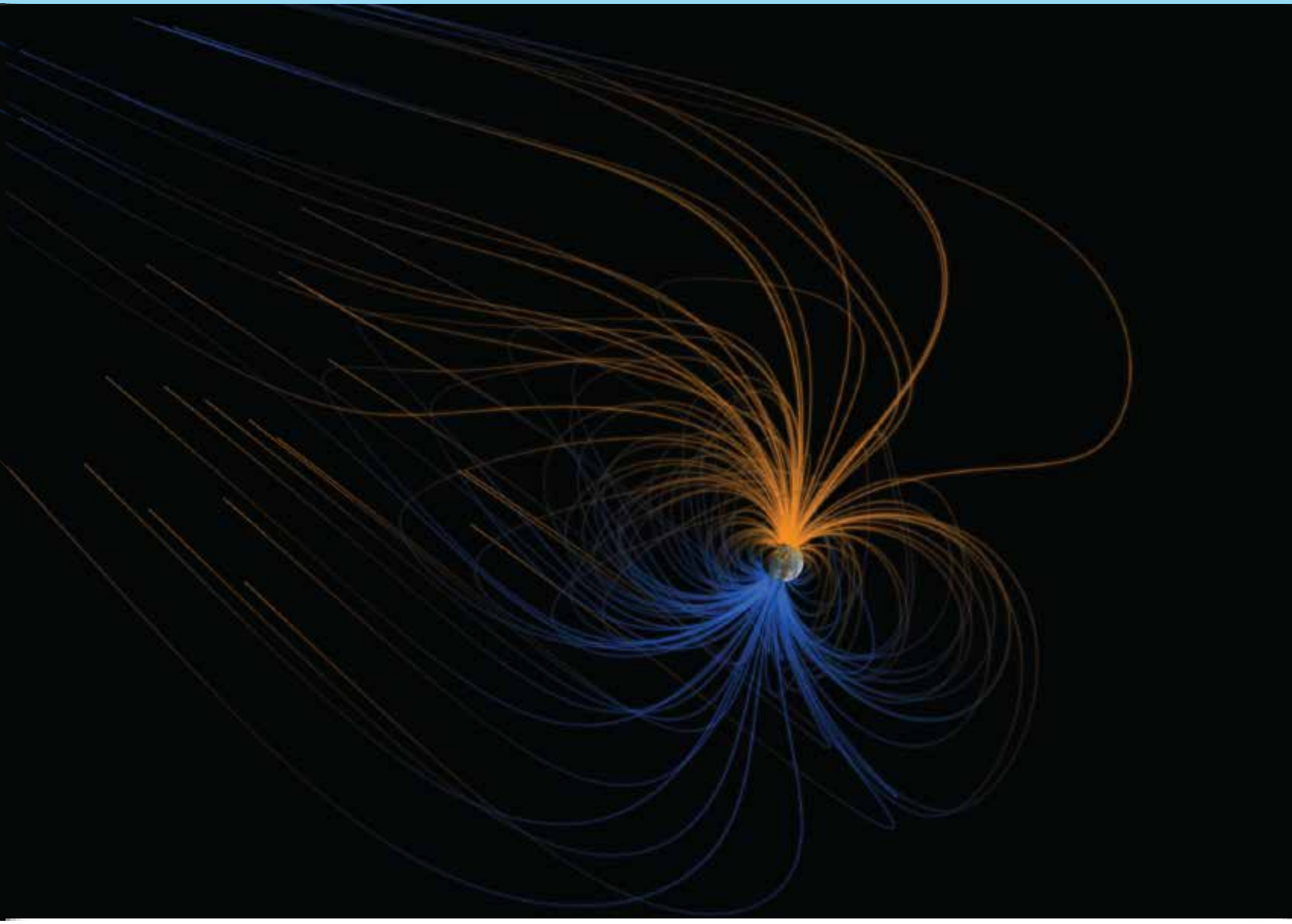
MAGNÉTISME

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 incluent 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.

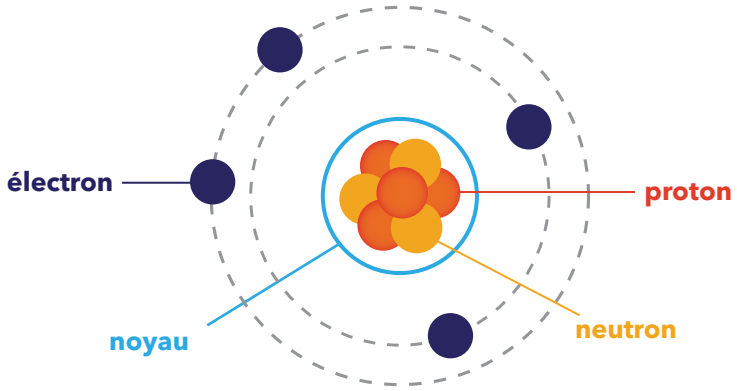
Le magnétisme est également une force importante en astronomie, car de nombreux objets célestes possèdent des champs magnétiques, comme la Terre et plusieurs autres planètes. La Terre agit comme un aimant géant, avec des pôles magnétiques nord et sud. Il en est de même avec le Soleil, la plupart des 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

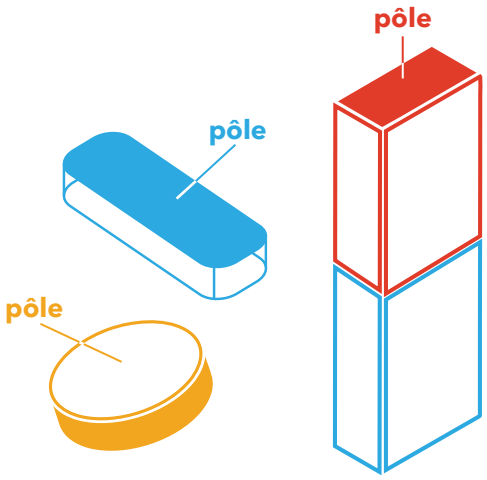
Les aimants utilisés dans ces activités sont des aimants permanents fabriqués à partir de matériaux ferromagnétiques. Les aimants possèdent toujours deux pôles: un pôle nord et un pôle sud. Les pôles opposés s'attirent, tandis que les pôles identiques se repoussent. L'emplacement des pôles varie selon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

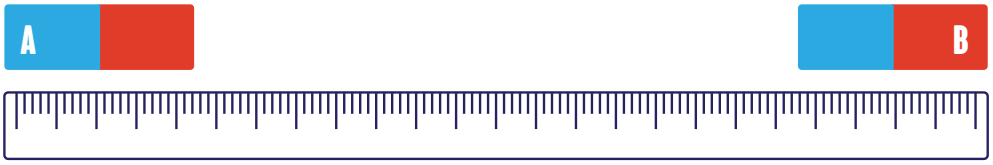
Pour les élèves de la 6e année et plus, vous pouvez leur demander de noter leurs mesures avec une estimation de l'incertitude et d'expliquer toute variation dans leurs résultats.

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.

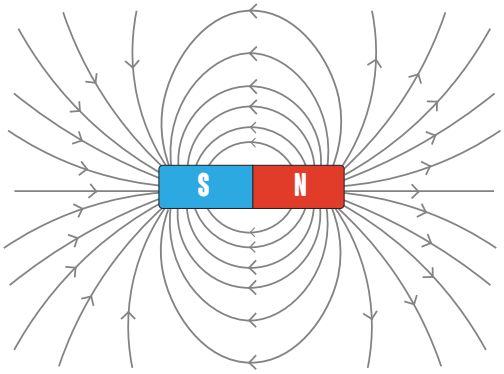
Pour les élèves de la maternelle à la 3e année, ces activités devraient être réalisées sous la forme de démonstrations exploratoires en classe. Dans l'Activité 3, vous explorerez la forme des lignes de champ magnétique. Dans l'Activité 4, les élèves pourront observer comment l'aiguille d'une boussole 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.

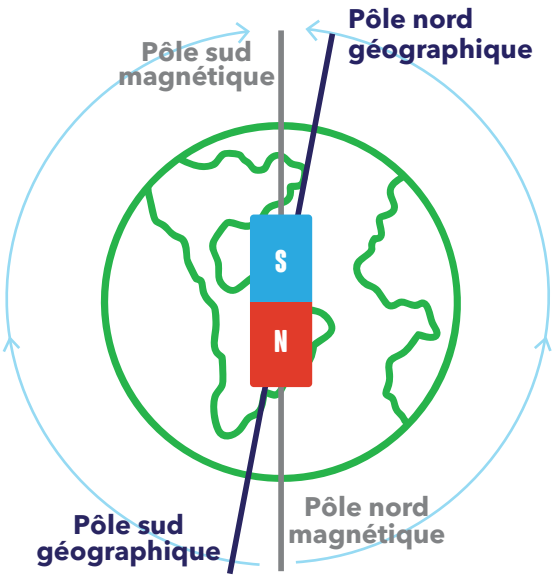
Pôles magnétiques

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

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

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.

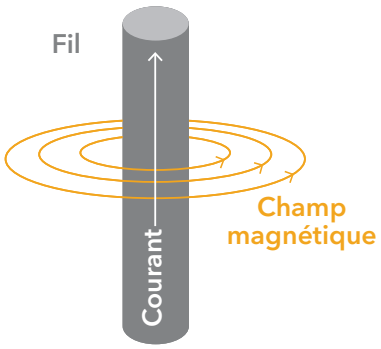
L'électricité et le magnétisme sont liés. On les appelle souvent ensemble électromagnétisme. L'histoire de la découverte de la relation entre ces forces est riche, et nous bénéficions chaque jour de ces travaux à travers des technologies comme les piles et les moteurs électriques.

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.

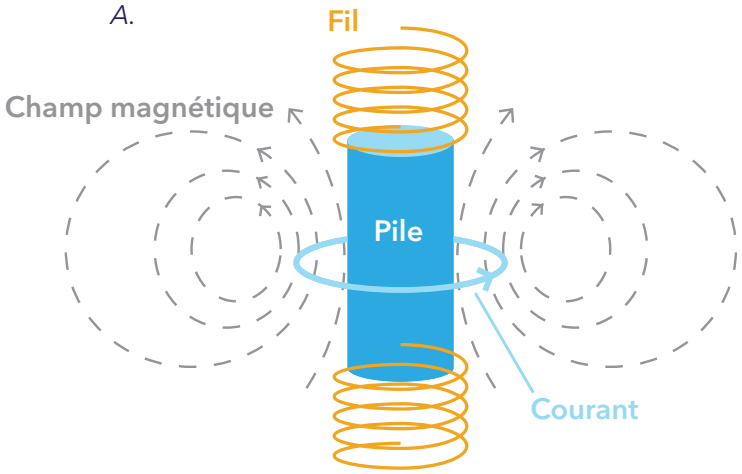
Pour créer le train électromagnétique, des aimants sont placés à chaque extrémité de la pile avant qu'elle ne soit insérée dans la bobine. Ces aimants interagissent avec le champ magnétique généré par le courant électrique. Lorsque les deux aimants sont orientés avec les mêmes pôles vers l'extérieur, 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.

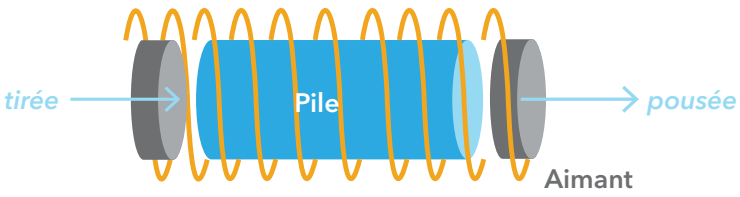
Lorsqu'un fil parcouru par un courant forme une boucle, le champ magnétique traverse le centre de la boucle et se courbe autour de l'extérieur, comme illustré sur la figure A.

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!

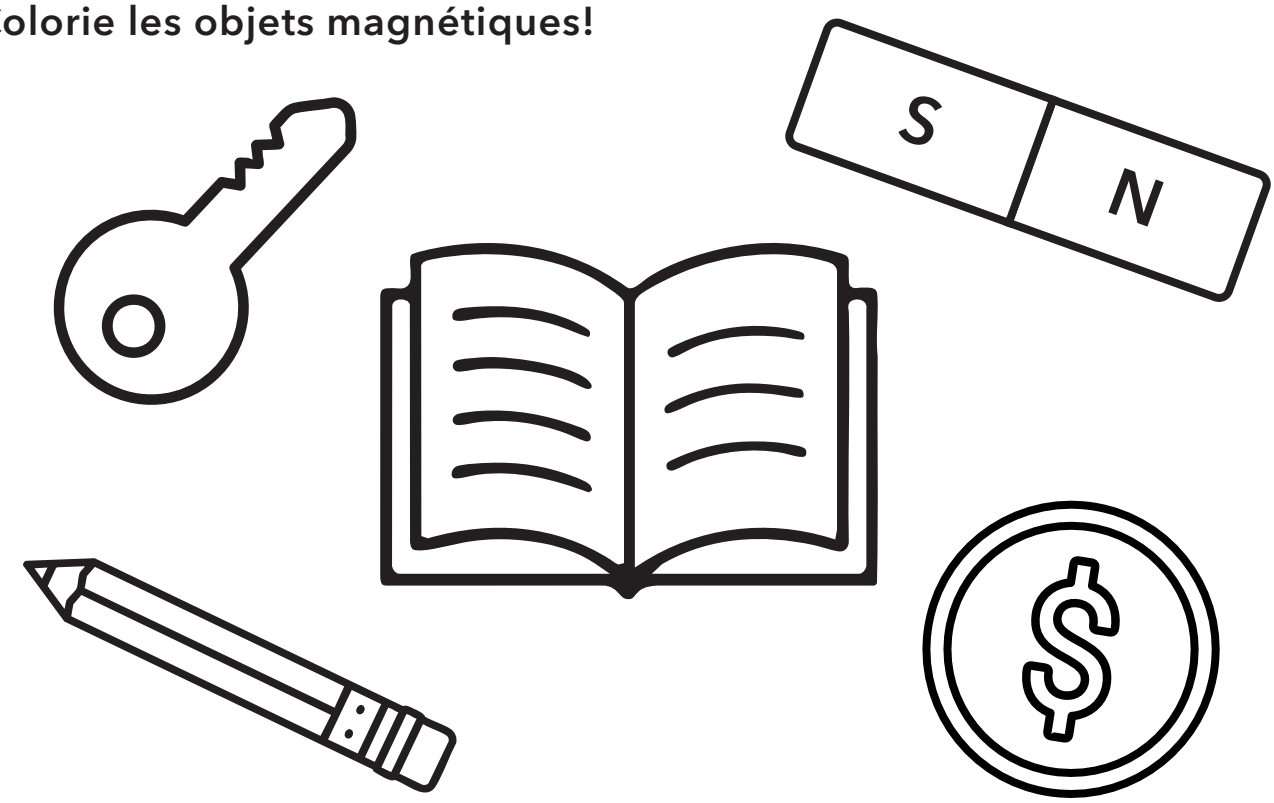


Maternelle à 3e année

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

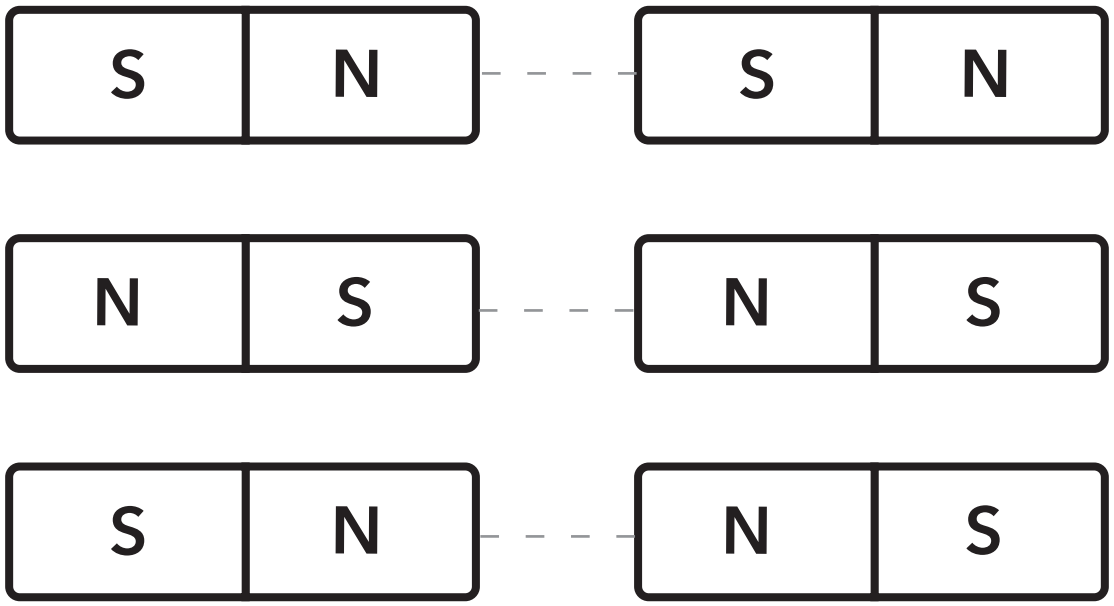
Dessine des objets qui sont magnétiques d'après tes observations!

Colorie les objets magnétiques!



ACTIVITÉ 2: ATTRACTION ET RÉPULSION MAGNÉTIQUES

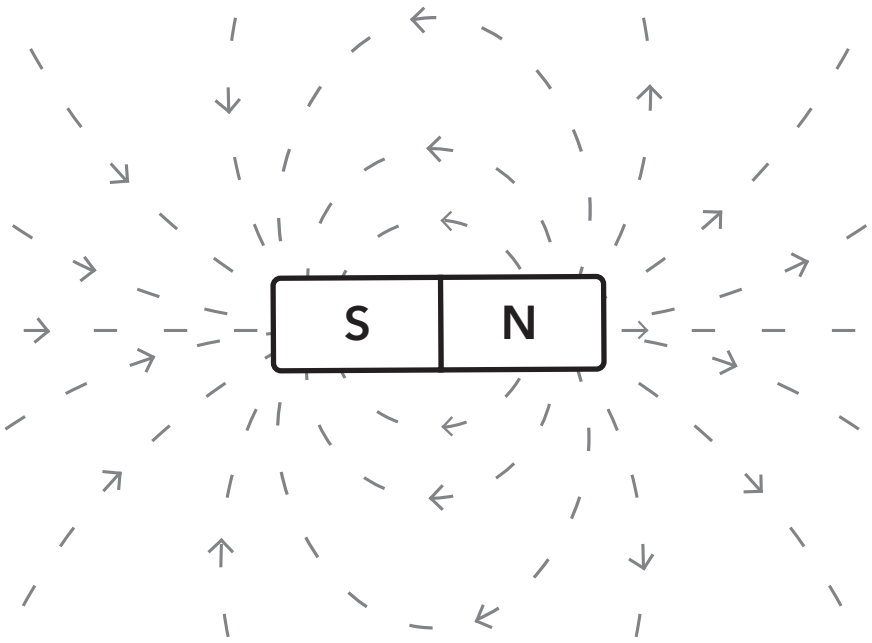
Colorie les aimants: le côté N est rouge, le côté S est bleu.
Relie les aimants: vert pour l'attraction et violet pour la répulsion.



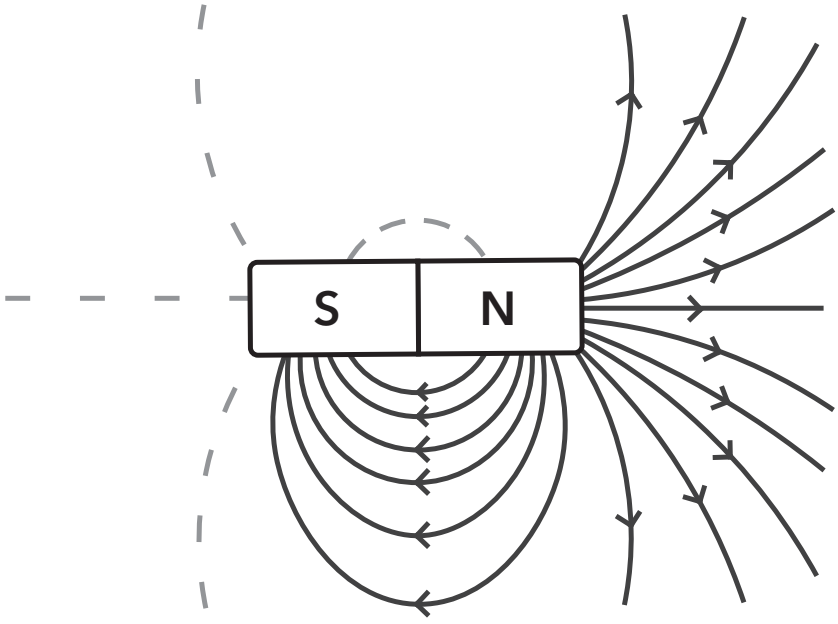
Dessine quelque chose que tu as remarqué en expérimentant avec les aimants!

ACTIVITÉ 3: EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

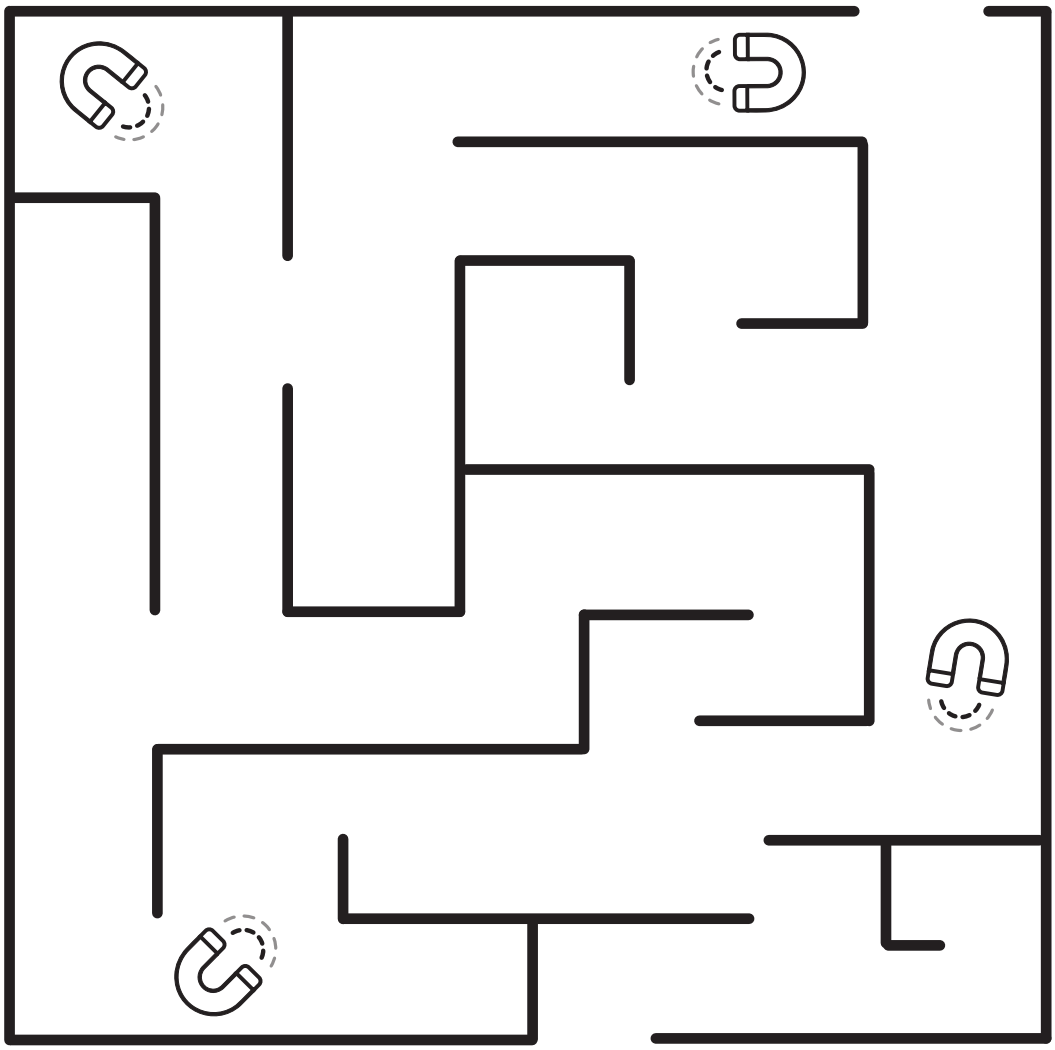
Trace les lignes pour découvrir le champ magnétique!

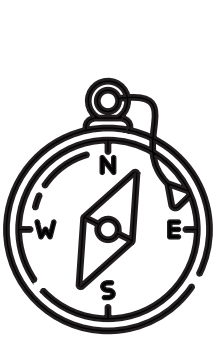


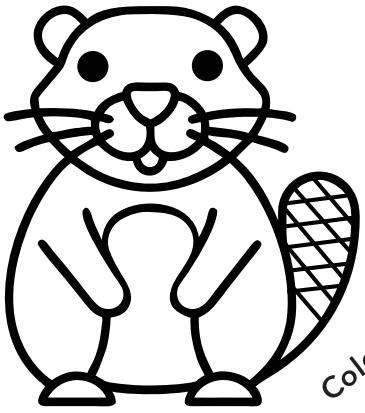
Colorie le côté N en rouge et le côté S en bleu, puis complète le champ magnétique en traçant les lignes manquantes. Assure-toi que les flèches pointent dans la bonne direction (du nord vers le sud).



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!







Colorie Bouleau!

RÉPONSES Maternelle - 3e année

Activité 1

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

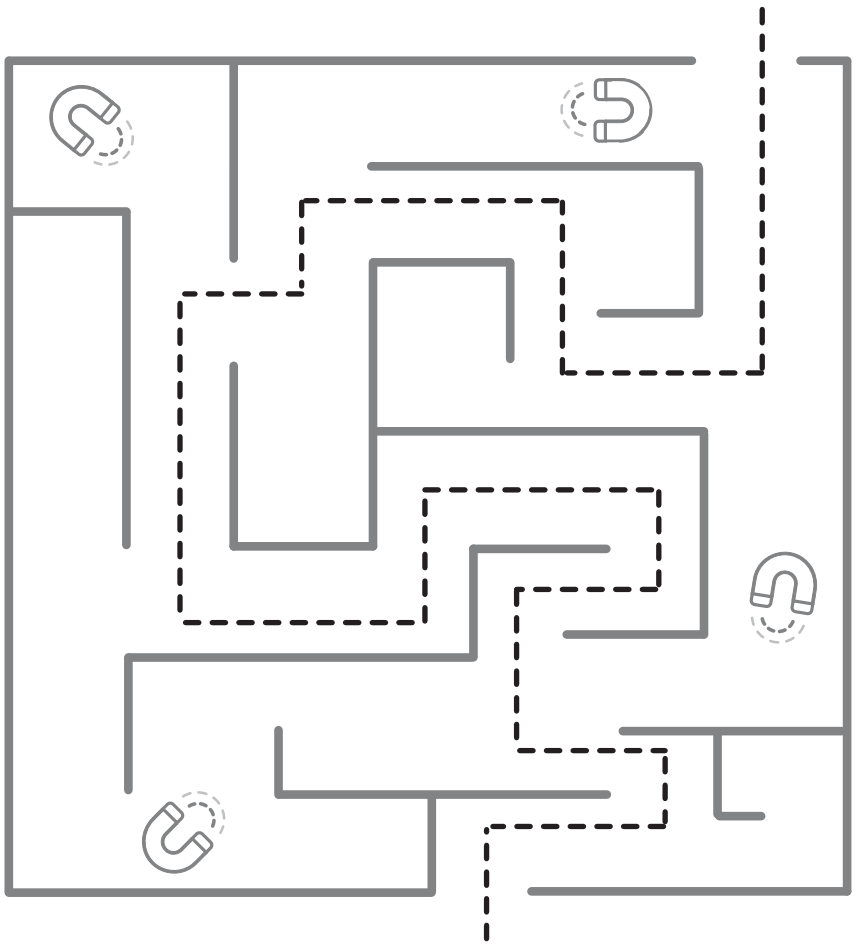
Activité 2

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

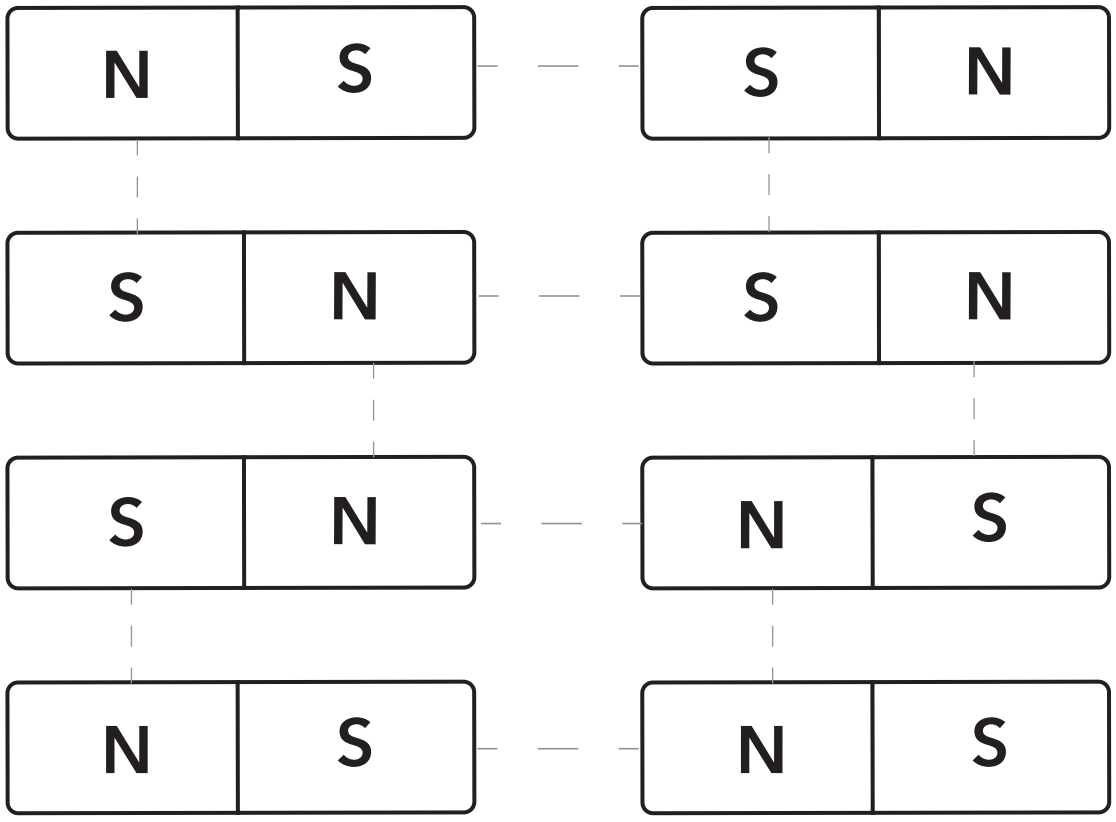
ACTIVITÉ 2: ATTRACTION ET RÉPULSION MAGNÉTIQUES

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

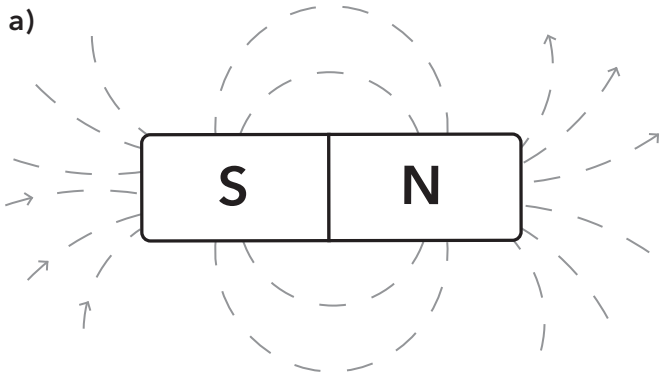
Voici une série d'aimants.
Colorie les aimants: S = Bleu (sud) et N = Rouge (nord)
Colorie les lignes entre les pôles (à l'horizontale et à la verticale): vert pour l'attraction et violet pour la répulsion



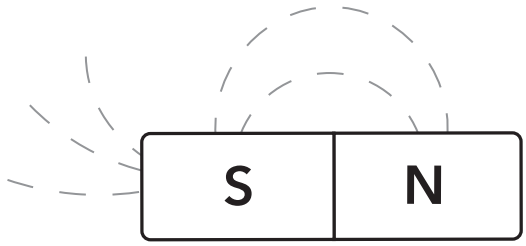
ACTIVITÉ 3: EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

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

a)



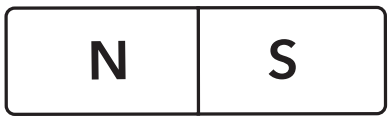
b)



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

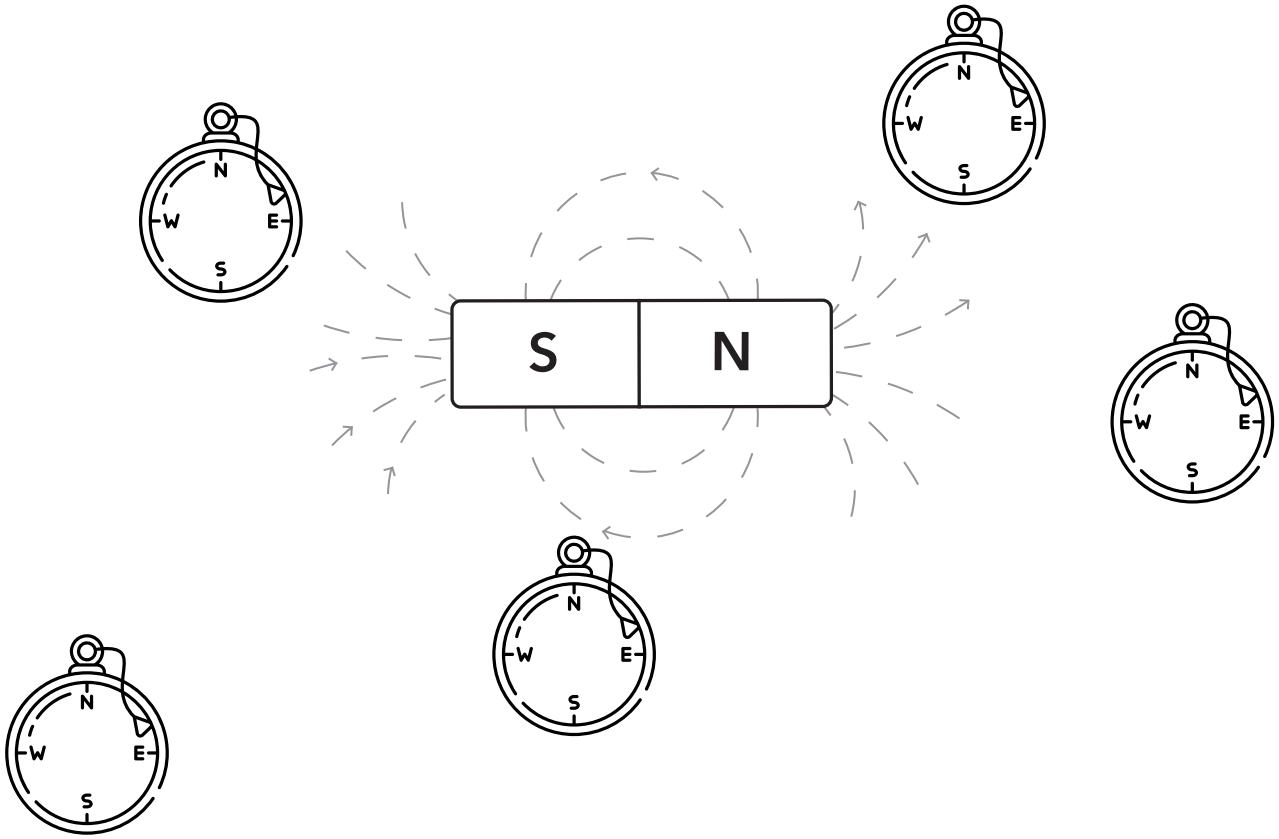
C. Les pôles opposés s'attirent et les pôles identiques se repoussent. VRAI FAUX

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:

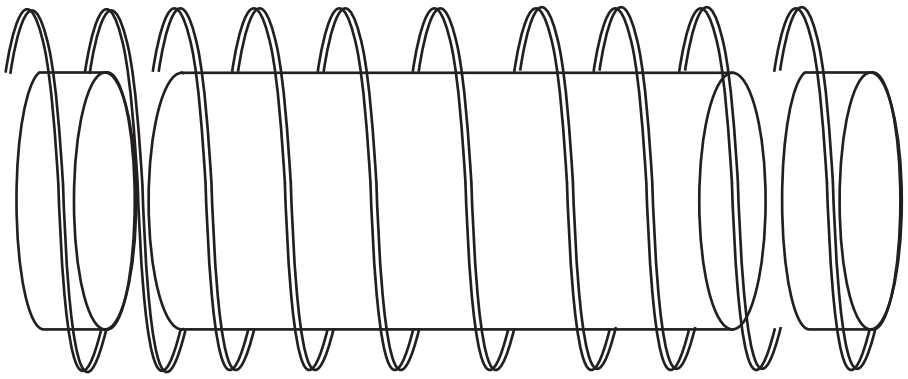
Un _____ est un aimant créé à l'aide de l'électricité. Dans le train électromagnétique, une pile fait circuler l'électricité dans le fil de _____. Cette électricité crée un champ _____. Les aimants sur la _____ poussent et tirent contre ce champ, faisant avancer la pile à travers la _____.

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.



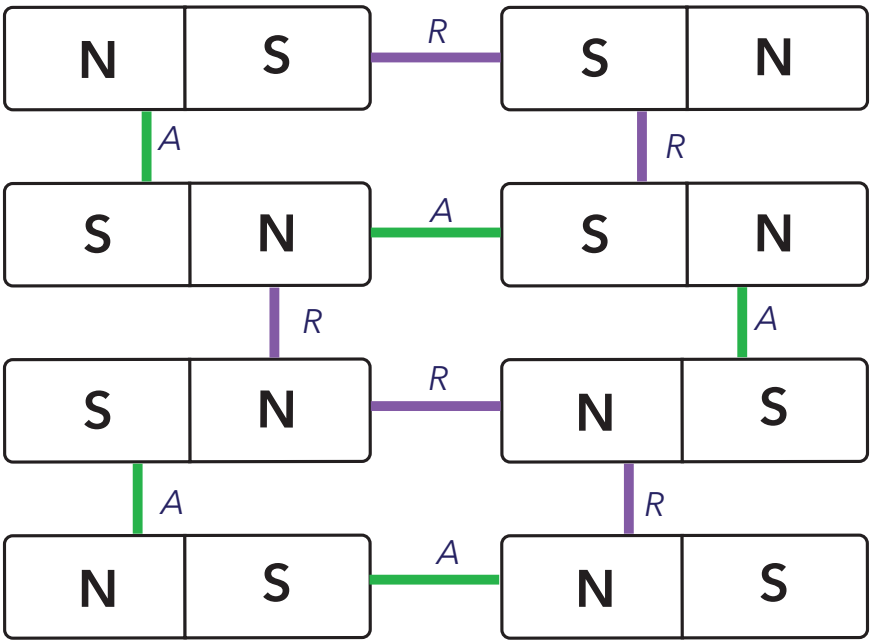
RÉPONSES - 4e à 6e année

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.

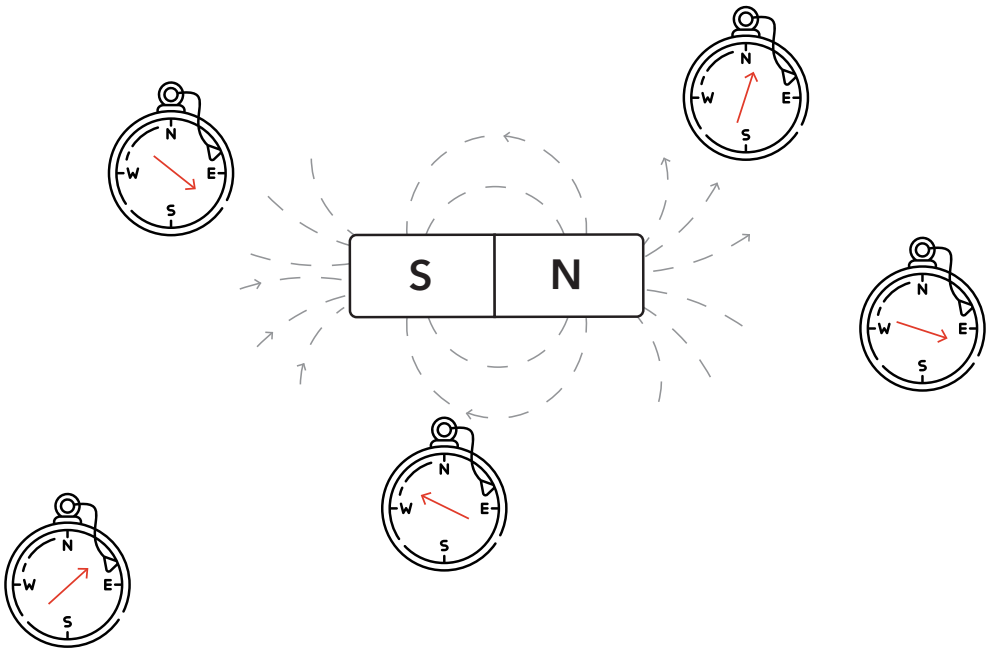


Activité 3

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.

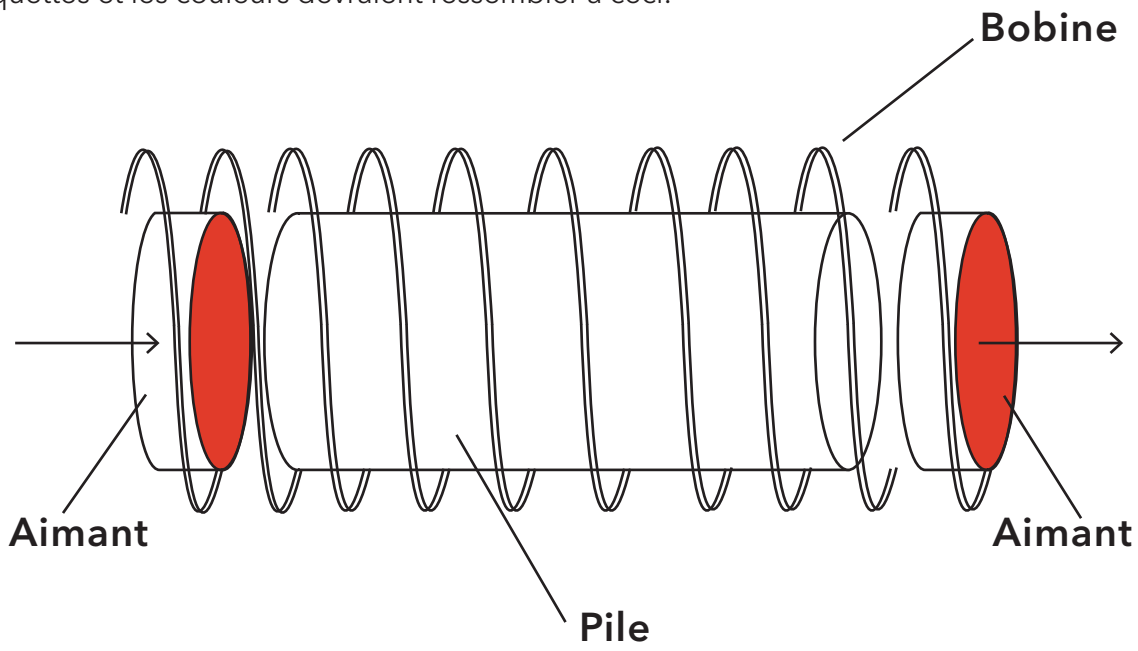
Activité 5

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?

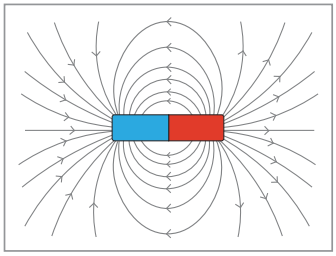
6. *Défi:* La force magnétique est responsable de l'attraction et de la répulsion des aimants.
   a. Peux-tu penser à d'autres exemples de forces?
   b. Ces forces peuvent-elles attirer ou repousser des objets comme le font les aimants?
   c. Ces forces peuvent-elles agir à distance, comme les aimants?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

ACTIVITÉ 3: EXPLORER LES LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

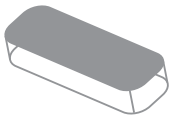
1. Les lignes de champ magnétique nous aident à comprendre comment un aimant affecte les matériaux magnétiques, puisque nous ne pouvons pas voir la force réelle d'attraction ou de répulsion. Penses-tu à une autre force où tu peux voir un objet se déplacer, mais tu ne peux pas voir ce qui le tire ou le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

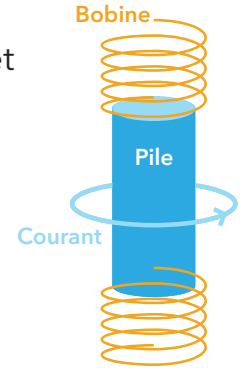
6. **La navigation GPS utilise des satellites, tandis qu'une boussole utilise le champ magnétique terrestre.** Décris une situation où un GPS serait préférable pour s'orienter, et une situation où une boussole serait préférable.

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

