



Voyage amusant à la découverte de l'espace



Table des matières

Préface

A la découverte

Les étapes de notre parcours de découvertes 4

- 01 Spectroscopie
- 02 Diffusion
- 03 Ozone
- 04 Corps célestes
- 05 Interférence
- 06 Champs magnétique
- 07 Aurores polaires
- 08 Tension superficielle
- 09 Pollution atmosphérique
- 10 Température ressentie
- 11 Pression atmosphérique

3

A toi de jouer!

Fais l'expérience toi-même à la maison ou en classe

28

Les instituts responsables

Brève présentation

44

Colofon

Les personnes derrière cette publication

48

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26



Cher lecteur,

Cela te plairait-il de partir en voyage avec nous - une équipe de scientifiques - pour une grande expédition, et d'en apprendre un peu plus en notre compagnie et en t'amusant, sur les merveilles de la nature?

Nous avons préparé le voyage et balisé chaque étape spécialement pour toi. Tu seras convié à un programme varié qui te fera découvrir toute une série de phénomènes physiques. En chemin, nous ferons étape devant onze de ces merveilles naturelles, qui te seront présentées par un de nos scientifiques.

Le but du voyage? Elucider en des termes simples quelques observations étonnantes et mystérieuses, et te permettre d'en apprendre davantage sur ces sujets scientifiques, le tout en t'amusant. Tu découvriras par exemple comment certains animaux peuvent marcher sur l'eau, où la lune va chercher la lumière qui l'éclaire, pourquoi le ciel est bleu... et encore beaucoup d'autres choses!

Ce sera un voyage riche en enseignements au cours duquel tu pourras récolter toutes sortes d'informations intéressantes pour satisfaire ta curiosité. Et qui sait, peut-être cela te donnera-t-il aussi l'envie d'un jour, devenir un scientifique toi aussi! Si l'envie te prenait d'expérimenter toi-même, à la maison ou à l'école, nous te proposons à la fin de cette brochure, quelques expériences avec leur mode d'emploi t'indiquant comment les réaliser en toute sécurité.

Es-tu prêt à te lancer avec nous dans cette aventure? Alors embarque sans attendre! Direction découverte des merveilles de la science...

01

SPECTROSCOPIE

02

DIFFUSION

03

OZONE

05

INTERFÉRENCE

06

CHAMPS
MAGNÉTIQUE

04

CORPS CÉLESTES

07

AURORES POLAIRES

09

POLLUTION ATMOSPHERIQUE

10

TEMPÉRATURE RESENTIE

11

PRESSION
ATMOSPHÉRIQUE

01

SPECTROSCOPIE

Comment des instruments de mesure sur terre ou dans l'espace peuvent-ils déterminer la composition de l'atmosphère?



Parole au chercheur Jeroen van Gent (IASB)

La lumière appartient à la famille des ondes. Tout comme les vagues sur l'eau, les ondes de lumière diffèrent en amplitude et en longueur (longueur d'onde). L'amplitude et la longueur d'onde des ondes électromagnétiques (nom scientifique de la lumière) en déterminent l'intensité et la couleur. Notre œil n'en perçoit qu'une partie correspondant aux couleurs de l'arc-en-ciel, du rouge au violet (la lumière visible). Mais leur spectre ne s'arrête pas là: les longueurs d'onde plus courtes, au-delà du violet, sont appelées "ultraviolet". Après la lumière rouge vient l'infrarouge.

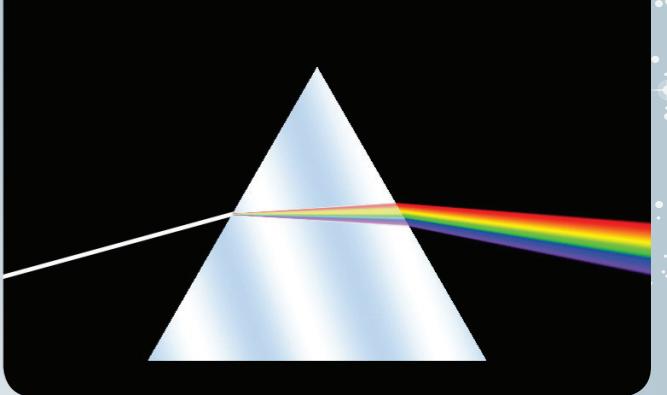
La façon dont nous percevons notre environnement dépend des couleurs présentes dans la lumière, mais aussi de la façon dont celles-ci sont affectées par les objets (un T-shirt rouge, par exemple, absorbe surtout le vert et le bleu). La lumière du soleil et des étoiles nous apparaît blanche, mais elle est en fait composée d'un large spectre de longueurs d'onde. Ainsi, quand le soleil éclaire une

averse, les gouttes d'eau, en décomposant la lumière comme un prisme, créent un arc-en-ciel.

"Nos yeux ne peuvent voir qu'une partie des ondes lumineuses."

Les instruments satellitaires utilisent ce principe pour déterminer la composition de l'atmosphère. La lumière solaire renvoyée par l'atmosphère et la surface terrestre est décomposée par l'instrument en un spectre dont on peut mesurer séparément l'intensité de chaque longueur d'onde.

L'atmosphère contient différents gaz qui absorbent une partie du rayonnement solaire à certaines longueurs d'onde bien spécifiques. L'instrument mesure ainsi un spectre dont certaines couleurs ont été atténuées: chaque gaz y laisse sa propre empreinte, comme un code barre. Plus ce gaz est concentré, plus le "code barre" correspondant dans le spectre est atténué. Par ailleurs, en observant directement le soleil, on peut également mesurer un spectre non altéré par l'atmosphère. La comparaison des deux spectres permet de reconstituer la composition de l'atmosphère. De manière similaire, les astrophysiciens de l'Observatoire analysent le spectre de la lumière solaire pour déterminer la composition du soleil et son évolution.



Que retenons-nous?

La lumière du soleil se compose d'un large spectre composé de différentes longueurs d'onde.

Chaque gaz atmosphérique吸吸收 la lumière à certaines longueurs d'onde bien spécifiques.

Un instrument satellitaire décompose la lumière de façon à mesurer l'intensité de chacune des longueurs d'onde séparément.

02

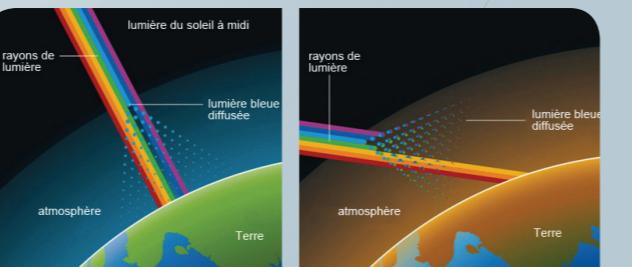
DIFFUSION

Pourquoi le ciel est-il bleu en journée et rouge-orange au lever et au coucher du soleil?

Parole au chercheur Christine Bingen (IASB)

Bien que la couleur du soleil nous paraisse blanche, son rayonnement se compose en réalité d'une série de couleurs différentes*. Lorsqu'elle rencontre une particule d'air, la lumière peut être diffusée, c'd. déviée d'une manière dépendant de la longueur d'onde (qui caractérise la couleur lumineuse) et de la taille du diffuseur. La présence de beaucoup de particules produit une suite de collisions créant un "bain de lumière".

La diffusion des longueurs d'onde courtes est plus importante sur des particules très petites (partie bleue-violette de l'arc-en-ciel). Ainsi, quand le soleil éclaire l'atmosphère, le bleu se disperse rapidement, donnant lieu au ciel azuré. Le soir, le trajet dans l'atmosphère est plus long. La lumière perd ainsi sa composante bleue (courtes longueurs d'onde) pour ne plus laisser apparaître que les grandes longueurs d'onde, rouge-orange. A l'inverse, les grosses particules affectent similairement toutes les couleurs : le nuage chargé de pluie nous apparaît gris.



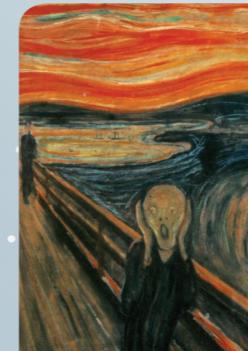
Si la grandeur de la particule est du même ordre que la longueur d'onde, la diffusion est maximale à la couleur correspondante. La lumière du soir nous arrive à travers les basses couches de l'atmosphère chargées d'aérosols, ces particules provenant de la pollution, des embruns marins, d'éruptions volcaniques... Nous pouvons ainsi en estimer la taille moyenne d'après la couleur du soleil. Les couchants rougeoyants aux aspects parfois diaboliques qui suivent une éruption volcanique ont inspiré bien des peintres...

"La couleur du coucher de soleil nous donne une idée de la grandeur moyenne des particules dans l'atmosphère."

Petit extra

D'après tout ceci, nous devrions voir le ciel dans le ton le plus extrême de l'arc-en-ciel, c'd. en violet! Mais, outre le fait que le soleil produit moins de cette couleur, nos yeux sont mal équipés pour bien percevoir les couleurs au-delà du bleu ciel. L'abeille, dont les yeux perçoivent mieux cette partie du spectre, voit le ciel en ultra-violet!

*Plus d'informations sur ce sujet dans l'expérience n°1 en page 6.



Que retenons-nous?

Les particules atmosphériques ont la propriété de modifier la direction de la lumière du soleil.

Les très fines particules de l'atmosphère diffusent davantage la lumière bleue que la lumière rouge. Ceci explique la couleur bleue du ciel pendant la journée, et sa couleur rouge au couchant.

Les tons du couchant donnent une indication de la grandeur des particules d'aérosols présentes dans l'atmosphère. Les tons rouges correspondent à des particules plus grosses, les oranges à des particules plus fines.

03

OZONE

Pourquoi est-il si important de se protéger contre le soleil?



Parole au chercheur Pepijn Cardoen (IASB)

Notre soleil émet en continu de minuscules particules appelées photons. Chaque photon contient une certaine quantité d'énergie. Le rayonnement infrarouge se compose de photons à basse énergie. Au contraire, les ultraviolets véhiculent des photons à haute énergie (UV-A, UV-B, et UV-C, ces derniers étant les plus énergétiques). Le niveau d'énergie de la lumière visible se trouve entre ces deux extrêmes. L'œil humain ne perçoit que les photons de la partie visible du spectre, il faut des capteurs (caméras) pour détecter les autres types de rayonnement.

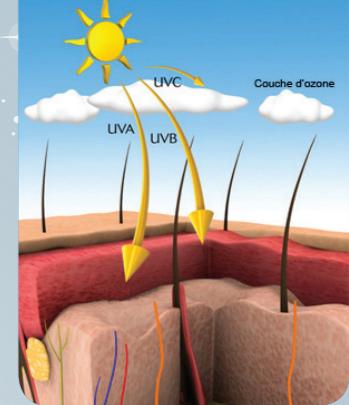
Les rayons ultraviolets sont ceux qui provoquent le bronzage. Exposée à la lumière UV-A et UV-B, la peau produit de la vitamine D3 pour se protéger et prend une couleur plus foncée. Mais, dépendant du type de peau, si elle est exposée plus de 15 minutes en plein soleil, elle brûle. Il est donc impératif de ne laisser pénétrer qu'un tout petit pourcentage de cette radiation de manière à bronzer d'une façon graduelle.

La crème solaire ne laisse passer qu'une quantité réduite de photons UV par unité de temps, assurant ainsi un bronzage progressif. Le facteur de protection de l'écran utilisé indique la quantité de photons capables de pénétrer la peau. La peau absorbant la crème petit à petit, il faut en réappliquer régulièrement.

La couche d'ozone se comporte comme une couche naturelle d'écran solaire. Elle laisse passer le rayonnement infrarouge et la lumière visible, mais elle bloque – heureusement – la majorité des rayons UV, en particulier les UV-C et une grande partie des UV-B. Elle protège ainsi l'homme, la flore et la faune. Malheureusement, la couche d'ozone est altérée par certaines substances chimiques rejetées dans l'atmosphère. De ce fait, elle devient moins épaisse et perd une partie de

“La couche d'ozone est comme une couche naturelle d'écran solaire.“

son rôle protecteur. C'est ainsi qu'au-dessus du pôle Sud, on observe chaque année, au printemps antarctique, une zone où la totalité de ce gaz disparaît, laissant donc "un trou" dans la couche d'ozone. Il est évidemment crucial que les scientifiques surveillent de près l'évolution de cette réduction dramatique de l'épaisseur de la couche d'ozone.



Que retenons-nous?

- Les photons en provenance du soleil correspondent à la lumière infrarouge, visible ou ultraviolette, selon leur niveau d'énergie.

- La crème solaire arrête une grande partie des photons UV à haute énergie.

- La couche d'ozone nous protège des rayons UV nocifs – tout comme la crème solaire. Elle subit malheureusement l'agression de différents composés chimiques.

04 LES CORPS CÉLESTES

D'où provient la lumière de la lune?

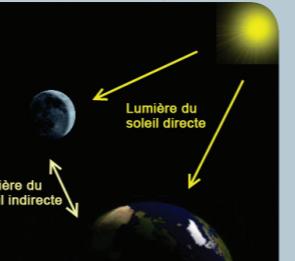
04

Parole au chercheur Sofie Delanoye (IASB)

Le soleil est l'unique astre de notre système solaire à produire de la lumière. Bien qu'il n'y ait pas de lumière qui émane de la lune même, elle reste quand même visible. Quand la lumière du soleil atteint la lune, cette dernière agit comme un miroir et réfléchit la lumière. La lumière réfléchie en direction de la terre nous permet de percevoir la lune.

La nuit, nous ne voyons pas le soleil parce que l'endroit sur la terre où nous nous trouvons se détourne temporairement du soleil. Le soleil est néanmoins bel et bien là et sa lumière illumine la lune, ce qui fait que, généralement, nous pouvons encore voir la lune.

La lune ne fait pas que tourner autour de la terre. Ensemble avec la terre, elle tourne aussi autour du soleil. En fonction de la position de la lune par rapport à la terre, une partie différente de la lune sera illuminée par le soleil. La lune sera donc visible depuis la terre faisant ainsi que la lune



soit visible depuis la terre sous différentes formes – ou pas du tout. On appelle ça des phases lunaires. On parle d'une pleine

**“La lune ne tourne pas seulement
autour de la terre,
mais également autour du soleil.”**

lune quand la lune est toute ronde. Quand il n'y a pas de lune visible, on parle de nouvelle lune. Entre ces deux phases, on distingue aussi le premier quartier, le dernier quartier et encore quelques autres phases intermédiaires. Les nuits sans lune il fait tellement sombre dehors qu'il est difficile de voir devant soi sans lampe torche. Par contre, les nuits de pleine lune, la lune vue de la terre est si bien illuminée par le soleil que la lumière solaire réfléchie par la lune retombe sur la terre et nous permet de bien voir la nuit, même sans lampe torche.

Ce principe vaut aussi pour les planètes et les comètes. Elles non plus n'émettent pas de lumière mais elles sont quand même visibles parce qu'elles réfléchissent la lumière du soleil – un peu comme la lune. La lumière du soleil, réfléchie par la lune, les planètes et les comètes, peut être utilisée pour étudier leurs compositions. Les éléments chimiques qui se trouvent à la surface ou dans l'atmosphère – à condition qu'il y en ait une – de ces astres respectifs, absorbent certaines parties de la lumière solaire. Il est alors possible de les soumettre à des analyses. On en déduit de quels éléments chimiques l'atmosphère se compose. Cette technique de mesure s'appelle la spectroscopie*.

*Plus d'informations sur ce sujet dans l'expérience n°1 en page 6.



Petit extra

La partie de la lune qui n'est pas illuminée par le soleil est parfois quand même visible. C'est grâce à la lumière solaire réfléchie par la terre en direction du côté sombre de la lune.

Que retenons-nous?

- Seules les étoiles (et donc aussi le soleil) produisent de la lumière.
- Les astres tels que la lune, les planètes et les comètes ne font que réfléchir la lumière du soleil.
- En fonction de la position de la lune et de la terre par rapport au soleil, on peut percevoir une pleine lune, une nouvelle lune ou une autre phase lunaire.

05 INTERFÉRENCE

Pourquoi la lumière apparaît-elle à des endroits tout à fait inattendus?



Quand on jette une pierre dans un étang, des vagues circulaires se forment et se propagent à la surface de l'eau. Si on jette deux pierres simultanément à petite distance l'une de l'autre, deux séries de vagues circulaires se forment et s'étendent. Là où les deux séries se touchent, les ondes se renforcent ou, au contraire, se neutralisent et s'atténuent. Ce phénomène s'appelle "interférence". L'interférence est l'effet de deux ondes qui s'additionnent et forment ainsi toutes sortes de figures.

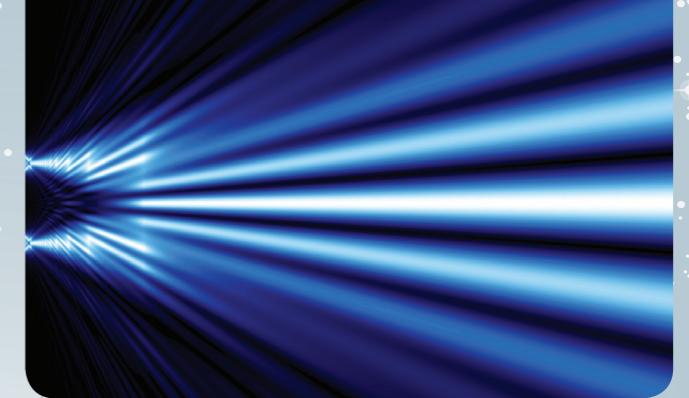
La lumière aussi se comporte comme une onde. Tout comme la pierre jetée dans l'eau qui crée des vagues autour d'elle, une source lumineuse émet des ondes de lumière. Et comme les vagues à la surface de l'eau, les ondes lumineuses produites par deux sources distinctes peuvent interférer, créant ainsi des figures inattendues. C'est ce que montre la fameuse expérience de la double fente mise au point par le scientifique britannique Thomas Young en 1803, et qui prouve ainsi la nature ondulatoire de

Parole au chercheur Filip Desmet (IASB)

la lumière. Aujourd'hui on sait que la lumière se comporte à la fois comme une onde et une particule, l'un ou l'autre aspect se manifestant plus particulièrement selon le type d'expérience à laquelle elle est soumise.

"La lumière se comporte ici comme une onde."

À l'IASB, on utilise le phénomène d'interférences pour mesurer la composition de l'atmosphère. L'interfémètre divise la lumière en deux rayons distincts. Ceux-ci suivent ensuite leur propre chemin avant d'être recombinés. Ils forment alors des franges d'interférence. En analysant ces figures, il est possible de déterminer quelles couleurs (ou plus précisément quelles longueurs d'onde) sont présentes dans le rayon lumineux et lesquelles ne le sont pas. On sait en effet que lors de la propagation dans l'atmosphère, certaines longueurs d'onde provenant du soleil sont absorbées par les différents gaz atmosphériques. Ces longueurs d'ondes-là ne sont donc pas observables dans les mesures de la lumière solaire effectuées à partir du sol. Comme nous savons exactement quelles longueurs d'onde sont absorbées par la plupart des gaz, il est possible d'en déduire ainsi la composition de l'atmosphère.



Que retenons-nous?

Les ondes de lumière interagissent les unes avec les autres – comme les vagues à la surface de l'eau. Ce phénomène s'appelle "interférence".

L'interférence d'un rayon de lumière avec un autre crée une figure de lumière inattendue.

On sait aujourd'hui que la lumière est, en même temps, une onde et une particule.

06 CHAMPS MAGNÉTIQUE

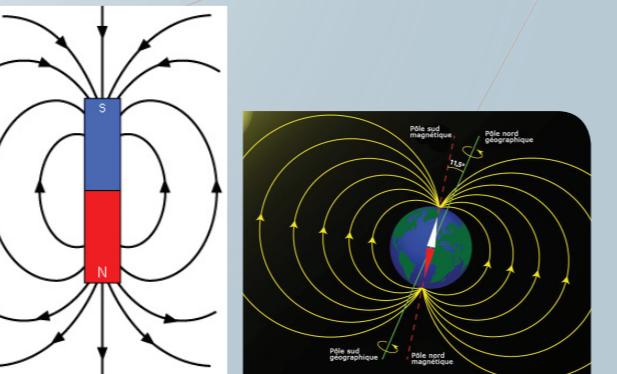
Pourquoi l'aiguille d'une boussole indique-t-elle toujours le Nord?

06

Parole au chercheur Eddy Equeuter (IASB)

Un aimant a toujours deux pôles: un pôle Nord et un pôle Sud. Le magnétisme atteint son maximum à l'endroit où se trouve ces pôles. Les pôles opposés s'attirent et les pôles semblables se repoussent. Le champ magnétique délimite la zone où la force de l'aimant est palpable et il est représenté par des lignes de champ, allant du pôle Nord au pôle Sud. Les aimants furent utilisés pour la première fois dans des boussoles où l'aiguille indiquait toujours le Nord. Comment ça marche?

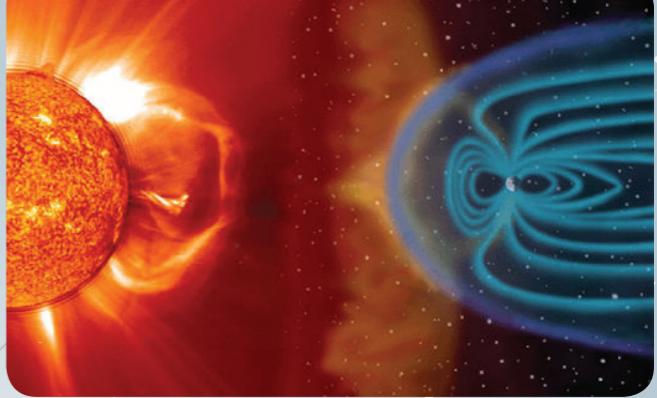
La terre a aussi un champ magnétique: "le champ magnétique terrestre". On ne sait pas exactement quand ce champ magnétique a pris forme – probablement il y a quelques milliards d'années. On estime que ce champ a vu le jour à cause des différences de vitesse de rotation



entre le noyau externe liquide, riche en nickel et en fer, et le noyau interne solide de la terre. Ces différences ont créé des courants électriques. Le champ magnétique associé à ces courants s'étend jusqu'à très loin dans l'espace et forme ainsi, la magnétosphère terrestre. Le champ magnétique terrestre est, littéralement, d'une importance vitale. Il sert de parapluie qui protège notre planète du bombardement quotidien de particules chargées, qui s'échappent de la surface du Soleil – un phénomène appelé "le vent solaire".

"Les pôles opposés s'attirent."

Le champ magnétique proche de la surface terrestre est comme celui d'un aimant à deux pôles: un pôle magnétique Nord et Sud. Mais attention, ces pôles ne correspondent pas au pôle Nord et au pôle Sud géographique: ils se trouvent à 2800 km de là! En effet, l'axe traversant la barre magnétique imaginaire à l'intérieur de la terre forme un angle (qui change légèrement tous les ans) d'environ 11° avec l'axe autour duquel la terre tourne. En outre, leur orientation est inversée: les lignes de champ du champ magnétique terrestre surgissent de la surface de l'hémisphère Sud pour atterrir ensuite sur la surface terrestre de l'hémisphère Nord. Cela veut dire alors que le pôle Nord magnétique se trouve dans les alentours du pôle Sud géographique et vice versa. Vu que les pôles magnétiques opposés s'attirent, le pôle Nord de l'aiguille d'une boussole sera toujours attiré par le pôle Sud magnétique terrestre, et donc approximativement la direction du pôle Nord géographique.



Que retenons-nous?

- Les lignes de champ d'un aimant vont du pôle Nord au pôle Sud.
- Le champ magnétique de la terre se comporte comme une barre magnétique géante.
- La magnétosphère terrestre nous protège des effets nocifs et même mortels du vent solaire.

07 AURORES POLAIRES

Comment apparaît la lumière des aurores polaires?

07

Parole au chercheur Eddy Equeter (IASB, STCE)

Durant les longues nuits d'hiver on peut observer sur terre, à l'œil nu, le phénomène de la lumière des aurores polaires. Pour cela, vous devrez vous transporter dans les régions des cercles polaires dans l'hémisphère Nord ou dans l'hémisphère Sud qui se situent entre 65° et 75° de latitude. Pour l'hémisphère Nord, cela signifie une petite visite dans les pays scandinaves, la Sibérie, l'Alaska ou le Canada. La lumière des aurores polaires se distribue géographiquement selon une zone ovale quelque peu irrégulière, appelée l'ovale auroral, qui encercle les pôles magnétiques terrestres. L'altitude à laquelle se produisent ces émissions de lumière varie entre 400 et 80 km. La couleur de la lumière aurorale va de bleu foncé – en passant par le bleu émeraude et le pourpre – jusqu'à vert, jaune, rouge et même blanche.

Mais alors, comment apparaissent les aurores polaires? Le soleil envoie en permanence des particules électrisées – des protons et des électrons – dans l'espace. C'est



ce qu'on appelle le vent solaire. Heureusement, le champ magnétique terrestre nous en protège. La magnétosphère terrestre va dévier ou capturer ces particules d'origine solaire. Ensuite, elles se déplacent en suivant les lignes de champ magnétique terrestre*, vers le Nord ou vers le Sud, vers les couches les plus basses.

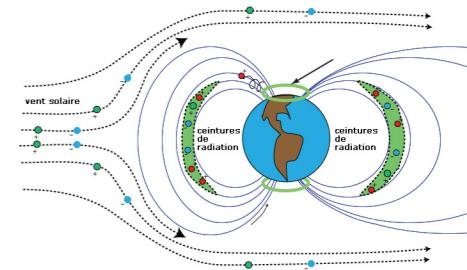
Une fois qu'elles atteignent la haute atmosphère terrestre, elles entrent en collision avec les particules neutres qui s'y trouvent. Lors de ces collisions, les électrons et les protons originaires du vent solaire, transfèrent leur énergie aux particules neutres de la haute atmosphère. Ainsi ces dernières (les particules neutres) sont portées à un niveau d'énergie supérieur à leur état fondamental. Finalement ces particules excitées perdent leur surplus d'énergie et, par ce fait, retournent vers leur état fondamental de départ avec comme conséquence l'émission de lumière – c'est-à-dire la lumière aurorale. La couleur de cette lumière aurorale dépend de l'altitude et nous renseigne sur la nature chimique des particules de notre haute atmosphère.

“Le Soleil répand en permanence des particules électrisées dans l'espace.”

Au Pôle Espace à Uccle, nous disposons d'une planeterrella**. C'est un simulateur d'aurores polaires avec lequel on peut non seulement montrer l'apparition des aurores mais aussi quantité d'autres interactions entre étoiles et planètes.

*Plus d'informations sur ce sujet dans l'expérience n°6 en page 16.

**Plus d'informations sur la planeterrella en page 36.



Que retenons-nous?

La lumière aurorale prend naissance lors de l'interaction entre des particules chargées en provenance du Soleil et les particules neutres de l'atmosphère de la Terre.

La couleur de l'aurore dépend de l'altitude et de la composition en particules (molécules et atomes) de notre atmosphère.

La lumière aurorale est avant tout visible dans les zones de haute latitude géographique.

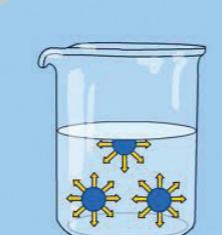
08 TENSION SUPERFICIELLE

Pourquoi l'eau forme-t-elle des gouttelettes en apesanteur?

Parole au chercheur Jessica Bevernaegie (B.USOC)

Les plus petites particules d'eau - que l'on appelle aussi des molécules d'eau - restent collées ensemble à l'aide d'une force d'attraction mutuelle: la force de cohésion. La cohésion surgit entre des molécules de la même matière et elle s'assure que la surface de l'eau atteigne une certaine tension à l'endroit où la transition entre le liquide et l'air a lieu. En conséquence, un film fin mais costaud se forme sur la couche externe de la surface de l'eau. Ce phénomène s'appelle "la tension superficielle". La tension superficielle est une force exprimée par unité de longueur: elle permet de garder les molécules ensemble dans la forme correspondant à la plus petite surface possible.

La tension superficielle (le film) fait en sorte que la surface de l'eau dans un verre rempli à ras bord va d'abord se courber vers le haut avant que l'eau ne déborde. C'est aussi grâce à cette tension superficielle que certains insectes - comme l'araignée d'eau - arrivent à marcher sur l'eau. En réalité, c'est la superficie de l'eau qui porte l'insecte.



Dès qu'on ajoute du savon ou quelconque autre pollution à l'eau, les molécules d'eau ne s'attirent plus autant et la tension superficielle diminue.

Sur terre, l'eau va toujours tenter de rester regroupée. Mais qu'arrive-t-il dans des conditions d'apesanteur? Pour répondre à cette question, il nous faut aller dans l'espace. Vu qu'il nous est impossible de faire ça, Frank De Winne l'a fait pour nous. Au cours de la mission spatiale OasISS et en chemin vers la station spatiale ISS - une mission financée par l'ESA* et à laquelle le B.USOC**, en tant que centre opérationnel, a contribué

"Grâce à la tension superficielle, certains insectes arrivent à marcher sur l'eau."

largement - il a mené une expérience dans le but d'attirer l'attention du grand public sur le fait que l'accès à l'eau ne va pas de soi et, aussi, sur l'importance du degré de pureté de l'eau sur terre comme dans l'espace. Avec cette expérience, De Winne démontra que même dans l'espace cette force est active. Là aussi, les molécules d'eau feront tout pour rester groupées. Par contre, là où sur terre l'eau va former des gouttes et tomber à cause de la gravité, en apesanteur l'eau flotte en liberté en formant des petites sphères.



Que retenons-nous?

- La force d'attraction mutuelle entre les molécules d'eau les garde ensemble.
- La couche externe des molécules d'eau se comporte comme un film à cause de la tension superficielle.
- En apesanteur, l'eau forme des gouttelettes flottantes à cause de la tension superficielle.

*ESA: European Space Agency

**B.USOC: Belgian User Support & Operations Centre

09 POLLUTION

À quel point l'air est-il pollué ?

09

Parole au chercheur Alexander Mangold (IRM)

Chacun a en tête les images provenant des grandes métropoles chinoises: des couches de smog couvrent et étouffent ces villes. Mais la pollution atmosphérique n'est pas toujours visible et il n'est pas nécessaire de se rendre en Chine pour y être confronté. La concentration en particules fines est souvent trop élevée en particules de carbone noir (mieux connues sous le nom de 'suie') ou en oxydes d'azote, sans que l'on puisse les remarquer. Cependant, ces substances polluantes peuvent gravement nuire à l'environnement et à notre santé. Elles sont souvent très petites ($\downarrow 0.5$ micromètre) et peuvent facilement pénétrer les voies respiratoires et entraîner des maladies pulmonaires, cardiaques et vasculaires.



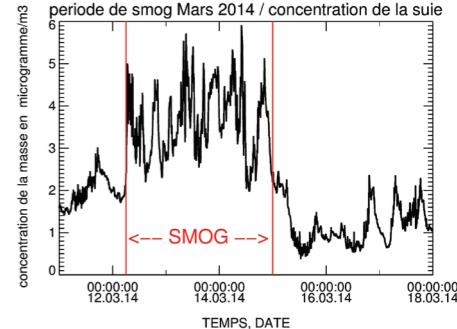
Le carbone noir est constitué de particules émises par des processus de combustion, tels que la combustion de carburants (diesel et essence), le chauffage domestique (mazout, gaz naturel), la combustion de la biomasse (feux de forêt, déchets de jardin, etc.). Des substances organiques adhèrent souvent à la surface de ces particules.

Pour mesurer la quantité de particules de carbone noir dans l'atmosphère, on utilise un aethalomètre*. Cette mesure permet à l'instrument de calculer la concentration de la masse de ces particules - mesure de la concentration locale en suie - et donc d'évaluer la qualité de l'air.

"Il y a souvent trop de substances polluantes dans l'air ambiant sans qu'on ne les remarque."

Il y a plusieurs stations de mesures dans toute la Belgique, ainsi qu'au Pôle Espace, à Uccle. Les résultats de ces mesures sont envoyés à la cellule interrégionale de l'environnement (www.irceline.be). Pendant les jours ouvrables, un pic de pollution est souvent détecté en matinée, dû à la circulation des voitures à l'heure de pointe. Une concentration normale à Uccle varie entre quelques dixièmes jusqu'à deux, trois microgrammes par mètre cube. Pendant des périodes de smog, ces concentrations peuvent doubler, voire même se démultiplier.

*Plus d'informations sur l'aethalomètre en page 38.



Que retenons-nous ?

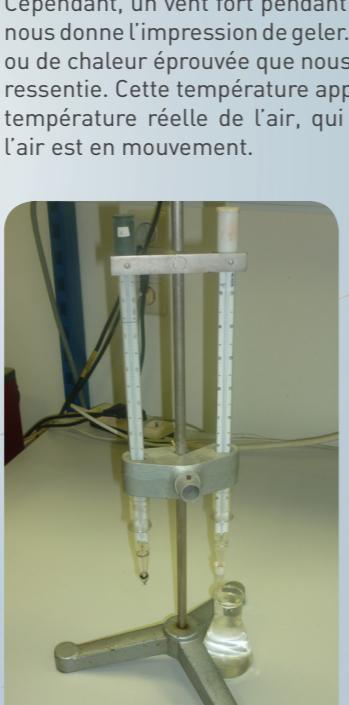
- La qualité d'air dépend de sa concentration en substances polluantes (particules fines, particules de carbone noir...).

- Les particules de carbone noir ("la suie") sont générées par des processus de combustion.

- L'aethalomètre mesure la quantité de particules de suie dans l'atmosphère.

10 TEMPÉRATURE RESSENTIE

Comment la température de surface répond-elle aux interactions avec l'atmosphère?



Parole au chercheur Françoise Meulenberghs (IRM)

De chaudes journées d'été sans vent avec une forte humidité peuvent nous donner un sentiment d'étouffement. Seule une brise, un ventilateur ou un plongeon dans la piscine peuvent alors nous aider à nous rafraîchir. Cependant, un vent fort pendant les jours froids de l'hiver nous donne l'impression de geler. C'est la sensation de froid ou de chaleur éprouvée que nous appelons la température ressentie. Cette température apparente peut différer de la température réelle de l'air, qui reste inchangée lorsque l'air est en mouvement.

A notre peau colle une couche minuscule d'air, ayant seulement quelques molécules d'épaisseur, avec exactement la même température que notre peau, lui donnant un effet isolant. Cependant, cette couche est si mince que le moindre courant d'air l'évacue rapidement. Immédiatement, une nouvelle couche se crée et va être à nouveau portée à la température du corps. Si la température de l'air est plus basse, la chaleur nécessaire est apportée par notre corps, de sorte que nous sentons un effet de refroidissement (flux de chaleur sensible).

“La température ressentie peut différer de la température réelle.”

Outre le vent, la sueur peut aussi nous rafraîchir. En effet, par temps chaud notre corps essaie de se refroidir en produisant la sueur, de sorte que la peau devienne humide. L'évaporation de la fine couche humide sur notre peau consomme de l'énergie (flux de chaleur latente), ce qui permet d'évacuer la chaleur de notre corps.

Les plantes subissent exactement les mêmes mécanismes. Elles sont capables d'amener de l'eau à la surface de leurs feuilles par les stomates (transpiration), ce qui induit l'évaporation. L'évapotranspiration, l'ensemble de l'évaporation des surfaces humides et de la transpiration, est un élément clé du cycle de l'eau et un terme important du bilan hydrique.

En météorologie, le psychromètre est un instrument de mesure de l'humidité de l'air basé sur le refroidissement dû

*Plus d'informations sur le psychromètre en page 39.

**Pour plus d'informations à ce sujet, voir <http://landsaf.meteo.pt>.

à l'évaporation d'une surface mouillée*. L'IRM effectue des mesures mais développe aussi des modèles numériques pour quantifier l'interaction entre la surface et l'atmosphère. Ceci permet notamment de calculer les modifications de la température de surface et des termes des bilans d'eau et d'énergie. Des programmes de recherches permettent d'obtenir des estimations à l'échelle continentale.**

Que retenons-nous?

- La température de surface (ressentie par la peau) s'adapte aux conditions de l'environnement (ex. vitesse du vent) et de la surface elle-même (ex. présence d'eau).

- La transpiration des plantes et l'évaporation de l'eau (évapotranspiration) représente une part importante du cycle de l'eau.

- Des modèles mathématiques sont utilisés pour calculer les flux de chaleur et l'évapotranspiration.

11

LA PRESSION ATMOSPHERIQUE

Comment un baromètre permet-il d'annoncer le temps qu'il fera?



Parole au chercheur Nicolas De Coster (IRM)

Sans même nous en rendre compte, nous vivons tous les jours avec plusieurs kilomètres d'air au-dessus de nos têtes, qui "pèse" sur nous en permanence. L'air, comme tout autre matériau du monde qui nous entoure, a un poids. Ce poids résulte de l'attraction terrestre et exerce une pression de 1013 hPa (hectopascals) en moyenne, ce qui équivaut à la force qu'exercerait une masse d'un kilo sur chaque centimètre carré! Cette pression s'applique dans toutes les directions en raison du caractère fluide de l'air. On parle de pression hydrostatique.

Cette importante pression a de très nombreux effets physiques, dont celui d'augmenter la température d'ébullition de l'eau. L'équilibre entre les pressions internes et externes qui s'appliquent sur nos corps et les objets qui nous entourent, nous la rend peu intuitivement observable dans notre quotidien. Nous l'apercevons quand

même en décollant en avion ou en faisant l'ascension d'une montagne.

Cette pression varie légèrement en fonction des conditions météorologiques et influence fortement les conditions météorologiques futures. Comme l'air chaud est moins dense que l'air froid, l'air chaud a tendance à monter. L'air exerce ainsi moins de pression sur la surface terrestre et une zone de basse pression en résulte. De l'air qui s'élève se refroidit. De l'air froid peut contenir moins de vapeur d'eau et provoque la formation des nuages. Une zone de basse pression est donc généralement annonciatrice de nuages et de précipitations. Par contre, la densité de l'air froid est plus grande, l'air tend donc à descendre et à former une zone de haute pression. De l'air descendant se réchauffe et peut contenir plus de vapeur d'eau. Une zone de haute pression est donc généralement annonciatrice de beau temps.

"L'air a un poids."

- L'IRM mesure en temps réel la pression atmosphérique (et bien d'autres paramètres météorologiques) à différents endroits du pays. Toutes ces données sont collectées et étudiées. Elles servent, notamment, d'input aux modèles météorologiques qui permettent de réaliser des prévisions.



Que retenons-nous?

- A cause de l'attraction terrestre, l'air exerce une pression.
- Une interaction continue existe entre la pression atmosphérique et les conditions météorologiques.
- Une zone de haute pression est annonciatrice de beau temps, tandis qu'une zone de basse pression est annonciatrice de nuages et pluie.

A TOI DE JOUER!

Fais l'expérience toi-même
à la maison ou en classe.

01

SPECTROSCOPIE

02

DIFFUSION

04

CORPS
CÉLESTES

03

OZONE

05

INTERFÉRENCE

07

AURORES POLAIRES

06

CHAMPS MAGNÉTIQUE

09

POLLUTION ATMOSPHERIQUE

10

TEMPÉRATURE RESENTIE

08

TENSION SUPERFICIELLE

11a

PRESSION ATMOSPHERIQUE

11c

11b



SPECTROSCOPIE

De quoi as-tu besoin?

- Un prisme;
- Une source de lumière blanche (lampe torche, lampe de vélo);

Que faut-il faire?

- Mets une feuille blanche verticalement face à un des côtés du prisme, à environ un demi-mètre de distance.
- Allume la lampe et tiens-la de l'autre côté du prisme, en la dirigeant d'en bas vers la feuille en haut. Veille à respecter les angles entre le faisceau de lumière et l'entrée du prisme, ainsi que la position de la feuille de papier.
- Tu verras apparaître les couleurs de l'arc-en-ciel sur le papier. Cette figure lumineuse s'appelle un spectre optique.

Comment ça marche?

- La lumière blanche est, en réalité, un mélange de différentes longueurs d'onde (couleurs).
- Le prisme décompose le rayon de lumière provenant de la lampe en faisant changer de direction chacune de ses composantes colorées. Les longueurs d'onde les plus courtes (violet) sont davantage plus déviées que les longues (rouge). On peut donc voir chacune des couleurs de la source de lumière séparément.
- Observe aussi ce qui se passe au niveau du spectre quand tu utilises une autre lampe.



DIFFUSION

De quoi as-tu besoin?

- Une lampe;
- Un bac transparent;
- De l'eau et un peu de lait.

Que faut-il faire?

- Remplis le bac d'eau.
- Ajoutes-y quelques gouttes de lait.
- Applique la lampe allumée contre le bac de manière à éclairer le bain blanchâtre d'eau et de lait.

Comment ça marche?

- Dans cette expérience, la lampe joue le rôle du soleil et le lait dans l'eau celui des particules diffusantes de l'atmosphère terrestre.
- Vu d'en haut, le faisceau lumineux dans la zone du bac d'eau la plus proche de la lampe est d'une couleur bleutée. Ceci nous montre que les longueurs d'onde courtes sont les plus rapidement dispersées.
- De l'autre côté de la boîte, le bleu n'est plus visible et on voit plutôt les teintes oranges et rouges associées avec le coucher du soleil.
- Quand on utilise un autre type de lampe, comme une lampe halogène ou une LED, l'intensité des tons bleutés peut changer. Ceci illustre l'influence du contenu du spectre de la lampe en teintes bleues et oranges. De la même façon, le type de source de lumière – le soleil, la lune, une planète, une étoile – apparaît et doit être pris en compte dans les mesures faites par satellite.



OZONE

De quoi as-tu besoin?

- Deux lampes: une simple ampoule et une lampe UV-B*;
- Une boîte transparente;
- Une plaque de verre, éventuellement du film en plastique transparent;
- De la crème solaire;
- Deux appareils photo: une simple webcam et un appareil photo sensible à l'UV-B, équipé d'un filtre UV-B.

Que faut-il faire?

- Attache les deux lampes à un côté de la boîte: l'ampoule en bas, la lampe UV-B en haut.
- De l'autre côté de la boîte, mets une plaque de verre et applique une fine couche de crème solaire sur une moitié de la plaque de verre. On peut aussi rendre l'expérience plus drôle en faisant un dessin avec la crème solaire.
- Pour t'assurer de bien répartir la lumière qui tombe sur la plaque, tu peux couvrir l'arrière de la plaque de verre avec un film plastique translucide.

Comment ça marche?

Dans cette expérience, il y a deux sources de lumière : une simple ampoule qui produit principalement "la lumière visible" et une lampe UV-B qui procure "les rayons ultraviolets". Les deux appareils photo permettent de visualiser la quantité de lumière transmise. La webcam mesure la quantité de lumière visible. La lumière UV-B, par contre, ne peut être vue que par un appareil sensible à ce type de rayonnement.

La lumière visible traverse aussi bien le côté de la plaque sans crème solaire que le côté avec crème solaire. Par contre, la lumière UV-B ne peut que traverser le côté dépourvu de crème car elle est arrêtée par cette protection solaire. Cette expérience montre qu'il est important d'appliquer de la crème solaire! Celle-ci laisse passer la lumière visible mais arrête les rayons UV, qui sont nuisibles à la santé.

On peut dire que la couche d'ozone autour de la terre et la crème solaire jouent des rôles complémentaires pour nous protéger des rayons UV du soleil. Tandis que l'ozone arrête les rayons UV-C, les plus agressifs, la crème solaire absorbe quant à elle la plus grosse partie des rayons UV néfastes (UV-A et UV-B) qui atteignent la surface de la terre.

!!! Sois prudent quand tu utilises la lampe UV. La lumière UV peut endommager tes yeux. Il est recommandé de porter des lunettes de soleil qui bloquent les UV pendant cette expérience.



CORPS CÉLESTES

De quoi as-tu besoin?

- Une boîte à chaussure;
- Une lampe torche;
- De la peinture noire;
- Du fil noir;
- Du papier collant;
- Du papier aluminium.

Que faut-il faire?

- Fais un trou au milieu d'un des côtés les plus courts de la boîte à chaussures. C'est par ce trou que tu éclaireras l'intérieur de la boîte avec ta lampe (le soleil) dans quelques instants.
- Fais des judas. Pour pouvoir voir toutes les positions de la lune, tu auras besoin d'au moins un trou au milieu de chaque côté. Fais en sorte que tous les trous se situent à la même hauteur que le trou pour la lampe. C'est notamment à cette hauteur qu'il faudra aussi suspendre la lune, au milieu de la boîte. Du côté de la lampe, découpe un

judas bien au milieu. Tu dois prévoir assez d'espace pour que tu arrives à regarder à travers le judas sans heurter ta tête contre la lampe torche.

Peins l'intérieur de la boîte en noir pour représenter l'espace. Roule le papier alu en une boule de la taille d'une balle de golf. Pour t'assurer que ta boule ne se défasse pas, tu pourrais la renforcer avec du papier collant. Cette boule sera ta lune.

Suspends la boule au milieu de la boîte à l'aide d'un fil noir. Elle doit être parfaitement alignée entre les judas et la lampe. Passe un fil à l'aide d'une aiguille à travers la boule et attache-le avec un petit noeud. Ensuite, perce un trou dans le couvercle et passe le fil noir à travers ce trou. Quand la balle se situe à la bonne hauteur, fixe le fil au couvercle avec du papier collant.

Comment ça marche?

Quand tu éteins ta lampe, tu ne verras (presque) pas ta boule. Il y a bien sûr toujours un peu de lumière qui entre par les autres trous et par le couvercle, ce qui fait que la boule sera toujours un peu visible. Il vaut donc mieux travailler dans un endroit sombre.

Par contre, quand tu allumes ta lampe, la boule devient bien visible. Ta lune réfléchit la lumière de ton soleil. Quand tu regardes dans un des trous, tu verras la lune droit devant toi et donc aussi ses positions les plus connues, notamment le premier et le dernier quartier.

05

INTERFÉRENCE

De quoi as-tu besoin?

- Une carte à jouer;
- Un pointeur laser;
- Un mur de projection.

Que faut-il faire?

- Dirige le pointeur laser sur le mur de projection.
- Place une carte à jouer entre le rayon laser et le mur de façon à dédoubler le rayon.

Comment ça marche?

- La carte empêche le rayon de suivre son chemin tout droit puisqu'il est incapable de la traverser. Le rayon se divise donc en deux et contourne ainsi la carte.
- Les deux rayons, qui constituent deux ondes de lumière distinctes, interfèrent l'un avec l'autre. Les figures d'interférence apparaissent quand la lumière des deux rayons est projetée sur le mur.
- Contrairement à ce que l'on pourrait croire, cette interférence ne donne pas lieu à deux taches de lumière mais plutôt à un motif symétrique qui se compose de plusieurs traits de lumière.

06

CHAMPS MAGNÉTIQUE

De quoi as-tu besoin?

- Un barreau magnétique (un aimant plat);
- De la limaille de fer;
- Une feuille de carton.

Que faut-il faire?

- Place la feuille de carton au dessus de l'aimant et verse y sur le dessus de la limaille de fer. Observe ce qui se passe.

Comment ça marche?

- Lorsque nous répandons la limaille de fer sur le dessus du carton, en-dessous duquel se trouve l'aimant, les petits grains de limaille vont s'orienter selon les lignes de champs magnétique de l'aimant. De cette manière, on peut imiter le champs magnétique terrestre.

07

AURORES POLAIRES

Plus d'informations

<http://planeterella.osug.fr/?lang=en>

Pourquoi utilise-t-on une planeterrella?

- Une planeterrella est un simulateur d'aurores polaires. Cet appareil est surtout utilisé pour la représentation du mécanisme sous-jacent à la formation des aurores, non seulement sur la Terre, mais par exemple aussi sur Jupiter et Saturne.

Une planeterrella, comment ça marche?

Une planeterrella se compose de deux objets métalliques placés sous une cloche à vide, reliés par des conducteurs électriques à une génératrice de courant. A cause de la différence de potentiel entre les deux électrodes métalliques, les électrons coulent d'une électrode vers l'autre puisqu'ils peuvent se mouvoir presque sans résistance dans le quasi-vide sous la cloche.

A l'intérieur de la planeterrella au Pôle Espace à Uccle, l'électrode de laquelle les électrons partent ([l'anode]) a la forme d'un bâtonnet, tandis que le pôle sur laquelle arrivent les électrons ([la cathode]) est une sphère en métal qui représente la Terre.

Au centre de cette sphère creuse se trouve un aimant dipôle.

Grâce au champ électrique, les électrons provenant de l'anode coulent vers la sphère en métal. Plus ils progressent à travers la différence de potentiel, plus ils reçoivent de l'énergie. En d'autres mots, ils accélèrent. Entretemps, les électrons subissent l'effet du champ magnétique, ce qui signifie que les électrons suivent les lignes du champ. Plus les électrons approchent de la sphère, plus le champ magnétique est fort et plus les électrons sont énergétiques.

Parfois, les électrons entrent en collision avec les molécules du gaz encore présentes sous la cloche. De ce fait, les molécules sautent à un niveau énergétique plus élevé. Au moment où, finalement, les molécules retournent à leur état fondamental, cette énergie est émise sous forme de lumière avec une longueur d'onde bien spécifique : c'est ce qui explique les aurores polaires.

La planeterrella au Pôle Espace permet de choisir le gaz sous la cloche, de sorte qu'on peut imiter l'atmosphère de la Terre, de Jupiter ou de Saturne: un gaz différent émettra des aurores avec une longueur d'onde différente (et donc d'une couleur différente).

Cette expérience n'est pas faite pour être imitée à la maison ou en classe. Toutefois, nous pouvons te donner des informations supplémentaires concernant la planeterrella au Pôle Espace à Uccle.

08

TENSION SUPERFICIELLE

De quoi as-tu besoin?

- Un verre;
- De l'eau;
- Un trombone;
- Une fourchette;
- Une goutte de savon.

Que faut-il faire?

- Remplis le verre d'eau et dépose le trombone délicatement sur la surface de l'eau à l'aide d'une fourchette.
- Tiens ta fourchette à l'horizontale et submerge-la dans l'eau. Regarde ce qu'il se passe.
- Ajoute une goutte de savon et observe ce qu'il arrive.

Comment ça marche?

- Quand tu déposes le trombone sur la surface de l'eau, la surface se tend. Le trombone flotte.
- Tu pourrais répéter cette expérience en déposant des aiguilles toujours plus lourdes sur l'eau. À un certain point, la surface de l'eau ne supportera plus la masse de l'aiguille et l'aiguille coulera au fond du verre.
- Quand tu ajoutes un peu de savon, le trombone coule immédiatement. Le savon a notamment deux côtés: un côté ne se mélange qu'avec de l'eau et l'autre qu'avec de la graisse. C'est ce qu'on appelle la caractéristique hydrophile et hydrophobe du savon.
- Le savon dans l'eau va au niveau de la surface tourner son côté hydrophile vers l'eau et son côté hydrophobe vers l'air. En conséquence, la tension de surface de l'eau diminue.

09

POLLUTION ATMOSPHERIQUE

A quoi sert un aethalomètre ?

- Il mesure la quantité de particules de carbone noir dans l'atmosphère. Cet instrument est utilisé dans des études concernant l'influence de la pollution atmosphérique sur la santé, sur le climat ou sur la visibilité.

- On utilise ces mesures lors de l'émission de particules de carbone noir par des gaz d'échappement, lors de processus industriels ou pendant la combustion de biomasse (des feux de forêt, par exemple).

Plus d'informations

Le site web de la Cellule Inter-régionale de l'Environnement www.irceline.be donne des informations intéressantes concernant la qualité de l'air pour les 3 Régions de la Belgique.

Cette expérience n'est pas faite pour être imitée à la maison ou en classe. Toutefois, nous tenons à te donner quelques informations supplémentaires sur l'aethalomètre.

Comment fonctionne un aethalomètre ?

- Pour démontrer le fonctionnement de l'aethalomètre, nous allons délibérément polluer de temps en temps l'air qui est prélevé par l'instrument (fumée, gaz d'échappement).
- L'instrument aspire l'air ambiant et les particules ainsi aspirées viennent se déposer sur un filtre qui devient alors de plus en plus noir. Ensuite, on mesure l'absorption de la lumière par les particules déposées, provenant de sept lampes de longueurs d'onde différentes.
- Après quelques minutes, on peut voir sur le petit écran de l'instrument, les effets de cette pollution sur la concentration de carbone noir.

10

TEMPÉRATURE RESENTIE

De quoi as-tu besoin?

- Un psychromètre* (thermomètre mouillé + thermomètre sec);
- Un récipient contenant de l'eau.

Que faut-il faire?

- Si tu n'en as pas, construis ton propre psychromètre en installant les deux thermomètres de laboratoire à hauteur égale, l'un à côté de l'autre (tu peux éventuellement attacher les thermomètres sur une planche avec un élastique solide, pour qu'ils puissent rester debout facilement). Entoure le réservoir de liquide de l'un des deux thermomètres avec le tissu.

*Au cas où tu n'as pas de psychromètre à ta disposition, tu peux facilement en réaliser un en utilisant deux thermomètres de laboratoire et un tissu fin et souple;

Mets l'extrémité libre du tissu en contact avec l'eau dans le récipient afin qu'il soit maintenu constamment humide par capilarité.

Compare la mesure faite par les deux thermomètres. Qu'est-ce que tu observes?

Comment ça marche?

- Un flux d'air garantit que l'humidité s'évapore dans la mèche. Pour ce faire, de la chaleur est nécessaire, et est extraite du réservoir de liquide, ce qui provoque son refroidissement. C'est pourquoi le thermomètre humide affichera toujours une température inférieure ou égale à celle du thermomètre sec.

- Tant que l'eau est disponible en surface, au plus l'air est sec, au plus l'eau s'évapore et plus grande est la différence de température entre le thermomètre humide et sec. L'humidité de l'air peut être déduite de cette différence de température.



11a

PRESSION ATMOSPHÉRIQUE POIDS DE L'AIR

De quoi as-tu besoin?

- Une bouteille en plastique solide de boisson pétillante (1,5 l environ) et de son bouchon;
- La pipette d'une chambre à air de vélo hors usage;
- Une pompe à vélo ou autre compresseur d'air;
- Une balance avec une précision de 1 gr au minimum.

Que faut-il faire?

- Découpe la chambre à air autour de la pipette de façon à ne garder que quelques millimètres de caoutchouc autour de l'orifice.
- Perce le bouchon de la bouteille pour pouvoir y introduire la pipette. Serre l'écrou de la pipette fermement de façon à empêcher l'air de s'échapper. Tu peux ajouter un peu de silicone ou de colle entre le caoutchouc restant et le bouchon pour améliorer l'étanchéité.
- Ferme la bouteille avec le bouchon à pipette ainsi obtenu et pèse le dispositif. Note le résultat obtenu.

Comment ça marche?

- Nous avons ajouté de l'air dans la bouteille. Bien que cela ne se voit pas à l'œil nu, la bouteille contient donc plus d'air et, par conséquent, pèse plus lourd.
- Ceci montre que l'air est bien un matériau à part entière et qu'il possède un poids tout comme l'eau ou le soda qui se trouvent habituellement dans ta bouteille.



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE LA FORCE EXERCÉE PAR L'AIR

De quoi as-tu besoin?

- Une canette métallique de soda vide de 25cl;
- Une grande pince (type barbecue) pour manipuler une canette chaude;
- Un morceau de chambre à air;
- Un réchaud électrique ou à gaz;
- Un saladier rempli d'eau froide.

Que faut-il faire?

- Mets un fond d'eau dans la canette et roule la chambre à air pour former un petit bouchon qui bloquera partiellement (certainement pas hermétiquement) l'orifice.
- Mets la canette sur le feu en prenant soin de ne pas te brûler et attends que le fond d'eau se mette à bouillir.
- Lorsque de la vapeur s'échappe de la canette, plonge-la rapidement à l'envers à l'aide d'une pince dans le saladier rempli d'eau froide. Qu'observes-tu?

Comment ça marche?

- Au départ, la pression atmosphérique pousse sur la canette depuis l'extérieur et depuis l'intérieur avec une même intensité. Rien ne se produit.
- Lorsque l'eau se met à bouillir dans la canette, la vapeur chasse tout l'air présent à l'intérieur de celle-ci. En refroidissant, cette vapeur d'eau disparaît et se recondense en eau.
- Elle ne peut être remplacée par de l'air ou de l'eau suffisamment vite (le caoutchouc empêche l'eau d'entrer brutalement).
- Un vide est ainsi créé à l'intérieur de la canette, alors qu'à l'extérieur la pression atmosphérique règne toujours.
- Celle-ci pousse alors fortement sur la canette sans être retenue de l'intérieur et la canette implose brutalement!

!!! Attention usage de source de chaleur.



PRESSION ATMOSPÉRIQUE BAROMETRE ULTRASIMPLE

De quoi as-tu besoin?

- Un bocal dur sans son couvercle, de préférence en verre;
- Un ballon de baudruche et des élastiques;
- Une paille à boire;
- Un petit bout de carton;
- Un peu de colle.

Que faut-il faire?

- Découpe le ballon de façon à obtenir une membrane en caoutchouc que tu pourras étendre sur le bocal.
- Tends légèrement le ballon sur l'ouverture du bocal. Veilles à ce que le dispositif soit étanche et fixe solidement la membrane avec des élastiques.
- Avec une pointe de colle, fixe l'extrémité de la paille au centre de la membrane tendue.

- Réalise une échelle de mesure sur ton petit carton que tu placeras en face de l'autre extrémité de la paille.
- Tu retourneras ton expérience au bout de quelques heures, pendant plusieurs jours.

Comment ça marche?

- Lorsque la pression atmosphérique varie, elle pousse plus ou moins fort sur le ballon que tu as tendu, alors que l'air ne peut ni entrer ni sortir du bocal.
- La membrane se déforme donc sous la variation de pression et la paille amplifie ce mouvement.
- L'échelle dessinée sur ton carton permet de repérer ce changement de pression. Te voilà un peu madame/monsieur-météo.

Astrofysica Universiteit Utrecht, BIRA-IASB, ESA, KMI-IRM, NASA, NOAA, TU Delft, UNEP.
AFP, Arctic Light Photo, BBC, FanPop, Shutterstock, Silicon Labs, WRM? Magazine.
Wim Janssen, Richard Morden, Edvard Munch, Paul Smeets, Nick Strobel, Timm Weitkamp.



Cette publication est une initiative de

Politique scientifique fédérale

La politique scientifique fédérale coordonne la recherche scientifique entre le gouvernement fédéral et les entités fédérées de Belgique. Elle est également responsable de 10 établissements scientifiques fédéraux dont l'ORB, l'IRM et l'IASB. En collaboration avec d'autres pays de l'Union européenne, ces établissements développent sans cesse davantage d'initiatives jetant une passerelle entre la recherche de haut niveau et le grand public.

www.belspo.be



L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique est un des établissements scientifiques belges les plus jeunes. Créé en 1964, ses tâches principales sont la recherche et les services publics dans le domaine de l'aéronomie spatiale, qui comprend la physique et la chimie de l'atmosphère de la Terre et des autres planètes, ainsi que de l'espace extra-atmosphérique. Les scientifiques utilisent des instruments sur Terre, dans l'air (ex. à l'aide de ballons), dans l'espace et des modèles théoriques. L'IASB conçoit et construit des instruments pour surveiller les atmosphères et l'environnement spatial. L'Institut contrôle des expériences belges à bord de satellites, participe à des programmes internationaux de mesure et divulgue cette connaissance au grand public.

www.aeronomie.be

Belgian User Support and Operation Centre (B.USOC)

Le Belgian User Support and Operation Centre est une structure qui apporte un support à la communauté scientifique dans la préparation et le développement d'expériences qui nécessitent un environnement en microgravité (Station Spatiale, vols automatisés, satellites...). Le B.USOC assume à la fois les fonctions de contrôle, d'opération et d'exploitation du centre de mission.

www.busoc.be





L'Observatoire royal de Belgique (ORB)

L'Observatoire royal de Belgique est une institution scientifique de recherche qui entreprend également de nombreuses activités de prestation de service public. Les chercheurs de l'ORB étudient aussi bien la planète Terre, le Soleil, que d'autres objets de l'univers proche ou lointain. L'astronomie, l'astrophysique, la planétologie, la géophysique, la séismologie, la géodésie spatiale et la physique solaire se rangent parmi les disciplines scientifiques de l'Observatoire. L'ORB travaille également en collaboration avec de nombreux centres nationaux et internationaux. Des tâches telles que le service de l'heure sur Terre, la gestion du réseau séismologique belge, des applications basées sur GNSS (Global Navigation Satellite Systems), tel que le GPS, la surveillance continue de l'activité solaire et les prévisions de la météorologie spatiale relèvent de la catégorie des prestations de service public, ainsi que la diffusion d'informations relatives à toutes ces disciplines.

www.astro.oma.be



Planétarium

Viens découvrir les merveilles du ciel étoilé projetées sur un écran 360° de 23m de diamètre au Planétarium de l'ORB. Tu pourras assister au plus près au lancement d'une fusée, observer la Terre depuis l'espace, survoler la surface de Mars, t'approcher des anneaux de Saturne! Et pourquoi s'arrêter là? Oserez-vous dépasser les limites de la Voie lactée? Vous laisserez-vous tenter par l'exploration des extrêmes confins de l'Univers?

www.planetarium.be



L'Institut Royal Météorologique (IRM)

L'Institut Royal Météorologique est incontournable en Belgique. Tout le monde connaît les prévisions météorologiques de l'IRM, mais l'Institut est actif dans bien d'autres domaines. L'IRM est, entre autres, le centre national de données et de connaissances sur le climat. L'IRM, en tant qu'institut scientifique fédéral, met la priorité sur la météo et le climat pour remplir ses tâches de service public. Ces tâches sont: la mise à disposition de prévisions générales et d'avertissements en cas de phénomènes météorologiques à risque, le suivi de l'évolution du climat, la collecte, le contrôle de qualité et l'archivage de données météorologiques et géophysiques, la gestion de l'infrastructure nécessaire, le développement des modèles de prévision ainsi que la recherche scientifique. L'IRM est actif 24h/24 et combine infrastructure, technique, recherche scientifique et services publics. Les produits et services de l'IRM répondent à des normes de qualité élevées.

www.meteo.be



Solar-Terrestrial Centre of Excellence (STCE)

Le Solar-Terrestrial Centre of Excellence est le centre Soleil-Espace-Terre belge par excellence. Les scientifiques essaient de comprendre le Soleil, de prédire les éruptions solaires et d'observer comment des nuages de particules se dirigent dans l'espace et influencent la Terre. Des satellites et des télescopes développés au sein du STCE leur permettent de réaliser ces observations. Le STCE collabore avec des entreprises belges et étrangères et aussi avec des universités et d'autres établissements scientifiques. Le STCE est aussi une force motrice dans l'organisation de quelques conférences internationales importantes, telle que la Semaine Européenne de la Météorologie Spatiale.

www.stce.be

Colofon

Grâce à

- La politique scientifique fédérale et tous les scientifiques qui expliquent les expériences

Jessica Bevernaeghe

Christine Bingen

Pepijn Cardoen

Nicolas De Coster

Sofie Delanoye

Filip Desmet

Eddy Equeter

Alexander Mangold

Françoise Meulenberghs

Jeroen van Gent

Composition et rédaction

Alexandre Dewalque

Stéphanie Fratta

Karolien Lefever

Sophie Robyns

Tim Somers

Mise en page

C-company

Contact

Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)
Avenue Circulaire, 3
B-1180 Bruxelles
info@daeronomie.be

Éditeur responsable

Karolien Lefever