

1 Les aurores polaires

A l'aide de la vidéo ci-contre et de l'article de *Sciences et Avenir* ci-dessous, répondre aux questions :

1. Représenter grossièrement la Terre et ses lignes de champ.
2. Qu'est-ce que le « vent solaire » ?
3. Comment le vent solaire déforme-t-il les lignes de champs terrestres ?
4. Quelle est la différence entre une aurore boréale et une aurore australe ?
5. Quelle est l'origine des couleurs des aurores polaires ?

La vidéo d'explication



<http://bit.ly/AURpol>

Qu'est-ce qu'une aurore boréale ?

Le 23.07.2016 à 09h00 | Mis à jour le 23.07.2016 à 09h00

Phénomène céleste hypnotique et fantasmatique, les aurores polaires (boréale australe) sont provoquées par le vent solaire. Explication.



L'aurore boréale illumine le ciel du Fjord de Flakstad (cercle arctique) le 14/3/2016. © OLIVIER MORIN / AFP

Nous rêvons tous d'admirer un jour ces nuages fantomatiques verts, roses, rouges ou violets flottant dans le ciel à la nuit tombée. Pourtant, les aurores polaires (boréales au nord, australes au sud) sont la preuve d'une agression : celle du Soleil sur notre planète.

L'aurore boréale est imprévisible car elle est le signe d'une perturbation du champ magnétique terrestre par le vent solaire. La Terre est en effet enveloppée d'un bouclier magnétique (la magnétosphère) qui lui sert de protection. Celui-ci se déforme sous l'effet de ces flots de matière expulsés par le Soleil, à la manière d'une grosse bulle de savon exposée en plein vent. En arrière de notre planète, du côté opposé au Soleil, ces déformations étirent la "bulle" comme un élastique. Quand "l'élastique" se relâche, des particules sont catapultées à grande vitesse en direction de la Terre suivant les lignes de champ magnétique qui convergent vers les pôles terrestres. Elles entrent en collision avec les atomes (hydrogène, oxygène, azote...) de la haute atmosphère (ionosphère), entre 80 et 1000 kilomètres au-dessus de nos têtes. Excités, ces atomes émettent alors de la lumière verte, rouge, rose ou violette.

"Les aurores dépendent de l'activité du Soleil. On ne peut donc les prédire que quelques heures à l'avance, précise Thierry Dudok de Wit, professeur à l'université d'Orléans et spécialiste de la relation Terre-Soleil. Lorsque les satellites situés entre le Soleil et la Terre enregistrent un sursaut d'intensité du vent solaire, ils nous envoient un message d'alerte. Nous savons que dans l'heure qui suit se produiront des aurores lumineuses. Certaines agences de voyage spécialisées dans les aurores utilisent d'ailleurs ce service d'alerte."

A l'aide de la vidéo ci-contre et de du document du livre Nathan ci-dessous, répondre aux questions :

1. Citer, en plus de l'IRM, deux autres techniques d'imagerie médicale.
2. Quels sont les avantages de l'IRM par rapport aux autres techniques ?
3. Pourquoi utilise-t-on un aimant supraconducteur plutôt qu'un électroaimant classique ?
4. Quels types d'ondes doit-on envoyer pour exciter les noyaux d'hydrogène ?
5. Une contre-indication à l'IRM est la présence d'un corps étranger métallique (prothèse, pacemaker...). Justifier cette contre-indication.



<http://bit.ly/techIRM>

L'imagerie par résonance magnétique : IRM

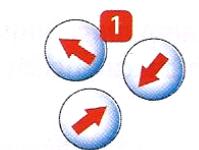
• Le principe

L'IRM est basée sur les propriétés magnétiques du noyau d'hydrogène présent dans les tissus biologiques. Les noyaux d'hydrogène se comportent alors comme des petits aimants.

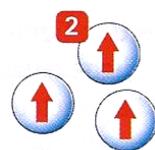
Lorsqu'un patient passe une IRM, dans un premier temps il est soumis à un champ magnétique intense et constant obtenu à l'aide de bobines supraconductrices. Les noyaux des atomes d'hydrogène s'orientent selon la direction et le sens du champ magnétique statique.

Puis, on envoie une impulsion électromagnétique Radio Fréquence (RF) qui provoque un basculement de l'orientation des noyaux. C'est le phénomène de résonance magnétique nucléaire. Par exemple, pour un champ magnétique de 1,5 T, la fréquence de l'onde RF doit être de 63,9 MHz.

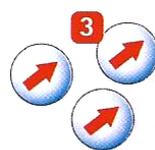
Résonance magnétique nucléaire



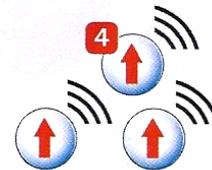
1 Les noyaux sont dotés d'un moment magnétique, appelé « spin ».



2 Dans un champ magnétique, le spin se comporte comme une aiguille aimantée qui s'oriente dans la direction du champ.



3 Si on lui applique alors une série d'ondes radio, son orientation bascule.



4 À la fin de chacune de ces impulsions, le spin retourne spontanément à sa position initiale (image 2) en émettant une onde de la même fréquence que celle qui l'a désorienté. On dit que le noyau entre en résonance.

Source : CEA

Après l'arrêt de l'émission des ondes RF, les noyaux d'hydrogène reviennent à leur état d'équilibre au bout d'un temps appelé temps de relaxation T_{relax} . Ils restituent alors une onde de même fréquence captée par un réseau d'antennes et traitée par un système informatique. Le temps de relaxation T_{relax} dépend de l'environnement des tissus analysés et permet de reconstituer une image des organes en 2D ou en 3D.

Pour produire un champ magnétique de plusieurs teslas, on utilise des électroaimants supraconducteurs refroidis à l'aide d'hélium liquide qui maintient une température de 4 K. Les conducteurs ont alors une résistance électrique nulle qui permet de faire circuler un courant d'une grande intensité (de 30 A à 90 A) sans pertes par effet Joule.

Eau	3 s
Graisse	200 ms
Foie	500 ms
Muscle	800 ms
Cerveau	850 ms

▲ Temps de relaxation biologiques pour $B = 1,5 \text{ T}$

• L'examen

L'IRM est un examen médical non invasif et indolore qui n'utilise pas de rayonnement ionisant. Elle est plus performante que la radiographie ou le scanner et permet d'atteindre une résolution spatiale de l'ordre du millimètre.