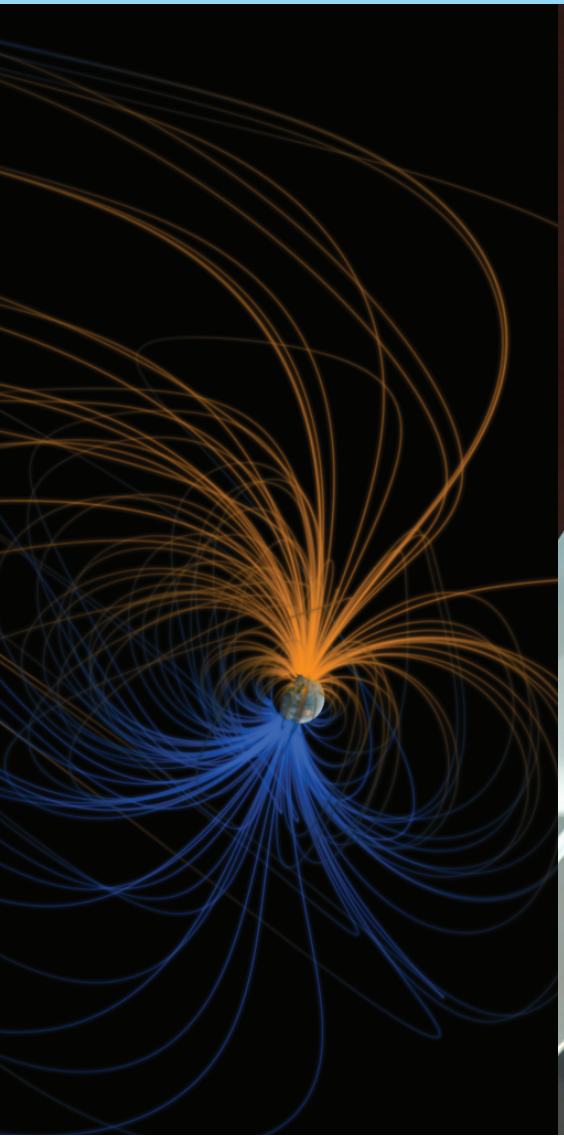
FONDEMENTS COSMIQUES

LUMIÈRE, MAGNÉTISME ET L'UNIVERS!







À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS / DISCOVER THE UNIVERSE

Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics
UNIVERSITY OF TORONTO

FONDEMENTS COSMIQUES

UNE SÉRIE DE GUIDES POUR ENSEIGNER LES BASES DE L'ASTRONOMIE

INTRODUCTION

La trousse scientifique que vous avez entre les mains est le fruit d'une collaboration entre À la découverte de l'univers, un programme d'éducation en astronomie, et Laurie Rousseau-Nepton, astrophysicienne Innu et professeure à l'Université de Toronto. Laurie étudie les étoiles et leur formation dans les galaxies à l'aide d'un instrument de calibre mondial qu'elle a contribué à concevoir.

Nous avons créé cette trousse pour faire entrer la recherche de Laurie, et la science fascinante qui la sous-tend, dans les classes. À l'intérieur, vous trouverez des activités explorant la lumière et le magnétisme, deux concepts clés en astronomie comme dans la vie quotidienne. Ils font partie des programmes scolaires partout au Canada, mais nous savons qu'il peut être difficile de trouver des ressources pour les enseigner. Cette trousse est là pour vous aider!



Qui est Laurie Rousseau-Nepton?

Laurie a grandi dans la région de Québec et a étudié à l'Université Laval, où elle a obtenu un doctorat en astrophysique, une première pour une femme autochtone au Canada. Elle a travaillé pendant quelques années au télescope Canada-France-Hawaï, à Hawaï, où elle a développé un ambitieux programme de recherche regroupant des dizaines d'astrophysiciennes et d'astrophysiciens du monde entier. Elle vit maintenant à Toronto avec son mari et ses deux filles, où elle est professeure de physique et d'astronomie à l'Université de Toronto. Pendant ses temps libres, elle aime profiter du plein air, aller courir et jouer avec ses enfants. Laurie est Innu et membre de la communauté de Pekuakamiulnuatsh.



Laurie sur la passerelle du télescope Canada-France-Hawaï, avec l'Observatoire Gemini Nord en arrière-plan.

Vous verrez Laurie dans les vidéos qui présentent les activités de ces guides. Vous pouvez aussi en apprendre davantage sur elle dans le documentaire de l'Office national du film du Canada Étoile du Nord (visionnez-le avec vos élèves)!

À PROPOS DE CE PROJET

Grâce à ces guides, nous explorons le monde physique, notre environnement et l'Univers. Nous commençons par étudier le comportement de la lumière. Cette dernière nous entoure et joue un rôle essentiel dans la vie sur Terre, l'énergie, les communications, l'étude du cosmos et bien plus encore! Nous passons ensuite au magnétisme, l'une des forces fondamentales de la nature. Bien qu'il soit parfois moins connu que la gravité, le magnétisme est tout aussi important! Les objets célestes comme les étoiles et les planètes possèdent des propriétés magnétiques, et dans certains cas, ces champs magnétiques influencent leur évolution.

Ces guides offrent tout ce dont vous avez besoin pour commencer: une liste complète de matériel, des conseils de sécurité, des suggestions pour la préparation, des renseignements de base, des liens avec la recherche ainsi que des conseils pédagogiques utiles pour chaque activité.

Note importante: la plupart des activités n'ont pas de résultats attendus ni de réponses correctes. Vous êtes invité à explorer aux côtés de vos élèves, en observant ensemble les tendances et les constats. L'exploration et les découvertes peuvent varier d'une classe à l'autre, et cette diversité d'expériences fait partie de ce qui rend la science si passionnante et significative.

Parfait pour toutes les classes

Ces guides comprennent des activités adaptées à tous les âges, de la maternelle à la fin du secondaire. Aucune connaissance préalable n'est requise pour utiliser les activités; tout ce dont vous avez besoin pour vous sentir en confiance se trouve ici! Chaque guide propose des consignes claires et des activités scientifiques stimulantes. Bon nombre des activités peuvent être adaptées à différents niveaux scolaires, avec l'option de prolonger la leçon et des défis facultatifs pour les élèves plus âgés. Les niveaux scolaires suggérés pour chaque activité servent de repères généraux. Les fiches d'activités pour les élèves sont regroupées par niveau scolaire: maternelle à 3e année, 4e à 6e année et secondaire (7e à 12e année).

Il n'existe pas une seule façon d'enseigner ces activités, et nous vous encourageons à ajuster, sauter ou utiliser des questions selon ce qui favorisera le mieux l'apprentissage et la participation de vos élèves. Vous connaissez vos élèves, n'hésitez pas à adapter les activités au besoin!

RÉSUMÉ DES ACTIVITÉS

Voici un tableau récapitulatif indiquant quelles activités conviennent le mieux à chaque niveau scolaire. Rappelez-vous que certaines activités conçues pour les élèves plus jeunes peuvent tout de même être agréables et éducatives pour les niveaux supérieurs, mais qu'elles seront généralement réalisées plus rapidement. À l'inverse, certaines activités qui ne sont pas indiquées comme étant les mieux adaptées aux élèves plus jeunes peuvent être présentées sous forme de démonstration, et des fiches imprimables ont été préparées pour eux à la fin du guide.

Le tableau ci-dessous utilise ◯ pour indiquer les activités qui se prêtent le mieux à une démonstration ou à une discussion en classe; ✪ pour les activités conçues afin d'atteindre des objectifs d'apprentissage ciblés; ● pour indiquer qu'une activité est possiblement déjà familière, mais peut être utilisée à des fins de révision; et des cases vides qui signifient que l'activité ne convient pas.

	Maternelle	1e année	2e année	3e année	4e année	5e année	6e année	7e et 8e sec. 1-2	9e et 10e sec. 3-4	11e et 12e sec. 5+
1 Découvrir les couleurs 30 min	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	●	●	●
2 Réflexion et réfraction 30 min	◯	◯	◯	◯	✪	✪	✪	✪	✪	●
3 Prismes concaves et convexes 30-45 min	◯	◯	◯	◯	✪	✪	✪	✪	✪	●
4 Les yeux 30-60 min			◯	◯	✪	✪	✪	✪	✪	●
5 Diffraction 30-45 min	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪
1 Qu'est-ce qui est magnétique? 20 min	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	●	●	●
2 Attraction et répulsion magnétiques 20 min	◯	◯	◯	◯	✪	✪	✪	✪	●	●
3 Explorer les lignes de champ magnétique 30-45 min	◯	◯	◯	◯	✪	✪	✪	✪	✪	✪
4 Fabriquer une boussole 30 min	◯	◯	◯	◯	✪	✪	✪	✪	✪	✪
5 Train électromagnétique 45 min					◯	◯	◯	✪	✪	✪

Rassembler votre matériel

Certains enseignants et certaines communautés ont peut-être reçu des trousses physiques contenant du matériel comme des prismes, des palettes de couleurs, des lasers et des aimants. Si vous avez reçu l'une de ces trousses, tant mieux! Vous trouverez des indications sur la façon de l'utiliser tout au long des activités.

Sinon, pas d'inquiétude! Les activités ont été conçues pour être flexibles, et certaines expériences peuvent être reproduites en classe à l'aide de matériel simple et peu coûteux. Pour vivre l'expérience complète, nous recommandons de vous procurer un ensemble de matériaux afin de créer votre propre trousse.

Si vous avez reçu une trousse scientifique, elle comprend:

- Cette série pédagogique décrit les activités, donne des conseils pour animer les activités et présente des fiches d'activités facultatives pour les élèves, adaptées à différents groupes scolaires.
- Une clé USB contenant des vidéos de démonstration présentées par Laurie, ainsi que des copies numériques des guides pédagogiques et des fiches d'activités pour les élèves.
- Du matériel pratique pour toutes les activités, y compris différents types d'aimants, des pointeurs laser, des prismes et plus encore.

Pour vous procurer votre propre matériel, nous recommandons de commander auprès de *Spectrum Educational Supplies* (https://spectrumed.ca/). Les prismes, palettes de couleurs, réseaux de diffraction, aimants, boussoles et la limaille de fer de la trousse originale ont été achetés chez Spectrum. Tout le reste du matériel peut être acheté dans des commerces généraux. Consultez la liste complète et à jour sur notre site web. Les vidéos mettant en vedette Laurie sont accessibles par des liens dans le PDF de chaque activité.

PLANIFIER VOTRE APPROCHE

Vous pouvez utiliser ces activités individuellement ou en série, selon les objectifs de votre classe et votre horaire. Bien qu'il n'y ait pas d'ordre précis à suivre, nous mentionnons dans la description des activités lorsque l'une d'elles gagne à être réalisée avant une autre.

Suggestions de jumelages pour des périodes de classe d'une heure:

- Lumière et optique: Activité 1 et Activité 5
- Lumière et optique: Activité 2 et Activité 3
- Magnétisme: Activité 1 et Activité 2 (avec l'Activité 4 comme ajout rapide si le temps le permet)
- Magnétisme: Activité 3 et Activité 4

N'hésitez pas à combiner les activités selon le temps dont vous disposez et l'intérêt des élèves!

Lumière et optique

Ce guide propose des activités axées sur la lumière et l'optique, à l'aide de filtres colorés, de prismes et de réseaux de diffraction. Les élèves explorent le comportement de la lumière lorsqu'elle traverse des prismes et selon différentes longueurs d'onde, ainsi que des concepts comme la réflexion, la réfraction, la formation des images, les points focaux et la distance focale. Ces activités sont liées aux programmes de sciences générales, de physique et même d'arts.

Le guide Lumière et optique comprend les activités suivantes:

- Activité 1: Découvrir les couleurs
- Activité 2: Réflexion et réfraction
- Activité 3: Prismes concaves et convexes
- Activité 4: Les yeux
- Activité 5: Diffraction

Magnétisme

Ce guide comprend cinq activités pratiques qui explorent le magnétisme à l'aide de différents types d'aimants et de matériaux magnétiques. Les élèves étudieront les propriétés magnétiques des matériaux, la façon dont les aimants interagissent entre eux, les champs magnétiques (y compris le champ magnétique terrestre) et l'électromagnétisme. Ces activités sont liées à divers domaines du programme scolaire, notamment les sciences générales et la physique.

Le guide Magnétisme comprend les activités suivantes:

- Activité 1: Qu'est-ce qui est magnétique?
- Activité 2: Attraction et répulsion magnétiques
- Activité 3: Explorer les lignes de champ magnétique
- Activité 4: Fabriquer une boussole
- Activité 5: Train électromagnétique

Une façon ludique de tout rassembler

Comme ces activités ont été conçues pour être flexibles, vous pourriez envisager d'en faire une journée d'exploration scientifique guidée! Commencez par quelques périodes de sciences pour présenter les concepts clés, soit par une discussion en classe, soit en montrant les vidéos de démonstration. Ensuite, aménagez votre classe avec des stations d'activités pour Lumière et optique et Magnétisme, en permettant aux élèves de circuler en petits groupes. Des tablettes ou une animation dirigée par l'enseignant peuvent aider à guider chaque groupe dans les expériences. Cette formule fonctionne particulièrement bien avec les élèves plus âgés, qui peuvent manipuler en toute sécurité du matériel comme les lasers et les aimants (assurez-vous toujours de revoir les consignes de sécurité avant de remettre ce matériel aux élèves). N'hésitez pas à répartir cette organisation sur plusieurs jours ou à la modifier afin qu'elle convienne à vos élèves et à votre espace!

LIEN AVEC LA RECHERCHE DE LAURIE

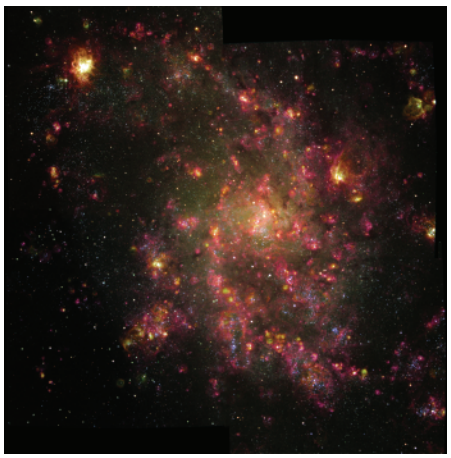


Le télescope Canada-France-Hawaï, doté d'un miroir primaire de 3,6 mètres. La structure jaune est la monture, qui permet au télescope de pointer dans n'importe quelle direction du ciel.

La lumière et l'optique sont au cœur de l'astronomie! C'est grâce à la lumière que nous pouvons observer l'espace lointain, et nous utilisons l'optique pour construire des instruments qui nous permettent de voir des objets éloignés plus clairement et de les étudier avec davantage de précision. Les télescopes utilisent des miroirs et des lentilles pour rediriger et focaliser la lumière en un point. Des caméras numériques sensibles munies de filtres colorés nous permettent d'étudier la composition des étoiles, des galaxies et d'autres objets célestes. Certains instruments installés sur les télescopes, comme les spectromètres, utilisent des réseaux de diffraction pour décomposer la lumière en différentes longueurs d'onde, créant ainsi un spectre, communément appelé arc-en-ciel! En captant la lumière et en étudiant ses propriétés uniques, les astronomes peuvent en apprendre énormément sur les objets célestes. Tous ces concepts sont explorés dans cette série.

Le magnétisme joue aussi un rôle central dans de nombreux phénomènes physiques étudiés dans l'Univers. Du champ magnétique qui entour la Terre et crée de magnifiques aurores aux champs puissants entourant les étoiles, les planètes et même les trous noirs, le magnétisme contribue de façon essentielle à façonner les environnements cosmiques. Les champs magnétiques influencent le déplacement des gaz dans l'espace, la formation des étoiles et l'évolution des planètes. Ils aident même à protéger les planètes contre le vent solaire et les radiations nocives. En étudiant les champs magnétiques, les astronomes peuvent en apprendre davantage sur des phénomènes allant de la formation des étoiles à l'activité passée de planètes comme Mars. Ce sont ce genre de liens fascinants que vous explorerez grâce aux activités sur le magnétisme présentées dans cette série.

Les recherches de Laurie portent sur l'étude des galaxies et de la formation des étoiles, en améliorant la manière dont nous observons la lumière. Durant ses études à l'Université Laval, elle a conçu un instrument optique appelé SITELLE, qui est maintenant installé sur le télescope Canada-France-Hawaï, à Hawaï, et utilisé par des scientifiques du monde entier. Cet instrument particulier, à la fois caméra et spectromètre, permet d'obtenir de superbes images détaillées de galaxies tout en fournissant des renseignements sur leur composition chimique. Il s'agit d'un spectromètre imageur à transformée de Fourier, qui utilise des mathématiques avancées pour déterminer la quantité de lumière émise à des énergies particulières par un objet céleste.



La galaxie M33, photographiée par Laurie à l'aide de l'instrument SITELLE du Télescope Canada–France–Hawaï. Les régions rouges mettent en évidence les zones où de nouvelles étoiles se forment.

Laurie dirige actuellement un projet international appelé SIGNALS, un acronyme pour le nom anglais Star formation, Ionized Gas, and Nebular Abundances Legacy Survey (Relevé de la formation d'étoiles, du gaz ionisé et des abondances interstellaires). À l'aide de l'instrument SITELLE, ce projet a permis de recueillir des données provenant de plus de 50 000 régions de formation stellaire dans 40 galaxies voisines, aidant les astronomes à mieux comprendre comment l'environnement local influence les caractéristiques des jeunes amas d'étoiles. Laurie poursuit également le développement de nouveaux instruments dans le laboratoire qu'elle dirige maintenant à l'Université de Toronto.

UN MESSAGE D L'ÉQUIPE À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS

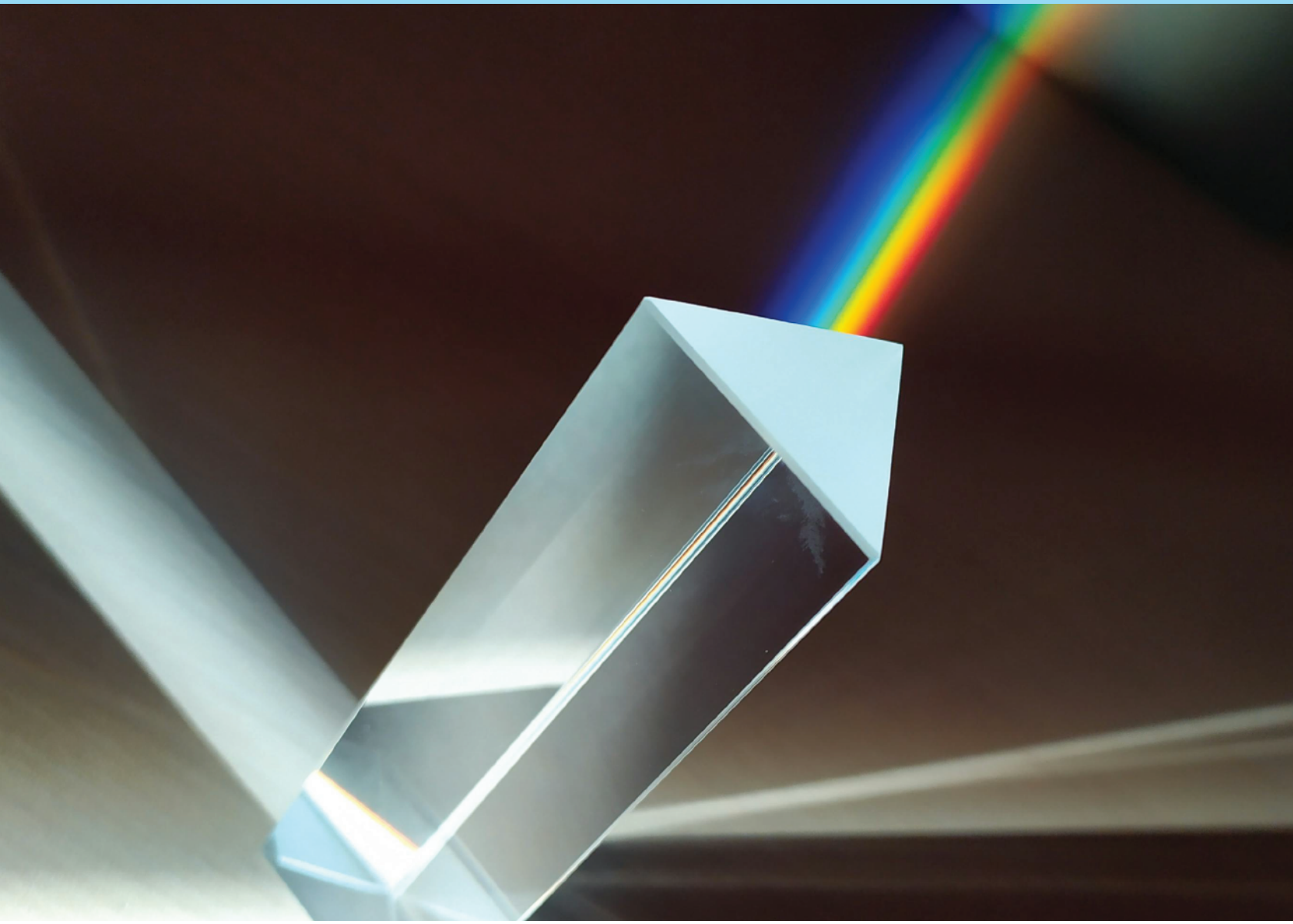
Notre équipe a créé ces guides afin d'apporter les concepts fondamentaux de l'astronomie dans votre classe de façon ludique et pratique. Ils peuvent être utilisés de manière autonome ou servir d'introduction à certains de nos autres modules d'apprentissage en astronomie, offerts sur notre site web. Tout notre contenu est conçu pour éveiller la curiosité et l'émerveillement, et pour montrer à quel point nous sommes profondément liés à l'Univers qui nous entoure!

Nous espérons que vous et vos élèves prendrez plaisir à découvrir la lumière, le magnétisme et leurs liens cosmiques. Il s'agit de bien plus que de simples phénomènes physiques: ce sont les fondements de tout, de l'observation des étoiles à l'exploration spatiale, et ils nous aident à comprendre notre place dans le cosmos.

Nous sommes honorés d'avoir collaboré avec une personne aussi inspirante que la professeure Laurie Rousseau-Nepton pour la création de cette série. Astrophysicienne et communicatrice scientifique engagée, elle apporte non seulement son expertise, mais également une passion pour rendre l'astronomie plus inclusive et inspirante. Nous croyons qu'elle est un formidable modèle, et nous espérons que vos élèves apprécieront d'apprendre avec elle grâce aux vidéos.

LUMIÈRE ET OPTIQUE

SÉRIE FONDEMENTS COSMIQUES



À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS

DISCOVER THE UNIVERSE

Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics
UNIVERSITY OF TORONTO

LUMIÈRE ET OPTIQUE

SÉRIE FONDEMENTS COSMIQUES

À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS / DISCOVER THE UNIVERSE

ÉQUIPE DE DÉVELOPPEMENT

À la découverte de l'univers
CJ Woodford, Lindsay P. Mann, Eesha Das Gupta, Julie Bolduc-Duval

En collaboration avec
Laurie Rousseau-Nepton, Institut Dunlap d'astronomie et d'astrophysique
à l'Université de Toronto

ILLUSTRATIONS ET CONCEPTION

Lindsay P. Mann

INSPIRÉ PAR…

Oak Ridge National Laboratory Science Club (activité sur la lumière et la couleur)
Girls in STEM (cahier d'activités sur la lumière et l'optique, élaboré par CJ Woodford)
Purdue University Infrared Nanostructured Devices research group (expériences sur les réseaux de diffraction)

CRÉDITS DE L'IMAGE DE COUVERTURE

Magnétisme: visualisation réalisée par Greg Shirah et Tom Bridgman, NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio.
Lumière et optique: Dobromir-Hristov
Beyond Foundations: NASA/NOAA

À la découverte de l'univers est offert par l'Institut Dunlap d'astronomie et d'astrophysique à l'Université de Toronto.

Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics
UNIVERSITY OF TORONTO

Septembre 2025

Cette œuvre est distribuée sous une licence Creative Commons Attribution, pas d'utilisation commerciale, pas d'œuvre dérivée. Vous êtes libre de redistribuer ce guide dans sa forme originale et non modifiée, à condition que les auteurs d'origine soient mentionnés.

Consignes de sécurité pour les activités sur la lumière et l'optique

Pour votre sécurité et celle de vos élèves, veuillez respecter les précautions suivantes lors de toute activité faisant intervenir des lasers, des prismes, des réseaux de diffraction ou les lunettes des élèves.

LASERS: CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Révisez toujours les consignes de sécurité liées aux lasers avant leur utilisation. Rappelez aux élèves que les pointeurs laser ne sont pas des jouets. Utilisez-les avec précaution. Les pointeurs laser doivent être manipulés uniquement par des personnes – jeunes ou adultes – ayant un contrôle moteur stable et fiable.

Ne pointez jamais un laser vers les yeux ou à proximité de ceux-ci: tout faisceau laser, qu'il soit direct ou dévié, peut causer des dommages aux yeux. Utilisez toujours le laser à l'intérieur d'une boîte afin d'éviter tout rayon laser vers les yeux.

PRISMES: CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Manipulez avec précaution. Bien que les prismes optiques soient généralement durables, ils peuvent s'ébrécher, se fissurer ou se briser s'ils sont échappés ou mal manipulés. Cessez l'utilisation s'ils sont endommagés. Si un prisme présente des signes de bris, arrêtez immédiatement de l'utiliser. Éliminez les morceaux brisés de façon sécuritaire, comme vous le feriez avec du verre cassé, afin d'éviter les blessures causées par des arêtes tranchantes.

RÉSEAUX DE DIFFRACTION ET PRISMES: AVERTISSEMENT POUR LE SOLEIL

Ne regardez jamais directement le Soleil à travers un réseau de diffraction ou un prisme. Ces matériaux ne sont pas conçus pour l'observation solaire. Il existe un risque sérieux de lésions oculaires. Regarder le Soleil de cette façon peut entraîner des blessures graves, notamment des brûlures de la rétine, une perte de vision ou une cécité permanente.

PRUDENCE AVEC LES LUNETTES

Si les élèves utilisent leurs propres lunettes pour une activité, rappelez-leur de les manipuler avec soin car elles peuvent être coûteuses ou difficiles à remplacer.

LUMIÈRE ET OPTIQUE

Ce guide comprend cinq activités pratiques qui explorent l'optique à l'aide de filtres colorés, de prismes et de réseaux de diffraction. Les élèves examineront le comportement de la lumière lorsqu'elle traverse un prisme, ce que représentent les différentes longueurs d'onde de la lumière, ainsi que des concepts clés comme la transmission, l'absorption, la réflexion, la réfraction, la formation des images, le foyer et la distance focale. Ces activités sont liées à des domaines des programmes d'études tels que les sciences générales, la physique et même les arts.

Le tableau ci-dessous utilise ○ pour indiquer les activités qui se prêtent le mieux à une démonstration ou à une discussion en classe; ✪ pour les activités conçues afin d'atteindre des objectifs d'apprentissage ciblés; ● indique qu'une activité est possiblement déjà familière, mais peut être utilisée à des fins de révision; les cases vides indiquent que l'activité ne convient pas.

	Maternelle	1e année	2e année	3e année	4e année	5e année	6e année	7e et 8e sec. 1-2	9e et 10e sec. 3-4	11e et 12e sec. 5+
1 Découvrir les couleurs 30 min	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	●	●	●
2 Réflexion et réfraction 30 min	○	○	○	○	✪	✪	✪	✪	✪	●
3 Prismes concaves et convexes 30-45 min	○	○	○	○	✪	✪	✪	✪	✪	●
4 Les yeux 30-60 min			○	○	✪	✪	✪	✪	✪	●
5 Diffraction 30-45 min	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪

MATÉRIEL

Dans la trousse scientifique:
- Rubans à mesurer (5)
- Pointeurs laser/lampes de poche (5)
- Prismes (1 boîte de 7)
- Palettes de couleur (18, 3 ens de 6)
- Réseaux de diffraction (5)
- Lentilles de lunettes (5)

Doit être fourni par l'enseignant.e:
- Instruments d'écriture (crayons, stylos, etc.)
- Papier pour écrire et dessiner
- Boîte à chaussures ou autre boîte de taille similaire *La boîte de la trousse scientifique peut convenir!*

Avant d'utiliser le pointeur laser pour la première fois: dévissez le capuchon et retirez le petit morceau de papier qui empêche la pile d'entrer en contact. Une fois retiré, revissez le capuchon solidement avant de le remettre aux élèves.



VIDÉOS ET FICHES D'ACTIVITÉS

Des vidéos ont été créées pour chaque activité de ce guide afin d'aider à expliquer les concepts et les activités. Vous pouvez les utiliser en classe! Des liens vers YouTube sont fournis tout au long du guide. Des fiches ont également été conçues pour être remises aux élèves afin d'approfondir leurs apprentissages; vous les trouverez à la fin du guide.

LES FONDEMENTS DE LA LUMIÈRE ET DE L'OPTIQUE

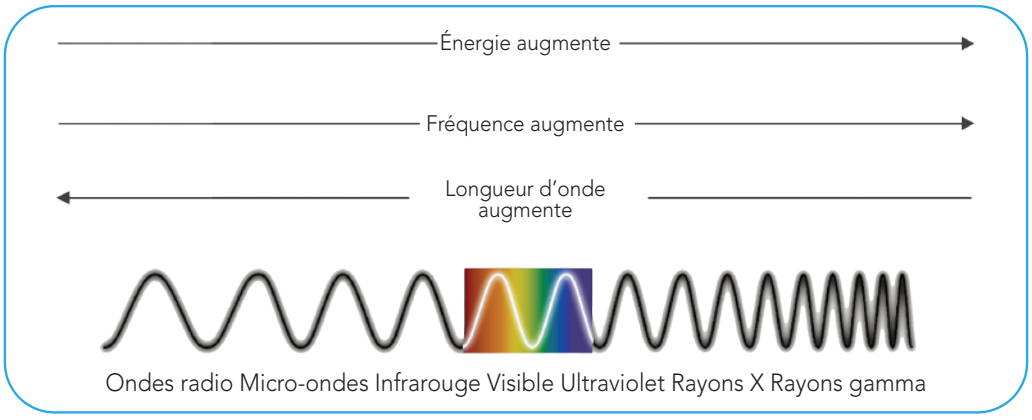
Commencez par regarder avec votre classe la vidéo Introduction à la lumière et à l'optique!

Après avoir visionné la vidéo d'introduction, et avant de vous lancer dans les activités de ce guide, vous pourriez commencer par poser à vos élèves quelques grandes questions: Qu'est-ce que la lumière? Qu'est-ce que l'optique? Pourquoi est-il important d'apprendre ce qu'est la lumière? Encouragez la discussion et voyez s'il y a des points d'accord ou de désaccord. Invitez les élèves à explorer les raisons pour lesquelles ils peuvent percevoir les choses différemment; cela peut ouvrir la porte à une curiosité et à des apprentissages plus approfondis.

La lumière est une forme d'énergie qui stimule nos yeux et nous permet de voir le monde qui nous entoure. Nous sommes surtout familiers avec la lumière visible: la partie du spectre que nos yeux peuvent détecter. Mais il existe de nombreux types de lumière que nous ne pouvons pas voir, comme la lumière infrarouge et la lumière ultraviolette.

Chaque type de lumière est défini par la quantité d'énergie qu'il transporte. On décrit souvent cela à l'aide d'un spectre, allant de la lumière à faible énergie à la lumière à haute énergie, ce qui correspond aussi à la longueur d'onde de la lumière. La lumière est généralement représentée sous forme d'onde, dont la longueur d'onde est mesurée d'un sommet (ou d'un creux) au suivant. Voir la figure ci-dessous.

L'optique est l'étude du comportement de la lumière et de ses interactions avec la matière; comprendre ces interactions nous aide à mieux observer le monde et l'Univers qui nous entoure. La lumière et l'optique sont au cœur de l'astronomie. Elles nous aident à concevoir des outils comme des caméras et des filtres, à déterminer de quoi sont composées les étoiles et les galaxies, et à comprendre comment les galaxies se déplacent. En fait, presque tout ce que nous savons sur l'Univers provient de l'étude de la lumière émise ou réfléchie par les objets célestes.
Nous explorerons davantage ces idées à travers les activités ci-dessous, avec des liens précis avec la recherche qu'elle permet.



ACTIVITÉ 1

DÉCOUVRIR LES COULEURS

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Contexte et notions de base

Dans cette première activité, les élèves explorent les propriétés de la couleur à l'aide de palettes de couleurs, de différentes sources de lumière et d'objets de couleurs variées. Il s'agit d'une activité pratique et flexible qui peut être adaptée à un large éventail d'âges. Pour les élèves plus jeunes, l'accent est mis sur la découverte, tandis que les élèves plus âgés peuvent être guidés vers une compréhension plus approfondie et des liens avec le programme d'études en arts, en sciences générales et en physique.

Pour les élèves de la maternelle à la 4e année, cette activité est principalement exploratoire. Les élèves découvriront les couleurs primaires et secondaires et expérimenteront le mélange additif et soustractif des couleurs.

À partir de la 4e année, vous pourriez vouloir présenter davantage de détails sur le fonctionnement du mélange additif et soustractif des couleurs. La lumière est un mélange additif. Lorsque des lumières colorées sont combinées, elles tendent vers la lumière blanche, qui contient toutes les couleurs. Cela contraste avec le mélange des peintures ou des pigments, un processus soustractif, où la combinaison de couleurs (surtout en quantités égales) tend vers le noir, l'absence de couleur.

Pour les élèves du secondaire (7e année et plus), vous pouvez pousser l'activité plus loin en leur demandant de formuler des hypothèses, d'explorer les relations de cause à effet et d'établir des liens avec le monde réel. Encouragez-les à proposer leurs propres explications, puis utilisez des questions guidées comme celles-ci pour approfondir la discussion:

Pourquoi un objet apparaît-il d'une certaine couleur?

Par exemple, une chaise bleue paraît bleue parce qu'elle réfléchit la lumière bleue et absorbe toutes les autres couleurs.

Qu'est-ce que l'énergie rayonnante, et quel est son lien avec la chaleur?

L'énergie rayonnante est l'énergie transportée par la lumière. Lorsqu'un objet absorbe beaucoup de lumière, il se réchauffe. Cette même chaise bleue absorbe toutes les couleurs sauf le bleu; elle se réchauffera donc sous une lumière intense. Une chaise blanche, en revanche, réfléchit toutes les couleurs et absorbe moins d'énergie rayonnante, ce qui lui permet de rester plus fraîche.

Quel est le lien entre la couleur et les ondes lumineuses?

La lumière est une forme d'énergie qui peut être représentée sous forme d'ondes. On décrit les différentes couleurs par leurs longueurs d'onde: les longueurs d'onde plus longues (comme le rouge et l'orange) transportent moins d'énergie, tandis que les longueurs d'onde plus courtes (comme le bleu et le violet) en transportent davantage. Cela peut remettre en question certaines idées préconçues des élèves; les couleurs «chaudes» comme le rouge ont en réalité moins d'énergie, tandis que les couleurs «froides» comme le bleu ont plus d'énergie!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e** année seront capables:

- d'identifier différentes couleurs;
- de classer les couleurs comme «chaudes» ou «froides» selon la théorie des couleurs;
- de comparer des objets de la même couleur et de couleurs différentes;
- d'explorer des combinaisons de couleurs.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e année à la fin du secondaire (12e année)** seront capables:

- de présenter et identifier des combinaisons de couleurs;
- d'examiner et explorer toutes les combinaisons possibles de couleurs;
- de déduire, à partir de leurs observations, que la couleur d'un objet correspond à la lumière qu'il réfléchit.

Durée

Cette activité devrait prendre 30 minutes ou moins.

Préparation

Temps de préparation estimé: 5 à 15 minutes

- Rassemblez tout le matériel requis.
- Si ce n'est pas déjà fait, ouvrez le compartiment à piles du pointeur laser et retirez le petit morceau de papier blanc afin de permettre le contact.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.

Matériel

- Palettes de couleur
- Pointeur laser (sert aussi de source lumineuse) ou une autre source de lumière (p. ex. lampe de poche, éclairage au plafond, Soleil)
- Papier blanc ou de couleur pâle

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo d'explication avec vos élèves.

Divisez les élèves en groupes afin que chaque groupe dispose soit d'un ensemble complet de six palettes de couleur (une de chaque couleur), soit d'au moins trois palettes. Chaque groupe devrait également avoir une feuille de papier blanc vierge pour travailler.

Si vous incluez un pointeur laser dans l'activité, assurez-vous que chaque groupe en ait un. Avant de commencer, **passez en revue les consignes de sécurité** liées aux lasers présentées au début de ce guide avec vos élèves afin de vous assurer que tout le monde l'utilise de façon responsable.

Étape 1: *5 min*

Envisagez une discussion d'introduction à l'aide des questions suivantes:

- Qu'est-ce que la couleur?
- Que signifie le fait qu'un objet soit «bleu», «rouge» ou d'une autre couleur?
- Comment savons-nous de quelle couleur est un objet?
- Les couleurs de la lumière sont-elles différentes de celles d'autres médiums, comme la peinture ou l'encre de vos crayons?

Étape 2: *5 à 10 min*

Encouragez les élèves à identifier la couleur de chaque palette et à observer les couleurs créées lorsqu'elles sont combinées (en tenant deux palettes ensemble). Demandez-leur de tenir une palette devant une source lumineuse ou au-dessus d'une feuille de papier blanc bien éclairée afin d'observer comment la lumière change.

Ensuite, guidez les élèves pour qu'ils combinent les palettes de couleurs primaires afin de créer des couleurs secondaires. Laissez-les nommer les résultats et décrire celles qu'ils considèrent comme des couleurs chaudes ou froides. Comme défi supplémentaire, demandez aux élèves de combiner des couleurs primaires et secondaires et de vérifier si la couleur obtenue correspond à une autre palette de l'ensemble. Pendant l'exploration, en petits groupes ou en discussion de classe, vous pouvez poser des questions comme: *Quelles combinaisons vous ont surpris? Quelles couleurs avez-vous considérées comme «chaudes» ou «froides»? Pourquoi?*



INDICE!

Les couleurs primaires sont le rouge, le bleu et le jaune: elles se combinent pour former les couleurs secondaires que sont l'orange, le vert et le violet. Les couleurs chaudes sont généralement le rouge, l'orange et le jaune, tandis que les couleurs froides sont habituellement le vert, le bleu et le violet. Note: En théorie des couleurs, on parle de couleurs chaudes et froides, mais en physique, c'est l'inverse: le bleu est associé à des températures plus élevées et le rouge à des températures plus basses. Par exemple, les étoiles plus chaudes sont bleues, alors que les étoiles les moins chaudes sont rouges!

Étape 3: *5 min*

Encouragez les élèves à regarder autour d'eux dans la classe ou à l'extérieur (sans regarder le Soleil!) à travers les palettes et à décrire ce qu'ils observent. Vous pouvez leur proposer de partager leurs observations verbalement ou de les écrire, puis de les comparer avec celles des autres membres de leur groupe.

Étape 4: *5 min*

Demandez aux élèves de choisir un objet d'une couleur différente de celle de la palette qu'ils utilisent. Invitez-les à décrire l'apparence de l'objet lorsqu'il est observé à travers la palette. Vous pouvez les guider à l'aide de questions comme:

- Avez-vous été surpris par l'apparence de certains objets à travers la palette?
- Avez-vous remarqué des tendances? Si oui, pouvez-vous vérifier votre idée à l'aide d'une autre palette?

INDICE!

Les objets peuvent sembler teintés lorsqu'ils sont observés à travers une palette. Si la couleur de l'objet est opposée à celle de la palette sur le cercle chromatique, il peut apparaître noir, comme dans les combinaisons suivantes: rouge + vert, bleu + orange, jaune + violet.

Étape 5: *5 min*

Ensuite, demandez aux élèves de choisir un objet de la même couleur que la palette qu'ils utilisent. Invitez-les à observer et à décrire son apparence à travers la palette.

INDICE!

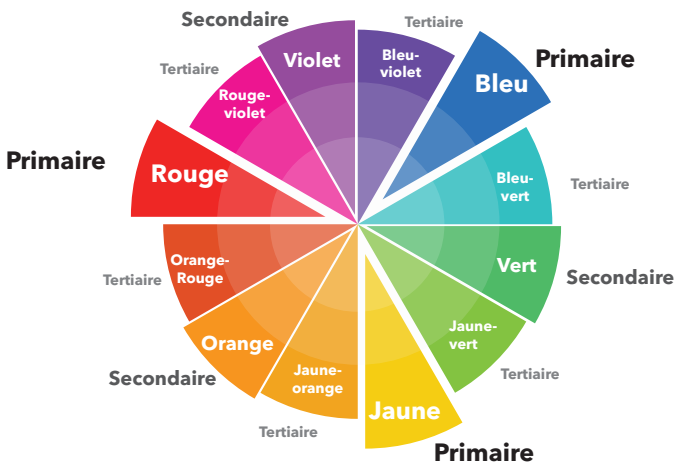
L'objet devrait apparaître plus intensément coloré. Par exemple, un objet vert observé à travers une palette verte paraîtra encore plus vert.

Étape 6: *5 min*

Pour les élèves de la 4e année et plus, proposez-leur un défi en utilisant le pointeur laser: faites passer le faisceau à travers la palette correspondant à sa couleur (généralement le rouge) et projetez-le sur une feuille de papier blanc. Demandez aux élèves d'observer attentivement et de décrire ce qu'ils voient.

Une fois que chaque groupe a terminé cette étape, envisagez une discussion en classe afin de partager et de comparer les observations. Invitez les élèves à proposer des explications possibles à ce qu'ils ont remarqué.

Roue des couleurs



ACTIVITÉS 2 - 4

RÉFLEXION, RÉFRACTION, LES PRISMES ET LES YEUX

Contexte et notions de base pour les activités 2 à 4

Dans les trois activités suivantes, les élèves explorent les concepts liés à la réflexion et à la réfraction par l'observation et l'expérimentation à l'aide de prismes. Ces activités sont recommandées pour les élèves de la maternelle et plus, avec la possibilité d'ajouter des étapes et des questions de défi pour les élèves plus âgés, notamment en lien avec les tracés de rayons, les points focaux et les distances focales. Ces leçons sont directement liées aux programmes de sciences générales et de physique.

Pour les élèves de la maternelle à la 6e année, ces activités sont exploratoires. Les élèves examineront le comportement de la lumière lorsqu'elle traverse des prismes placés selon différentes orientations et seront encouragés à relier leurs observations à des expériences du quotidien en fonction de ce qu'ils remarquent.

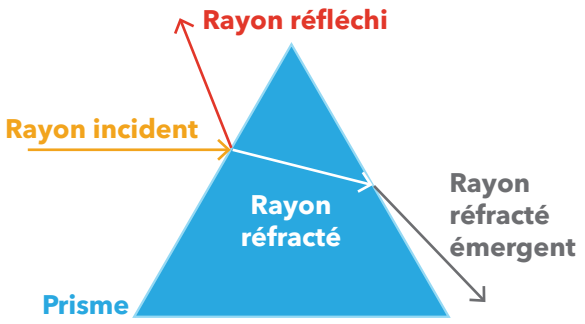
Pour les élèves de la 6e à la secondaire 3 (9e année), approfondissez l'apprentissage en leur demandant de représenter leurs observations à l'aide de tracés de rayons et d'analyser ce qu'ils voient afin de mieux comprendre certains phénomènes. Par exemple, ils pourraient déterminer le foyer d'un prisme et le comparer à celui d'objets courants comme les loupes ou les lunettes. Ces activités offrent une excellente occasion d'introduire ou de renforcer les concepts de réflexion et de réfraction pour les élèves de la 6e année et plus.

Les élèves de la 9e année et plus sont encouragés à aller plus loin en:

- prédisant les résultats dans des montages expérimentaux alternatifs;
- évaluant de façon critique leur démarche expérimentale et leurs méthodes;
- appliquant leur compréhension à des contextes réels, comme des prescriptions de lunettes fortes ou faibles.

Lors de l'exploration, encouragez les élèves à formuler leurs propres explications à partir de ce qu'ils observent. Il peut être utile de revoir les lois de la réflexion et de la réfraction avec les élèves avant ou pendant l'activité. Pour les élèves de la 6e année et plus, vous pouvez orienter la discussion à l'aide de certains concepts clés présentés à la page suivante.

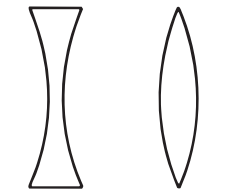
Exemple d'un diagramme de rayons simple. Dans cette illustration, le triangle bleu représente un prisme triangulaire et les flèches montrent les rayons lumineux qui interagissent avec celui-ci. Le rayon incident (ou rayon entrant) arrive de la gauche, où il est ensuite réfléchi et réfracté par le prisme.



Concepts clés pour la discussion

Prismes et lentilles

Lorsqu'un prisme est très mince, on l'appelle souvent une lentille. Même si leurs formes sont différentes, les mêmes comportements physiques de la lumière, comme la réflexion et la réfraction, s'y produisent. Les lentilles sont simplement plus compactes et généralement plus pratiques pour des outils comme les caméras.



Concave et convexe

Les surfaces concaves sont courbées vers l'intérieur: plus larges sur les bords et plus étroites au centre. Les surfaces convexes sont bombées vers l'extérieur: plus étroites sur les bords et plus larges au centre.

Transmission et absorption

La lumière est transmise lorsqu'elle traverse un matériau. La lumière est absorbée lorsque son énergie est transférée au matériau, ce qui a souvent pour effet de le réchauffer.

Réflexion et réfraction

La lumière est *réfléchie* lorsqu'elle rebondit sur une surface et change de direction. La lumière est *réfractée* lorsqu'elle pénètre dans un matériau et que sa trajectoire est déviée en raison des propriétés de ce matériau.

Indice de réfraction

Il s'agit d'un nombre qui indique dans quelle mesure un matériau ralentit la lumière. Il est calculé comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans l'air et la vitesse de la lumière dans le matériau.

Loi de la réflexion

L'angle d'incidence (rayon entrant) est égal à l'angle de réflexion. Autrement dit, la lumière se réfléchit de manière symétrique.

Loi de la réfraction

Cette loi s'écrit: $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$
Elle signifie que lorsque la lumière passe entre des matériaux ayant des indices de réfraction (n) différents, elle est déviée. Plus la différence entre les indices de réfraction est grande, plus la lumière est déviée.

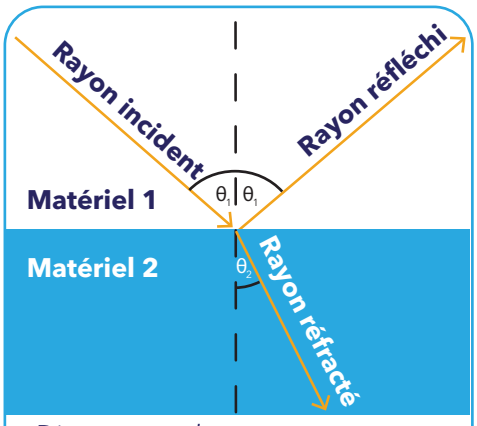


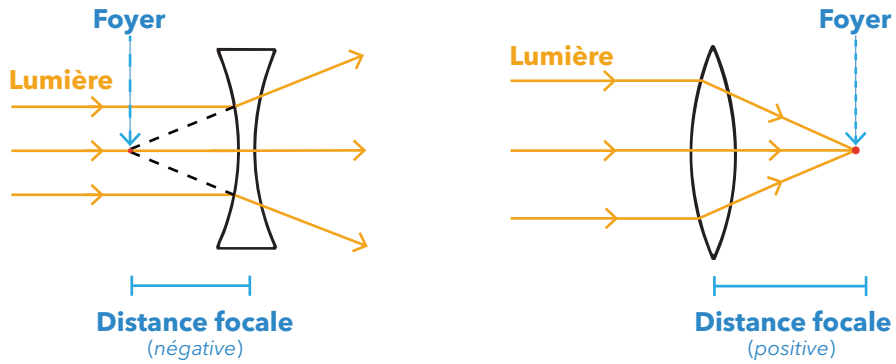
Diagramme de rayons
Représentation par un diagramme de rayons de la loi de la réflexion et de la loi de la réfraction, pour la lumière interagissant à la frontière entre deux matériaux ayant des indices de réfraction différents.

Foyer (ou point focal)

Le point où les rayons lumineux entrants qui traversent un prisme ou une lentille se rejoignent, ou se focalisent, est appelé le foyer. *Aussi appelé point focal.*

Distance focale

Il s'agit de la distance entre le centre de la lentille ou du prisme et son foyer. Par définition, la distance focale est positive lorsque la lumière converge (prisme convexe) et négative lorsque la lumière diverge (prisme concave).



Exemples de diagrammes de rayons illustrant la divergence des rayons lumineux à partir d'un prisme concave (à gauche) et la convergence des rayons lumineux à travers un prisme convexe (à droite).

Loupes, yeux et télescopes

Ces trois dispositifs utilisent des lentilles convexes pour dévier et focaliser la lumière afin de former une image nette.

Myopie

Les personnes myopes voient clairement les objets rapprochés, mais ont de la difficulté à voir les objets éloignés.

Hypermétropie

Les personnes hypermétropes voient clairement les objets éloignés, mais ont de la difficulté à faire la mise au point sur les objets rapprochés.

Liens avec la recherche

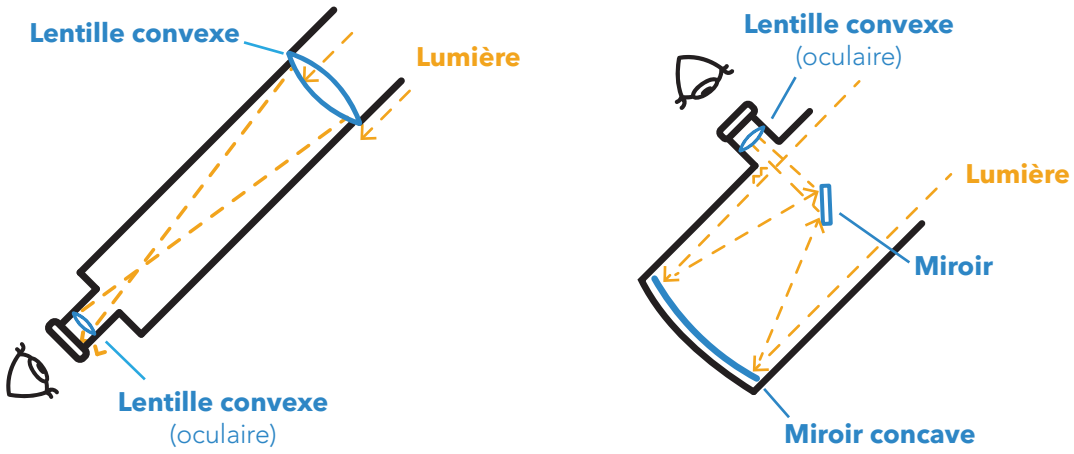
Les concepts de réflexion et de réfraction sont essentiels en astronomie, autant pour l'observation quotidienne du ciel que pour la recherche avancée!

Tout ce que nous voyons dans le ciel nocturne, que ce soit à l'œil nu ou à l'aide d'un télescope, émet de la lumière, réfléchit de la lumière ou fait les deux. Par exemple, notre Soleil émet de la lumière visible qui se propage à travers le Système solaire et éclaire des objets comme les planètes, les lunes et les astéroïdes. Nous pouvons observer ces objets depuis la Terre parce qu'ils réfléchissent la lumière du Soleil.

La réfraction joue également un rôle dans ce que nous observons. Lorsque la lumière traverse l'atmosphère terrestre, elle est déviée; c'est pourquoi la Lune ou le Soleil peuvent sembler déformés près de l'horizon au lever ou au coucher. Cette déviation influence notre perception des étoiles et d'autres objets célestes et peut même nous renseigner sur ce qui se passe dans l'atmosphère elle-même.

Enfin, les télescopes optiques reposent sur la réflexion et la réfraction pour fonctionner. La plupart appartiennent à l'une des trois catégories suivantes:

- Les télescopes réfracteurs, qui utilisent des lentilles et des prismes pour dévier (réfracter) la lumière vers le foyer de l'oculaire.
- Les télescopes réflecteurs, qui utilisent des miroirs pour capter et diriger la lumière.
- Les télescopes catadioptriques, qui combinent lentilles et miroirs.



Les télescopes peuvent utiliser des lentilles et des miroirs pour capter la lumière des étoiles et la focaliser, à l'endroit où une autre lentille (l'oculaire) est placée pour l'observation. Les télescopes de recherche sont semblables à ces diagrammes, mais utilisent des caméras et divers instruments à la place des oculaires.

ACTIVITÉ 2

RÉFLEXION ET RÉFRACTION

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:

- d'illustrer la réflexion et la réfraction à l'aide de différents types de prismes.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e à la 6e année** seront capables:

- de distinguer la réflexion de la réfraction à l'aide de différents types de prismes;
- d'expliquer comment la réfraction dans les prismes affecte les différentes couleurs de la lumière.

À la fin de cette activité, **les élèves du secondaire (7e à 12e année)** seront capables:

- de distinguer la réflexion de la réfraction à l'aide de différents types de prismes;
- d'illustrer les lois de la réflexion et de la réfraction à l'aide de diagrammes de rayons;
- d'analyser quelles variables expérimentales sont pertinentes lors de l'étude de la lumière à travers différents prismes;
- d'expliquer comment la réfraction dans les prismes affecte les différentes couleurs de la lumière.

Durée

Cette activité devrait prendre 30 minutes ou moins.

Préparation

Temps de préparation estimé: 5 à 15 minutes.

Rassemblez tout le matériel requis.

- Si vous utilisez des boîtes à chaussures, envisagez de découper à l'avance un petit trou (entre 3 mm et 1 cm) près du bord inférieur d'un côté de chaque boîte. Les boîtes à chaussures sont idéales pour cette activité, car elles aident les élèves à voir le trajet du laser tout en protégeant leurs yeux contre une exposition accidentelle aux faisceaux laser réfléchis ou réfractés. Nous recommandons de préparer ces trous à l'avance pour les élèves plus jeunes.
- Si ce n'est pas déjà fait, ouvrez le compartiment à piles du pointeur laser et retirez le petit morceau de papier blanc afin de permettre le contact.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.

Matériel

- Pointeur laser
- Un ou plusieurs prismes
- Boîte à chaussures ou boîtes en carton sans couvercle de taille similaire (une par équipe)
- Crayon ou autre instrument d'écriture

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo avec vos élèves.

Divisez les élèves en groupes en veillant à ce que chaque groupe dispose d'au moins un prisme, une boîte à chaussures et un pointeur laser. Avant de commencer, prenez un moment pour revoir avec la classe les consignes de sécurité concernant les pointeurs laser.

Étape 1: *5 min*

Commencer par une courte discussion en classe à l'aide de questions comme:

- Quel(s) type(s) de prisme votre groupe possède-t-il?
- Que pensez-vous qu'il arrivera à la lumière du laser lorsque vous la dirigez vers le prisme?
- Que savez-vous déjà sur la façon dont la lumière interagit avec les objets?



INDICE!

Orientez les élèves vers l'idée que lorsque la lumière interagit avec un matériau, elle est généralement réfléchie, réfractée ou absorbée.

Étape 2: *5 min*

Les élèves placent un prisme au centre de leur boîte à chaussures et dirigent le pointeur laser à travers le trou sur le côté. En groupe, ils observent ce qui se produit et discutent pour déterminer si la lumière du laser est réfléchie, réfractée ou les deux.

Vous pouvez ensuite rassembler la classe pour comparer les conclusions des groupes, d'autant plus que les observations peuvent varier selon le type de prisme utilisé par chaque groupe.



INDICE!

Les élèves pourraient devoir ajuster légèrement le pointeur laser vers le haut ou vers le bas afin de maintenir le faisceau parallèle au fond de la boîte.

Étape 3: *10 min*

Les élèves poursuivent leur exploration en faisant pivoter le prisme d'un côté ou de l'autre (en gardant la même face en contact avec la boîte) ou en le soulevant et en le repositionnant sur une autre face.

Vous pouvez demander aux élèves de dessiner ce qu'ils observent en groupe, puis de contribuer à un croquis au tableau afin que la classe puisse comparer le comportement des différents prismes. Il peut être utile de fournir un exemple de diagramme de rayons à suivre.



INDICE!

Les élèves devraient remarquer que les faisceaux réfléchis et réfractés se déplacent. Chaque face du prisme peut produire des comportements lumineux différents.

Étape 3: *suite*

Pour les niveaux plus élevés, un bref rappel de la loi de la réflexion et de la loi de la réfraction peut être bénéfique. Rappelez aux élèves qu'ils n'ont pas besoin de connaître l'indice de réfraction pour répondre à la question: cette valeur demeure la même, peu importe l'orientation du prisme. La seule chose qui change est l'angle du rayon incident.

Vous pouvez ouvrir cette partie de l'activité à une discussion en classe, en encourageant les élèves à expliquer pourquoi, selon eux, l'indice de réfraction est ou non nécessaire pour déterminer le résultat.

Étape 4: *5 min* ⚠

Si possible, offrez aux élèves l'occasion d'observer la façon dont la lumière du Soleil interagit avec les prismes triangulaires. Cela peut se faire à l'intérieur ou à l'extérieur. Remarque: utilisez uniquement les prismes triangulaires pour cette étape.

Assurez-vous que les élèves comprennent qu'ils ne doivent jamais regarder le Soleil à travers les prismes. Demandez-leur plutôt de diriger la lumière du Soleil à travers le prisme vers une surface blanche, comme une feuille de papier au sol ou un mur à proximité, afin d'observer en toute sécurité le comportement de la lumière. Ils devraient pouvoir observer un arc-en-ciel (spectre).

Notes:

ACTIVITÉ 3

PRISMES CONCAVES ET CONVEXES

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:
- d'identifier les prismes convexes et concaves.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e à la 6e année** seront capables:
- d'évaluer le foyer et la distance focale des prismes convexes et concaves;
- de comparer les prismes convexes et concaves.

À la fin de cette activité, **les élèves du secondaire (7e à la 12e année)** seront capables:
- de comparer les prismes convexes et concaves;
- de prédire comment les rayons lumineux interagissent avec les prismes convexes et concaves;
- d'évaluer le foyer et la distance focale des prismes convexes et concaves;
- d'analyser quelles variables expérimentales sont pertinentes (ou non) lors de l'étude du comportement de la lumière avec des prismes convexes et concaves

Niveaux scolaires et durée

Cette activité devrait prendre 30 minutes ou moins pour les élèves de la 4e à la 6e année, et jusqu'à 45 minutes pour les élèves du secondaire (7e année et plus).

Préparation

Temps de préparation estimé: 5 à 15 minutes.
- Rassemblez tout le matériel requis.
- Découpez deux trous supplémentaires dans la boîte à chaussures de l'Activité 2: un de chaque côté du trou original, de façon à former une ligne horizontale de trous parallèle au fond de la boîte.
- Si ce n'est pas déjà fait, ouvrez le compartiment à piles du pointeur laser et retirez le petit morceau de papier blanc afin de permettre le contact.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.

Matériel

- Pointeur laser
- Prismes convexes et concaves
- Papier pour écrire et dessiner
- Stylos et crayons
- Boîte à chaussures ou boîte sans couvercle de taille similaire

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo d'explication avec vos élèves.

Cette activité peut être réalisée de plusieurs façons. Réfléchissez à ce qui conviendra le mieux à vous et à vos élèves:

- Diviser les élèves en deux groupes, l'un avec le prisme concave et l'autre avec le prisme convexe, chacun disposant de sa propre boîte à chaussures et d'un pointeur laser. Cette configuration est recommandée pour des groupes de 5 à 10 élèves. Les groupes peuvent dans un deuxième temps expérimenter avec l'autre prisme.
- Former un seul groupe avec les deux prismes, une boîte à chaussures et un pointeur laser. Cette option fonctionne mieux pour de petits groupes de 5 élèves ou moins.
- Faire une démonstration à l'avant de la classe à l'aide des deux prismes et du matériel, pendant que les élèves observent. Cette option est recommandée pour les élèves plus jeunes et les grands groupes (10 élèves ou plus).

Si les élèves manipulent les pointeurs laser, revoyez les consignes de sécurité oculaire avant de commencer.

Étape 1: 5 min

Amorcez une courte discussion à l'aide de questions comme:

- Quelle est la différence entre un prisme convexe et un prisme concave? Montrez chacun d'eux à la classe.
- Comment pensez-vous que la lumière sera réfléchie ou réfractée par chaque prisme?
- Pouvez-vous dessiner un diagramme de rayons illustrant ce que vous pensez qu'il se produira?

Étape 2: 5 min ⚠

Les élèves commencent par explorer la façon dont la lumière interagit avec le prisme concave (ou convexe). Demandez-leur de placer le prisme, face plate vers le bas, au centre de la boîte à chaussures, en alignant la partie la plus mince (ou la plus épaisse) avec le trou. Ils dirigent ensuite le laser à travers le trou sur le côté de la boîte. Ils peuvent tracer les lignes réfléchies et réfractées sur le papier blanc. Invitez chaque groupe à partager ses observations.

INDICE! *Le faisceau laser devrait traverser le prisme presque en ligne droite, avec une réfraction ou une réflexion minimale, et revenir directement vers le même côté que le laser.*

Étape 3: 5 min

Pour les élèves de la 4e année et plus, invitez-les à réfléchir à la raison pour laquelle l'angle du laser n'a pas changé. Encouragez-les à dessiner ce qui se produit. Si des diagrammes sont réalisés, ils devraient montrer que l'angle d'incidence est de 0, donc que l'angle de réfraction est également de 0.

INDICE! *Il peut être difficile de distinguer les faisceaux réfléchis des faisceaux réfractés. Le faisceau réfracté est le plus facile à suivre, mais deux faisceaux réfléchis peuvent apparaître: l'un provenant du côté proche du prisme et l'autre du côté opposé. Pour cette raison, concentrez-vous sur l'observation du faisceau réfracté.*

Étape 3: *suite*

Pour les niveaux plus élevés, notez qu'avec un prisme concave, la lumière réfléchie converge vers un point devant le prisme (du même côté que le laser), tandis que la lumière réfractée se disperse de l'autre côté. L'inverse se produit avec le prisme convexe.

Étape 4: *10 min* ⚠

Les élèves répètent les étapes précédentes en utilisant l'autre prisme.

INDICE!

Les élèves devraient obtenir le diagramme de rayons opposé. Pour le prisme convexe, la lumière réfléchie se disperse vers l'extérieur, tandis que la lumière réfractée converge vers un foyer.

Pour les élèves de la 4e à la 6e année, l'activité peut se terminer ici.

Étape 5: *5 à 10 min*

Les élèves observent maintenant une image à travers le prisme convexe à différentes distances. Pour les élèves de la 6e année et plus, introduisez le concept de distance focale. Rappelez-leur que les lentilles concaves ont des distances focales négatives, tandis que les lentilles convexes ont des distances focales positives. Les élèves observent la convergence ou la divergence des rayons afin de déterminer le foyer. Notez que la courbure du prisme change aux extrémités; encouragez donc les élèves à ne pas déplacer le faisceau jusqu'au bord.

Étape 6: *5 min* ⚠

Pour les élèves de la 6e année et plus, invitez-les à réfléchir à la façon dont leurs expériences avec les prismes concaves et convexes permettent de comprendre le fonctionnement des loupes. Si vous en avez une à disposition, demandez aux élèves de comparer le comportement de la loupe à celui des prismes. Comment l'image change-t-elle lorsqu'on la regarde à travers chacun d'eux? Vous pouvez également utiliser le pointeur laser pour montrer comment la lumière traverse la loupe.

INDICE!

Les loupes sont des lentilles convexes.

ACTIVITÉ 4

FABRIQUER UNE BOUSSOLE

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:

- de reconnaître que la force magnétique peut être utilisée pour fabriquer une boussole;
- de comprendre que la Terre agit comme un aimant géant avec des pôles magnétiques nord et sud.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e année à la fin du secondaire (12e année)** seront capables:

- d'expliquer que la force magnétique peut être utilisée pour fabriquer une boussole;
- de reconnaître que les matériaux ferromagnétiques peuvent temporairement devenir magnétiques;
- de comprendre que la Terre agit comme un aimant géant avec des pôles Nord et Sud.

Niveaux scolaires et durée

Cette activité devrait prendre 30 minutes ou moins.
Pour les élèves de la maternelle à la 3e annéee, nous recommandons de réaliser cette activité sous forme de démonstration en classe.

Préparation

Temps de préparation estimé: 15 à 20 minutes, 30 minutes pour les jeunes élèves si l'activité est faite en démonstration

- Rassemblez tout le matériel requis.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.
- Assurez-vous de réviser les consignes de sécurité présentées dans l'introduction de la section sur le magnétisme.
- Pour les élèves de la maternelle à la 5e année : complétez l'étape 1 à l'avance si l'aiguille n'est pas déjà aimantée. Vous pouvez vérifier si elle est aimantée en essayant les étapes 2 et 3.

Matériel

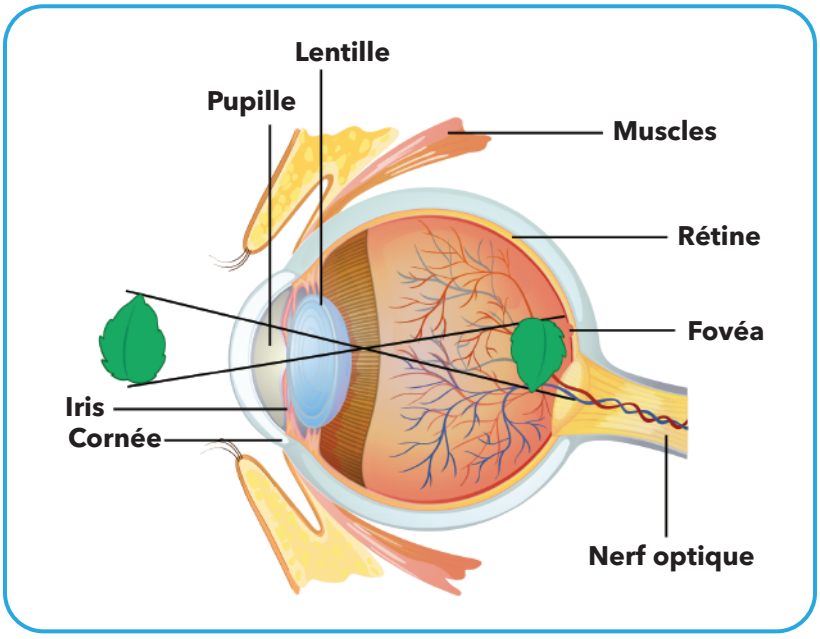
- Aimants en barre et/ou en bloc
- Aiguille à coudre
- Petit bol d'eau
- Petit morceau de papier ou de carton
- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Cette activité débute par la présentation de quelques notions de base sur l'œil aux élèves. Fournissez-leur les renseignements suivants:

- La lentille de l'œil est convexe.
- L'image formée sur la rétine est inversée.
- La myopie et l'hypermétropie sont causées par des anomalies de la lentille de l'œil.
- Ces conditions sont corrigées à l'aide de lunettes, qui contiennent des lentilles maintenues dans une monture.

Présentez le diagramme suivant montrant une coupe transversale de l'œil humain:



Étape 1: *5 min*

En classe, discutez du fonctionnement de l'œil, y compris le rôle de la lentille, la différence entre la myopie et l'hypermétropie, et la façon dont les lentilles correctrices aident à corriger la vision. L'activité peut se terminer ici pour les élèves plus jeunes.

Ensuite, divisez les élèves en groupes, chacun disposant d'une lentille de lunettes à tester, d'un pointeur laser et d'une boîte à chaussures. Vous pouvez aussi effectuer une démonstration et demander aux élèves de réfléchir aux questions ensemble.

Étape 2: *5 à10 min*

Les élèves commencent par déterminer le type de lentille qu'ils utilisent – concave, convexe ou autre. En utilisant les méthodes de l'Activité 3, demandez-leur de placer la lentille dans la boîte à chaussures et de faire passer le faisceau laser à travers la lentille en la déplaçant de gauche à droite.

INDICE! *Si le faisceau diverge, la lentille est concave. S'il converge, elle est convexe. Il existe plusieurs façons de le déterminer; encouragez la créativité!*

Étape 3: *5 à 10 min*

Les élèves comparent leurs résultats avec ceux des autres groupes et cherchent des tendances entre le type de lentille utilisée et le problème de vision corrigé. Ils pourraient être surpris par la diversité des résultats.

Vous pouvez créer une liste ou un diagramme au tableau pour suivre les observations de l'ensemble de la classe.

INDICE! *La myopie est corrigée à l'aide de lentilles concaves. L'hypermétropie est corrigée à l'aide de lentilles convexes.*

Étape 4: *5 min*

Pour les élèves de la 6e année et plus, attirez l'attention sur la façon dont la lumière se déplace à travers l'œil. Demandez-leur de dessiner des diagrammes de rayons montrant comment la lumière est focalisée à l'intérieur de l'œil. Cela peut se faire en groupe ou à l'aide de croquis au tableau.

Étape 5: *5 min*

Ensuite, les élèves adaptent leurs diagrammes pour illustrer la myopie et réfléchissent à la façon dont la lentille de l'œil est modifiée dans cette condition.

INDICE! *En cas de myopie, la distance focale est trop courte, ce qui signifie que l'image se forme devant la rétine. Cela peut être dû à une lentille plus épaisse avec une courbure plus prononcée.*

Étape 6: *5 min*

Les élèves répètent ensuite le processus pour l'hypermétropie, en considérant de nouveau comment la lentille de l'œil serait différente.



INDICE!

En cas d'hypermétropie, la distance focale est trop longue, de sorte que l'image se forme derrière la rétine. Cela peut être dû à une lentille plus mince avec une courbure moins prononcée. Demandez aux élèves comment cela modifierait leur diagramme de rayons par rapport à un œil normal ou myope.

Étape 7: *5 à 10 min*

Comme défi supplémentaire, vous pouvez inviter les élèves de la 6e année et plus à appliquer ce qu'ils ont appris aux prescriptions de lunettes fortes et faibles. Envisagez d'en faire une discussion en classe.



INDICE!

Les prescriptions plus fortes nécessitent des lentilles à plus grande courbure afin de dévier la lumière de manière plus marquée avant qu'elle n'entre dans l'œil. Cela compense un écart plus important par rapport à une lentille normale. Plus la prescription est forte, plus la lentille doit faire converger ou diverger les rayons lumineux avant qu'ils atteignent l'œil.

Notes:

ACTIVITÉ 5

DIFFRACTION

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Contexte et notions de base

La dernière activité de cette section invite les élèves à explorer et à expérimenter la lumière à l'aide d'un réseau de diffraction. Elle convient aux élèves de tous âges, avec des étapes supplémentaires et des suggestions de conception expérimentale plus avancées pour les élèves plus âgés, afin de s'aligner sur leur programme scolaire. Cette activité est directement liée aux concepts des sciences générales et de la physique.

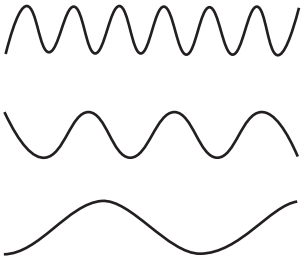
Dans l'Activité 1, les élèves ont appris que la lumière est une forme d'énergie qui peut être représentée par des ondes. Les longueurs d'onde plus longues correspondent à une lumière de plus faible énergie (le rouge), tandis que les longueurs d'onde plus courtes correspondent à une lumière de plus forte énergie (le bleu). La lumière blanche est une combinaison de toutes les longueurs d'onde visibles. Les réseaux de diffraction séparent ces couleurs, décomposant la lumière blanche en un spectre arc-en-ciel.

Pour les élèves de la maternelle à la 5e année, il s'agit d'une activité exploratoire.

À partir de la 3e année, les élèves peuvent comparer la façon dont la lumière laser et la lumière blanche interagissent avec le réseau de diffraction et expérimenter à l'aide de palettes de couleurs et de différentes sources lumineuses.

Pour les élèves de 3e secondaire (9e année) et plus, expliquez la façon dont les réseaux de diffraction séparent la lumière selon la longueur d'onde, et établissez un lien avec la réfraction abordée dans l'Activité 2. Expliquez comment les nombreuses fentes microscopiques du réseau provoquent l'interférence des ondes lumineuses, qui se renforcent ou s'annulent mutuellement pour produire des figures de diffraction. Un diagramme semblable à celui ci-dessous peut être utilisé pour appuyer cette discussion. Il montre trois ondes avec des longueurs d'onde croissantes. La longueur d'onde correspond à la distance entre deux sommets consécutifs ou deux creux consécutifs.

- La lumière violette (~380 nm) possède la plus courte longueur d'onde visible (1 nm = 1 nanomètre = 10^{-9} m).
- La lumière rouge (~700 nm) possède une longueur d'onde plus longue.
- À titre de comparaison, un cheveu humain mesure environ 50 000 nm de largeur.



Exemple de trois ondes différentes, chacune ayant une longueur d'onde distincte. L'onde du haut possède la longueur d'onde la plus courte, l'onde du milieu a une longueur d'onde deux fois plus grande que celle de l'onde du haut, et l'onde du bas a la longueur d'onde la plus longue, soit le double de celle de l'onde du milieu.

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:
- de comparer les figures de diffraction de différentes sources lumineuses.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e à la 6e année** seront capables:
- de comparer les figures de diffraction de différentes sources lumineuses;
- d'étudier les figures de diffraction en fonction de la distance;
- de décrire la lumière comme une onde et représenter différentes longueurs d'onde par différentes couleurs.

À la fin de cette activité, **les élèves du secondaire (7e à la 12e année)** seront capables:
- de comparer les figures de diffraction de différentes sources lumineuses;
- d'étudier et de décrire les figures de diffraction en fonction de la distance;
- de décrire la lumière comme une onde en illustrant les différences de longueur d'onde par la couleur;
- d'examiner et de comparer les figures de diffraction de lumière de différentes couleurs.

Niveaux scolaires et durée

Cette activité prend 30 minutes ou moins pour la plupart des élèves et jusqu'à 45 minutes pour les élèves du secondaire.

Préparation

Temps de préparation estimé: 5 à 15 minutes
- Rassemblez tout le matériel requis.
- Si ce n'est pas déjà fait, ouvrez le compartiment à piles du pointeur laser et retirez le petit morceau de papier blanc afin de permettre le contact.
- Percez deux trous alignés dans la boîte à chaussures: un à chaque extrémité du côté le plus long. Ceci est seulement nécessaire pour l'étape 6.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.

Matériel

- Réseaux de diffraction
- Papier blanc
- Stylos et crayons
- Pointeur laser (avec option lampe de poche, 4e année et plus)
- Palettes de couleurs (4e année et plus)
- Boîte à chaussures (6e année et plus)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo d'explication avec vos élèves.

Divisez les élèves en groupes et assurez-vous que chaque groupe dispose d'un réseau de diffraction et d'un pointeur laser ou d'une autre source lumineuse. Si vous utilisez des palettes de couleurs, assurez-vous que chaque groupe en ait au moins une. Si vous utilisez un pointeur laser, revoyez les consignes de sécurité oculaire avant de commencer.

Étape 1: *5 min*

Envisagez une discussion d'introduction à l'aide des questions suivantes:

- Qu'est-ce que la lumière?
- Que signifie le fait qu'il existe différentes couleurs de lumière?
- Comment sont-elles différentes?

Vous pouvez orienter la discussion vers le concept des longueurs d'onde de la lumière.

Étape 2: *5 min*

Les élèves commencent par explorer leur environnement à l'aide du réseau de diffraction, en observant des objets bien éclairés et en décrivant ce qu'ils remarquent.

Étape 3: *5 min* ⚠

Les élèves explorent l'apparence de différentes sources lumineuses à travers le réseau de diffraction. Il est recommandé d'utiliser des lampes de poche en dirigeant la lumière à travers le réseau vers une feuille de papier blanc, ou d'observer directement à travers le réseau une source lumineuse artificielle, comme un plafonnier.

Étape 4: *5 min* ⚠

En se concentrant sur la lumière blanche d'une lampe de poche, les élèves décrivent le plus précisément possible ce qu'ils observent à travers le réseau de diffraction.

Étape 5: *5 min* ⚠

Pour les élèves de la 6e année et plus, ceux-ci observent comment le réseau de diffraction interagit avec de la lumière de couleurs différents en utilisant la lumière blanche et les palettes de couleurs. Notez que certaines palettes peuvent fonctionner mieux que d'autres. Les élèves comparent leurs observations pour différents types de lumière (laser, lumière blanche, lumière bleue) et sont encouragés à proposer leurs propres explications.

INDICE! *Rappelez-vous que les réseaux de diffraction décomposent la lumière en ses longueurs d'onde constitutives.*

Étape 6: *10 min*

Les élèves du secondaire (7e à la 12e année) sont encouragés à examiner ce qui se produit lorsqu'ils utilisent le laser et l'option de lumière bleue (sur le pointeur) à travers le réseau, en projetant la lumière sur une feuille de papier. Ils peuvent également déplacer le réseau de diffraction plus près ou plus loin du papier tout en observant les figures de diffraction.

INDICE!

Pour obtenir une figure de diffraction plus nette, les élèves peuvent utiliser la boîte à chaussures pour aider à diriger la lumière en ligne droite (comme dans l'image adjacente). Découpez un trou à chaque extrémité de la boîte à chaussures dans le sens de la longueur. Demandez aux élèves de diriger le laser à travers un des trous afin que seule la lumière alignée traverse la boîte. Placez ensuite le réseau de diffraction devant le trou de l'autre côté pour capter la lumière sortant de la boîte. Cette configuration aide à focaliser le faisceau et rend la figure de diffraction plus facile à observer.



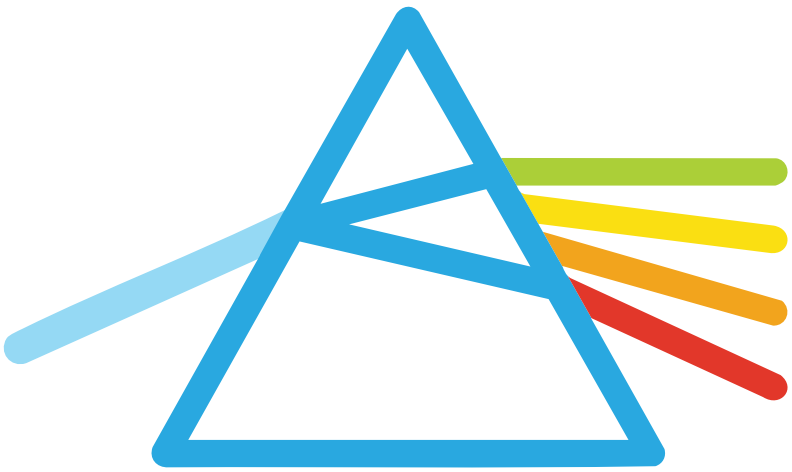
En rapprochant le réseau de diffraction du papier, les faisceaux diffractés apparaîtront plus rapprochés. En l'éloignant, l'espacement entre les faisceaux augmentera.

Notes:

LUMIÈRE ET OPTIQUE

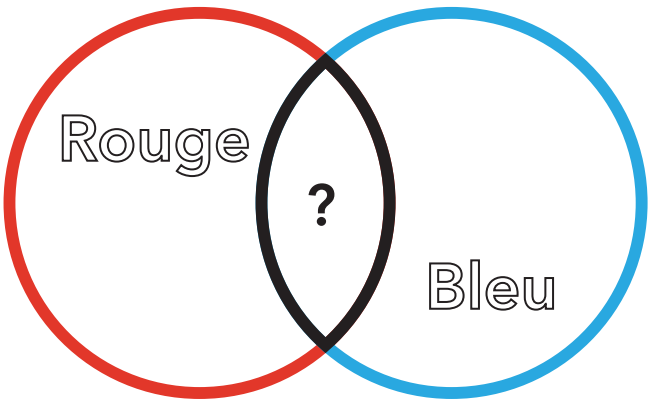
FICHES POUR LES ÉLÈVES ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

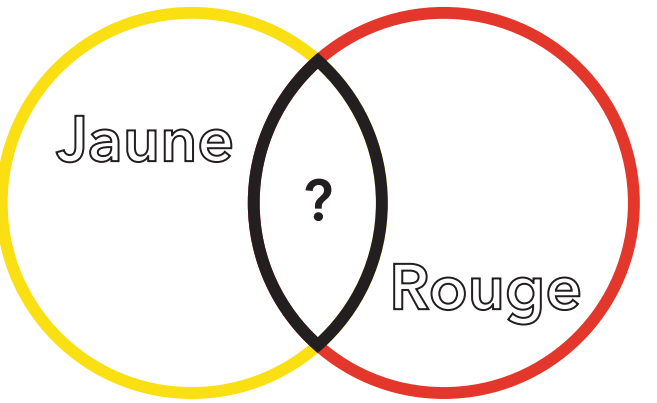
Activités complémentaires et optionnelles pour vos élèves!

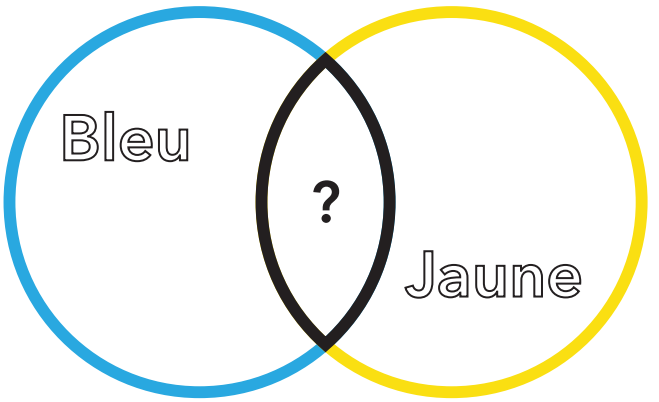


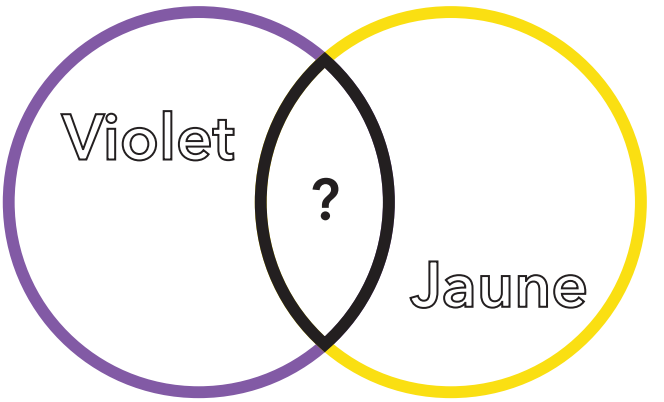
Maternelle à 3e année

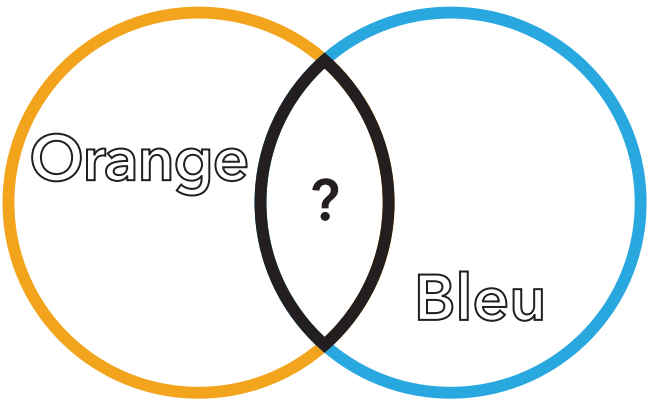
Combine les palettes de couleurs, puis colorie les espaces!

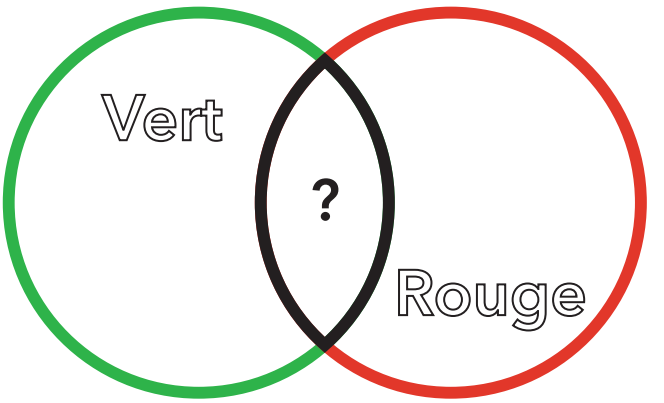












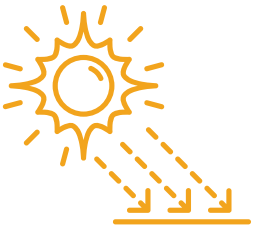
Dessine un prisme!

Combien de faisceaux lumineux le prisme a-t-il produits? Dessine les faisceaux lumineux!

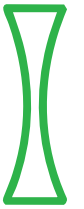
ACTIVITÉ 3: PRISMES CONCAVES ET CONVEXES



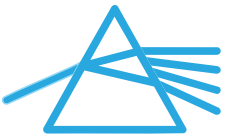
Associe les mots à la bonne image:











Pointeur laser

Prisme

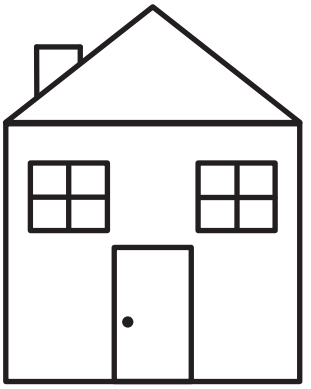
Convexe

Concave

Rayons du Soleil

Quelle a été ta partie préférée de l'activité avec le faisceau laser?
Dessine ou écris ta réponse!

Dessine l'image suivante telle que celle qui arrive au fond de ton oeil! *Indice: elle est à l'envers!*



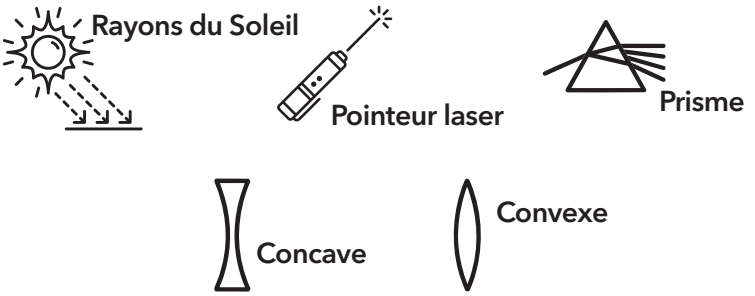
Dessine la figure de diffraction que tu as observée à travers le réseau de diffraction!

RÉPONSES – MATERNELLE À 3e ANNÉE

Activité 1

Rouge + Bleu = Violet, Jaune + Rouge = Orange, Bleu + Jaune = Vert, Violet + Jaune = Brun/Noir, Orange + Bleu = Brun/Noir, Vert + Rouge = Brun/Noir

Activité 2

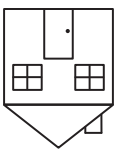


Activité 3

Les dessins varieront selon le prisme observé. L'objectif est davantage d'amener les élèves à réfléchir à leurs observations que d'obtenir des réponses «correctes».

Activité 4

Les élèves devraient être capables de reproduire la maison à l'envers.



Activité 5

Les motifs d'arc-en-ciel peuvent être interprétés différemment; cette activité peut être une simple réflexion artistique ou vous pouvez vérifier si les couleurs sont appliquées dans le bon ordre. Le violet et le bleu sont toujours les plus près de la source lumineuse, suivis du vert, du jaune, de l'orange et du rouge. Certaines couleurs sont moins évidentes et peuvent ne pas apparaître dans les dessins des élèves.

LUMIÈRE ET OPTIQUE

FICHES POUR LES ÉLÈVES ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

Activités complémentaires et optionnelles pour vos élèves!



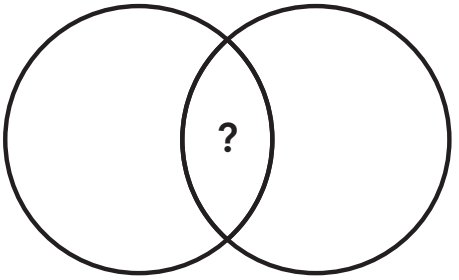
4e à 6e année

ACTIVITÉ 1: DÉCOUVRIR LES COULEURS

Bases de la couleur: **Primaires:** Rouge, Jaune, Bleu

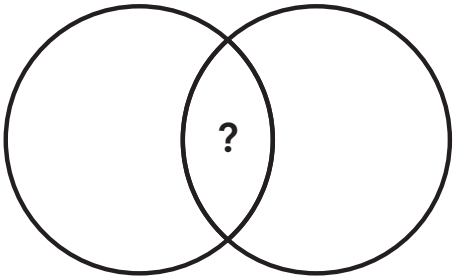
Secondaires: Orange, Vert, Violet

Combine deux palettes de couleurs et complète!



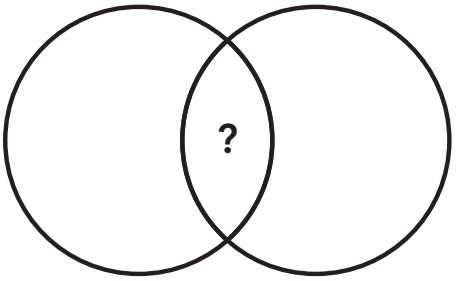
_____ + _____

= _____



_____ + _____

= _____



_____ + _____

= _____

Choisis un objet qui est d'une <u>couleur différente</u> de celle de la palette. Tiens la palette devant l'objet. Quelle couleur a l'objet à travers la palette?

_____ + _____ = _____

couleur de l'objet *couleur de la palette*

Choisis un objet qui est de la <u>même couleur</u> que la palette. Tiens la palette devant l'objet. Quelle couleur a l'objet à travers la palette?

_____ + _____ = _____

couleur de l'objet *couleur de la palette*

Explore! *Tu peux combiner des couleurs primaires pour créer des couleurs secondaires. Essaie-le!*

Quelle couleur obtiens-tu si tu combines deux palettes de couleur primaire?

Quelle couleur obtiens-tu si tu combines une palette de couleur primaire avec une palette de couleur secondaires?

Quelle couleur obtiens-tu si tu combines deux palettes de couleur secondaire?

ACTIVITÉ 2: RÉFLEXION ET RÉFRACTION

Réflection

Une partie de la lumière du laser rebondit sur la première paroi du prismeet revient vers le pointeur laser. C'est ce qu'on appelle la réflexion. Peux-tu repérer les faisceaux réfléchis? Dessine des lignes sur le papier au fond de la boîte pour les montrer.

Réfraction

Une partie de la lumière traverse le prisme, dévie, et frappe la paroi opposée. C'est ce qu'on appelle la réfraction. Peux-tu repérer les faisceaux réfractés? Dessine-les aussi sur le papier à l'aide d'une autre couleur!

Dessine ton prisme et les faisceaux lumineux déviés. Indique lesquels ont été réfléchis et lesquels ont été réfractés.

ACTIVITÉ 3: PRISMES CONCAVES ET CONVEXES

La distance entre ton prisme et l'endroit où les rayons lumineux se rejoignent. Dessine ton prisme, les angles des faisceaux lumineux et l'endroit où ils se rencontrent. Indique-la et identifie tous les éléments de ton diagramme.

Complète les phrases!

Dans cette activité, nous avons utilisé un _____ pour faire passer la lumière à travers un _____ placé à l'intérieur d'une boîte.
Nous avons remarqué que la lumière était déviée, ce qu'on appelle la _____.
Une partie de la lumière a rebondi vers l'arrière, ce qu'on appelle la _____.
Une lentille _____ fait converger la lumière en un point, tandis qu'une lentille _____ disperse la lumière.

Mots-clés: concave • pointeur laser • réflexion • convexe • réfraction • prisme

Complète les phrases!

Nous avons observé l' _____ humain et appris que sa lentille a une forme _____. Ce type de lentille fait _____ les rayons lumineux.

Parfois, les yeux des personnes ne focalisent pas la lumière correctement, ce qui rend les objets flous pour eux. Les lunettes aident en utilisant des _____ de formes différentes pour dévier la lumière afin qu'elle se focalise clairement sur la _____.

Mots-clés: rétine • lentilles • œil • convexe • converger • lentille

Essaie de dessiner un objet de ta classe tel que ton œil le voit avant que ton cerveau ne l'interprète (à l'envers)!

ACTIVITÉ 5: DIFFRACTION

Dessine ce que tu observes à travers le réseau de diffraction…

… si tu regardes les lumières au plafond

Que se passe-t-il avec la lumière blanche?

… si tu diriges le laser à travers le réseau vers une feuille de papier blanc

Que remarques-tu?

… si tu regardes les lumières au plafond + une palette de couleurs

Comment le motif de couleurs a-t-il changé?

RÉPONSES – 4e À 6e ANNÉE

Activité 1

On peut s'attendre à ce que les élèves observent un mélange soustractif des couleurs (comme avec la peinture; p. ex. rouge + bleu = violet).
Des palettes de couleurs et des objets de couleurs différentes devraient assombrir l'objet ou le faire paraître noir.
Des palettes de couleur similaire devraient rendre l'objet de couleur plus intense.
Pour la section Explore!, on peut s'attendre à des réponses comme: la combinaison de couleurs primaires donne des couleurs secondaires; une couleur primaire combinée à une couleur secondaire donne presque du noir; et deux couleurs secondaires donnent aussi presque du noir.

Activité 2

Les élèves devraient reproduire l'aspect de leur prisme dans la boîte en créant un diagramme de rayons simple et en identifiant correctement la lumière réfléchie et la lumière réfractée. Voir la vidéo ou la page 7 de ce guide pour des exemples.

Activité 3

Les élèves devraient créer un diagramme de rayons simple et identifier correctement la lumière réfléchie et la lumière réfractée, en incluant la distance mesurée dans leur boîte. Voir la vidéo ou la page 7 de ce guide pour des exemples.

Complète les phrases:
Dans cette activité, nous avons utilisé un **pointeur laser** pour faire passer la lumière à travers un **prisme** placé à l'intérieur d'une boîte. Nous avons remarqué qu'une partie de la lumière était **déviée**, ce qu'on appelle la **réfraction**. Une partie de la lumière a rebondi vers l'arrière, ce qu'on appelle la **réflexion**. Une lentille **convexe** fait converger la lumière en un point, tandis qu'une lentille **concave** disperse la lumière.

Activité 4

Complète les phrases: Nous avons observé **l'œil** humain et appris que sa lentille a une forme **convexe**. Ce type de lentille fait **converger** les rayons lumineux. Parfois, les yeux des personnes ne focalisent pas la lumière correctement, ce qui rend les objets flous. Les lunettes aident en utilisant des **lentilles** de formes différentes pour dévier la lumière afin qu'elle se focalise clairement sur la **rétine**.

Activité 5

La lumière blanche, comme celle de la plupart des luminaires au plafond, se décompose en créant un motif arc-en-ciel.

Avec le laser, les élèves devraient remarquer que seule la lumière rouge passe à travers, produisant un motif composé de nombreux points rouges. Certaines parties de l'arc-en-ciel seront plus marquées ou plus pâles selon la couleur de la palette utilisée. Par exemple, la palette orange bloque les bleus à l'extrémité de l'arc-en-ciel.

LUMIÈRE ET OPTIQUE

FICHES POUR LES ÉLÈVES ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

Activités complémentaires et optionnelles pour vos élèves!



Secondaire (7e - 12e année)

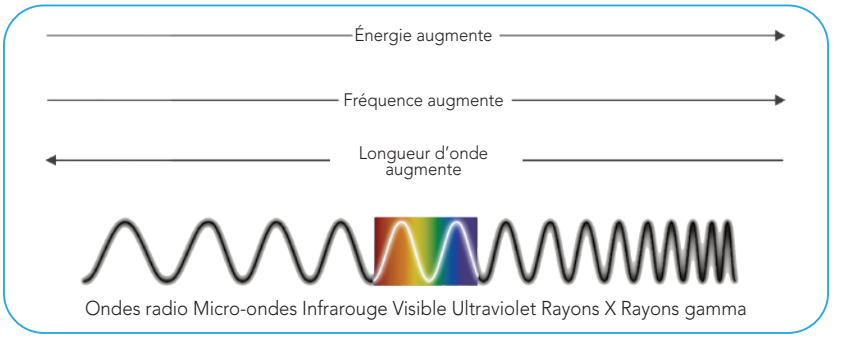
ACTIVITÉ 1: DÉCOUVRIR LES COULEURS

1. **Choisis deux palettes et tiens-les devant une source de lumière blanche ou une feuille blanche.** Quelles couleurs as-tu combinées? Le résultat t'a-t-il surpris? Pourquoi ou pourquoi pas?

2. **Essaie de regarder à travers une palette un objet de la même couleur. Puis regarde à travers la même palette un objet d'une couleur différente.** Qu'est-ce qui a changé?

3. En arts plastiques, lorsque tu mélanges de la peinture, tu enlèves de la lumière en combinant les couleurs; chaque couleur de peinture absorbe une partie de la lumière, donc moins de lumière est réfléchie. Avec la lumière, ajouter des couleurs signifie combiner davantage de lumière, ce qui peut rendre les choses plus lumineuses, parfois même blanches. **Observe ce qui se produit lorsque tu combines deux palettes de couleurs.** Cela ressemble-t-il davantage à ce qui se passe lorsque tu mélanges de la peinture ou lorsque tu ajoutes de la lumière? Pourquoi penses-tu que c'est le cas? (Indice: les palettes ajoutent-elles de la lumière ou en bloquent-elles une partie?)

Examine maintenant ce diagramme des longueurs d'onde et réponds aux questions suivantes.



4. En arts, on appelle le rouge, l'orange et le jaune des «couleurs chaudes». Mais en physique, les couleurs de la lumière qui transportent le plus d'énergie et qui sont donc associées aux objets plus chauds sont _____ et _____.

5. Quelles couleurs transportent le plus d'énergie, la lumière rouge ou la lumière bleue? Explique dans tes propres mots.

6. La nuit, tu peux voir des étoiles dont la couleur semble légèrement différente: étoiles bleu-blanc, étoiles jaunes, étoiles orange ou rouges. Que nous indique la couleur d'une étoile sur sa température?

7. Laquelle est plus chaude: une étoile bleue ou une étoile rouge?

8. **Défi** (facultatif) Explique pourquoi certaines étoiles sont rouges et d'autres bleues en moins de 20 mots.

ACTIVITÉ 2: RÉFLEXION ET RÉFRACTION

1. **Place ton prisme au centre de la boîte à chaussures. Dirige le laser à travers le trou.** Que vois-tu?

- ☐ La lumière passe tout droit
- ☐ Elle est déviée
- ☐ Elle rebondit

2. **Décris maintenant ce qui s'est produit dans tes propres mots.**

3. **Essaie de faire tourner le prisme.** Qu'est-ce qui a changé?

4. Comment appelle-t-on le phénomène lorsque la lumière rebondit sur une surface? Comment appelle-t-on le phénomène lorsque la lumière change de direction en entrant dans un nouveau matériau?

5. **Dessine un diagramme simple** montrant ce que tu as observé. Indique: le prisme, le rayon incident, le rayon réfléchi, le rayon réfracté (s'il est visible). *Tu viens de créer un diagramme de rayons!*

6. **Vrai ou faux**: L'angle du laser influence la façon dont la lumière interagit avec le prisme. Pourquoi?

7. **Les astronomes étudient la lumière à l'aide de lentilles et de miroirs pour comprendre des objets lointains. Les télescopes sont simplement des miroirs et des lentilles habilement alignés pour capter la lumière.** Dans ton activité avec le prisme, tu as vu que la lumière peut changer de direction en étant déviée (réfraction) et en rebondissant (réflexion). Si un télescope ne pouvait pas dévier ni réfléchir la lumière correctement, que penses-tu que tu observerais en regardant à travers? Comment l'image serait-elle différente?

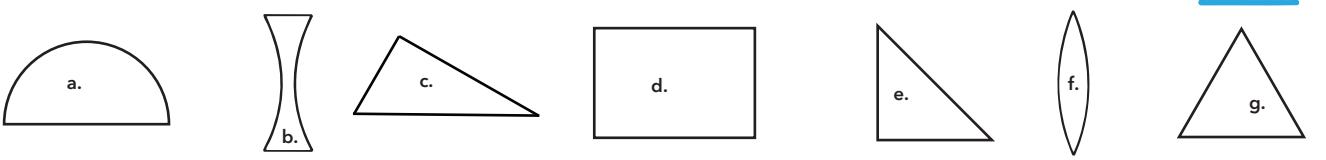
8. **Facultatif:** Si tu as utilisé le prisme triangulaire avec la lumière du Soleil ou une lampe de poche, qu'as-tu observé? Explique pourquoi. *(Indice: pense à la lumière blanche!)*

9. **Défi** *(facultatif):* Reviens au diagramme de rayons que tu as dessiné à la question 5.

Dans tes propres mots, explique: où la réflexion s'est-elle produite dans ton montage; quelle(s) surface(s) l'ont causée; où la réfraction s'est-elle produite; quelle(s) surface(s) la lumière a-t-elle traversée? Si tu modifies l'angle du laser, comment penses-tu que les faisceaux réfléchis et réfractés changeront? Explique ton raisonnement à partir de ce que tu as observé lors de ton expérience.

ACTIVITÉ 3: PRISMES CONCAVES ET CONVEXES





1. Lequel des prismes ci-dessus, selon toi, f**era converger les faisceaux laser**? Pourquoi?

2. Lequel des prismes, selon toi, **fera diverger les faisceaux**? Pourquoi?

3. **Place un prisme, face plate vers le bas, à l'intérieur de la boîte. Dirige le laser à travers le trou latéral.** Qu'observes-tu avec le premier prisme?

- ☐ Le faisceau est dévié vers l'intérieur
- ☐ Le faisceau se disperse vers l'extérieur
- ☐ Rien n'a changé

Quel prisme était-ce?

4. **Essaie maintenant un autre prisme et répète l'expérience.** Qu'observes-tu avec le deuxième prisme?

- ☐ Le faisceau est dévié vers l'intérieur
- ☐ Le faisceau se disperse vers l'extérieur
- ☐ Rien n'a changé

Quel prisme était-ce?

5. **Fais un croquis de ce qui s'est produit avec les prismes concave et convexe. Inclus:** le faisceau laser, le prisme et des flèches montrant le trajet de la lumière. Indique: le rayon incident, le rayon réfracté et le foyer (s'il y en a un).

6. **Qu'est-ce que la distance focale?** Essaie de la définir dans tes propres mots. Tente de mesurer la distance focale des lentilles. Répète la mesure plusieurs fois et sois le plus précis possible.

7. Quel type de lentille a **une distance focale positive**: concave ou convexe? Pourquoi?

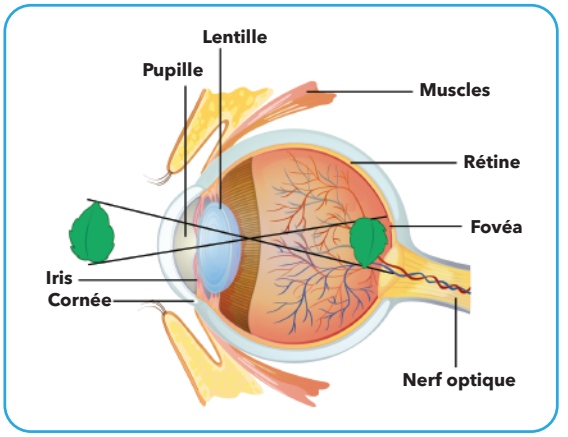
8. Quel type de lentille a **une distance focale négative**: concave ou convexe? Pourquoi?

9. Comment les loupes modifient-elles ce que nous voyons?

10. Les lentilles convexes font _____ les rayons lumineux, ce qui aide les télescopes à capter _____ de lumière provenant d'étoiles lointaines. Les lentilles concaves font _____ les rayons lumineux, ce qui est préférable pour _____ la lumière.

Mots-clés: Converger • Diverger • Plus • Moins • Disperser • Focalisation

ACTIVITÉ 4: LES YEUX



1. **Revois le diagramme de l'œil humain.** Quel type de lentille l'œil utilise-t-il pour focaliser la lumière?

2. **Vrai ou faux:** L'image qui se forme sur la rétine est à l'envers.

3. **Que font réellement les lentilles correctrices** (comme les lunettes) **pour nous aider à mieux voir?**

4. **Utilise la boîte à chaussures et le pointeur laser pour tester la lentille fournie.** Lorsque tu fais passer le laser à travers la lentille, essaie de viser le centre de la lentille, là où se trouverait la pupille. Le faisceau:

- ☐ Se rassemble en un point? ⟶ Lentille convexe
- ☐ Se disperse? ⟶ Lentille concave
- ☐ Fait autre chose? Décris-le.

5. **Ces lentilles sont utilisées pour aider les personnes hypermétropes** (qui ont de la difficulté à voir de près). Dans tes propres mots, explique comment le fait de dévier la lumière avec cette lentille aide à mieux focaliser les objets rapprochés.

6. **Fais un croquis montrant le trajet du faisceau laser à travers la lentille.** Indique: faisceau laser, type de lentille, rayon incident, rayon(s) réfracté(s), foyer (s'il y en a un).

7. **Dans un œil en santé, la lentille dévie la lumière de façon à ce que l'image se forme sur la rétine,** mais en cas de myopie, où se situe le foyer?

☐ Devant la rétine ☐ Derrière la rétine

8. En cas d'hypermétropie, le foyer se situe:

☐ Devant la rétine ☐ Derrière la rétine

9. **Défi** *(facultatif)*

Des prescriptions plus fortes signifient que la lentille doit dévier davantage la lumière. Qu'est-ce que cela implique pour la forme de la lentille?

Si une personne porte des lunettes si épaisses qu'elles ressemblent à des loupes, s'agit-il probablement d'une lentille convexe ou concave? Pourquoi?

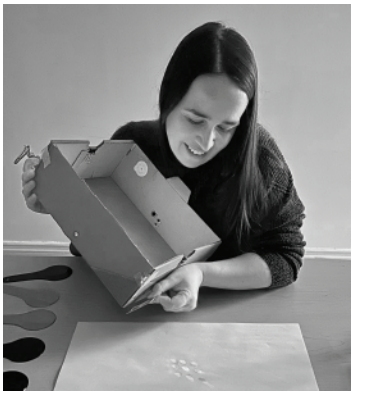
Les télescopes utilisent aussi des lentilles et des miroirs pour dévier la lumière et focaliser des objets lointains. Que pourrait-il se produire si un télescope utilisait une lentille concave au lieu d'une lentille convexe?

ACTIVITÉ 5: DIFFRACTION

1. La lumière se comporte comme une _____ et se déplace en ligne _____ à moins d'être _____, _____ ou _____.

Lorsque nous faisons passer la lumière à travers un réseau de diffraction, elle se disperse en un _____ de couleurs. Ces couleurs représentent différentes _____.

Mots-clés: onde • réfléchie • spectre droite • absorbée • réfractée • longueurs d'onde



2. **Prends des notes sur tes observations!**
Observe à travers le réseau de diffraction une lumière au plafond, puis la même lumière avec une palette de couleurs. Que remarques-tu?

Dirige ensuite le faisceau laser à travers le réseau vers une feuille de papier. Qu'est-ce qui est différent?

Défi: **utilise la boîte pour focaliser et diriger la lumière** *(illustrée)* **à travers le réseau** afin d'observer et de décrire ce qui se produit lorsque tu utilises une lampe de poche et une DEL bleue.

3. Les motifs semblent-ils différents selon la source lumineuse? La couleur? La distance par rapport au papier? **Décris quelque chose qui t'a surpris.**

4. **Quelle couleur ou quelle partie de la figure de diffraction s'est le plus étendue** (était la plus éloignée du centre)? Que penses-tu que cela indique au sujet de la longueur d'onde de cette couleur de lumière?

5. **Si la lumière se disperse moins lorsque sa longueur d'onde est plus courte,** quelle couleur visible a la longueur d'onde la plus courte? Encercle-la.

Rouge Jaune Vert Bleu Violet

6. **Défi** *(facultatif)*
Les astronomes utilisent la diffraction (avec des outils appelés spectromètres) pour décomposer la lumière des étoiles en un arc-en-ciel de couleurs. Les étoiles émettent de la lumière sur tout le spectre visible, mais elles ne sont pas également brillantes dans toutes les couleurs. Lorsque tu utilises un réseau de diffraction, certaines parties de la figure de diffraction peuvent paraître plus lumineuses que d'autres. Si tu observais la lumière d'une étoile très chaude à l'aide d'un spectromètre, quelle partie du spectre penses-tu être la plus intense (la plus brillante)? Pourquoi?

RÉPONSES Secondaire (7e - 12e année)

Activité 1

1. Les élèves peuvent dire qu'ils ont combiné rouge + bleu, bleu + vert, etc. Les surprises peuvent inclure des teintes inattendues ou un aspect plus terne.
Tentez de repérer des indices qui montrent que les élèves reconnaissent que le mélange de la lumière ne se comporte pas comme le mélange de la peinture.

2. Lorsqu'un objet est observé à travers une palette de la même couleur, la couleur peut paraitre plus intense ou inchangée. Observé à travers une palette d'une couleur différente, l'objet peut paraître plus foncé, gris ou noir. Tentez de repérer des indices qui montrent des indices montrant que les élèves ont remarqué que les filtres de couleurs absorbent certaines longueurs d'onde.

3. Le mélange de la peinture est soustractif: les pigments absorbent une partie de la lumière et en réfléchissent d'autres. Le mélange de la lumière est additif: toutes les longueurs d'onde s'additionnent. La combinaison de lumière bleue et jaune regroupe la plupart des longueurs d'onde visibles, se rapprochant du blanc. Les palettes bloquent une partie de la lumière (la palette rouge laisse passer la lumière rouge mais bloque les autres couleurs, bien que ce ne soit pas parfait). Lorsque l'on observe une lumière blanche (ou du papier blanc) à travers deux palettes, davantage de lumière est bloquée et l'objet paraît plus sombre: on soustrait de la lumière. Tentez de repérer des indices qui montrent que les élèves comprennent la différence entre la théorie additive et soustractive des couleurs.

4. Bleu et violet.

5. La lumière bleue. Pourquoi: longueurs d'onde plus courtes = fréquence plus élevée = plus d'énergie.

6. La couleur indique la température de surface. Les étoiles bleues sont plus chaudes, les étoiles rouges sont plus froides. Tentez de repérer des indices qui montrent que les élèves font les liens entre couleur, énergie et longueur d'onde.

7. Une étoile bleue.

8. Question défi (facultative):
Les étoiles plus chaudes émettent une lumière de plus haute énergie, ce qui les fait paraître bleues; l'inverse est vrai pour les étoiles rouges.

Activité 2

1. Les trois réponses peuvent être correctes selon le prisme utilisé. L'objectif est davantage l'exploration que la recherche d'une «bonne» réponse.

2. Tentez de repérer des indices qui montrent que les élèves remarquent la déviation, la séparation ou le changement de direction du faisceau. Ils peuvent décrire comment le faisceau sort du prisme selon un angle différent ou se réfléchit partiellement sur la surface.

3. Tentez de repérer des indices qui montrent que les élèves notent que la direction de sortie du faisceau change; certains élèves peuvent noter des variations de luminosité ou des réflexions supplémentaires à l'intérieur du prisme.

4. Réflexion: le faisceau qui rebondit sur la surface du prisme ou à l'interface où il n'entre pas dans le prisme.
Réfraction: le faisceau qui est dévié en traversant le prisme et ressort selon un angle différent.

5. Le diagramme étiqueté devrait montrer un rayon incident entrant dans le prisme, se déviant à l'intérieur et ressortant selon un nouvel angle. Le rayon réfléchi peut aussi être représenté.
Étiquettes attendues: prisme, rayon incident, rayon réfléchi (s'il est représenté), rayon réfracté.

6. Vrai. Parce que l'angle détermine comment la lumière est réfléchie, et dans quelle mesure elle est déviée par réfraction.

7. Les élèves devraient expliquer que sans une bonne réflexion ou réfraction, un télescope ne pourrait pas focaliser la lumière, ce qui donnerait une image floue, non focalisée ou déformée. Les meilleures réponses feront un lien avec l'activité du prisme et l'effet des angles sur la trajectoire de la lumière.

8. Un arc-en-ciel ou un spectre de couleurs; la lumière blanche se décomposant en ses longueurs d'onde par réfraction.

9. Dans leurs diagrammes, les élèves devraient montrer le rayon incident frappant le prisme, une partie de la lumière rebondissant (réflexion) et une autre étant déviée en le traversant (réfraction).

La réflexion se produit sur la surface où le laser frappe; la réfraction se produit lorsque la lumière traverse les surfaces du prisme et change de direction à l'intérieur. Si l'angle du laser change, les angles de réflexion et de réfraction changent aussi, déplaçant les faisceaux à différents endroits dans la boîte. Les élèves devraient l'expliquer à partir de leurs observations: des angles plus prononcés font davantage dévier la lumière ou la réfléchissent différemment.

Activité 3

1. Convexe (f). Ces prismes font converger les rayons lumineux vers un foyer, car leur forme provoque une réfraction convergente.

2. Concave (b). Ces prismes dispersent les rayons vers l'extérieur, car la lumière est déviée en s'éloignant des bords plus épais en raison de la forme et des angles d'entrée et de sortie.

3. Si le faisceau est dévié vers l'intérieur, les élèves devraient choisir «Le faisceau est dévié vers l'intérieur» et identifier le prisme convexe. S'il se disperse vers l'extérieur, ils devraient choisir «Le faisceau se disperse vers l'extérieur» et identifier le prisme concave. Si rien ne change, le laser n'était probablement pas bien aligné ou le prisme utilisé n'a pas modifié le faisceau de façon perceptible. Les meilleures réponses associeront correctement: convexe = convergence, concave = divergence.

4. Les élèves devraient noter un changement de comportement et l'associer à la bonne forme.

5. Convexe = rayons convergeant vers un foyer / Concave = rayons divergents
Étiquettes attendues: faisceau laser, prisme, rayon incident, rayon réfracté, foyer (s'il y a lieu). Voir l'exemple à la page 7.

6. La distance entre la lentille et le point où les rayons lumineux convergent (convexe) ou semblent diverger (concave). Formulation acceptée: «La distance que parcourt la lumière avant de se rejoindre en un point.»

7. Convexe. Pourquoi: Les rayons lumineux convergent réellement en un point devant la lentille.

8. Concave. Pourquoi: Les rayons lumineux divergent et le foyer est virtuel - derrière la lentille.

9. Elles agrandissent l'image en déviant la lumière pour la faire paraître plus proche. Les lentilles convexes créent une image virtuelle plus grande.

10. Les lentilles convexes font **converger** les rayons lumineux, ce qui aide les télescopes à capter **plus** de lumière provenant d'étoiles lointaines. Les lentilles concaves font **diverger** les rayons lumineux, ce qui est préférable pour **disperser** la lumière.

Activité 4

1. Convexe (elle fait converger les rayons lumineux pour former une image sur la rétine).

2. Vrai, le cerveau remet l'image à l'endroit.

3. Elles dévient (réfractent) la lumière avant qu'elle n'entre dans l'œil afin qu'elle se focalise correctement sur la rétine.
Les lentilles concaves dispersent la lumière pour les yeux myopes (le foyer est repoussé vers l'arrière).
Les lentilles convexes font converger la lumière pour les yeux hypermétropes (le foyer est déplacé vers l'avant).

4. Se rassemble en un point: lentille convexe.
Il peut être difficile d'obtenir une mise au point nette puisque la lentille n'est pas uniforme. Acceptez toute description raisonnable, comme déformée ou diffuse, s'il s'agit d'une lentille complexe ou composée.

5. Les élèves devraient expliquer que les lentilles convexes dévient la lumière vers l'intérieur, ce qui aide à focaliser la lumière plus rapidement. Cela déplace le foyer vers l'avant, permettant aux personnes hypermétropes (dont les yeux focalisent trop loin) de voir les objets rapprochés plus clairement. Acceptez les réponses mentionnant la convergence de la lumière, la focalisation sur la rétine ou l'amélioration de la vision de près.

6.Faisceau convergeant vers un point = convexe

Faisceau divergent = concave
Étiquettes claires: lentille, trajet du faisceau, rayon incident, rayon(s) réfracté(s), foyer (s'il y a lieu). Les dessins devraient être semblables à ceux de la page 7 du guide.

7. Devant la rétine.

8. Derrière la rétine.

9. Défi (facultatif):
Réponse attendue: lentille plus courbée/plus épaisse = plus grande déviation de la lumière (réfraction plus importante).
Réponse: convexe: ces lentilles font paraître les objets plus grands et corrigent l'hypermétropie.
Réponse: la lumière se disperserait au lieu de converger, et l'image ne se formerait pas correctement.

Activité 5

1. La lumière se comporte comme une **onde** et se déplace en ligne **droite** à moins d'être **réfléchie**, **réfractée** ou **absorbée**. Lorsque nous faisons passer la lumière à travers un réseau de diffraction, elle se disperse en un **spectre** de couleurs. Ces couleurs représentent différentes **longueurs d'onde**.

2.Lumière au plafond: produit plusieurs spectres (arcs-en-ciel) dans toutes les directions; selon le type de source (DEL, ampoule, fluorescent), le résultat peut varier et ne montrer qu'un spectre partiel.
Lumière au plafond + palette de couleurs: la palette filtre certaines couleurs; par exemple, la partie bleue du spectre disparaît à travers une palette orange.
Faisceau laser: comme le laser émet uniquement de la lumière rouge, on n'observe pas d'arc-en-ciel, mais un motif de points rouges.
DEL bleue: dispersion plus étroite; principalement du bleu et des couleurs voisines.

3. Oui, les élèves devraient noter que la figure de diffraction change selon la couleur et l'intensité. Plus la distance par rapport au papier est grande, plus la figure de diffraction s'étale. Accepter toute observation raisonnable.

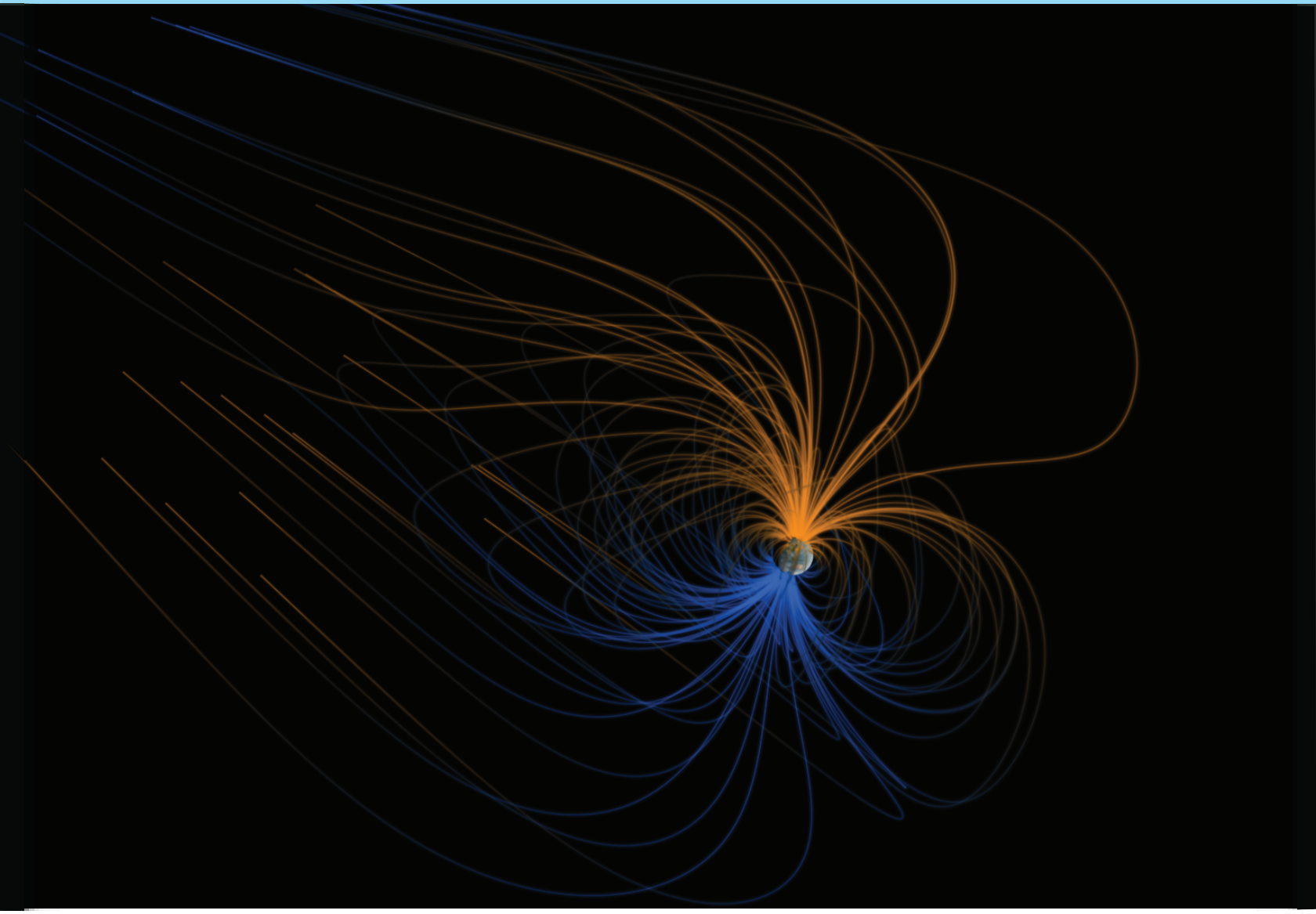
4. Les élèves devraient observer que la lumière rouge, ou l'extrémité rouge du spectre, s'étale le plus loin du centre. Cela indique que la lumière rouge a la plus grande longueur d'onde, puisque dans les figures de diffraction, les longueurs d'onde plus longues sont davantage déviées et s'étalent plus.

5. Violet, car la lumière violette a la plus courte longueur d'onde. Elle se disperse donc moins et reste la plus près du centre de la figure de diffraction.

6. Défi (facultatif):
Les élèves devraient expliquer que la partie bleue ou violette du spectre serait la plus intense (la plus brillante) pour une étoile très chaude, car les étoiles plus chaudes émettent davantage de lumière à de courtes longueurs d'onde. Accepter les réponses mentionnant un maximum d'intensité vers le bleu/violet ou une émission accrue d'énergie à courte longueur d'onde.

MAGNÉTISME

SÉRIE FONDEMENTS COSMIQUES



À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS / DISCOVER THE UNIVERSE

Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics
UNIVERSITY OF TORONTO

MAGNÉTISME

SÉRIE FONDEMENTS COSMIQUES

À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS / DISCOVER THE UNIVERSE

ÉQUIPE DE DÉVELOPPEMENT

À la découverte de l'univers
CJ Woodford, Alicia Savelli, Eesha Das Gupta, Lindsay P. Mann, Julie Bolduc-Duval

En collaboration avec
Laurie Rousseau-Nepton, Institut Dunlap d'astronomie et d'astrophysique
à l'Université de Toronto

ILLUSTRATIONS ET CONCEPTION

Lindsay P. Mann

CRÉDITS DE L'IMAGE DE COUVERTURE

Magnétisme: visualisation réalisée par Greg Shirah et Tom Bridgman, NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. Légende par Mike Carlowicz
Light & Optics: Dobromir-Hristov
Beyond Foundations: NASA/NOAA

À la découverte de l'univers est offert par l'Institut Dunlap d'astronomie et d'astrophysique de l'Université de Toronto.

Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics
UNIVERSITY OF TORONTO

Septembre 2025

Cette œuvre est distribuée sous une licence Creative Commons Attribution, pas d'utilisation commerciale, pas d'œuvre dérivée. Vous êtes libre de redistribuer ce guide dans sa forme originale et non modifiée, à condition que les auteurs d'origine soient mentionnés.

Consignes de sécurité pour les activités sur le magnétisme

Pour assurer la sécurité de vous-même et de vos élèves, veuillez suivre ces précautions lors de toute activité impliquant des aimants ou de la limaille de fer:

CONSIGNES DE SÉCURITÉ: AIMANTS

Les élèves doivent toujours être étroitement surveillés lorsqu'ils manipulent des aimants. Une vigilance accrue est nécessaire avec les plus jeunes élèves afin d'éviter que les aimants ne soient avalés. Si un élève avale un ou plusieurs aimants, communiquez immédiatement avec les services d'urgence.

Portez une attention particulière lors de la séparation ou de la manipulation des aimants. Pour les séparer en toute sécurité, saisissez l'aimant du dessus, faites-le glisser hors de la pile, puis éloignez-le rapidement. Lorsque possible, utilisez les aimants sur une table ou une surface métallique afin d'éviter qu'ils ne s'assemblent brusquement.

Les aimants sont souvent fabriqués à partir de matériaux composites et peuvent se briser. N'utilisez pas d'aimants endommagés, car ils peuvent présenter des arêtes coupantes. Manipulez les aimants avec soin et évitez de les laisser tomber ou de les laisser «s'assembler» brusquement, même sur de courtes distances.

Les aimants peuvent se corroder avec le temps. Gardez-les au sec et rangez-les dans un endroit frais et sec, à l'abri de l'humidité.

CONSIGNES DE SÉCURITÉ: AIMANTS AU NÉODYME

Les petits aimants au néodyme en forme de disque sont très puissants et nécessitent une prudence accrue. Ils devraient être manipulés uniquement par des élèves plus âgés. Nous recommandons leur utilisation à partir de 14 ans.

Les aimants au néodyme sont susceptibles de se briser, car ils sont fabriqués à partir de matériaux composites extrêmement puissants. Utilisez-les avec précaution et éliminez les aimants brisés de façon sécuritaire.

Gardez toujours les mains bien éloignées l'une de l'autre lorsque vous manipulez des aimants au néodyme avec les deux mains. Tenez les aimants au néodyme à l'écart des supports magnétiques tels que les cartes de crédit, les téléphones mobiles, les ordinateurs et les dispositifs médicaux comme les pompes à insuline. Les personnes portant des dispositifs médicaux implantés, y compris des stimulateurs cardiaques, ne doivent pas manipuler ni s'approcher des aimants au néodyme.

CONSIGNES DE SÉCURITÉ: LIMAILLE DE FER

La limaille de fer n'est pas dangereuse, mais elle doit être manipulée avec soin afin d'éviter les déversements. Si la limaille de fer entre en contact direct avec un aimant, elle ne peut pas être retirée.

Pour prévenir la contamination, évitez d'ouvrir le sac de limaille de fer autant que possible. Si la limaille doit être sortie du sac, assurez-vous que tous les aimants à proximité soient scellés dans des sacs en plastique avant l'utilisation.

MAGNÉTISME

Ce guide comprend cinq activités pratiques qui explorent le magnétisme à l'aide de différents types d'aimants et de matériaux magnétiques. Les élèves étudieront les propriétés magnétiques des matériaux, la façon dont les aimants interagissent entre eux, les champs magnétiques (y compris le champ magnétique terrestre) et l'électromagnétisme. Ces activités sont liées à divers domaines du programme scolaire, notamment les sciences générales et la physique.

Le tableau ci-dessous utilise ○ pour indiquer les activités qui se prêtent le mieux à une démonstration ou à une discussion en classe; ✪ pour les activités conçues pour atteindre des objectifs d'apprentissage ciblés; et ● pour indiquer que l'activité est possiblement déjà familière, mais peut être utilisée comme révision; une case vide qui signifie que l'activité ne convient pas.

	Maternelle	1e année	2e année	3e année	4e année	5e année	6e année	7e et 8e sec. 1-2	9e et 10e sec. 3-4	11e et 12e sec. 5+
1 Qu'est-ce qui est magnétique? 20 min	✪	✪	✪	✪	✪	✪	✪	●	●	●
2 Attraction et répulsion magnétiques 20 min	○	○	○	○	✪	✪	✪	✪	●	●
3 Explorer les lignes de champ magnétique 30-45 min	○	○	○	○	✪	✪	✪	✪	✪	✪
4 Fabriquer une boussole 30 min	○	○	○	○	✪	✪	✪	✪	✪	✪
5 Train électromagnétique 45 min					○	○	○	✪	✪	✪

MATÉRIEL

Dans la trousse scientifique:

- Aimants en barre (2 grands, bleu et rouge)
- Aimants blocs (12 petits, colorés)
- Aimants disques au néodyme (6)
- Boussoles (10)
- Rubans à mesurer (5)
- Sacs de limaille de fer (5)
- Aiguilles à coudre (5)
- Fil de cuivre (calibre 20, 2mètres)
- Piles (2, AAA)
- Tige en bois (16mm)
- Trombones

Doit être fourni par l'enseignant.e:

- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)
- Papier pour écrire et dessiner
- Assortiment de matériaux magnétiques et non magnétiques, tels que clous, petits cailloux, sous variés, petits morceaux de plastique, petits papiers, ustensiles…
- Bol ou autre récipient pouvant contenir de l'eau



VIDÉOS ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

Des vidéos ont été créées pour chaque activité de ce guide afin d'aider à expliquer les concepts et les activités. Vous pouvez les utiliser en classe! Des liens vers YouTube sont fournis tout au long du guide. Des fiches ont également été conçues pour être remises aux élèves afin d'approfondir leurs apprentissages; vous les trouverez à la fin du guide.

LES FONDEMENTS DU MAGNÉTISME

Commencez par regarder la vidéo d'introduction au magnétisme avec votre classe!

Après avoir visionné la vidéo d'introduction, et avant de vous lancer dans les activités de ce guide, vous pourriez commencer par poser quelques questions générales à vos élèves:

- Qu'est-ce qu'un aimant?
- Comment peut-on savoir si quelque chose est magnétique?
- Comment utilisons-nous les aimants dans la vie quotidienne?
- Qu'est-ce que le magnétisme?

Voyez si vos élèves s'entendent sur certaines réponses ou s'il existe des différences d'opinion; les deux peuvent mener à d'excellentes discussions. Vous pouvez aussi les encourager à réfléchir aux endroits où ils rencontrent des aimants au quotidien. Des exemples simples includent les aimants de réfrigérateur. Des technologies plus avancées comme les appareils d'IRM (imagerie par résonance magnétique) utilisés dans les hôpitaux utilisent aussi des aimants.

Le magnétisme est une force qui provient des propriétés magnétiques de la matière, provoquant une attraction ou une répulsion entre les matériaux. Le fait qu'un objet soit magnétique ou non dépend des propriétés internes du matériau. Un aimant est tout objet ou matériau qui exerce une force magnétique sur d'autres matériaux. Bien que l'on pense souvent que les aimants sont magnétiques de façon permanente, il existe en réalité différents types d'aimants fabriqués à partir de différents matériaux. Les matériaux ferromagnétiques comme le fer ou le nickel sont particulièrement influencés par les aimants, c'est pourquoi on les appelle souvent des matériaux magnétiques.

Les aimants possèdent un champ magnétique invisible autour d'eux. Cela signifie que les objets n'ont pas besoin d'être en contact avec un aimant pour ressentir son attraction ou sa répulsion; la force peut agir à distance. Plus un objet est proche de l'aimant, plus la force est grande.

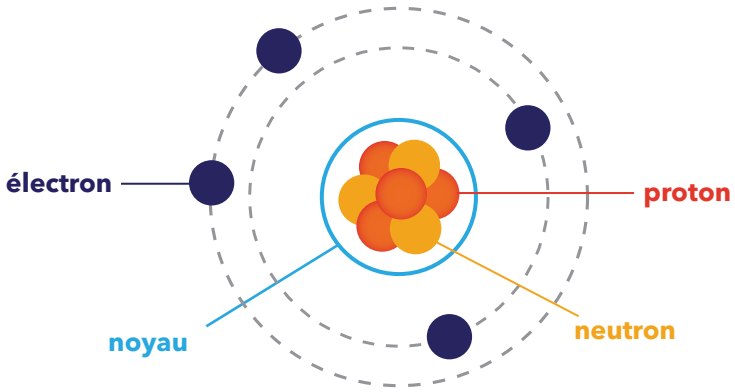
Le magnétisme est également une force importante en astronomie, car de nombreux objets célestes possèdent des champs magnétiques, comme la Terre et plusieurs autres planètes. La Terre agit comme un aimant géant, avec des pôles magnétiques nord et sud. Il en est de même avec le Soleil, la plupart des étoiles et plusieurs objets célestes, y compris les trous noirs! Sur Terre, le champ magnétique nous protège des rayonnements cosmiques dangereux et des particules chargées, et il joue un rôle clé dans la formation des magnifiques aurores!

Nous explorerons davantage ces idées à travers les activités de ce guide, avec des liens spécifiques à la recherche mis en évidence tout au long du parcours.

Explications avancées

Les propriétés magnétiques et électriques de la matière sont étroitement liées et s'influencent mutuellement. C'est pourquoi le terme « électromagnétisme » est souvent utilisé pour décrire l'interaction de ces forces. Dans cette section, nous nous concentrerons sur le magnétisme, mais nous mentionnerons également les propriétés électriques lorsque cela aide à expliquer le fonctionnement des forces magnétiques.

Toute matière est composée d'atomes, qui sont très petits. Les atomes contiennent encore des particules plus petites appelées protons et électrons. Les protons portent une charge électrique positive et se trouvent au centre de l'atome, appelé noyau. Les électrons ont une charge négative et tournent autour du noyau, généralement sur des orbites stables, bien qu'ils puissent parfois s'en approcher ou s'en éloigner. Les électrons peuvent également se déplacer librement, en dehors des atomes.



Représentation visuelle d'un atome. Au cours de l'histoire, plusieurs modèles de l'atome ont été créés. Cette représentation illustre le modèle de Bohr. Nous savons aujourd'hui, grâce à la mécanique quantique, que ce modèle n'est pas tout à fait exact, mais il demeure utile pour comprendre les différentes parties de l'atome et pour des applications pratiques, notamment en chimie.

Le mouvement des électrons (ou de la charge électrique) s'appelle l'électricité. Les électrons tournent aussi sur eux-mêmes, et c'est cette combinaison du mouvement de la charge et du spin à l'intérieur de l'atome qui crée un moment magnétique, faisant de chaque électron un minuscule aimant. Les matériaux magnétiques permettent des moments magnétiques plus forts, à la fois au sein de leurs atomes et pour le matériau dans son ensemble. Dans certains matériaux, ces moments magnétiques s'alignent plus facilement, ce qui crée un effet magnétique global plus intense. La force de ces moments magnétiques détermine l'intensité du champ magnétique d'un matériau. Comme la gravité, les forces magnétiques agissent à travers un champ; elles sont plus fortes près de l'aimant et plus faibles à mesure qu'on s'en éloigne.

ACTIVITÉ 1-2

SUBSTANCES MAGNÉTIQUES, ATTRACTION ET RÉPULSION

Contexte et notions de base

Dans les deux activités suivantes, les élèves explorent les propriétés magnétiques d'objets du quotidien en testant et en observant leurs interactions avec des aimants permanents. L'Activité 1 est recommandée pour les élèves de la maternelle et plus, tandis que l'Activité 2 convient aux élèves de la 4e année et plus. Les deux activités offrent des occasions d'ajouter des étapes supplémentaires ou des questions défi pour les élèves plus âgés, en particulier sur les concepts de pôles magnétiques et de propriétés magnétiques. Ces activités sont directement liées aux programmes de sciences générales, de physique et de sciences de la Terre.

Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, l'Activité 1 est exploratoire. Les élèves sont encouragés à tester des objets du quotidien, à observer lesquels sont attirés par les aimants et à rechercher des motifs ou des comportements constants.

Pour les élèves de la 4e année et plus, les Activités 1 et 2 s'appuient sur ces bases en encourageant les élèves à formuler des hypothèses sur les matériaux magnétiques avant d'explorer avec les aimants. Ils testeront leurs hypothèses en observant les motifs dans la façon dont les matériaux réagissent. Dans l'Activité 2, les élèves explorent également la façon dont les pôles des aimants interagissent et déterminent la force relative des champs magnétiques en réalisant une série d'expériences.

Dans l'Activité 1, les élèves peuvent remarquer que certains matériaux réagissent aux aimants alors que d'autres non. Les élèves plus jeunes peuvent simplement regrouper les matériaux en catégories magnétiques ou non magnétiques, tandis que les élèves plus âgés peuvent approfondir en explorant des termes comme ferromagnétique, diamagnétique et paramagnétique (voir la section suivante pour plus de détails).

Au fur et à mesure des investigations, encouragez les élèves à proposer leurs propres explications de ce qu'ils observent. Pour les élèves de la 4e année et plus, vous pouvez guider la discussion à l'aide de certains des concepts clés présentés ci-dessous.

Concepts clés pour la discussion

Pôles magnétiques

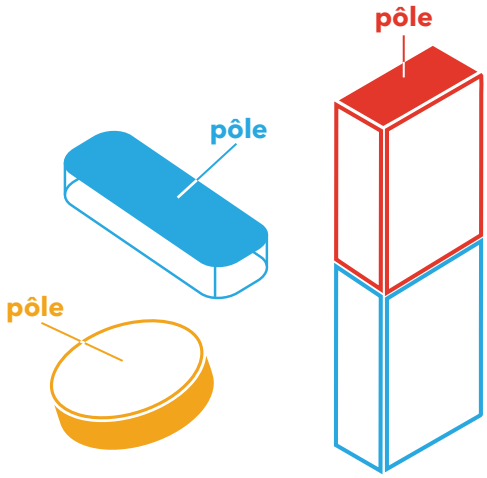
Les aimants utilisés dans ces activités sont des aimants permanents fabriqués à partir de matériaux ferromagnétiques. Les aimants possèdent toujours deux pôles: un pôle nord et un pôle sud. Les pôles opposés s'attirent, tandis que les pôles identiques se repoussent. L'emplacement des pôles varie selon le type d'aimant:

Les aimants blocs multicolores ont leurs pôles sur les deux plus grandes faces planes.

Les aimants en barre ont leurs pôles aux extrémités des côtés les plus longs.

Les aimants disques ont leurs pôles sur leurs faces, soit les surfaces circulaires planes du dessus et du dessous.

Note de sécurité: Les aimants au néodyme (disques) ne sont pas fournis pour les Activités 1 et 2. Nous ne recommandons pas l'utilisation de ces aimants pour ces activités.



Dipôle

Le terme dipôle signifie simplement «deux pôles». Tous les aimants sont des dipôles: ils possèdent toujours à la fois un pôle nord et un pôle sud.

Propriétés magnétiques

Les propriétés magnétiques d'un matériau dépendent de la facilité avec laquelle les atomes du matériau forment des moments magnétiques (de minuscules forces magnétiques), en particulier lorsqu'ils se trouvent à proximité d'un champ magnétique.

Ferromagnétique

Les matériaux ferromagnétiques possèdent des atomes qui forment facilement de forts moments magnétiques. Lorsqu'un aimant est à proximité, l'ensemble du matériau peut se comporter comme un aimant et sera attiré par celui-ci. Parmi les éléments ferromagnétiques, on trouve le fer, le nickel et le cobalt. Des objets du quotidien faits de matériaux ferromagnétiques comprennent les trombones (fer), les pièces de monnaie comme les 10 ¢ et 5 ¢ (fer, nickel), les clés métalliques (nickel), les aiguilles à coudre (fer, nickel) et les ustensiles métalliques (fer).

Diamagnétique

Les matériaux diamagnétiques ne forment pas de moments magnétiques ni de dipôles et ne réagissent généralement pas aux aimants. Dans certains cas, ils peuvent être légèrement repoussés. La plupart des éléments sont diamagnétiques, comme le cuivre, l'argent et l'or. De nombreux objets du quotidien sont fabriqués à partir de matériaux diamagnétiques, notamment le plastique, les tissus et le bois.

Temporairement magnétique

De nombreux matériaux ferromagnétiques deviennent temporairement magnétiques; leurs atomes ne s'alignent que lorsqu'ils se trouvent dans un champ magnétique externe. Les matériaux ferromagnétiques peuvent devenir des aimants permanents après une exposition forte ou répétée à un champ magnétique. Les matériaux paramagnétiques peuvent aussi devenir temporairement magnétiques, mais ne deviennent généralement pas des aimants permanents.

Notes:

ACTIVITÉ 1

QU'EST-CE QUI EST MAGNÉTIQUE?

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:

- de déterminer les matériaux qui peuvent temporairement devenir magnétiques;
- de prédire quels types de matériaux réagiront à un aimant.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e année à la fin du secondaire (12e année)** seront capables:

- de déterminer les matériaux qui peuvent temporairement devenir magnétiques;
- de prédire quels types de matériaux réagiront à un aimant;
- de classer les matériaux selon leurs propriétés magnétiques observées et, si souhaité, comparer leurs résultats avec les catégories établies: ferromagnétiques, paramagnétiques et diamagnétiques

Durée

Cette activité devrait prendre 20 minutes ou moins.

Préparation

Temps de préparation estimé: 15-20 minutes

- Rassemblez tout le matériel nécessaire.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.

Matériel

- Aimants en barre et/ou blocs
- Trombones
- Matériaux magnétiques et non magnétiques, par exemple: clous, petits cailloux, morceaux de plastique, pièces de monnaie, petits morceaux de papier, ustensiles, etc.
- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo d'explication avec vos élèves.

Divisez la classe en un maximum de cinq groupes, en veillant à ce que chaque groupe dispose d'au moins deux aimants blocs et de plusieurs objets à tester pour leur magnétisme. Avant de commencer, prenez un moment pour revoir avec la classe les consignes de sécurité liées à la manipulation des aimants. Si vous n'êtes pas certain·e que vos élèves peuvent ou devraient manipuler les aimants, vous pouvez mener cette activité sous forme de démonstration en classe, guider les discussions et utiliser les fiches d'activités.

Étape 1: *5 min*

Commencez par une courte discussion en classe à l'aide de questions comme:

- Qu'est-ce qu'un aimant? Que fait un aimant?
- Quels types d'objets sont magnétiques ou réagissent aux aimants? Comment réagissent-ils?

INDICE!

Orientez les élèves vers l'idée que certains matériaux peuvent temporairement devenir magnétiques lorsqu'ils sont exposés à un aimant. Ces matériaux sont attirés par l'aimant et s'y collent souvent, mais ne sont pas eux-mêmes des aimants. Les aimants, quant à eux, sont fabriqués à partir de matériaux qui sont magnétiques de façon permanente.

Étape 2: *5-10 min*

Les élèves testent quels matériaux sont attirés ou non par les aimants. Encouragez-les à rechercher des similarités dans la façon dont les aimants interagissent avec différents matériaux.

Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, l'activité peut se terminer ici, comme exploration pratique de ce qui est magnétique.

Pour les élèves de la 4e année et plus, encouragez-les à trier les matériaux testés en groupes selon leur réaction à l'aimant. Demandez-leur de proposer des noms ou des descriptions pour chaque groupe. Invitez-les à partager leurs regroupements et à discuter des différences ou des observations en classe.

Pour ajouter un défi, vous pouvez poser une question favorisant une discussion plus approfondie, en petits groupes ou en classe, par exemple: Pourquoi penses-tu que certains objets collent aux aimants alors que d'autres non?

Si vous avez déjà introduit des termes comme ferromagnétique, paramagnétique et diamagnétique, vous pouvez les réutiliser ici. Sinon, c'est une excellente occasion de commencer à présenter ces catégories en fonction du comportement des matériaux en présence d'un champ magnétique.

Pour aller plus loin!

Les aimants peuvent attirer certains objets parce que ces objets sont ferromagnétiques: ils deviennent temporairement magnétiques lorsqu'ils sont exposés à un champ magnétique. Lorsqu'un aimant est placé près d'un matériau ferromagnétique, les atomes à l'intérieur du matériau s'alignent avec le champ magnétique, ce qui provoque l'attraction.

D'autres matériaux, comme les substances paramagnétiques et diamagnétiques, n'ont pas suffisamment d'atomes qui s'alignent pour créer une réaction notable; ils ne collent donc pas à l'aimant. Les matériaux ferromagnétiques comprennent des métaux comme le fer et l'acier. En revanche, des matériaux comme le plastique, le cuivre et le verre sont diamagnétiques et ne réagissent pas.

Les élèves classeront probablement les objets en deux grands groupes: ceux qui réagissent à l'aimant et ceux qui ne réagissent pas. Le premier groupe contient généralement des matériaux ferromagnétiques, tandis que le second comprend un mélange de matériaux paramagnétiques et diamagnétiques. On les décrit souvent simplement comme des matériaux magnétiques et non magnétiques.

Étape 3: *5 min*

Les élèves sont encouragés à construire des «trains» à l'aide de matériaux magnétiques. D'abord, ils peuvent tester combien de trombones ils peuvent attirer à la suite pour former une chaîne. Ensuite, ils peuvent essayer d'empiler les aimants pour voir combien de trombones ils peuvent attirer de la même façon. Comme défi, invitez les élèves à réfléchir de manière créative à la façon d'augmenter la force de leur aimant. Cela peut être organisé sous forme de compétition amicale entre les groupes pour créer le plus long train de trombones à l'aide de leurs meilleures idées pour renforcer l'aimant. Sinon, cela peut mener à une réflexion collective et à une démonstration en classe.

INDICE! *Vous pouvez orienter la discussion en demandant aux élèves ce qu'ils savent sur la raison pour laquelle les aimants peuvent attirer les matériaux ferromagnétiques, et sur ce qui pourrait augmenter cet effet. Une méthode simple consiste à empiler les aimants en alignant leurs pôles dans la même direction, ce qui renforce le champ magnétique.*

Cela est souvent plus facile à démontrer en classe à l'aide des grands aimants en barre:

- Commencez par tester un seul aimant en barre et notez combien de trombones il peut attirer en chaîne.
- Ensuite, empilez deux aimants en barre de façon à ce que les extrémités rouges se touchent et que les extrémités bleues se touchent. (Vous pouvez les fixer ensemble à l'aide d'une pince à reliure ou d'élastiques.)
- Essayez de construire un nouveau train de trombones avec les aimants empilés et comparez les résultats avec le premier test

ACTIVITÉ 2

ATTRACTION ET RÉPULSION MAGNÉTIQUES

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:
- de comprendre les pôles magnétiques et le fait qu'ils s'attirent et se repoussent;
- de tester la façon dont les aimants peuvent interagir entre eux.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e année à la fin du secondaire (12e année)** seront capables:
- de comprendre les pôles magnétiques ainsi que les concepts d'attraction et de répulsion;
- de tester la façon dont les aimants interagissent entre eux et d'élaborer des hypothèse par rapport à ce phénomène;
- de mesurer la distance d'influence des aimants.

Durée

Cette activité devrait durer 20 minutes ou moins.

Préparation

Temps de préparation estimé: 5 à 15 minutes
- Rassemblez tout le matériel requis.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.

Matériel

- Aimants en barre et/ou aimants blocs (2 par groupe)
- Règle ou ruban à mesurer
- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo d'explication avec vos élèves.

Divisez les élèves en groupes de deux ou trois, en veillant à ce que chaque groupe ait au moins deux aimants et une règle ou un ruban à mesurer. Avant de commencer, prenez un moment pour revoir avec la classe les consignes de sécurité liées à la manipulation des aimants.

Si vous n'êtes pas certain·e que vos élèves peuvent ou doivent manipuler les aimants, vous pouvez réaliser cette activité sous forme de démonstration en classe, guider les discussions et utiliser les fiches d'activités.

Étape 1: *5 min*

Les élèves essaient de soulever un aimant avec l'autre, en expérimentant différentes orientations. Demandez-leur de décrire ce qu'ils observent et d'identifier d'éventuels motifs.

INDICE!

Les aimants possèdent toujours deux pôles: un pôle nord (N) et un pôle sud (S):

- *Les aimants en barre ont leurs pôles aux extrémités des côtés les plus longs, généralement identifiés par les couleurs rouge et bleu.*
- *Les aimants blocs ont leurs pôles sur les plus grandes faces planes et ne sont pas codés par couleur.*
- *Les pôles opposés s'attirent, tandis que les pôles identiques se repoussent.*

Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, l'activité peut se terminer ici comme exploration pratique de l'interaction des aimants.

Étape 2: *10 min*

Les élèves placent leurs aimants à côté d'une règle ou d'un ruban à mesurer, avec les pôles orientés l'un vers l'autre. Ils observent ensuite comment les aimants interagissent lorsqu'un aimant est rapproché de l'autre selon différentes orientations le long du ruban à mesurer. Encouragez les élèves à répéter chaque test au moins deux fois pour assurer des résultats précis.

Pour les élèves de la 6e année et plus, vous pouvez leur demander de noter leurs mesures avec une estimation de l'incertitude et d'expliquer toute variation dans leurs résultats.

INDICE!

Si vous utilisez des rubans à mesurer, pensez à les fixer avec du ruban adhésif pour qu'ils restent en place pendant l'activité. Lors de l'utilisation d'aimants en barre, placez-les à plat (horizontalement) sur la table avec les extrémités colorées le long du ruban. Les pôles se trouvent aux extrémités, identifiés par les couleurs rouge et bleu.

Pour les aimants blocs, placez-les sur leur côté long et fin, perpendiculairement au ruban. Les pôles sont situés sur les grandes faces planes le long du côté long.

Exemple de configuration pour les aimants en barre



Exemple de configuration pour les aimants blocs



Étape 3: *5 min*

Les élèves empilent les aimants de sorte que leurs pôles se touchent ; d'abord avec des pôles opposés, puis avec des pôles identiques. Encouragez-les à réfléchir à leurs observations précédentes de l'étape 1 et à se demander si leurs idées ont changé ou se sont approfondies.

Vous pouvez également leur demander de résumer et de partager leurs conclusions avec la classe, ouvrant ainsi une discussion sur les différent observations ou conclusions.

Notes:

ACTIVITÉS 3 - 4

CHAMPS MAGNÉTIQUES, LIGNES DE CHAMP ET BOUSSOLES

Contexte et notions de base

Dans les deux activités suivantes, les élèves découvrent les lignes de champ magnétique autour des aimants en observant la réaction de la limaille de fer et des boussoles. Il est recommandé que les élèves aient d'abord complété les Activités1 et 2, car elles introduisent les concepts fondamentaux des aimants et des dipôles. Ces deux activités peuvent être adaptées pour inclure des étapes supplémentaires ou des questions défi pour les élèves plus âgés, notamment sur les pôles magnétiques, la polarité, les champs magnétiques et l'intensité relative des champs. Ces activités sont directement reliées aux programmes de sciences générales, de physique et de sciences de la Terre.

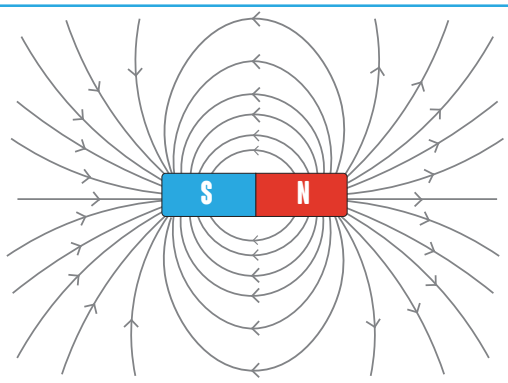
Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, ces activités devraient être réalisées sous la forme de démonstrations exploratoires en classe. Dans l'Activité 3, vous explorerez la forme des lignes de champ magnétique. Dans l'Activité 4, les élèves pourront observer comment l'aiguille d'une boussole se comporte selon différentes orientations autour d'un aimant et rechercher des tendances.

Pour les élèves de la 4e année et plus, ces activités combinent observation pratique et réflexion critique. Dans l'Activité3, les élèves identifient la forme et la direction du champ magnétique autour de différents types d'aimants en utilisant à la fois la limaille de fer et les boussoles. Ils sont encouragés à relier leurs observations à des applications réelles, comme la navigation et les situations où une boussole pourrait ne pas fonctionner efficacement.

Dans les Activités 1 et 2, les élèves ont appris les pôles magnétiques et leurs interactions, en particulier que les pôles identiques se repoussent et que les pôles opposés s'attirent. Ces interactions sont causées par les champs magnétiques, qui sont un type de force à distance (une force qui agit sans contact physique). Les champs magnétiques transportent la force magnétique et provoquent souvent le mouvement des objets, comme les élèves l'observent lorsque des aimants s'attirent ou se repoussent.

Les champs magnétiques ont à la fois une forme et une direction. On les représente généralement par des lignes de champ, ce qui aide à visualiser le comportement de la force dans l'espace. Vous pouvez voir un exemple de lignes de champ magnétique autour d'un aimant en barre dans le diagramme ci-dessous.

Un aimant en barre avec ses lignes de champ magnétique. Les lignes de champ magnétique ne sont pas visibles; elles sont illustrées ici pour montrer la forme et la direction du champ de force (du pôle nord au pôle sud), indiquées respectivement par la forme de la ligne et le sens de la flèche.



Les boussoles utilisent le champ magnétique de la Terre pour déterminer la direction. Les boussoles les plus simples consistent en un petit morceau de matériau ferromagnétique (l'aiguille) suspendu de façon à pouvoir tourner librement avec un minimum de résistance. Lorsqu'aucun autre aimant n'est à proximité, l'aiguille s'aligne sur les lignes de champ magnétique de la Terre.

Les pôles magnétiques de la Terre sont proches, mais pas exactement alignés avec ses pôles géographiques; mais suffisament proches pour que dans la plupart des endroits, les boussoles pointent approximativement vers le Nord géographique. Cependant, comme les pôles magnétiques se déplacent au fil du temps et ne correspondent pas parfaitement aux pôles géographiques, la précision de la boussole diminue plus on se rapproche des pôles Nord ou Sud.

Il est intéressant de noter que les pôles magnétiques de la Terre sont inversés par rapport aux pôles géographiques. Le pôle sud magnétique se situe près du pôle Nord géographique, et vice-versa.

Au fur et à mesure de leurs investigations, encouragez les élèves à proposer leurs propres explications de ce qu'ils observent. Pour les élèves de la 4e année et plus, vous pouvez guider la discussion en utilisant certains des concepts clés suivants.

Notes:

CONCEPTS CLÉS POUR LA DISCUSSION

Forces et champs

Une force est une influence sur un objet qui provoque ou qui pourrait provoquer son déplacement. Nous expérimentons souvent des forces de contact, où deux objets doivent se toucher pour ressentir la force. Les forces à distance incluent la gravité et le magnétisme, où les forces agissent à travers un champ de force. Les champs décrivent comment les forces interagissent avec et à travers la matière. Les champs de force sont souvent représentés par des lignes dans un diagramme, indiquant la forme et la direction de la force.

Champ magnétique

Un champ magnétique est le champ de force créé par des objets possédant des propriétés magnétiques. Ces champs s'étendent du pôle nord magnétique au pôle sud magnétique.

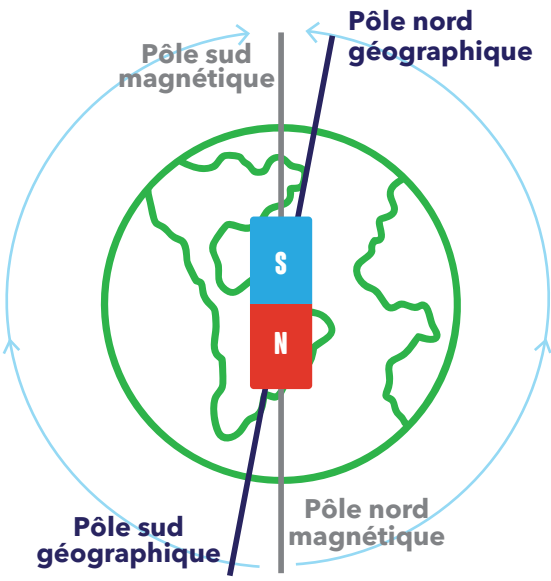
Pôles magnétiques

Les aimants possèdent toujours deux pôles: un nord et un sud. Dans les Activités 1 et 2, nous nous sommes concentrés sur les pôles des aimants permanents fabriqués à partir de matériaux ferromagnétiques. Cependant, tout objet possédant un champ magnétique a également un pôle nord et un pôle sud, y compris la Terre. Bien que les pôles magnétiques de la Terre soient proches des pôles géographiques, ils ne sont pas situés exactement au même endroit.

Pôles géographiques ou orbitaux

Les pôles géographiques ou orbitaux sont les points fixes situés en haut et en bas d'un objet en rotation. Pour la Terre et les autres planètes, on fait généralement référence à ces points comme le pôle Nord et le pôle Sud.

Les pôles géographiques et magnétiques de la Terre ne sont pas exactement alignés. Le pôle sud magnétique se situe près du pôle Nord géographique, où vivent les ours polaires. Le pôle nord magnétique se situe près du pôle Sud géographique, où vivent les manchots. Une boussole suit les lignes du champ magnétique terrestre, qui s'étendent du nord magnétique au sud magnétique, et pointe donc vers le pôle Nord géographique. La différence entre les pôles géographiques et les pôles magnétiques devient plus marquée plus on se rapproche des pôles.



Liens avec la recherche

Les champs magnétiques sont une caractéristique clé des régions de formation stellaire et fournissent aux astronomes des indices importants sur ce qui se passe lorsque des étoiles naissent. Les étoiles se forment généralement dans des zones remplies de gaz chaud qui se comprime au fil du temps. Ce gaz est ionisé, ce qui signifie que certains de ses atomes ont gagné ou perdu des électrons à cause de la chaleur intense. Le mouvement de ces électrons génère un champ magnétique, qui joue un rôle dans la formation des étoiles. Ces champs peuvent influencer le type d'étoiles qui émergent du gaz et la rapidité du processus.

L'étude du gaz ionisé pour en apprendre davantage sur la formation stellaire est un domaine actif de recherche. Laurie Rousseau-Nepton dirige le projet SIGNALS (Relevé de la formation d'étoiles, du gaz ionisé et des abondances interstellaires). Ce projet et d'autres projets connexes analysent les régions de formation stellaire afin de déterminer comment l'environnement local affecte les caractéristiques des jeunes amas d'étoiles, notamment la force et la forme des champs magnétiques présents.

Nous savons que la Terre possède un champ magnétique et que ses pôles magnétiques ne sont pas alignés avec ses pôles géographiques. La Terre n'est pas la seule planète à posséder un champ magnétique: de nombreuses autres, comme Saturne et Jupiter, en possèdent également un. Cependant, les scientifiques cherchent encore à comprendre exactement comment les planètes génèrent ces champs.

Les recherches actuelles suggèrent qu'à l'image d'un électron en rotation qui crée un moment magnétique, la rotation du noyau fondu de la Terre génère son champ magnétique. La Terre, comme de nombreuses planètes telluriques, n'est pas complètement solide. Nous vivons et évoluons à sa surface, appelée la croûte. En dessous se trouvent des couches de magma (roche liquide très chaude). Lorsque le magma atteint la surface, on parle de lave. Au centre de la planète se trouve un noyau constitué principalement de fer, un matériau ferromagnétique, qui tourne dans le magma. Ce mouvement du fer à travers la roche fondue ionisée, où les électrons se déplacent plus librement, est ce que les chercheurs considèrent comme la source du champ magnétique terrestre. Ce processus est connu sous le nom d'effet dynamo et reste un domaine actif de recherche scientifique.

Fait intéressant, le noyau terrestre ne tourne pas nécessairement selon le même axe que le reste de la planète, ce qui contribue à expliquer pourquoi les pôles magnétiques ne s'alignent pas parfaitement avec les pôles géographiques. Maintenant, pensez aux autres planètes telluriques et objets célestes. Lesquels, selon vous, possèdent un champ magnétique? Pourquoi ou pourquoi pas?

En utilisant l'idée de l'effet dynamo, on peut supposer que les objets sans champ magnétique notable n'ont pas de noyau en rotation à leur centre. C'est le cas de Mars et de la Lune: les deux sont considérés comme géologiquement morts, c'est-à-dire qu'il y a peu ou pas de mouvement sous leur surface. Pour Mars, nous savons qu'elle possédait autrefois un champ magnétique, car il reste encore des traces dans les roches à sa surface. Certaines de ces roches sont magnétiquement permanentes, ce qui suggère que Mars possédait autrefois un champ magnétique puissant créé par un intérieur dynamique.

ACTIVITÉ 3

EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Note: *Normalement, l'aiguille d'une boussole pointe du pôle nord vers le pôle sud de l'aimant. Cependant, si les aiguilles ont été re-magnétisées en étant stockées près d'autres aimants, elles peuvent s'inverser et pointer dans la direction opposée. Même dans ce cas, la forme générale du champ magnétique restera visible.*

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **tous les élèves** seront capables:

- d'évaluer la forme et la direction d'un champ magnétique;
- de comprendre que les forces magnétiques peuvent agir sans contact;
- de comprendre que l'intensité d'un champ magnétique varie selon la distance.

Niveaux scolaires et durée

Cette activité devrait prendre 30 minutes ou moins pour les élèves de la maternelle à la 5e année, et jusqu'à 45 minutes pour les élèves de la 6e année et plus.

Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, nous recommandons de réaliser cette activité sous forme de démonstration en classe.

Préparation

Temps de préparation estimé: 5-15minutes

- Rassemblez tout le matériel requis.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.
- Assurez-vous de réviser les consignes de sécurité présentées dans l'introduction de la section sur le magnétisme.

Matériel

- Aimants en barre et/ou blocs
- Boussole
- Sacs de limaille de fer (5)
- Aimants au néodyme (facultatif)
- Boîte de mouchoirs ou autre petite boîte en carton mince (facultatif)
- Petits sacs en plastique (facultatif)
- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo avec vos élèves.

Divisez la classe en un maximum de cinq groupes, en vous assurant que chaque groupe possède au moins un sac de limaille de fer et un ou deux aimants en barre ou en bloc. Avant de commencer, prenez un moment pour rappeler les consignes de sécurité concernant la manipulation des aimants et de la limaille de fer.

Si vous n'êtes pas certain·e que vos élèves puissent ou doivent utiliser les aimants, vous pouvez réaliser cette activité sous forme de démonstration et de discussion en classe. De même, si vous doutez que les élèves plus âgés manipulent la limaille correctement, effectuez ces parties de l'activité en démonstration et discussion en classe.

Étape 1: *5 min*

Commencez par une courte discussion en classe avec des questions comme:

- Comment les aimants interagissent-ils entre eux?
- Que signifie « temporairement magnétique »? Comment un objet devient-il temporairement magnétique?
- Que signifie « magnétique de manière permanente »?
- Qu'est-ce qu'un « champ »?

INDICE!

Guidez les élèves pour qu'ils se rappellent de leurs expériences dans les Activités 1 et 2, où ils ont découvert que les aimants ont deux pôles. Les pôles identiques se repoussent, tandis que les pôles opposés s'attirent.

Étape 2: *5-10 min* ⚠

Les élèves utilisent le sac de limaille de fer pour illustrer les lignes de champ magnétique autour d'un aimant unique. Encouragez-les à poser le sac à plat sur une surface, puis à placer l'aimant dessus. Ils peuvent secouer doucement le sac pour que la limaille s'aligne selon les lignes de champ magnétique. **Rappelez aux élèves de garder le sac fermé en permanence.** Si vous réalisez une démonstration en classe, vous pouvez utiliser un projecteur ou une caméra pour montrer la vue d'en haut sur un tableau interactif ou un écran.

Demandez aux élèves de décrire ce qu'ils observent et d'expliquer leurs observations en se basant sur ce qu'ils savent déjà des aimants et des matériaux ferromagnétiques comme le fer. Encouragez-les à déplacer l'aimant sur le sac et à expérimenter différentes orientations pour observer comment le motif change. Faites-les tester l'aimant en barre sur sa plus grande face et l'aimant en bloc sur sa plus fine face.



INDICE!

Les pôles sont situés sur différentes faces selon le type d'aimant: les aimants en barre ont leurs pôles aux extrémités, tandis que les aimants en bloc ont leurs pôles sur les plus grandes faces planes.

Les élèves devraient observer que le champ magnétique est plus fort près de l'aimant et plus faible plus loin. Cela se voit par une concentration plus importante de limaille près de l'aimant et moins ou aucune plus loin.

Étape 3: *5-10 min*

Les élèves de la 4e année et plus poussent leur exploration plus loin en utilisant une ou plusieurs boussoles et en comparant leurs observations aux motifs formés par la limaille de fer. Encouragez-les à déplacer la boussole autour de l'aimant et à noter comment l'aiguille réagit à différentes positions.

Les élèves peuvent ignorer les indications N, S, E et W sur la boussole et se concentrer uniquement sur le mouvement de la flèche en réponse à l'aimant.



INDICE!

Les élèves devraient constater que l'aiguille de la boussole change de direction à mesure qu'elle se rapproche de l'aimant, s'alignant sur le champ magnétique de l'aimant. Ils remarqueront que l'aiguille pointe dans la même direction que la limaille, aux mêmes positions autour de l'aimant.

Étape 4: *5-10 min*

Les élèves étudient comment les lignes de champ changent dans différentes situations:

- Que se passe-t-il lorsque l'orientation de l'aimant est inversée?

Avec la limaille, rien ne change, mais avec la boussole, la direction du champ magnétique devrait s'inverser.

- Comment les lignes de champ changent-elles lorsqu'on utilise plusieurs aimants?

Selon l'orientation des aimants, les élèves peuvent observer les lignes de champ se connecter entre les aimants ou diverger.

Étape 5: *10-15 min* ⚠

Pour les élèves de la 6e année et plus, approfondissez l'investigation en observant les lignes de champ magnétique avec la limaille de fer de façon plus détaillée. Si le matériel permet de saupoudrer la limaille, les élèves peuvent doucement la répandre dans une boîte à mouchoirs ou un récipient peu profond posé sur un ou plusieurs aimants pour mieux voir les motifs. Si vous utilisez des sacs scellés de limaille, les élèves peuvent continuer à explorer en plaçant les aimants sur ou autour du sac dans différentes orientations, comme à l'étape 2.

Les élèves comparent leurs observations avec les motifs vus précédemment aux étapes 2 et 3 et réfléchissent aux similitudes et différences.



INDICE! *Si vous saupoudrez la limaille, placez d'abord les aimants en barre ou en bloc dans des sacs en plastique fermables pour éviter tout contact direct avec la limaille, et assurez-vous de ne pas retirer les aimants de leurs sacs tant que toute la limaille n'a pas été remise dans son récipient. Cela empêche la limaille de coller aux aimants ou de se disperser sur l'espace de travail.*

Étape 6: *10 min* ⚠

Cette dernière étape de défi est préférable en démonstration ou avec des élèves de secondaire 3 (9e année) et plus. Les élèves sont invités à prédire comment le champ magnétique des aimants au néodyme pourrait être similaire ou différent de celui des aimants en barre et en bloc. Ils testent ensuite leurs hypothèses en répétant les étapes 2 à 5 avec les aimants au néodyme.



INDICE! *Le champ magnétique suivra les mêmes motifs, mais sera beaucoup plus fort. Les pôles des aimants au néodyme se trouvent généralement sur les faces planes supérieures et inférieures, le champ apparaîtra donc émaner de ces faces.*

Si le temps est limité, remettez la limaille dans son sac et répétez seulement les étapes 2 et 3 avec les aimants au néodyme.

Notes:

ACTIVITÉ 4

FABRIQUER UNE BOUSSOLE

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la maternelle à la 3e année** seront capables:

- de reconnaître que la force magnétique peut être utilisée pour fabriquer une boussole;
- de comprendre que la Terre agit comme un aimant géant avec des pôles magnétiques nord et sud.

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e année à la fin du secondaire (12e année)** seront capables:

- d'expliquer que la force magnétique peut être utilisée pour fabriquer une boussole;
- de reconnaître que les matériaux ferromagnétiques peuvent temporairement devenir magnétiques;
- de comprendre que la Terre agit comme un aimant géant avec des pôles Nord et Sud.

Niveaux scolaires et durée

Cette activité devrait prendre 30 minutes ou moins.
Pour les élèves de la maternelle à la 3e annéee, nous recommandons de réaliser cette activité sous forme de démonstration en classe.

Préparation

Temps de préparation estimé: 15 à 20 minutes, 30 minutes pour les jeunes élèves si l'activité est faite en démonstration

- Rassemblez tout le matériel requis.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.
- Assurez-vous de réviser les consignes de sécurité présentées dans l'introduction de la section sur le magnétisme.
- Pour les élèves de la maternelle à la 5e année : complétez l'étape 1 à l'avance si l'aiguille n'est pas déjà aimantée. Vous pouvez vérifier si elle est aimantée en essayant les étapes 2 et 3.

Matériel

- Aimants en barre et/ou en bloc
- Aiguille à coudre
- Petit bol d'eau
- Petit morceau de papier ou de carton
- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Divisez les élèves en un maximum de cinq groupes, en veillant à ce que chaque groupe dispose d'une aiguille à coudre et d'un aimant en barre ou en bloc. Avant de commencer, prenez un moment pour revoir la sécurité lors de la manipulation des aimants avec la classe.

Si vous doutez que vos élèves puissent manipuler les aimants ou l'aiguille à coudre en toute sécurité, vous pouvez plutôt réaliser cette activité sous forme de démonstration et de discussion en classe. Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, il est recommandé de faire cette activité en démonstration.

Étape 1: *5 min*

Les élèves magnétisent leur aiguille à coudre, si cela n'a pas déjà été fait. Pour les élèves de la **maternelle à la 5e année**, pensez à magnétiser les aiguilles à l'avance ou à démontrer le processus à la classe.

Pour magnétiser l'aiguille, frottez la pointe de l'aiguille le long de l'aimant dans une seule direction. Répétez ce mouvement au moins 20 fois, toujours dans la même direction. Ce processus transforme l'aiguille en aimant temporaire.

Étape 2: *5-10 min*

Les élèves créent une boussole simple avec l'aiguille à coudre, un bol d'eau et un petit morceau de papier ou de carton. Le papier doit être posé à la surface de l'eau, avec l'aiguille placée soigneusement dessus. Cela permet à l'aiguille de flotter librement et de s'aligner avec le champ magnétique.

Vous pouvez demander aux élèves de discuter des questions suivantes dans leurs groupes avant de partager avec la classe, ou animer une discussion en classe:

- Que savez-vous des boussoles?
- La boussole que vous avez fabriquée se comporte-t-elle comme prévu? Pourquoi ou pourquoi pas?
- Feriez-vous confiance à cette boussole pour vous guider si vous étiez perdu? Pourquoi ou pourquoi pas?



Si l'aiguille ne tourne pas ou ne s'aligne pas sur le Nord, essayez de la remagnétiser!

Étape 3: *5-10 min*

Les élèves placent l'aimant près de l'aiguille de leur boussole et déplacent l'aimant autour, en observant comment l'aiguille réagit au champ magnétique. Cela marque la fin de l'activité pour les élèves de la maternelle à la 5e année.

Les élèves de la 6e à la 12e année sont encouragés à réfléchir à deux questions clés:



INDICE!

Frotter l'aiguille avec un aimant aligne les électrons dans les atomes de l'aiguille, la rendant temporairement magnétique. Le papier et l'eau permettent à l'aiguille de flotter et de tourner librement. Vous pouvez inviter les élèves à réfléchir à d'autres façons de réaliser ce montage.

- Pourquoi avons-nous frotté l'aiguille sur l'aimant?
- Pourquoi la boussole a-t-elle été mise en place avec du papier et de l'eau?



INDICE!

Aux pôles magnétiques, les lignes du champ magnétique sont perpendiculaires à la surface de la Terre, elles pointent directement vers le haut ou vers le bas. Cela signifie que si une boussole est tenue à plat, elle peut tourner ou pointer dans une direction aléatoire. Si la boussole peut se déplacer dans les trois dimensions, elle pointerait directement vers le bas au pôle sud magnétique et directement vers le haut au pôle nord magnétique. Vous pouvez également rappeler aux élèves que les pôles magnétiques de la Terre portent des noms opposés à ceux des pôles géographiques et ne s'alignent pas parfaitement avec eux.

Étape 4: ***5-10 min***

Pour les élèves de la 6e à secondaire 5 (12e année), demandez-leur de réfléchir à la façon dont leur boussole se comporterait aux pôles nord ou sud magnétiques. Encouragez les élèves à faire preuve de créativité dans leur réflexion. Vous pouvez orienter la discussion en vous appuyant sur ce qu'ils savent de la direction des lignes de champ magnétique aux pôles d'un aimant.

Notes:

ACTIVITÉ 5

TRAIN ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Contexte et notions de base

Dans l'Activité 5, les élèves explorent l'interaction entre l'électricité et le magnétisme à travers une démonstration d'un train électromagnétique. Il est recommandé que les élèves aient complété les Activités 3 et 4 auparavant, car cette activité s'appuie sur les concepts fondamentaux du magnétisme et des champs magnétiques. L'Activité 5 n'est pas recommandée pour les élèves de moins de la 4e année. Elle offre des opportunités d'ajouter des étapes supplémentaires et des questions défis pour les élèves plus âgés, notamment sur les champs magnétiques, les circuits électriques et l'électromagnétisme. Cette activité est directement liée aux programmes de sciences et de physique.

Pour les élèves de la 4e année à secondaire 2 (8e année), l'Activité 5 est exploratoire et devrait être réalisée sous forme de démonstration. Les élèves observent le comportement du train électromagnétique et sont encouragés à appliquer leur compréhension des aimants pour expliquer ce qui se passe.

Pour les élèves de secondaire 3 (9e année) et plus, l'Activité 5 combine manipulation et réflexion critique. Les élèves sont encouragés à créer et tester des hypothèses afin d'explorer comment différentes modifications affectent le comportement du train électromagnétique.

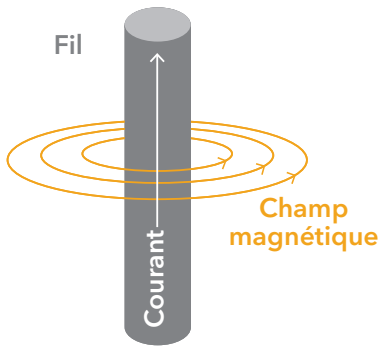
L'électricité et le magnétisme sont liés. On les appelle souvent ensemble électromagnétisme. L'histoire de la découverte de la relation entre ces forces est riche, et nous bénéficions chaque jour de ces travaux à travers des technologies comme les piles et les moteurs électriques.

Pour l'Activité 5, nous nous concentrerons sur un aspect clé de l'électromagnétisme: le fait que les charges électriques en mouvement créent un champ magnétique.

Les charges électriques en mouvement, particulièrement les électrons, constituent ce que nous appelons l'électricité. Nous expérimentons l'électricité en permanence: lorsque nous allumons les lumières, utilisons et rechargeons des appareils, et bien plus. L'électricité existe également dans la nature, comme dans la foudre ou dans les signaux électriques de notre cerveau.

Pensez aux appareils électriques. Ils possèdent généralement un cordon qui les relie à une prise. Ce cordon contient au moins deux fils, qui connectent l'appareil au courant électrique de votre domicile. Une fois branché, l'électricité circule dans les fils, et cette charge en mouvement crée un champ magnétique autour d'eux.

Dans les Activités 3 et 4, nous avons exploré le champ magnétique autour des aimants permanents. Rappelez-vous que les champs de force montrent la forme et la direction d'une force, et que plus il y a de lignes de champ, plus la force est forte dans cette région. Les aimants permanents possèdent deux pôles, un nord et un sud, avec des lignes de champ magnétique allant du nord vers le sud. Ce flux directionnel est ce qui provoque l'attraction des pôles opposés et la répulsion des pôles similaires. Une charge électrique en mouvement, comme l'électricité circulant dans un fil, n'est pas identique à un aimant permanent, donc le champ magnétique qu'elle crée est différent. Autour d'un fil parcouru par un courant, le champ magnétique s'enroule en cercles autour du fil, comme illustré sur la page suivante.



Le champ magnétique autour d'un fil parcouru par un courant électrique. La direction du champ magnétique est liée à la direction du courant électrique dans le fil.

Un fil droit traversé par un courant électrique produit un champ magnétique circulaire autour de lui, mais ce champ ne ressemble pas à celui que l'on observe autour d'un aimant en barre. Si on enroule ce fil pour former une boucle, quelque chose d'intéressant se produit: le champ magnétique créé par le déplacement des charges électriques dans la boucle commence à ressembler au champ d'un aimant permanent.

Cette boucle n'a pas de pôles magnétiques physiques ou tangibles comme un aimant en barre. Au lieu de cela, le champ magnétique circule à travers le centre de la boucle et se déploie autour d'elle, prenant une forme similaire à celle du champ d'un aimant en barre.

Lorsque l'on approche un aimant permanent de la boucle, les deux champs magnétiques interagissent comme le feraient deux aimants: les pôles opposés s'attirent et les pôles identiques se repoussent. Cependant, comme la boucle n'a pas de pôles définis qui dépassent comme les extrémités d'un aimant, l'aimant ne s'accrochera pas et ne restera pas fixé à la boucle. Il traversera la boucle ou sera repoussé selon l'interaction des champs (voir le diagramme à la page suivante).

Les piles stockent de l'énergie. La plupart des piles domestiques, comme les AA et AAA, stockent l'énergie sous forme d'énergie chimique potentielle. Cela signifie que l'énergie n'est pas utilisée immédiatement, mais peut être convertie en une forme utilisable plus tard. Lorsqu'une pile est placée dans un circuit, comme une lampe de poche, son énergie chimique potentielle se transforme en énergie électrique, ou électricité.

Le circuit le plus simple que l'on puisse créer est une boucle de fil dont chaque extrémité touche les pôles opposés d'une pile. Cette configuration décharge très rapidement l'énergie de la pile, un phénomène souvent appelé court-circuit. Dans l'Activité 5, nous allons intentionnellement créer un court-circuit en utilisant du fil de cuivre et une pile.

Placer la pile à l'intérieur d'un fil de cuivre enroulé uniformément crée un circuit fermé qui permet au courant de circuler. Au fur et à mesure que l'électricité passe dans le fil, chaque boucle génère un champ magnétique. Ces champs magnétiques sont tous orientés à travers le centre des boucles enroulées.

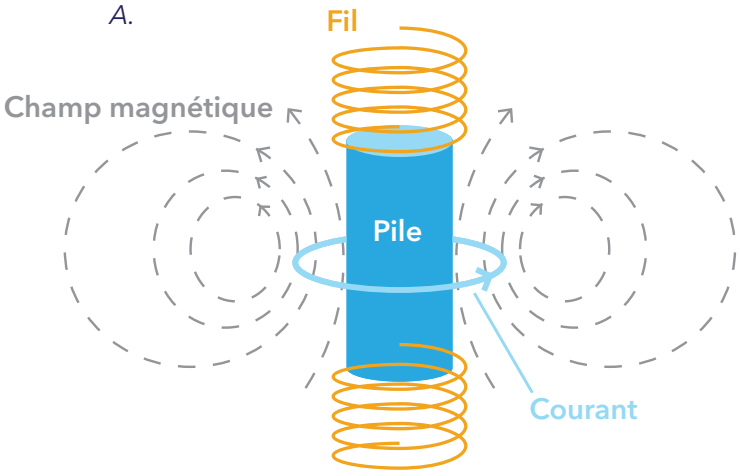
Pour créer le train électromagnétique, des aimants sont placés à chaque extrémité de la pile avant qu'elle ne soit insérée dans la bobine. Ces aimants interagissent avec le champ magnétique généré par le courant électrique. Lorsque les deux aimants sont orientés avec les mêmes pôles vers l'extérieur, un aimant est attiré vers l'avant par le champ magnétique et l'autre est repoussé, ce qui fait avancer la pile et les aimants à travers la bobine.

Lorsqu'une pile est connectée à un fil de cuivre, un circuit est créé et le courant circule dans le fil. Le courant produit un champ magnétique autour du fil, qui est influencé par la direction du courant.

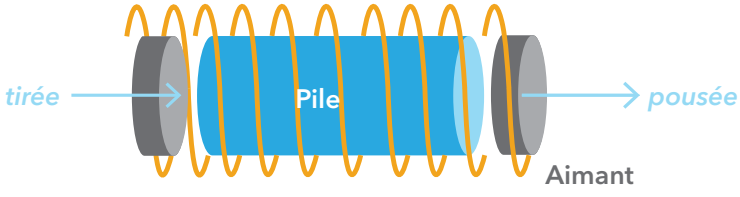
Lorsqu'un fil parcouru par un courant forme une boucle, le champ magnétique traverse le centre de la boucle et se courbe autour de l'extérieur, comme illustré sur la figure A.

Lorsqu'un fil parcouru par un courant est enroulé en bobine (plusieurs boucles à la suite), le champ magnétique se concentre au centre de la bobine, renforçant ainsi le champ magnétique. Cela agit comme un aimant en barre avec un pôle nord et un pôle sud, qui pousse et attire ensuite les matériaux magnétiques, comme représenté sur la figure B.

A.



B.



CONCEPTS CLÉS À DISCUTER

Électromagnétisme

L'électromagnétisme décrit la relation entre l'électricité et le magnétisme. Les scientifiques ont découvert que les charges électriques en mouvement produisent un champ magnétique, et que les champs magnétiques changeants peuvent générer de l'électricité. Ces deux forces sont profondément liées et sont souvent étudiées ensemble. L'électromagnétisme est ce qui fait fonctionner les moteurs, les générateurs et de nombreuses technologies du quotidien.

Électricité

L'électricité est le flux de charges électriques, généralement transportées par des électrons. Elle circule dans les fils d'un circuit et peut servir à alimenter des lampes, des moteurs et d'autres dispositifs. Lorsque l'électricité circule dans un fil, elle crée un champ magnétique autour du fil. Cette connexion entre électricité et magnétisme est ce qui propulse le train électromagnétique dans cette activité.

Champ magnétique

Un champ magnétique est la zone autour d'un aimant ou d'une charge électrique en mouvement où les forces magnétiques peuvent être ressenties. On peut le considérer comme un motif invisible qui indique la direction et l'intensité de la force. Dans cette activité, le champ magnétique est créé par le flux d'électricité dans le fil de cuivre et interagit avec les aimants de la pile pour propulser le train vers l'avant.

Énergie, énergie potentielle

L'énergie est la capacité à effectuer un travail ou à provoquer un changement. Les piles stockent de l'énergie potentielle, c'est-à-dire de l'énergie en attente d'utilisation. Dans ce cas, elle est stockée sous forme d'énergie chimique. Lorsque la pile est placée dans un circuit, l'énergie potentielle se transforme en énergie électrique, alimentant le flux d'électricité dans le fil. Cette énergie électrique crée ensuite un champ magnétique.

Notes:

Lancez l'activité avec cette vidéo!

Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette activité, **les élèves de la 4e année à secondaire 2 (8e année)** seront capables:

- de décrire l'électromagnétisme et son importance dans la vie quotidienne;
- d'identifier les forces magnétiques;
- de classer différents types et formes d'énergie.

À la fin de cette activité, **les élèves de secondaire 3 à 5 (9e à 12e année)** seront capables:

- de décrire l'électromagnétisme et d'expliquer comment il s'applique aux technologies de la vie quotidienne;
- d'identifier les forces magnétiques;
- de classer différentes types et formes d'énergie;
- d'inférer la forme et la direction d'un champ magnétique en analysant son effet sur les aimants ou objets à proximité;
- et d'appliquer la règle de la main droite pour déterminer la direction des champs magnétiques autour des fils parcourus par un courant (facultatif).

Connexions avec la recherche

Dans cette activité, vous explorerez le lien entre l'électricité et le magnétisme. Dans les activités précédentes, vous avez étudié comment les planètes peuvent posséder des champs magnétiques, et observé les effets du champ magnétique de la Terre à l'aide d'une boussole.

Les aurores comptent parmi les effets les plus visibles d'un champ magnétique planétaire. Lorsque des particules chargées provenant du vent solaire atteignent une planète possédant un champ magnétique, elles sont guidées le long des lignes du champ magnétique vers les pôles. Là, elles entrent en collision avec les gaz de la haute atmosphère (souvent l'oxygène ou l'azote), produisant des lumières brillantes appelées aurores. Sur Terre, on les appelle aurore boréale et aurore australe. Des phénomènes similaires ont été observés sur des planètes comme Jupiter et Saturne, confirmant la présence de champs magnétiques puissants.

Toutes les planètes ou lunes ne possèdent pas de champs magnétiques, mais leur présence ou absence peut avoir un impact majeur.

Les planètes dépourvues de champ magnétique sont plus vulnérables au vent solaire, qui peut graduellement arracher leur atmosphère. Cela pourrait expliquer ce qui est arrivé à Mars. Aujourd'hui, Mars n'a pas de champ magnétique global, mais certaines roches à sa surface sont aimantées. Ces roches suggèrent que Mars possédait autrefois un champ magnétique qui la protégeait, mais ce champ n'existe plus aujourd'hui.

Nous pouvons également étudier les champs magnétiques anciens en examinant les roches aimantées sur la Terre, la Lune et Mars. Ces roches agissent comme de petits archivistes, préservant la direction et l'intensité du champ magnétique au moment de leur formation.

Comprendre quels corps célestes possèdent un champ magnétique, ou en possédaient un, aide les astronomes à mieux connaître l'histoire d'une planète, sa structure interne et son potentiel à abriter la vie.

Durée

Cette activité devrait durer 45 minutes ou moins.

Préparation

Temps de préparation estimé: 20 à 30 minutes.

- Rassemblez tout le matériel nécessaire.
- Enroulez le fil de cuivre fermement autour de la tige en bois pour former une bobine régulière. Il peut être utile d'utiliser un morceau de ruban adhésif afin de maintenir en place une extrémité du fil sur la tige pendant l'enroulement. Si la bobine est tordue ou irrégulière, le train électromagnétique pourrait ne pas fonctionner correctement.
- Révisez les étapes de l'activité, les indices, les fiches de l'élève et les renseignements de base afin de bien comprendre le contexte général.
- Assurez-vous de réviser les consignes de sécurité présentées dans l'introduction du guide.

Matériel

- Aimants au néodyme (6)
- Piles AAA (2)
- Fil de cuivre
- Tige en bois
- Ruban adhésif (facultatif)
- Matériel pour écrire (ex. papier, crayons, etc.)

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Commencez par regarder la vidéo avec vos élèves.

Comme cette activité utilise des aimants au néodyme, nous recommandons de la réaliser comme démonstration pour toute la classe. Pour les élèves de secondaire 3 (9e année) et plus, vous pouvez choisir de les laisser prendre tour à tour le train électromagnétique et observer son fonctionnement.

Avant de commencer, prenez un moment pour revoir les consignes de sécurité concernant la manipulation des aimants avec la classe.

Étape 1: *5-10 min*

Commencez par une courte discussion en classe avec des questions comme:

- Qu'est-ce qu'un électroaimant? En quoi est-il différent d'un aimant en barre ou d'un objet ferromagnétique?
- Avez-vous déjà entendu parler de l'électromagnétisme? En quoi est-ce différent du magnétisme? Que savez-vous sur l'électricité?
- Qu'est-ce qu'une pile? Comment fonctionne-t-elle?

INDICE!

Les électroaimants dépendent à la fois de l'électricité et du magnétisme pour fonctionner. Bien qu'ils puissent opérer de différentes façons, ils reposent toujours sur l'interaction entre ces deux forces.

Les piles stockent de l'énergie, généralement sous forme d'énergie chimique potentielle. Lorsqu'elles sont connectées à un circuit, une réaction chimique à l'intérieur produit de l'électricité.

Étape 2: *5 min* ⚠

Assemblez le train électromagnétique:

1. Retirez la bobine de la tige de bois et posez-la sur une surface plane. Ajustez l'espacement et la forme de la bobine si nécessaire, afin que les spires ne se touchent pas.
2. Séparez les aimants au néodyme en deux ensembles de 3. Ce sont des aimants très puissants, faites attention à ne pas vous pincer!
3. Placez les deux ensembles d'aimants à chaque extrémité de la pile.

INDICE!

Vérifiez qu'il n'y a pas d'irrégularités dans le fil. Le train ne fonctionnera pas si des sections du fil sont tordues ou pointues.

Assurez-vous que les aimants sont fixés correctement sur la pile (pas de travers) et dans la bonne orientation. Les deux groupes d'aimants doivent se repousser si la pile n'est pas entre eux. Voir le diagramme suivant pour référence.

Les aimants sont attirés par les extrémités de la pile.



Sans la pile, les aimants se repoussent entre eux.



Voici comment assembler les aimants au néodyme en forme de disque et la pile AAA pour le train électromagnétique: les six aimants doivent être séparés en deux groupes de trois et doivent se repousser entre eux lorsqu'aucune pile n'est placée. Les aimants seront fixés aux extrémités de la pile.

Étape 3: *20–30 min*

Placez le système pile-aimants à une extrémité de la bobine et donnez-lui une légère poussée. Il devrait glisser à travers la bobine. Pour les élèves plus âgés, vous pouvez envisager de les laisser pousser le train électromagnétique à tour de rôle. Les élèves sont encouragés à expérimenter différentes variantes et à tester leurs hypothèses, par exemple: comment faire aller le train plus vite ou pourquoi son orientation a de l'importance.

INDICE!

Si le système pile-aimants se bloque dans la bobine, essayez de secouer légèrement la bobine. Si le système ne bouge pas, retournez-le et essayez à nouveau. Invitez les élèves à réfléchir sur le fait que le train ne fonctionne que dans un seul sens. Encouragez-les à considérer le champ magnétique des aimants et comment il interagit avec le courant dans cette orientation. Le train ne fonctionne qu'avec une bobine faite d'un matériau conducteur comme le cuivre. Le cuivre fonctionne bien avec une petite pile, car il est très conducteur. La plupart des autres métaux ne fonctionneront pas dans ce montage, sauf l'argent. L'utilisation de plus d'aimants augmente la force du champ magnétique et fait avancer le train plus rapidement.

Pour aller plus loin!

Pour les élèves du secondaire, vous pouvez introduire la règle de la main droite pour déterminer la direction du champ magnétique autour d'un fil parcouru par un courant. Demandez aux élèves de dessiner un schéma montrant ce qui se passe dans le train électromagnétique, incluant la direction du courant et la forme des champs magnétiques impliqués. Cela nécessitera un raisonnement inductif!

MAGNÉTISME

FICHES POUR LES ÉLÈVES ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

Activités complémentaires et optionnelles pour vos élèves!

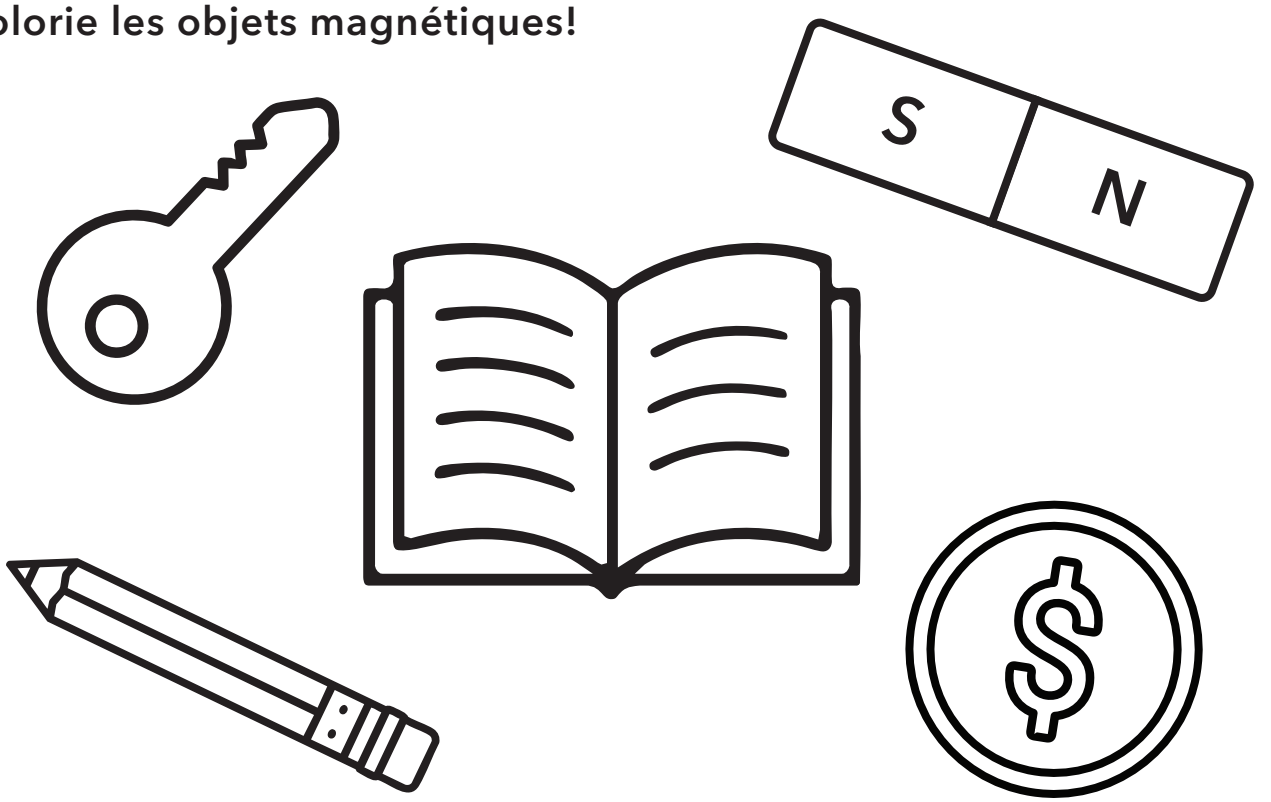


Maternelle à 3e année

ACTIVITÉ 1: QU'EST-CE QUI EST MAGNÉTIQUE?

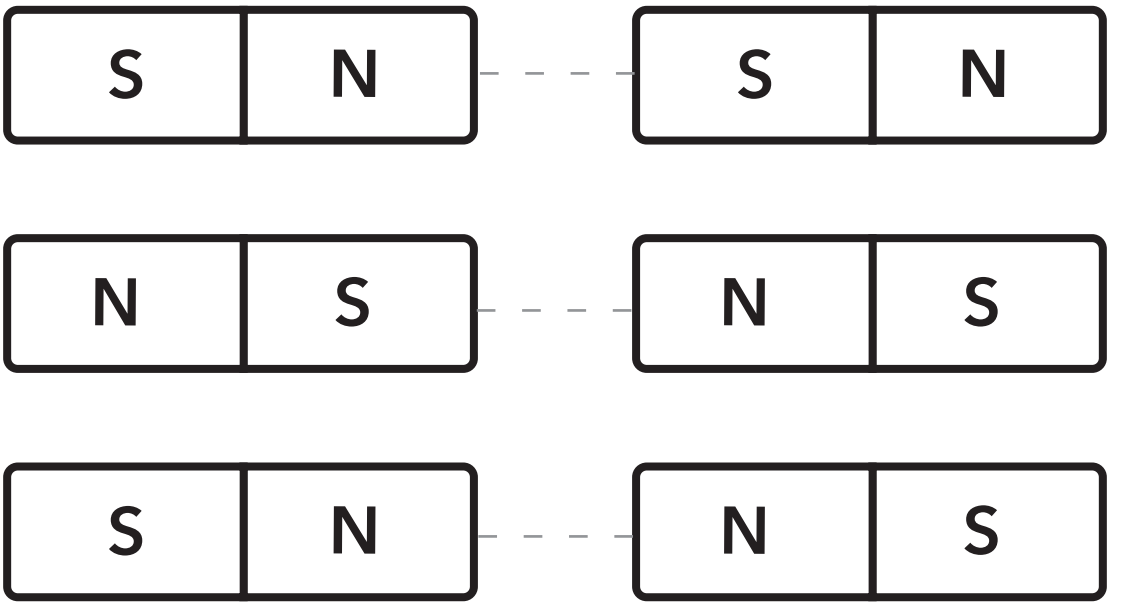
Dessine des objets qui sont magnétiques d'après tes observations!

Colorie les objets magnétiques!



ACTIVITÉ 2: ATTRACTION ET RÉPULSION MAGNÉTIQUES

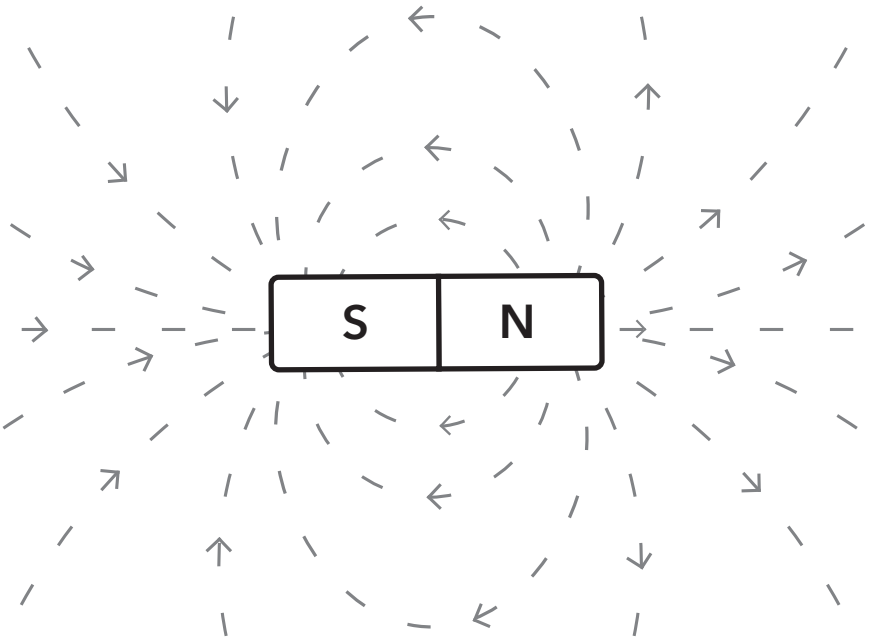
Colorie les aimants: le côté N est rouge, le côté S est bleu.
Relie les aimants: vert pour l'attraction et violet pour la répulsion.



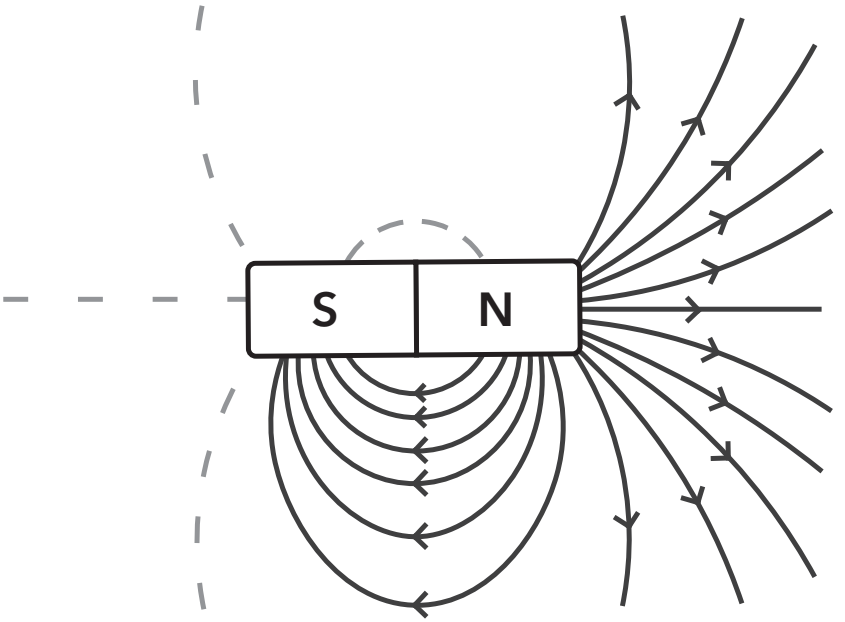
Dessine quelque chose que tu as remarqué en expérimentant avec les aimants!

ACTIVITÉ 3: EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

Trace les lignes pour découvrir le champ magnétique!

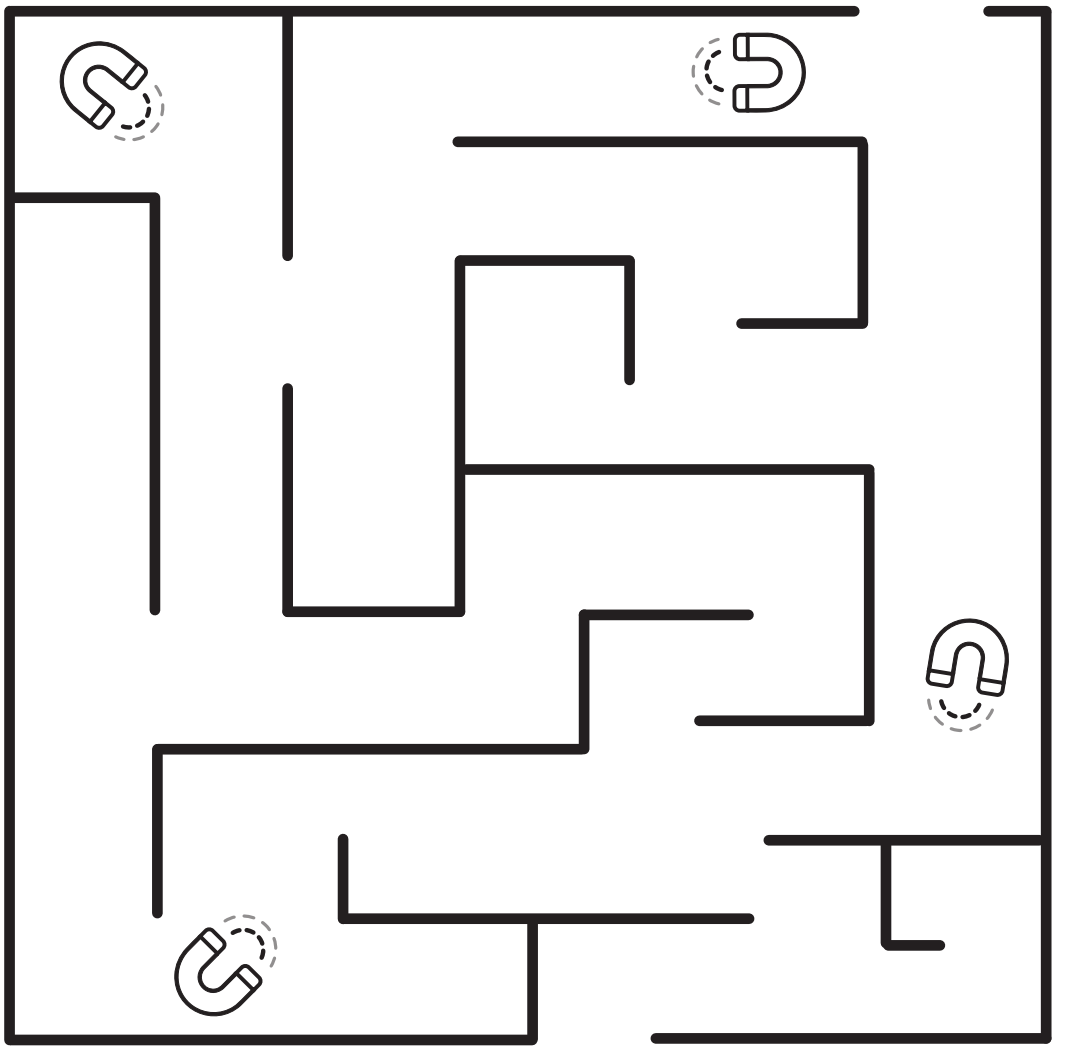


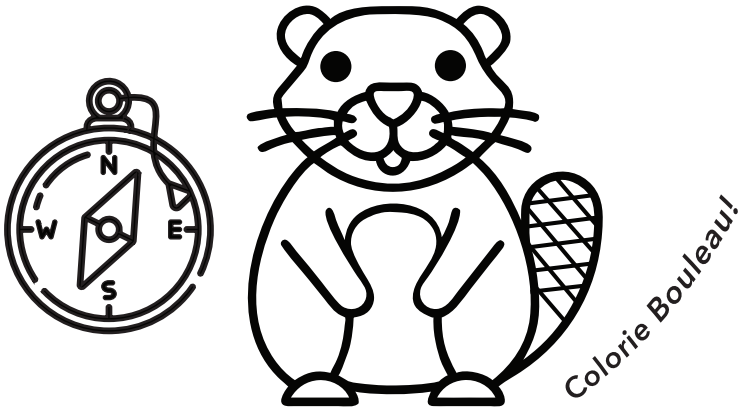
Colorie le côté N en rouge et le côté S en bleu, puis complète le champ magnétique en traçant les lignes manquantes. Assure-toi que les flèches pointent dans la bonne direction (du nord vers le sud).



ACTIVITÉ 4: FABRIQUER UNE BOUSSOLE

Aide Bouleau le castor à retrouver son chemin dans le labyrinthe. Utilise sa boussole, mais attention! Les aimants peuvent faire dévier l'aiguille de sa boussole et lui faire perdre le nord!





RÉPONSES Maternelle - 3e année

Activité 1

La clé, la pièce de monnaie et la l'aimant en barre sont magnétiques.

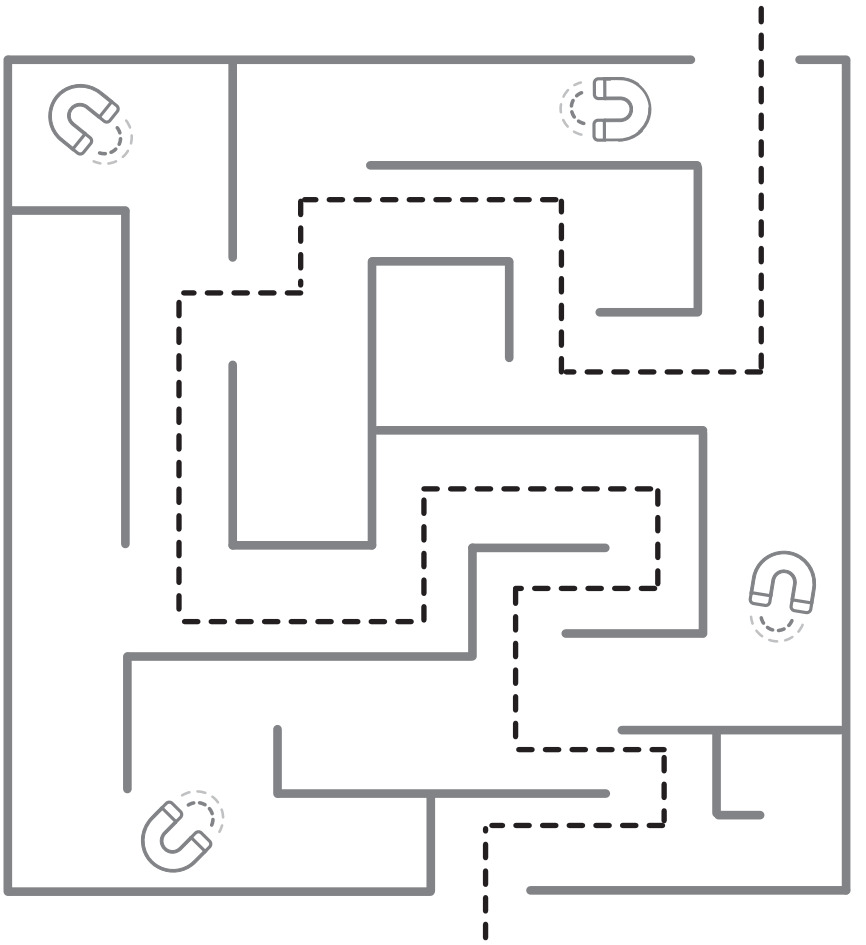
Activité 2

Les lignes vertes doivent relier N à S, et les lignes violettes doivent relier N à N ou S à S. Donc, dans l'ordre: ligne verte, ligne verte, ligne violette.

Activité 3

Vérifiez la symétrie et la complétion. Les flèches doivent toujours pointer du nord vers le sud.

Activité 4



MAGNÉTISME

FICHES POUR LES ÉLÈVES ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

Activités complémentaires et optionnelles pour vos élèves!



4e à 6e année

ACTIVITÉ 1 : QU'EST-CE QUI EST MAGNÉTIQUE?

Écris les items dans la bonne colonne.

Magnétique	Non magnétique

Encercle la bonne réponse:

A. Seuls certains métaux sont magnétiques.	VRAI	FAUX
B. On peut ramasser un trombone avec un aimant.	VRAI	FAUX
C. Le fil de cuivre est magnétique.	VRAI	FAUX
D. Un aimant peut attirer un objet même sans le toucher.	VRAI	FAUX
E. Si quelque chose colle à un aimant, c'est forcément du métal.	VRAI	FAUX
F. Les aimants peuvent pousser et tirer.	VRAI	FAUX
G. Les aimants peuvent fonctionner à travers le plastique.	VRAI	FAUX
H. Les aimants s'attirent toujours entre eux.	VRAI	FAUX

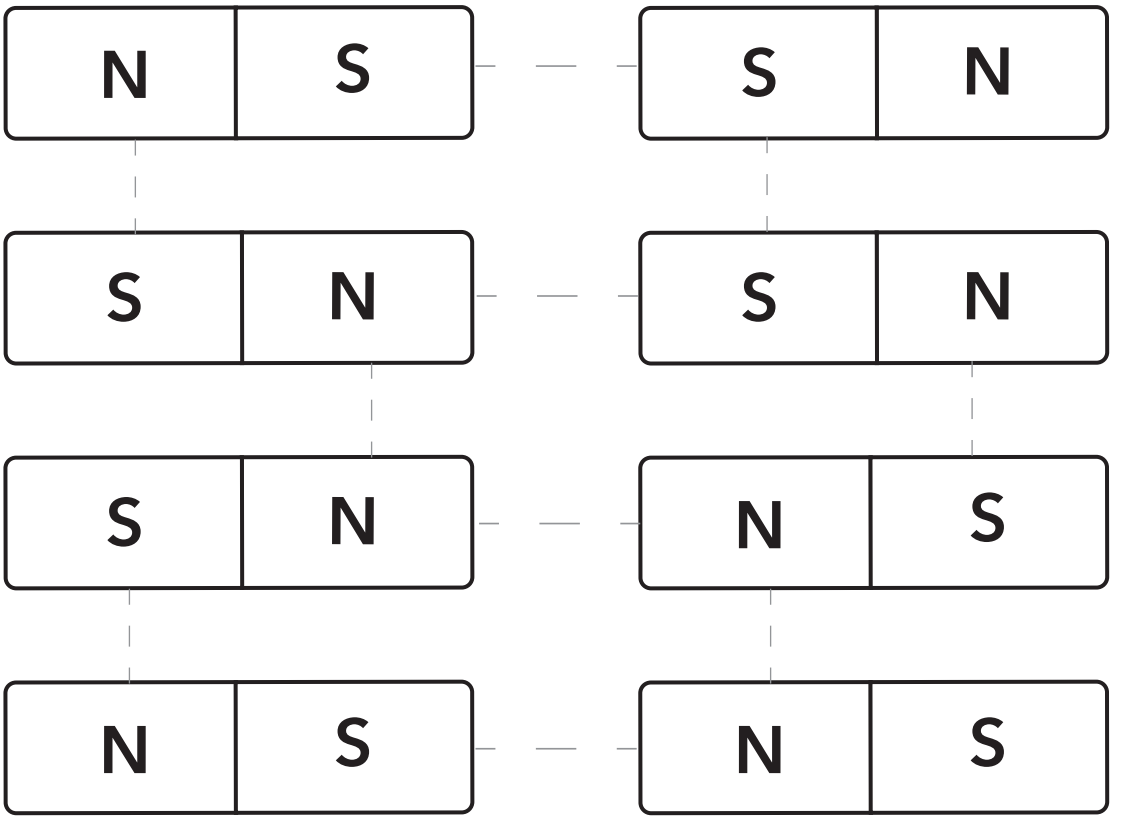
ACTIVITÉ 2: ATTRACTION ET RÉPULSION MAGNÉTIQUES

Complète les phrases:

Les aimants ont deux extrémités appelées pôles _____ et _____. Les pôles opposés _____ tandis que les pôles identiques _____. La zone invisible autour d'un aimant où les forces magnétiques peuvent être ressenties s'appelle le _____ magnétique. Certains métaux communs que les aimants attirent sont le _____ et le nickel. Les aimants peuvent attirer des objets même s'il y a de l' _____ entre eux.

MOTS-CLÉS: fer • se repoussent • acier • nord • sud • cuivre • champ • espace • s'attirent

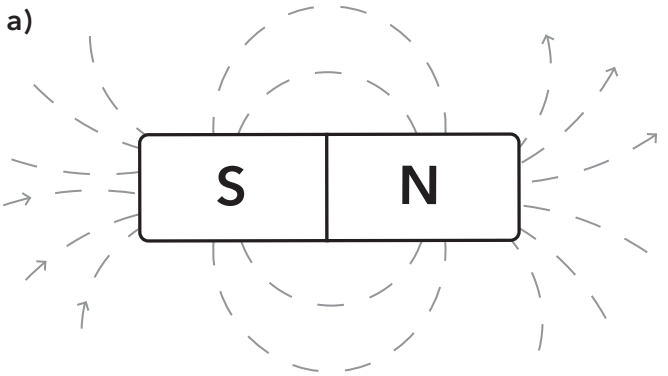
Voici une série d'aimants.
Colorie les aimants: S = Bleu (sud) et N = Rouge (nord)
Colorie les lignes entre les pôles (à l'horizontale et à la verticale): vert pour l'attraction et violet pour la répulsion



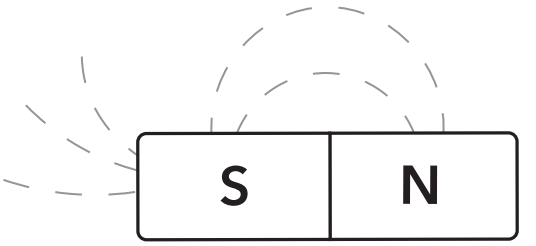
ACTIVITÉ 3: EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

Complète les lignes des champs magnétiques et assure-toi que les flèches pointent dans le bon sens!

a)



b)



c)



d)



Encercle la bonne réponse.

A. Les lignes du champ magnétique d'un aimant vont de son pôle nord à son pôle sud. VRAI FAUX

B. Le champ magnétique est le plus fort au milieu d'un aimant en barre. VRAI FAUX

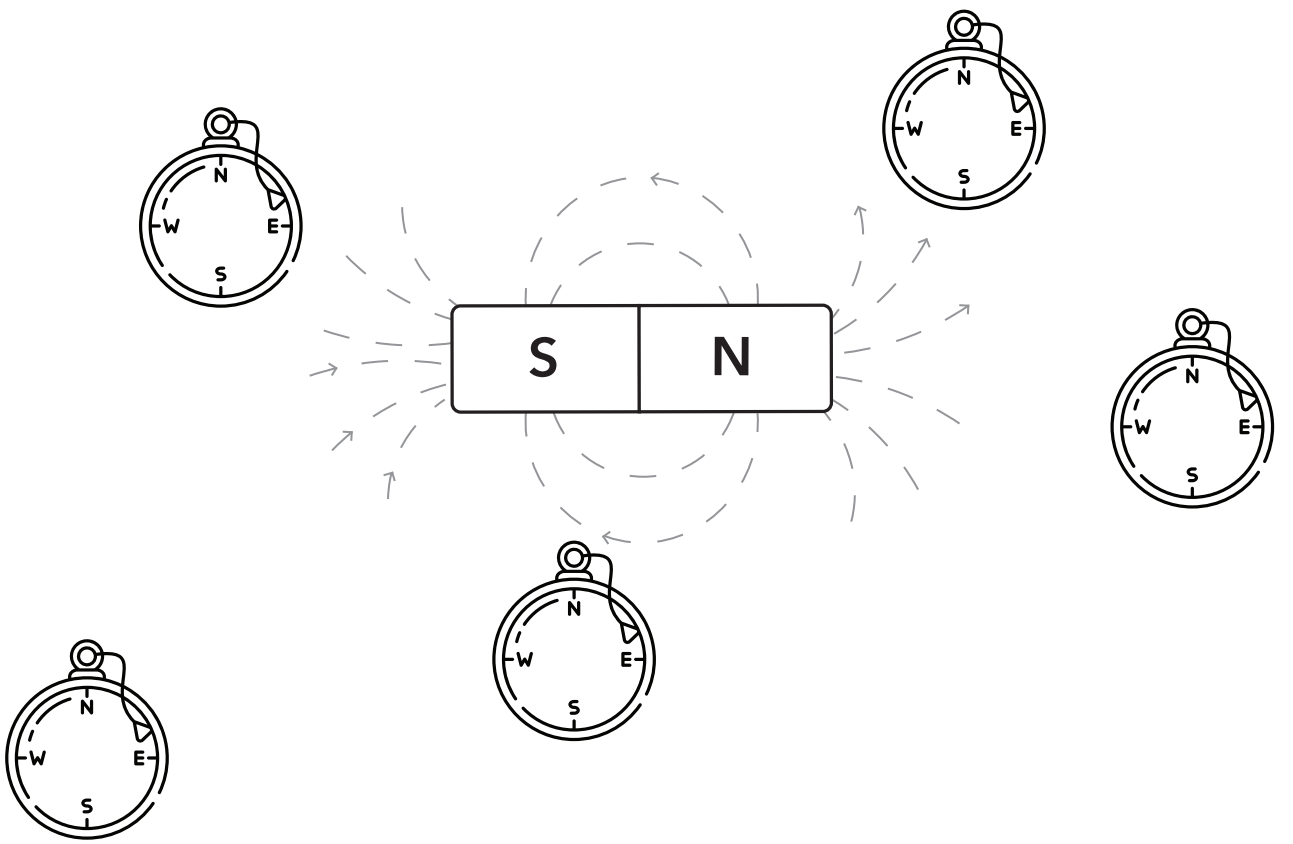
C. Les pôles opposés s'attirent et les pôles identiques se repoussent. VRAI FAUX

D. On peut voir la forme d'un champ magnétique en utilisant de la limaille de fer. VRAI FAUX

E. Le champ magnétique existe même si rien ne touche l'aimant. VRAI FAUX

ACTIVITÉ 4: FABRIQUER UNE BOUSSOLE

Ces boussoles n'ont pas leurs flèches! Dessine-les de manière à ce qu'elles pointent dans le bon sens. *Indice: Porte attention au champ magnétique à proximité!*



Complète les phrases:

Une _____ est un instrument utilisé pour trouver la direction. Pour fabriquer votre propre boussole, vous pouvez utiliser une aiguille en _____. Frotter l'aiguille avec un _____ la rendra magnétique. L'aiguille d'une boussole pointe généralement vers le pôle _____ et l'extrémité opposée pointe vers le pôle _____. Les deux autres directions principales sont _____ et _____. Lorsque vous approchez un aimant de la boussole, l'aiguille bougera à cause de l'_____ magnétique.

MOTS-CLÉS: aimant • plastique • métal • attraction • répulsion • boussole • Nord Est • Ouest • Sud

ACTIVITÉ 5: TRAIN ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Complète les phrases:

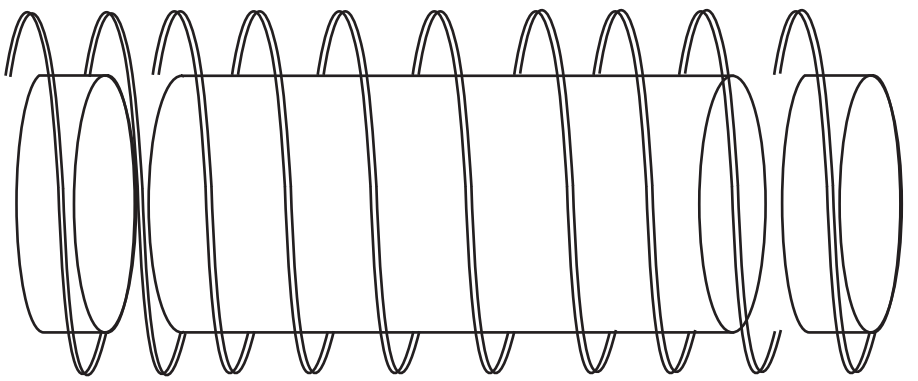
Un _____ est un aimant créé à l'aide de l'électricité. Dans le train électromagnétique, une pile fait circuler l'électricité dans le fil de _____. Cette électricité crée un champ _____. Les aimants sur la _____ poussent et tirent contre ce champ, faisant avancer la pile à travers la _____.

MOTS-CLÉS: cuivre • pile • bobine • magnétique • électroaimant

Trace une ligne pour relier chaque action à ce qui arrive au train:

A. Ajouter plus d'aimants	Le train ne bouge pas
B. Retourner le train	Le train va plus vite
C. Utiliser une bobine non métallique	Le train se déplace dans l'autre sens
D. Faire la bobine en cuivre	Le train fonctionne normalement

Colorie les aimants en rouge sur leurs pôles. Trace des flèches pour montrer dans quelle direction le train se déplacera dans la bobine. Identifie la pile, les aimants et la bobine.



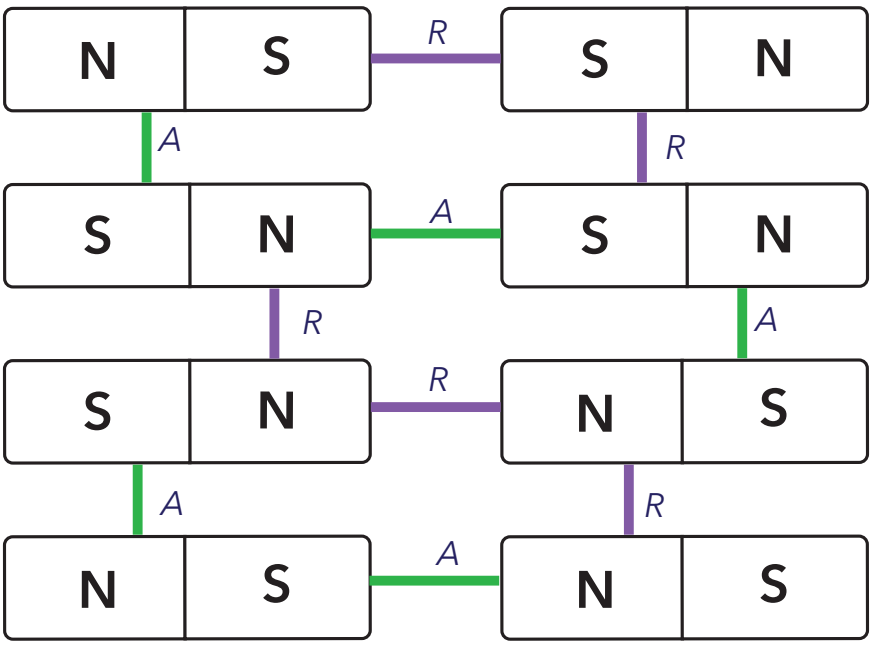
RÉPONSES - 4e à 6e année

Activité 1

A. Seuls certains métaux sont magnétiques. VRAI
B. On peut ramasser un trombone avec un aimant. VRAI
C. Le fil de cuivre est magnétique. FAUX
D. Un aimant peut attirer un objet même s'il ne le touche pas. VRAI
E. Si quelque chose colle à un aimant, cela doit être métallique. VRAI
F. Les aimants peuvent pousser et tirer. VRAI
G. Les aimants peuvent encore fonctionner à travers du plastique. VRAI
H. Les aimants s'attirent toujours entre eux. FAUX

Activité 2

Les aimants ont deux extrémités appelées pôles nord et sud. Les pôles opposés s'attirent tandis que les pôles identiques se repoussent. La zone invisible autour d'un aimant où les forces magnétiques peuvent être ressenties s'appelle le champ magnétique. Certains métaux communs que les aimants attirent sont le fer et le nickel. Les aimants peuvent attirer certains objets même s'il y a de l'espace entre eux.

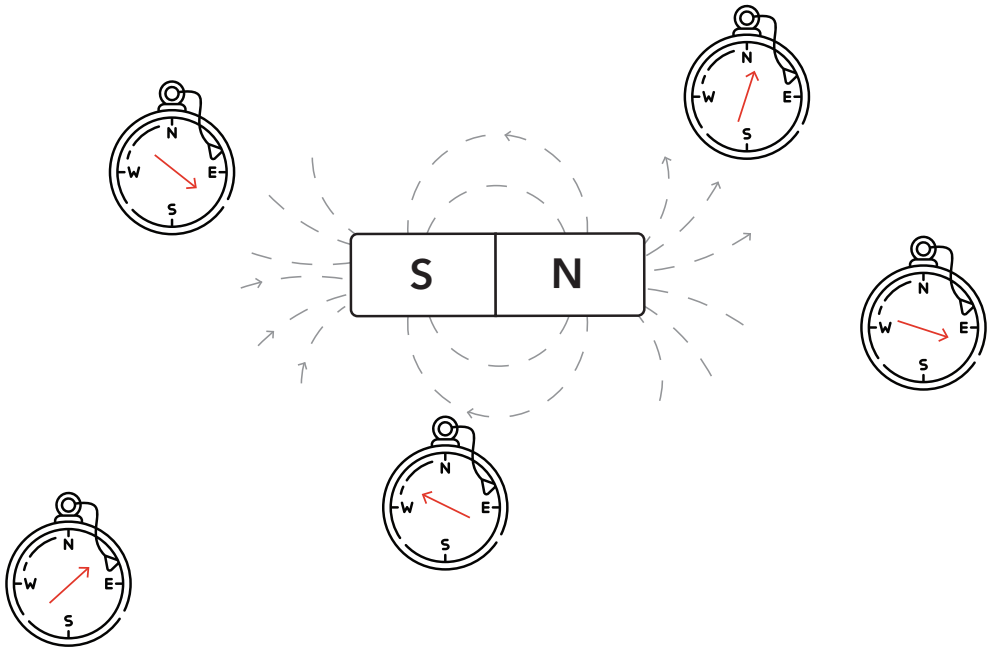


Activité 3

Les lignes doivent ressembler au diagramme de la page 13 de ce guide. La question D) est plus délicate: comme l'aimant est retourné, les flèches doivent aller dans l'autre direction!

A. Les lignes de champ magnétique d'un aimant vont de son pôle nord à son pôle sud. VRAI
B. Le champ magnétique est le plus fort au milieu d'un aimant en barre. FAUX
C. Les pôles opposés s'attirent et les pôles identiques se repoussent. VRAI
D. On peut voir la forme du champ magnétique en utilisant de la limaille de fer. VRAI
E. Le champ magnétique existe même si rien ne touche l'aimant. VRAI

Activité 4



Remarque: si la boussole a été remagnétisée en étant à proximité des aimants, la flèche s'alignera toujours de la même façon, mais peut pointer dans la direction opposée.

Une **boussole** est un instrument utilisé pour trouver la direction. Pour fabriquer votre propre boussole, vous pouvez utiliser une aiguille en **métal**. Frotter l'aiguille avec un **aimant** la rend ferromagnétique. L'aiguille d'une boussole pointe généralement vers le pôle **Nord** et l'extrémité opposée vers le pôle **Sud**. Les deux autres directions principales sont **Est** et **Ouest**. Lorsque vous approchez un aimant de la boussole, l'aiguille bouge à cause de **l'attraction** magnétique.

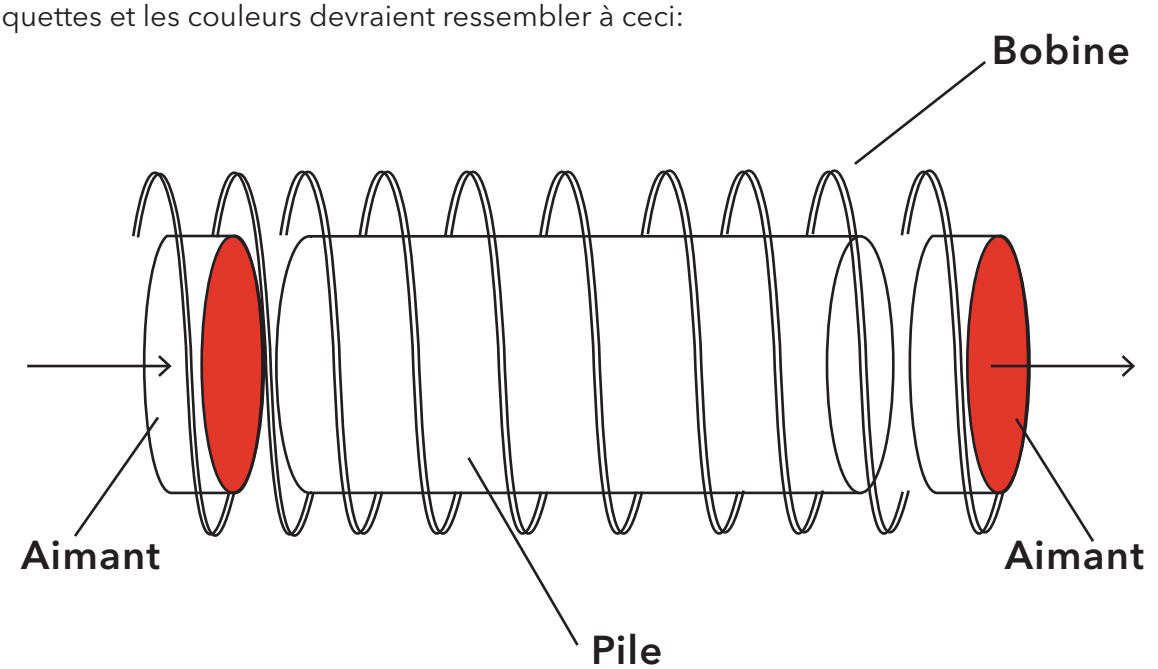
Activité 5

Un **électroaimant** est un aimant créé à l'aide de l'électricité. Dans le train électromagnétique, une pile fait circuler l'électricité dans le fil de **cuivre**. Cette électricité crée un champ **magnétique**. Les aimants sur la **pile** poussent et tirent contre ce champ, faisant avancer la pile à travers la **bobine**.

Draw a line to match each action with what happens to the train:

A. Ajouter plus d'aimants	Le train va plus vite
B. Retourner le train	Le train se déplace dans l'autre sens
C. Utiliser une bobine non métallique	Le train ne bouge pas
D. Faire la bobine en cuivre	Le train fonctionne normalement

Les étiquettes et les couleurs devraient ressembler à ceci:



MAGNÉTISME

FICHES POUR LES ÉLÈVES ET FEUILLES D'ACTIVITÉS

Activités complémentaires et optionnelles pour vos élèves!



Secondaire (7e à 12e année)

ACTIVITÉ 1: QU'EST-CE QUI EST MAGNÉTIQUE?



1. **Explorer: quels matériaux interagissent avec les aimants fournis. Réponds ensuite aux questions suivantes:**

   a. Que se passe-t-il lorsque tu approches l'aimant de différents objets?
   b. Quels matériaux as-tu pu ramasser avec un aimant? Ont-ils quelque chose en commun?

2. Certains matériaux fortement attirés par un aimant peuvent temporairement devenir eux-mêmes des aimants; ce sont des matériaux ferromagnétiques. Teste un trombone: attache-le à un aimant en barre, puis fais-le toucher à un autre trombone. **Colle-t-il? Combien de trombones peux-tu assembler de cette façon?**

3. Les objets qui ne réagissent pas du tout aux aimants sont appelés diamagnétiques. Énumère quatre objets diamagnétiques que tu as trouvés. **Penses-tu qu'ils puissent devenir des aimants temporaires comme les trombones?** Pourquoi ou pourquoi pas?

4. **Comment les aimants réagissent-ils entre eux?** Peux-tu ramasser un aimant en bloc avec un aimant en barre depuis n'importe quel angle? Pourquoi ou pourquoi pas?

5. Les noyaux de planètes, comme celui de la Terre, peuvent être faits de matériaux magnétiques, transformant la planète entière en un immense aimant en barre. Cela peut révéler beaucoup sur ce qui se passe à l'intérieur de la planète. Si le noyau de la Terre est magnétique, cela devrait-il affecter l'aimant dans votre main? **Explique pourquoi ou pourquoi pas.**

6. Donne trois exemples d'aimants ou de matériaux magnétiques utilisés dans la vie quotidienne. Pour chacun, explique pourquoi le magnétisme est utile dans cet objet ou appareil.

7. Dans tes propres mots, définis les termes magnétiques suivants:
   a. ferromagnétique:
   b. diamagnétique:
   c. pôles magnétiques:
   d. paramagnétique:

8. *Défi:* des appareils comme les détecteurs de métaux utilisent souvent des aimants pour détecter les objets métalliques.

   a. Tous les métaux sont-ils magnétiques? Teste ton aimant en barre avec la bobine de cuivre de la trousse et avec du papier aluminium ou une canette.
   b. Si tous les métaux ne sont pas magnétiques, comment un détecteur de métaux peut-il quand même les détecter? Cela pourrait-il être lié au comportement des métaux en présence d'un aimant?

ACTIVITÉ 2: ATTRACTION ET RÉPULSION MAGNÉTIQUES

1. **Approche deux aimants en barre l'un de l'autre et observe comment ils interagissent.**
   a. Vrai ou Faux. Tous les aimants s'attirent, peu importe l'angle auquel tu essaies de les rapprocher. Explique ensuite pourquoi ou pourquoi pas.
   b. Vrai ou Faux. Plus deux aimants sont proches, plus ils s'attirent ou se repoussent fortement. Explique ensuite pourquoi ou pourquoi pas.

2. **Utilise une règle pour mesurer** à quelle distance deux aimants peuvent être avant de commencer à s'attirer ou se repousser. Si tu as différents aimants, compare leur force. *Rappelle-toi: le champ d'un aimant plus puissant s'étend plus loin, donc il commencera à affecter d'autres aimants à plus grande distance. Répète tes mesures plusieurs fois pour plus de précision.*
   a. Quels aimants qualifierais-tu deforts?
   b. Quels aimants qualifierais-tu de faibles?
   c. Compare tes résultats et discutes-en avec un ou plusieurs autres élèves.

3. **Place un aimant sur un autre du même type et note ce qui se passe.** Ensuite, retourne l'aimant du dessus et observe à nouveau.
   a. Quelle orientation a aidé les aimants à rester ensemble?
   b. Explique pourquoi cela s'est produit.

4. Les pôles opposés des aimants s'attirent, tandis que les pôles identiques se repoussent. **Choisis le mot correct pour chaque affirmation**:
   a. Deux pôles nord vont (s'attirer/se repousser).
   b. Le pôle nord d'un aimant et le pôle sud d'un autre aimant vont (s'attirer/se repousser).
   c. Deux pôles sud d'un aimant vont (s'attirer/se repousser).

5. **Si tu places un aimant puissant près d'un trombone sans le toucher, le trombone se déplace vers l'aimant.**
   a. Est-ce un exemple d'attraction ou de répulsion?
   b. Que cela t'apprend-il sur la manière dont les forces magnétiques peuvent agir à distance?

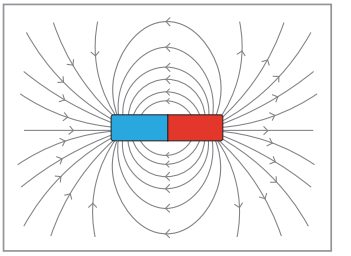
6. *Défi:* La force magnétique est responsable de l'attraction et de la répulsion des aimants.
   a. Peux-tu penser à d'autres exemples de forces?
   b. Ces forces peuvent-elles attirer ou repousser des objets comme le font les aimants?
   c. Ces forces peuvent-elles agir à distance, comme les aimants?
   d. Explique tes idées et donne des exemples.

ACTIVITÉ 3: EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

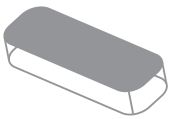
1. Les lignes de champ magnétique nous aident à comprendre comment un aimant affecte les matériaux magnétiques, puisque nous ne pouvons pas voir la force réelle d'attraction ou de répulsion. Penses-tu à une autre force où tu peux voir un objet se déplacer, mais tu ne peux pas voir ce qui le tire ou le pousse?

2. **Entoure la bonne réponse!**
   a. Les lignes de champ magnétique commencent au pôle nord magnétique et se terminent au pôle sud magnétique. VRAI FAUX
   b. Les lignes de champ magnétique de la Terre commencent au pôle nord géographique et se terminent au pôle sud géographique. VRAI FAUX
   c. Les aiguilles de boussole pointent vers le pôle Nord de la Terre parce qu'elles réagissent au champ magnétique terrestre. VRAI FAUX

3. **Le champ magnétique dans un aimant en barre ressemble à ceci:** les lignes de champ commencent à un pôle et se terminent à l'autre. Dessine ou décris à quoi le champ magnétique ressemblerait pour chacun des aimants suivants:







4. **Place la boussole à différents endroits autour de l'aimant.** Comment la boussole est-elle affectée par l'aimant? Explique ce que tu observes.

5. **Certains objets dans l'espace ont des champs magnétiques, créés lorsque du matériel électriquement chargé se déplace.** Nous pouvons détecter des champs magnétiques dans les régions où les étoiles se forment. Que cela pourrait-il indiquer aux astronomes sur les étoiles et les régions de formation d'étoiles:
   a. Le matériau qui compose une étoile est électriquement chargé. VRAI FAUX
   b. Une étoile peut avoir des pôles magnétiques comme la Terre. VRAI FAUX
   c. Le matériau qui compose une étoile n'est pas magnétisé. VRAI FAUX
   d. Le matériau qui compose une étoile n'affectera pas l'aiguille d'une boussole. VRAI FAUX

6. **Les planètes et les lunes peuvent avoir des champs magnétiques**, créés par le mouvement de matériaux ferromagnétiques sous leur surface. Les planètes avec ce type de mouvement sont appelées géologiquement actives.
   a. Notre Lune n'a pas de champ magnétique. Que cela suggère-t-il sur le matériau sous sa surface?
   b. Jupiter a un champ magnétique très puissant. Que cela suggère-t-il sur le matériau à l'intérieur de Jupiter?
   c. Mars n'a pas de champ magnétique. Que cela suggère-t-il sur l'intérieur de Mars?

ACTIVITÉ 4: FABRIQUER UNE BOUSSOLE

1. **Les pôles opposés s'attirent.** Si le pôle nord d'un aimant pointe vers le pôle Nord géographique de la Terre, que cela t'indique-t-il sur le type de pôle magnétique situé au pôle Nord géographique?

2. **L'aiguille d'une boussole pointe vers le pôle magnétique de la Terre qui est près, mais pas exactement au même endroit que le pôle Nord géographique.**
   a. Où pointe ton aiguille de boussole lorsque tu l'utilises à ton emplacement? Cela t'aide-t-il à trouver le nord géographique?
   b. Où pointerait l'aiguille si tu étais au pôle Nord géographique?
   c. Où pointerait l'aiguille si tu étais au pôle Sud géographique?

3. **Une aiguille de boussole devient magnétique lorsqu'on la frotte sur un aimant. Ce processus s'appelle la magnétisation.** Une aiguille qui n'a pas été magnétisée fonctionnerait-elle dans une boussole? Pourquoi ou pourquoi pas?

4. **Pour fabriquer une boussole à partir d'une aiguille magnétisée, place-la sur un morceau de carton ou de papier et laisse-la flotter dans un bol d'eau.**
   a. Pourquoi l'aiguille doit-elle reposer sur un morceau de papier ou de carton? Peut-on le remplacer par un autre matériau?
   b. Pourquoi l'aiguille doit-elle flotter librement sur l'eau?

5. **Lorsque tu approches un aimant d'une boussole flottante, cela change la direction dans laquelle pointe l'aiguille.** Que cela t'apprend-il sur les limites d'utilisation d'une boussole et dans quelles conditions peux-tu lui faire confiance pour pointer vers le Nord?

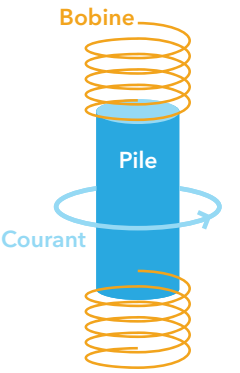
6. **La navigation GPS utilise des satellites, tandis qu'une boussole utilise le champ magnétique terrestre.** Décris une situation où un GPS serait préférable pour s'orienter, et une situation où une boussole serait préférable.

7. **La Lune n'a pas de champ magnétique global, et Mars non plus (seulement certaines roches sont magnétisées).** Une boussole magnétique standard fonctionnerait-elle sur la Lune ou sur Mars? Pourquoi ou pourquoi pas?

8. *Défi:* Les champs magnétiques des étoiles et des planètes peuvent changer lorsque le matériau se déplace à l'intérieur. **Sur Terre, les pôles magnétiques nord et sud s'inversent tous les quelques milliers d'années.** Si les pôles magnétiques de la Terre s'inversaient, le nord d'une aiguille de boussole pointerait-il encore vers le Nord géographique? Pourquoi ou pourquoi pas?

ACTIVITÉ 5: TRAIN ÉLECTROMAGNÉTIQUE





1. **Prédis dans quelle direction le train va se déplacer!** Enroule ta main droite dans le sens des flèches étiquetées «Courant» sur le diagramme et lève le pouce; ton pouce indique alors la direction prévue du train. Cela s'appelle la règle de la main droite en physique, qui montre comment le courant et le champ magnétique sont liés. **Vérifie si le train magnétique se déplace bien dans cette direction.**

2. **Si tu retournes le train et essaies de le faire entrer par la même extrémité, que se passe-t-il?** Que se passe-t-il si tu insères le train retourné par l'autre extrémité? Explique ta réponse en utilisant tes connaissances sur la direction du courant et les champs magnétiques.

3. **Le train magnétique ne fonctionne pas si les aimants sont inversés de sorte que leurs pôles soient orientés à l'opposé.** Explique pourquoi il ne fonctionne que lorsque les aimants sont orientés correctement.

4. **Le train magnétique dans cette activité fonctionne sur un «rail» en fil de cuivre enroulé.**

   a. Le cuivre est-il magnétique?
   b. Le train pourrait-il fonctionner sur une bobine faite d'un autre métal?
   c. Un ressort en plastique fonctionnerait-il à la place? Explique ton raisonnement.

5. **Pourquoi penses-tu que les aimants doivent être puissants pour que cette expérience fonctionne?** Que se passerait-il si tu utilisais des aimants plus faibles?

6. **Empiler les aimants les rend plus puissants.** Si tu ajoutes plus d'aimants aux extrémités de la pile, comment cela affecterait-il le mouvement du train? Irait-il plus vite ou plus lentement?

7. **Cette configuration utilise rapidement l'énergie de la pile.** Si tu rallonges le rail en cuivre (en gardant le même espacement des bobines), prédis comment la vitesse du train changera du début à la fin. Explique ton raisonnement.

8. **Un fil de cuivre plus épais peut transporter plus d'électricité à partir de la pile dans ce montage en court-circuit.** Si le rail enroulé était fait avec un fil de cuivre plus épais, quel changement y aurait-il dans le mouvement du train? Explique ton raisonnement en utilisant l'idée que les charges électriques en mouvement créent le champ magnétique.

9. Défi: Une boucle de courant crée un champ magnétique qui ressemble un peu à celui d'un aimant en barre. Les scientifiques utilisent souvent des bobines et des électroaimants dans les instruments. Explique pourquoi une boucle est une forme utile lorsqu'on veut un champ magnétique fort et dirigé.

RÉPONSES Secondaire (7e à 12e année)

Activité 1

1. a. Attraction, absence de réaction ou répulsion, selon l'objet testé.
b. Les objets magnétiques incluent les trombones, pièces de monnaie, clés, etc. Les élèves peuvent supposer que tous ces matériaux sont des métaux. Vous pouvez les encourager à explorer si tous les métaux sont magnétiques ou non.

Un trombone est ferromagnétique et peut être aimanté. Les élèves devraient pouvoir former une chaîne de quelques trombones, mais le nombre variera selon la force de l'aimant utilisé.

3. Les objets comme le papier, le plastique ainsi que les métaux comme le cuivre sont diamagnétiques. Les matériaux diamagnétiques ne peuvent pas être aimantés comme un trombone, car leurs atomes réagissent différemment des matériaux ferromagnétiques près d'un aimant.

4. Les aimants peuvent s'attirer ou se repousser. Un aimant bloc ne peut pas être ramassé depuis n'importe quel angle par un aimant barre. Seuls les pôles opposés s'attirent.

5. Le champ magnétique de la Terre n'aura pas d'effet sur un aimant tenu dans la main car il est trop grand et faible, mais il pourrait affecter des aimants plus petits, comme ceux d'une boussole. La Terre est comme un aimant géant, mais son champ magnétique est très faible et réparti sur une grande surface.

6. Exemples de réponses créatives et justes:
- Aimant de réfrigérateur: Maintient des notes ou images sur la porte.
- Haut-parleur: Utilise des aimants pour déplacer une bobine et produire du son.
- Bande magnétique de carte de crédit/débit: Stocke des données lisibles par machine.

Autres réponses possibles: moteurs électriques, boussoles, fermoirs magnétiques, IRM, etc.

7. Ferromagnétique: Matériaux fortement attirés par les aimants et pouvant devenir temporairement magnétiques.

Diamagnétique: Matériaux non attirés par les aimants.

Pôles magnétiques: Les deux extrémités d'un aimant (nord et sud) où la force magnétique est la plus forte; les pôles opposés s'attirent, les pôles identiques se repoussent.

Paramagnétique: Matériaux faiblement attirés par un champ magnétique mais ne restant pas aimantés lorsque le champ est retiré.

8. a. Tous les métaux ne sont pas magnétiques. La bobine en cuivre est diamagnétique et ne réagira pas à l'aimant barre. L'aluminium est paramagnétique et peut être très faiblement attiré ou ne pas réagir du tout à un aimant faible.
b. Les détecteurs de métaux utilisent des aimants pour produire un faible courant électrique dans les métaux afin de les détecter. Ceci est un sujet de discussion avancée.

Activité 2

1. a. Faux
Seuls les pôles opposés s'attirent. Si on rapproche des pôles identiques, ils se repoussent et les aimants ne collent pas.

b. Vrai
La force d'un aimant diminue avec la distance.

2. Généralement, les aimants commencent à s'influencer à quelques centimètres d'écart. Les aimants plus forts affectent les autres à une plus grande distance.
a. Les aimants néodyme et en barre sont des aimants forts
b. Les aimants plus petits sont plus faibles
c. Les réponses peuvent varier, il est difficile de mesurer avec précision avant que les aimants ne bougent.

3. a. Les élèves peuvent avoir de la difficulté à empiler les aimants car les pôles identiques se repoussent. Les aimants cherchent à se repositionner pour que les pôles opposés se touchent.
b. Les élèves devraient fournir des explications de l'attraction/répulsion des pôles dans leurs propres mots.

4. a. se repousser
b. s'attirer
c. se repousser

5. a. Attraction
b. Cela montre que les forces magnétiques peuvent agir à distance sans contact. Le champ magnétique de l'aimant s'étend dans l'espace entre l'aimant et le trombone, le faisant bouger.

6. a. Exemples: gravité, force électrique, friction, force normale/contact, tension, force de ressort, résistance de l'air, poussée d'Archimède, etc.
b. Oui
Exemple: La gravité agit à distance sans contact physique mais ne peut qu'attirer. La résistance de l'air pousse contre un objet en mouvement. La poussée d'Archimède pousse vers le haut dans les liquides ou gaz.
c. Oui, la gravité et l'électricité peuvent agir à distance.
d. Exemples du quotidien: La gravité attire une pomme. L'électricité statique fait dresser les cheveux. Les bateaux flottent.

Activité 3

1. Les forces gravitationnelle et électrique. Ce sont des forces qui agissent à distance, comme la force magnétique. Les objets n'ont pas besoin de se toucher pour être influencés par ces forces.

2. a. Vrai. Les lignes de champ magnétique commencent au pôle nord magnétique et se terminent au pôle sud magnétique.
b. Faux. Les pôles magnétiques de la Terre ne sont pas alignés avec les pôles géographiques.
c. Vrai. Le pôle nord de l'aiguille de la boussole pointe vers le pôle magnétique sud de la Terre (près du nord géographique).

3. Les lignes de champ sortiraient de la surface de l'aimant et feraient une boucle pour rejoindre l'autre côté dans les deux cas, contrairement à un aimant barre où elles vont d'un bout à l'autre.

4. L'aiguille de la boussole pointe toujours vers le pôle sud de l'aimant. Près du pôle nord, la flèche pointe directement à l'opposé; près du pôle sud, elle pointe directement vers lui. Si vous tracez les flèches à plusieurs endroits et que vous les reliez, vous dessinerez les lignes de champ magnétique.
Remarque: si la boussole a été remagnétisée en étant près de certains aimants trop longtemps, l'aiguille restera alignée de la même façon, mais pointera dans la direction opposée (du sud vers le nord).

5. a. Vrai, b. Vrai, c. Faux, d. Faux

6. a. L'absence de champ magnétique implique qu'il n'y a pas de mouvement actif à l'intérieur de la Lune. Elle est géologiquement morte et ne peut pas avoir de phénomènes comme le volcanisme ou la lave.
b. Jupiter a un champ magnétique fort parce que son intérieur est probablement constitué de matériaux ferromagnétiques en mouvement.
c. Comme la Lune, Mars est géologiquement morte.

Activité 4

1. Le pôle magnétique de la Terre près du Nord géographique se comporte comme un pôle sud magnétique.

2. a. L'aiguille devrait toujours pointer vers le pôle Nord géographique, mais la précision diminue à mesure que l'on se rapproche des pôles.
b. Comme les pôles sont légèrement décalés, si vous étiez au vrai Nord géographique, l'aiguille pointerait vers le pôle magnétique proche, qui se comporte comme un pôle sud. Si vous étiez directement sur le pôle magnétique sud de la Terre, l'aiguille pourrait tourner sans direction fixe.
c. À proximité du pôle Sud géographique, l'aiguille pointerait toujours vers le Nord géographique, mais pourrait à nouveau tourner sur elle-même si vous vous teniez directement sur le pôle magnétique le plus proche.

3. Non. Une aiguille doit être magnétisée pour interagir avec le champ magnétique terrestre et pointer vers le pôle Nord.

4. a. La bande de carton ou de papier permet à l'aiguille de flotter sur l'eau sans se mouiller. Si vous la remplacez par un autre matériau, il doit être diamagnétique et flotter sur l'eau afin de ne pas interférer avec le champ magnétique terrestre.
b. L'aiguille doit être libre de bouger pour pouvoir s'aligner avec le Nord géographique/pôle sud magnétique.

5. Une boussole est utile seulement si aucun autre aimant ou matériau magnétique n'est à proximité. Si un autre aimant ou matériau magnétique s'approche, elle ne pointera pas dans la bonne direction.

6. Un GPS est préférable lorsqu'il faut des localisations précises ou des cartes détaillées, par exemple pour trouver un endroit précis dans une ville inconnue.
Une boussole est préférable lorsqu'on a seulement besoin de connaître la direction et qu'il n'y a pas de service satellite ou de cartes détaillées, par exemple lors d'une randonnée en pleine nature.

7. Non. Une boussole a besoin d'un champ magnétique global pour aligner son aiguille. Sans champ, l'aiguille ne pointerait pas dans une direction constante.

8. Si les pôles magnétiques de la Terre s'inversaient, l'aiguille d'une boussole pointerait vers le pôle géographique Sud.

SECONDAIRE (7e à 12e) RÉPONSES (suite)

Activité 5

1. Le train devrait se déplacer dans la direction indiquée par le pouce de la main droite (comme sur le schéma). S'il ne bouge pas, vérifier l'orientation de la pile et des aimants, ainsi que la correspondance du sens du courant avec le schéma.

2. En inversant le train, le courant change de direction, ce qui inverse la direction du champ magnétique dans la bobine. Le train ne passe donc pas par le même côté. En le plaçant à l'autre extrémité, le train se déplace dans l'autre sens.
Changement de direction du courant ⟶ champ inversé ⟶ mouvement inversé, utilisation explicite de la règle de la main droite.

3. Le train ne fonctionne que lorsque les deux aimants ont le même pôle orienté vers l'extérieur. Cela aligne le champ de la bobine et celui des aimants pour pousser dans une seule direction. En inversant un aimant, son champ à cette extrémité est inversé, les forces s'opposent ou s'annulent et le train s'arrête.

4. a. Non. Le cuivre n'est pas magnétique (il est diamagnetique).
b. Les métaux ferromagnétiques ne fonctionneront pas car les aimants s'y colleraient. Les métaux paramagnétiques peuvent fonctionner s'ils sont de bons conducteurs.
Exemples: aluminium fonctionne, fer/acier ne fonctionnent pas.
c. Non. Un ressort en plastique ne peut pas conduire l'électricité. Il ne crée pas de circuit avec la pile et ne pousse donc pas le train.
Pas de circuit = pas de courant = pas de champ = pas de mouvement du train.

5. Des aimants plus forts produisent un champ plus intense aux extrémités de la pile, donc l'interaction avec le champ de la bobine est plus forte et le train reçoit une poussée plus grande. Des aimants faibles ne produisent pas assez de force et le train restait immobile.

6. Le train irait plus vite car plus d'aimants créent un champ magnétique plus fort, donnant une poussée plus grande.

7. Le train ralentira généralement avec le temps ou la distance car la décharge rapide de la pile fournira moins d'énergie. Courant réduit = champ plus faible = force plus faible. Une pile neuve maintient mieux la vitesse.

8. Le train devrait se déplacer plus vite ou avec une poussée plus forte, car plus de courant = champ magnétique plus intense dans la bobine.

9. Une boucle de courant concentre et dirige le champ magnétique à travers son centre (comme un petit aimant en barre). Elle fournit un champ concentré et puissant dans un petit espace, utile dans les instruments astronomiques. Avec des bobines, il est facile d'ajuster le courant (avec boutons, interrupteurs, etc.), modifiant l'intensité du champ magnétique selon les besoins.

www.decouvertedelunivers.ca

À la découverte de l'univers développe des ressources gratuites et bilingues en astronomie qui relient les salles de classe au cosmos.

C.P. 331 Succ. Black Lake Thetford Mines, Québec Canada G6H 2J4

info@decouvertedelunivers.ca

