du globe correspondent aux pôles magnétiques, respectivement situés aujourd'hui au Canada et en Terre Adélie. Le pôle Nord magnétique (qui correspond au pôle Sud de l'aimant que constitue la planète) est celui sur lequel s'aligne l'aiguille des boussoles. Le champ magnétique terrestre est un champ relativement faible, de l'ordre de 0,5 gauss, soit $5 \cdot 10^{-5}$ tesla (valeur à Paris, par exemple). (...) Le pôle Nord magnétique se déplace d'une centaine de kilomètres par an. Même si l'intensité du dipôle n'est pas très forte, les lignes du champ dipolaire forment un écran vis-à-vis de toute particule chargée et mettent les Terriens à l'abri des rayonnements cosmiques.

<http://www.cea.fr/content/download/5439/35522/file/MemoD.pdf>

DOCUMENT 3 « Alerte météo-solaire : risque d'orage magnétique »

Un orage magnétique était attendu sur Terre ce mardi 24 janvier 2012. En cause: l'intense activité du Soleil et ses puissantes éruptions... Explications.

A l'habituel bulletin météo s'ajoute aujourd'hui des prévisions liées à la météo solaire... Un orage géomagnétique est attendu pour la journée du 24 janvier, dans l'après-midi. Pas d'inquiétudes pour les Terriens, si ce n'est que certaines télécommunications peuvent parfois être perturbées par ces rencontres entre le champ magnétique terrestre et les vents solaires.

Par précaution, des avions de ligne peuvent être déviés ou voler moins haut au nord de l'Europe, près du cercle arctique, pour ne pas exposer les personnes aux radiations solaires. Cependant les risques pour la santé sont très faibles et les plus exposés sont... les satellites en observation autour de la Terre et les astronautes en orbite –qui restent à l'abri dans la station spatiale en cas d'avis de forte tempête solaire.

(..) . Ces éruptions se produisent dans l'atmosphère du Soleil. Des champs magnétiques accélèrent des particules à des niveaux d'énergie considérables, des millions de fois supérieures à ceux d'une explosion nucléaire telle qu'on pourrait en produire sur Terre.

Ces éruptions sont spectaculaires. Elles s'accompagnent parfois d'une éjection de matière, (des particules accélérées) projetée à très grande vitesse dans l'espace depuis la couronne solaire (la couche externe de l'atmosphère solaire). C'est ce qui s'est passé le 23 janvier et c'est cette matière éjectée de la couronne solaire qui se dirige vers la Terre à plus de 2.000 km par seconde. (...)

Une éjection similaire a touché la Terre dimanche 22 janvier, conséquence d'une éruption qui s'est produite sur le Soleil le 19 janvier dernier. La puissance de cette éruption était moyenne mais comme elle s'est produite face à la terre, son impact a été relativement important. En l'occurrence elle a déclenché de belles aurores autour du cercle arctique. Le Soleil envoie en permanence des particules [chargées] vers la Terre. Notre magnétosphère nous en protège.

Cependant, lorsque les vents solaires soufflent très fort (...), leurs particules chargées électriquement (électrons et protons) interagissent plus intensément avec les particules de la haute atmosphère terrestre. Accélérées par le champ magnétique terrestre- dont les lignes [de champ] relient les deux pôles (cf les "cornets polaires")- ces particules émettent un rayonnement : ce sont les aurores boréales (au nord) ou australes (au sud).

Les tempêtes sont fréquentes sur notre étoile. Depuis quelques mois, l'activité du Soleil s'intensifie, suivant un cycle de 11 ans au cours duquel l'activité croît et décroît, passant d'un minimum à un pic. Ce pic d'activité est attendu pour 2013.

Cécile .Dumas. *Sciences & Avenir.fr* 24/01/12actualisé

<http://www.sciencesetavenir.fr/espace/20120124.OBS9640/alerte-meteo-solaire-risque-d-orage-magnetique.html>

DOCUMENT 4

Lorsqu'une particule de charge q approche de la Terre à la vitesse v , elle subit une action due au champ magnétique terrestre B qu'on modélise par la force de Lorentz, de valeur :

	F , force magnétique en Newton (N)
	q , charge électrique en coulomb (C)
$F = q \times v \times B \times \sin \alpha$	v , vitesse en mètre par seconde $m.s^{-1}$
	B , champ magnétique en Tesla (T)
	α , angle entre la vitesse et le champ B

Correction

Partie 1

1/ Le vent solaire est constitué de particules chargées se déplaçant à grande vitesse ce qui leur confère une grande énergie. Ces particules chargées peuvent occasionner des dégâts sur les objets et astronautes en orbite autour de la Terre, elles peuvent également entraîner des problèmes de communication et des dangers sur les êtres vivants.

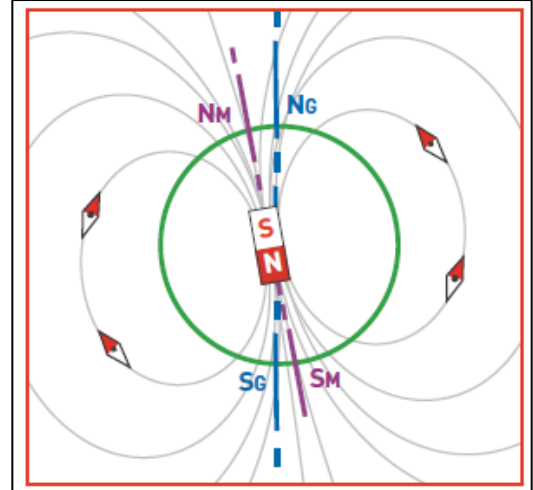
Voir schéma ci-contre :

Les lignes de champ de la magnétosphère ne sont pas symétriques contrairement à celles créées par un aimant droit. La magnétosphère est « aplatie » côté jour et allongée côté nuit.

Les aurores polaires constituent la manifestation visible car elles sont créées par les particules chargées émanant du vent solaire qui pénètrent par les cornets polaires et interagissent avec les molécules de l'atmosphère et excitent les atomes qui se déséxcitent en émettant des photons. La couleur dépend des atomes et molécules excités.

L'essentiel des particules issues du vent solaire sont déviées grâce aux forces magnétiques associées au champ magnétique.

La magnétosphère constitue un bouclier en déviant les particules chargées issues du soleil.



6pts

Partie 2

2. $F = |q| \times v \times B \times \sin \alpha$ $F = |-1,6 \times 10^{-19}| \times 5,0 \times 10^6 \times 2,0 \times 10^{-5} \times \sin(30) = 8,0 \times 10^{-18} \text{ N}$

d'où : La force magnétique exercée sur l'électron est de $8,0 \times 10^{-18} \text{ N}$. 2pts

3. La force magnétique est indépendante de la masse donc pour une même vitesse, un même champ B, même charge et même angle la valeur de la force sera identique pour le proton. Seul le sens de la force changera mais c'est hors programme !!! 1pt

4. Une ligne de champ est tangente au champ magnétique en tout point. 1pt