

Professeur encadrant : M JEANJACQUOT

Lycée Charlie CHAPLIN
Académie de LYON
2008/2009

ABERKANE Arthur
BORREL Martin
MAIRE Jeremy

On a capturé des aurores polaires !

The background of the entire page is a photograph of a green aurora borealis (northern lights) in a dark night sky. The aurora appears as a bright, glowing green arc that curves across the sky. In the foreground, the dark silhouettes of several evergreen trees are visible against the night sky.

Sommaire :

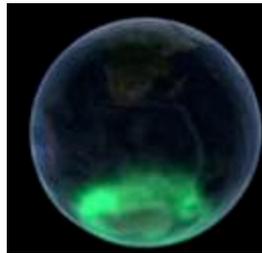
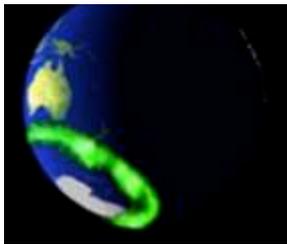
Introduction/Résumé	P3
I] Aurores polaires	P3
1°) Définition	P3
2°) Causes de l'apparition d'une aurore polaire	P3/4
II] Expériences	P4
1°) Première expérience	P4
2°) Deuxième expérience	P5
3°) Troisième expérience	P6
4°) Comment mesurer l'influence de la pression ?	P8
5°) Comment estimer l'influence de la haute tension ?	P8
III] Relations expériences/réalité	P11
* Canal ionisant/éclair	P12
* Jet stellaires	P12
* Trous coronaux	P12
* Ceintures de Van Allen	P13
IV] Exposition du projet	P13
* Fête de la science	P13
* Voyage en Turquie	P14
Conclusion	P14
Bibliographie	P14
Remerciement	P15

Introduction/Résumé :

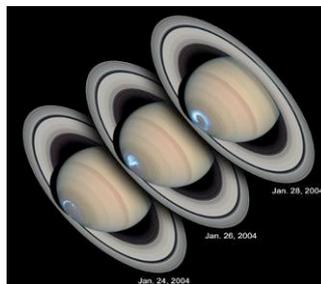
Ce projet a commencé à la fin de l'année dernière lorsque M Jeanjacquot nous proposa de reprendre et d'améliorer un projet effectué au lycée 10 ans auparavant. Le but étant de reproduire l'expérience de Birkeland, c'est-à-dire reproduire des aurores polaires, avec du matériel de lycée. Nous nous sommes donc rassemblés les mercredis après midi au lycée pour mener à bien ce projet.

I] Aurores polaires

1°) Définition : C'est une grande quantité d'électrons et de protons qui arrivent dans l'atmosphère terrestre et excitent les atomes d'oxygène et d'azote, lesquels deviennent subitement lumineux et produisent des voiles de lumière colorée que sont les aurores polaires.



Ce phénomène n'est pas que visible sur Terre, il peut être observé sur d'autres planètes de notre système solaire comme Saturne :



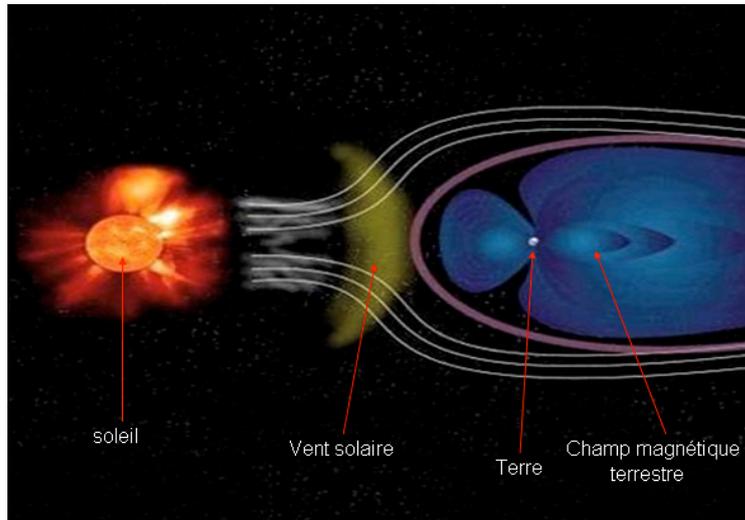
2°) Causes de l'apparition d'une aurore polaire : Le soleil naturellement émet de part sa chaleur des particules chargées qui ont une vitesse moyenne de 400km/s **au niveau de la Terre**.

Ce phénomène est appelé vent solaire. Il est possible de voir en temps réel la vitesse et la

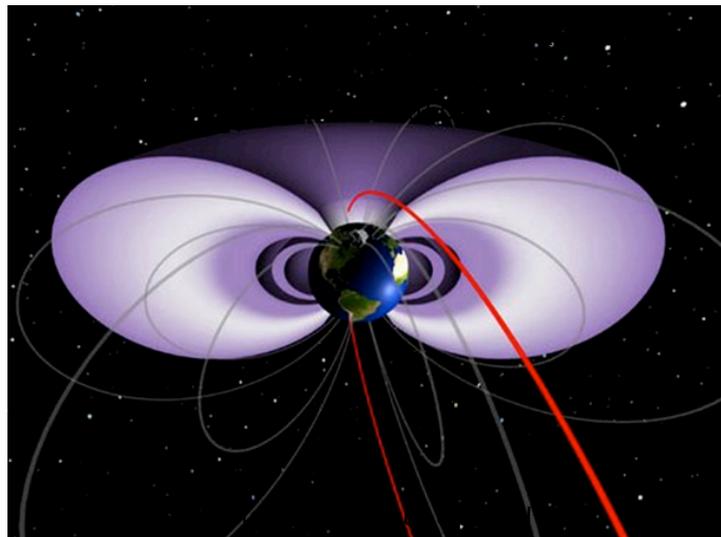
concentration de particules chargées de ce vent sur: <http://spaceweather.com/> ou <http://www.spaceweather.eu>

Les éruptions solaires renforcent l'émission de ces particules chargées

Le vent solaire et les particules arrivent jusqu'à la Terre et rencontrent le champ magnétique terrestre.



La ligne rouge représente les particules entrant dans le champ magnétique terrestre au niveau des pôles. (Nous sommes ci-dessous face au côté nuit du soleil) (heu, non, je ne pense pas... La ligne rouge, je ne sais pas bien ce qu'elle représente. Les lignes grises sont les lignes de champ et représentent la magnétosphère.

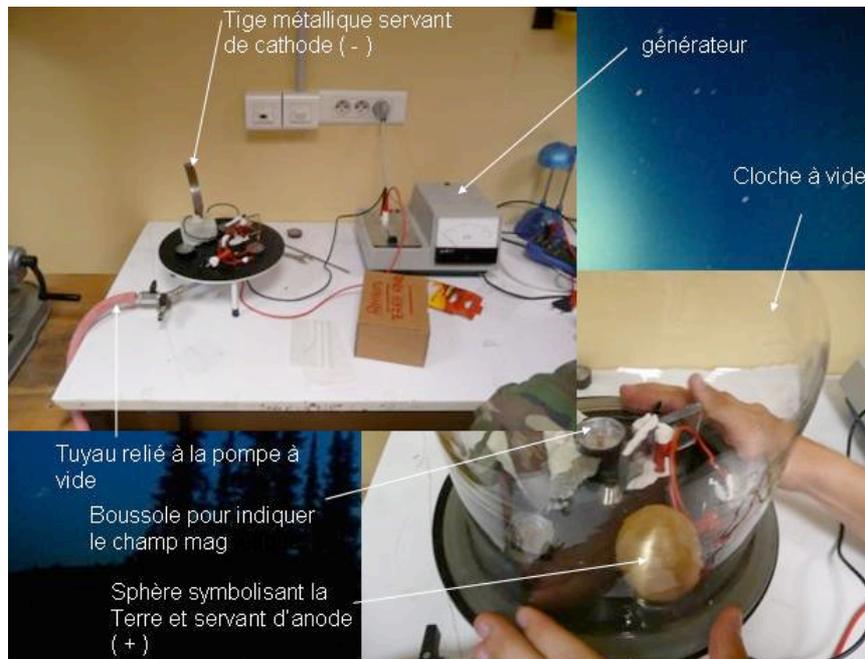


Dans la haute atmosphère les particules du vent solaire rencontrent celles de la haute atmosphère.

La venue des particules solaires excite les particules de l'atmosphère terrestre entraînant une émission de lumière ainsi que d'autres rayonnements électromagnétiques. Cette excitation va se manifester par une émission de lumière des particules de l'atmosphère. La couleur va dépendre de la nature des particules excitées. Par exemple, si la couleur est violette c'est que des molécules d'azote ont été excitées.

III Expériences

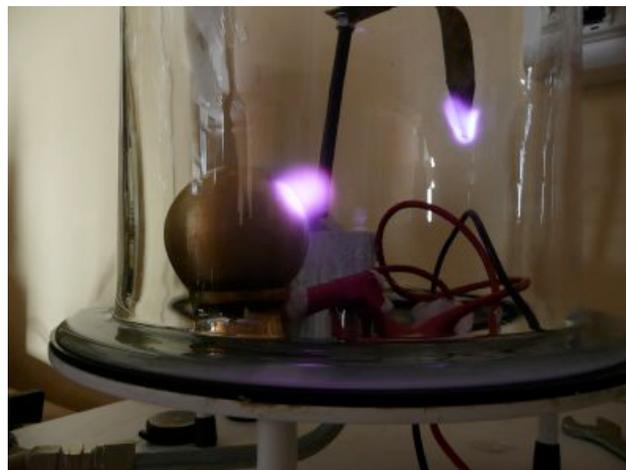
Nous avons essayé de reproduire l'expérience de Birkeland avec du matériel de lycée. Pour cela nous nous sommes munis d'une cloche à vide, d'une pompe à vide, d'un générateur, d'un fil servant d'anode et d'une sphère servant de cathode.



Une fois ce montage réalisé, il ne nous reste plus qu'à éteindre les lumières et observer les résultats.

1°) Première expérience :

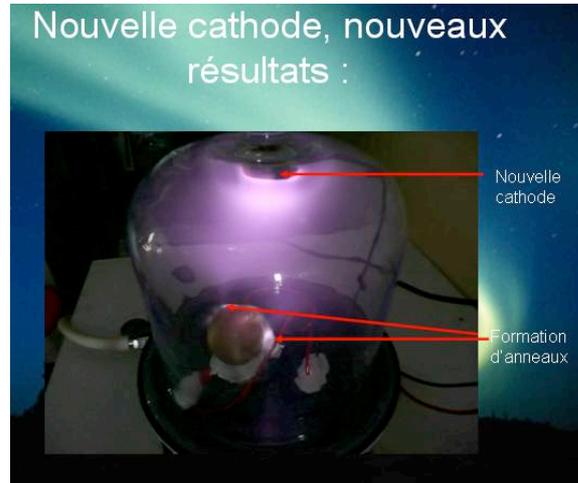
Voici le premier résultat obtenu :



Une lumière violette apparaît sur la sphère et sur la tige métallique.

- Conclusion de la première expérience : Le résultat obtenu n'est pas celui souhaité. La raison? La création d'un canal ionisant où se concentre tous les électrons. Il nous faut donc modifier notre première expérience afin d'obtenir des aurores polaires.

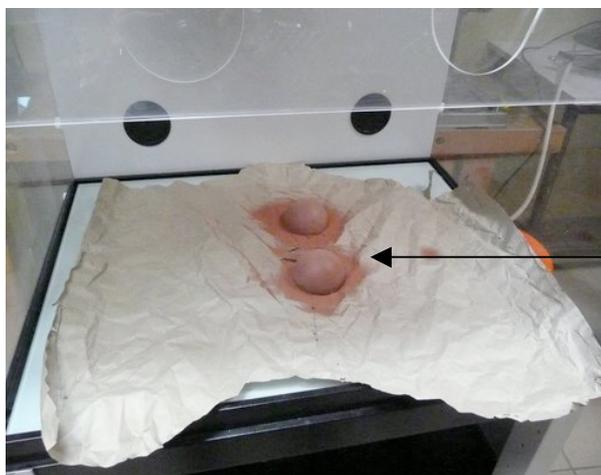
2°) Deuxième expérience : Pour réussir à obtenir des anneaux, nous avons remplacé la cathode. A la place d'une tige avec un bout pointu au bout, nous avons juste mis le fil seul pour éviter les décharges puis pour encore diminuer ce risque, nous avons mis un disque de cuivre soudé sur ce fil pour augmenter la surface de la cathode :



Des anneaux se forment au niveau des aimants situés dans la sphère. Les aimants correspondent aux pôles magnétiques de la Terre. Nous avons mis en évidence le placement de ces aimants en mettant de la limaille de fer pour les localiser.

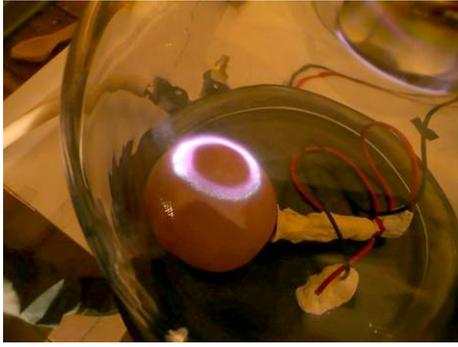
- Conclusion : Nous avons réussi à former des anneaux représentant les aurores polaires. Nous allons maintenant essayer de compléter notre projet en modifiant par exemple la taille de la sphère.

Pour cela, nous avons peint des sphères en plastiques avec une peinture conductrice : nous avons trouvé un moyen rapide et économique de créer des sphères conductrices où l'on pourrait introduire des aimants à l'intérieur. **Je trouverais super de dire la méthode. Ca aiderait d'autres personnes...**



Demi-sphères en train de sécher

3°) Troisième expérience : Recommencer avec des sphères faites artisanalement.



- Résultat : Un anneau se forme et produit un phénomène magnifique.

Petite expérience supplémentaire afin de localiser les aimants de manière ludique : Nous avons recouvert la sphère d'un film plastique et appliqué de la limaille de fer dessus. Le résultat est flagrant : les aimants sont clairement localisés.



On notera que pour de meilleurs résultats les aimants sont placés de manière à ce que le champ magnétique soit perpendiculaire au flux d'électrons.

Mais quel type d'aimants utilisons-nous ?

Nous utilisons des aimants Terre-rare. Un aimant Terre-Rare est aussi appelé aimant en neodymium et en samarium ou néodyme-fer-bore (NdFeB), ils sont issus de la dernière génération des matériaux magnétiques. Contrairement aux autres aimants ils ont des propriétés supérieures en termes de rémanence. La rémanence est la persistance de l'aimantation d'un barreau d'acier qui été soumis à l'action d'un champ magnétique.



Aimants Terre rare
séparés par des
morceaux de plastique.

4°) Comment mesurer l'influence de la pression ?

- Problème : Pression faible de 1 à 10 Pa (vide primaire)

Une jauge Pirani nous permettrait de mesurer la pression mais elle est trop coûteuse pour le lycée. De plus, nous n'avons pas d'instrument pour la calibrer.

- Expérience : La forme de l'aurore polaire varie pendant le fonctionnement de la pompe. Nous avons donc filmé l'évolution de la forme de la décharge pendant 20 minutes avec la pompe à vide en marche. Le générateur est bloqué au départ à 2.5kV.

Temps	Observations
De 0 à 2 minutes	Pas de décharges.
2 minutes	Début de la décharge, la tension du générateur descend à 1.3kV puis reste stable pendant toute l'expérience.
De 2 minutes à 10 minutes	La forme de l'aurore évolue
De 10 minutes à plus	La forme de l'aurore est stable, on peut considérer que l'on a atteint le minimum de pression que la pompe ne peut dépasser. Nous travaillons à ce minimum de pression.

5°) Comment estimer l'influence de la haute tension ?

Sur la même expérience que précédemment, après avoir atteint le palier de pression, on compare les différentes formes d'aurores polaires en fonction de la tension.

Tension (en volts)	Diamètre de l'anneau sur la photo (en cm)
700 	0.6
800 	1
1000	2



1100



1200



1300

2.2

Canal
ionisant

Canal
ionisant

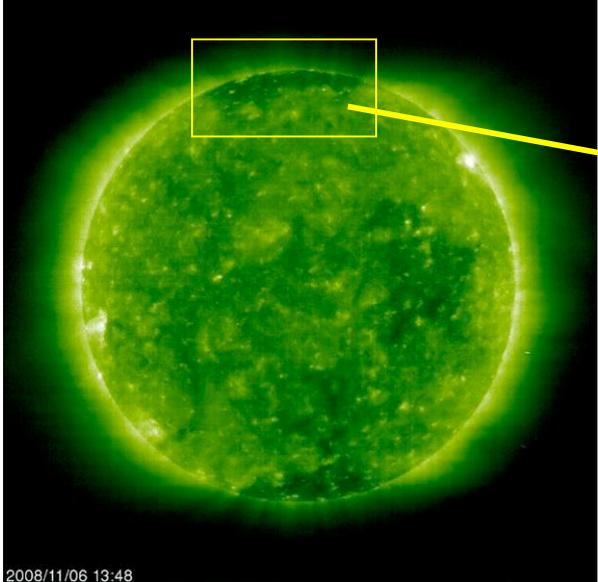
		
<p>1400</p> 		Canal ionisant
<p>1500</p> 		Canal ionisant

On observe que plus on augmente la tension, plus le diamètre de l'anneau augmente jusqu'à la formation d'un canal ionisant lorsque la tension est trop forte. La taille de l'anneau dépend donc de la valeur de la tension. Ce phénomène est similaire à la réalité car lorsque l'énergie du vent solaire augmente l'anneau auroral se forme à des latitudes plus faibles.

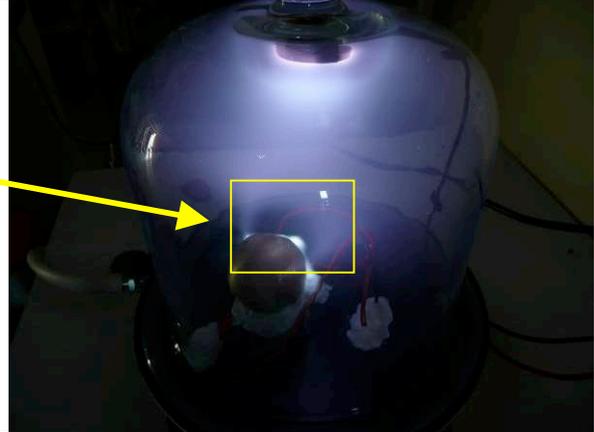
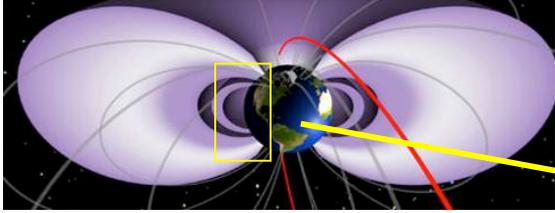
III] Relations expériences/ réalité

Sur la gauche du tableau figurent les phénomènes naturels et à droite les similitudes réalisées grâce à notre expérience.

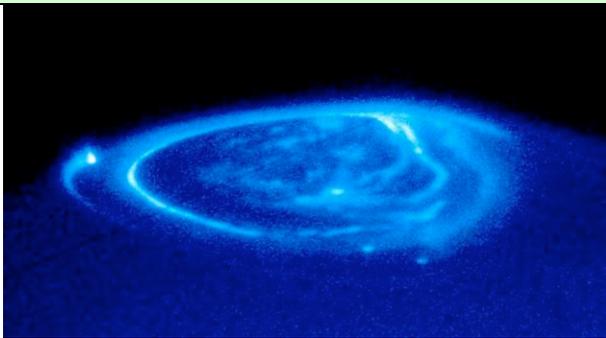
Pour les jets stellaires, la sphère joue le rôle de cathode, elle émet donc les particules comme le soleil. Dans les autres cas, la sphère joue le rôle de l'anode.

Canal ionisant/éclair	
	
Jets stellaires	
	
Trous coronaux	
	

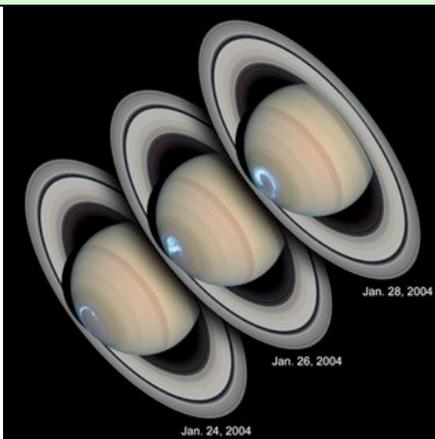
Ceintures de Van Allen



Aurore sur Jupiter/ aurore sur notre sphère

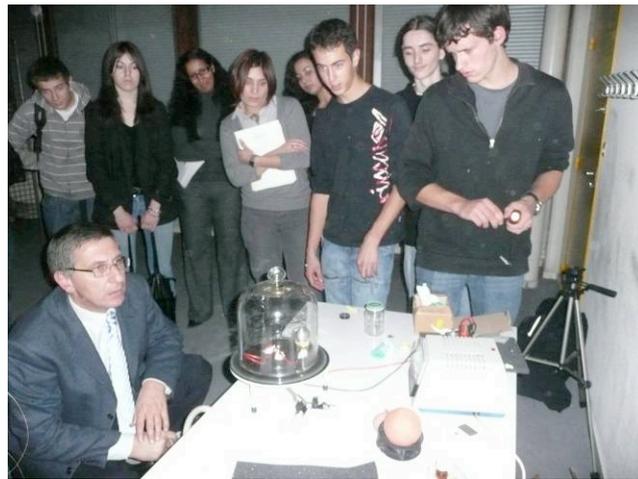


Aurore sur Saturne/ sur notre sphère



IV| Exposition du projet

* Fête de la science : Lors de la semaine de la fête de la science, le lycée organisa plusieurs ateliers et stands. Durant une après midi, nous avons présenté notre projet et montré nos expériences.



Nous avons pu ainsi exposer notre projet à des lycéens, des collégiens et des adultes (dont notre proviseur).

* Au mois de Mai 2009, nous nous rendrons en Turquie dans le cadre du projet comenius. Nous allons emmener notre expérience et la présenter à des élèves de primaire et de collège turcs. Des aurores polaires vont ainsi apparaître en Turquie...

Conclusion :

Le but de notre projet était de parvenir à simuler des aurores boréales grâce à du matériel de lycée. Nous sommes parvenus à atteindre notre objectif.

Bibliographie

<http://www.spaceweather.com/>

<http://www.swpc.noaa.gov/pmap/gif/pmapN.gif>

www.nasa.gov

Remerciements

Nous tenons à remercier M JEANJACQUOT nous avoir permis de réaliser ce projet et de nous avoir accompagné durant cette année et M LILENSTEN pour nous avoir accueillis au Laboratoire de Planétologie de Grenoble et de nous avoir donné de nombreux conseils pour mener à bien notre projet.