

# LES CHAMPS



## APERÇU DU REGROUPEMENT

Les forces gravitationnelle, électrique et magnétique sont souvent étudiées séparément, ne permettant donc pas aux élèves de comparer ces forces fondamentales de la nature. Les élèves constatent les similitudes entre les trois formules qui servent à calculer l'intensité de chaque champ ( $\vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m}$ ,  $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$  et  $\vec{B} = \frac{\vec{F}}{I\ell}$ ) ainsi que les similitudes entre les unités associées, soit N/kg, N/C ou N/A·m.

## CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

Les élèves ont établi la distinction entre la masse et le poids en 6e année dans le contexte de leur étude du système solaire. Ils ont aussi étudié les composantes d'un circuit électrique ainsi que les électroaimants. En secondaire 1, ils ont étudié l'électricité statique ainsi que les circuits électriques. En secondaire 3, l'étude des champs peut se faire à l'aide d'activités pratiques ainsi que par l'observation de simulations qu'on peut trouver dans plusieurs sites Web. L'accès des élèves à Internet est fortement recommandé afin qu'ils puissent y poursuivre leurs recherches.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin du regroupement. Elles sont de nature très générale et conviennent au portfolio d'apprentissage ou d'évaluation. Des suggestions pour la cueillette d'échantillons à inclure dans ce portfolio se trouvent dans la section de l' « Introduction générale ».

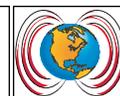


## BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de physique. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour la physique secondaire 3.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux de la physique secondaire 3 ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

	<b>Titre du bloc</b>	<b>RAS inclus dans le bloc</b>	<b>Durée suggérée</b>
Bloc A	Les champs gravitationnels	S3P-4-01, S3P-4-02, <i>S3P-0-2a</i> , <i>S3P-0-2c</i>	100 à 120 min
Bloc B	L'intensité du champ gravitationnel	S3P-4-03, S3P-4-04, <i>S3P-0-2a</i> , <i>S3P-0-2e</i> , <i>S3P-0-2g</i>	100 à 120 min
Bloc C	Les changements apparents de poids	S3P-4-05, <i>S3P-0-2h</i>	100 à 120 min
Bloc D	Les corps en chute libre	S3P-4-06, S3P-4-07, S3P-4-08, <i>S3P-0-2b</i> , <i>S3P-0-2f</i>	100 à 120 min
Bloc E	La vitesse vectorielle finale	S3P-4-09, <i>S3P-0-2b</i> , <i>S3P-0-2c</i> , <i>S3P-0-2g</i> , <i>S3P-0-3e</i>	100 à 120 min
Bloc F	Le coefficient de frottement	S3P-4-10, S3P-4-11, S3P-4-12, S3P-4-13, <i>S3P-0-2h</i>	100 à 120 min
Bloc G	Les champs électriques	S3P-4-14, S3P-4-15, <i>S3P-0-2c</i>	100 à 120 min
Bloc H	L'intensité du champ électrique	S3P-4-16, <i>S3P-0-2c</i> , <i>S3P-0-2h</i>	100 à 120 min
Bloc I	Le mouvement des charges entre des plaques parallèles	S3P-4-17, <i>S3P-0-2h</i>	100 à 120 min
Bloc J	L'expérience de Millikan	S3P-4-18, S3P-4-19	100 à 120 min
Bloc K	Les champs magnétiques	S3P-4-20, S3P-4-21, S3P-4-22, <i>S3P-0-2c</i> , <i>S3P-0-2f</i>	100 à 120 min
Bloc L	La théorie des domaines	S3P-4-23, <i>S3P-0-1a</i>	100 à 120 min
Bloc M	L'influence et les effets du champ magnétique de la Terre	S3P-4-24, <i>S3P-0-2i</i> , <i>S3P-0-4b</i>	100 à 120 min
Bloc N	L'électromagnétisme	S3P-4-25, S3P-4-26, <i>S3P-0-1d</i> , <i>S3P-0-2a</i>	100 à 120 min
Bloc O	Le solénoïde	S3P-4-27, S3P-4-28	100 à 120 min
Bloc P	La force électromagnétique	S3P-4-29, S3P-4-30, S3P-4-31, S3P-4-32, <i>S3P-0-2g</i>	100 à 120 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		<i>100 à 120 min</i>
	<b>Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement</b>		<b>20 à 28 h</b>



## RESSOURCES ÉDUCATIVES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) ou de les commander auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

### [R] indique une ressource recommandée

#### LIVRES

**Éléments de physique : cours d'introduction**, de David G. Martindale et Lise Malo, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1992). ISBN 2-89310-085-6. DREF 530 M384e. CMSM 94775.

**Éléments de physique: cours d'introduction – Guide d'enseignement**, de David G. Martindale, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1994). ISBN 2-89310-173-9. DREF 530 M384e.

[R] **L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2139-3. DREF PD. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

**Physique 11 – Guide d'enseignement (avec réponses sur cédérom)**, de Igor Nowikow et Brian Heimbecker, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2002). ISBN 2-89310-873-3. DREF 530 N948p. CMSM 93007.

**Physique 11 – Manuel de l'élève**, de Igor Nowikow et Brian Heimbecker, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2002). ISBN 2-89310-872-5. DREF 530 N948p. CMSM 92303.

**La physique et le monde moderne**, de Alan Hirsch et Michèle Lemaître, Éd. Guérin (1991). ISBN 2-7601-2400-2. DREF 530.0202 H669p.

**La physique et ses applications**, de Alan Hirsch et Fernand Houle, Éd. J. Wiley (1991). ISBN 0-471-79524-0. DREF 530 H669p. CMSM 94785.

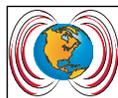
**Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé**, de David G. Martindale et autres, Éd. Guérin (1992). ISBN 2-7601-2445-2. DREF 530 M384p. CMSM 94791.

[R] **La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2136-9. DREF P.D. 371.623 S446. CMSM 91719.

#### AUTRES IMPRIMÉS

**L'Actualité**, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois l'an; articles d'actualité canadienne et internationale]

**Ça m'intéresse**, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]



**Les clés de l'actualité**, Milan Presse, Toulouse (France). [tablette hebdomadaire à l'intention des adolescents; actualités scientifiques]

**Découvrir : la revue de la recherche**, Association francophone pour le savoir, Montréal (Québec). [revue bimestrielle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes ]

**Extra : L'encyclopédie qui dit tout**, Tristar Limitée, Montréal (Québec). [supplément hebdomadaire à la revue 7 jours; contient d'excellents articles et renseignements scientifiques de tout genre]

**Interface**, Association canadienne française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). [revue bimensuelle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

**Pour la science**, Éd. Bélin, Paris (France). [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]

**Protégez-Vous**, Le Magazine Protégez-Vous, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle à l'intention de la protection des consommateurs québécois; plusieurs articles sur des technologies de tous les jours et leurs répercussions sociales et médicales]

**Québec Science**, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois l'an]

**La Recherche**, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). [revue mensuelle française; traite de divers sujets scientifiques]

**Science et vie**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]

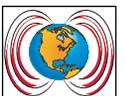
**Science et vie junior**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; explications logiques avec beaucoup de diagrammes]

**Science illustrée**, Groupe Bonnier France, Boulogne-Billancourt (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles bien illustrés et expliqués]

**Sciences et avenir**, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]

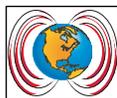
## VIDÉOCASSETTES

[R] **La gravité – Du poids et de la masse**, collection Eurêka, Prod. TV Ontario (1980). DREF 54898/V8339 + G. Service de doublage VIDEO 530.07 E89 03. [10 min]



## SITES WEB

- Agence Science-Presse.** <http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html> (juillet 2003). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]
- [R] **À la découverte des champs électriques.** [http://www.gel.ulaval.ca/~mbusque/elec/main\\_f.html](http://www.gel.ulaval.ca/~mbusque/elec/main_f.html) (juillet 2003). [simulations de champs électriques autour de charges électriques ponctuelles]
- Applets Java de Physique.** <http://www.walter-fendt.de/ph14f/> (juillet 2003). [simulations de physique]
- Champ magnétique des aimants droits.** [http://www.walter-fendt.de/ph11f/mfbar\\_f.htm](http://www.walter-fendt.de/ph11f/mfbar_f.htm) (juillet 2003). [simulation]
- Champ magnétique d'un courant rectiligne.** [http://www.walter-fendt.de/ph11f/mfwire\\_f.htm](http://www.walter-fendt.de/ph11f/mfwire_f.htm) (juillet 2003).
- Chute verticale dans l'air.** <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/meca/allegre.html> (juillet 2003). [simulation d'une chute verticale dans l'air]
- Déclinaison magnétique.** [http://www.geolab.nrcan.gc.ca/geomag/magdec\\_f.shtml](http://www.geolab.nrcan.gc.ca/geomag/magdec_f.shtml) (juillet 2003). [site web qui décrit la déclinaison magnétique]
- Électricité.** <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/electri/menuelec.html> (juillet 2003).
- [R] **Expérience de Millikan.** <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/electri/millikan.html> (juillet 2003). [site qui permet de simuler l'expérience de Millikan]
- Force de Laplace.** <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/electri/forcelaplace.html> (juillet 2003). [simulation de la force électromagnétique]
- Force de Laplace.** [http://www.walter-fendt.de/ph11f/lorentzforce\\_f.htm](http://www.walter-fendt.de/ph11f/lorentzforce_f.htm) (juillet 2003). [simulation de la force électromagnétique]
- [R] **Le grand dictionnaire terminologique.** [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp) (juillet 2003). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]
- Infoscience-biographies.** [http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph\\_som.html](http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) (juillet 2003). [biographies de plusieurs scientifiques]
- Intersciences.** <http://membres.lycos.fr/ajdesor/> (juillet 2003). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]
- Mes machines électrostatiques.** <http://membres.lycos.fr/jmerelle/electrostatique/> (juillet 2003).



**Pour la science.** <http://www.pourlascience.com/> (juillet 2003). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]

**Québec Science.** [http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0\\_0.asp](http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0_0.asp) (juillet 2003). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

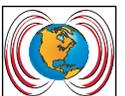
**Radio-Canada : Science-technologie.** <http://www.radio-canada.ca/sciencetechno/> (juillet 2003). [actualités, reportages]

**Le réseau Franco-Science.** <http://www.franco-science.org/> (juillet 2003). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Pressé]

**Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (juillet 2003). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]

**Sciences et avenir quotidien.** <http://quotidien.sciencesetavenir.com/> (juillet 2003). [revue française qui traite des actualités scientifiques]

**Solénoïde.** <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/electri/solenoid.html> (juillet 2003) [champ magnétique dans un solénoïde]



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

L'élève sera apte à :

- S3P-4-01 définir le champ gravitationnel en termes qualitatifs comme étant la région de l'espace autour d'une masse où une autre masse ponctuelle subit une force;  
RAG : D4, D5
- S3P-4-02 tracer un diagramme du champ gravitationnel de la Terre à l'aide de lignes de force;  
RAG : D4, D5
- S3P-4-03 définir l'intensité du champ gravitationnel en termes quantitatifs comme étant une force par unité de masse;  
RAG : D4
- S3P-4-04 comparer la masse au poids;  
RAG : D4
- S3P-4-05 décrire en termes qualitatifs et en termes quantitatifs les changements apparents de poids dans un système qui se déplace verticalement avec un mouvement accéléré,  
*par exemple un ascenseur, un vaisseau spatial;*  
RAG : D4, E2
- S3P-4-06 dériver l'accélération due à la gravité à partir des lois de Newton et des corps en chute libre;  
RAG : C2, D6
- S3P-4-07 mener une expérience pour calculer l'intensité du champ gravitationnel de la Terre;  
RAG : C2, C6
- S3P-4-08 résoudre des problèmes sur des objets en chute libre;  
RAG : C7, C8
- S3P-4-09 décrire, en termes qualitatifs et en termes quantitatifs, la vitesse vectorielle terminale d'un objet qui tombe;  
RAG : C2, D4
- S3P-4-10 définir « coefficient de frottement ( $\mu$ ) » comme étant le rapport de la force de frottement à la force normale;  
RAG : C2, D4
- S3P-4-11 distinguer la force de frottement statique de la force de frottement cinétique;  
RAG : C2, D4



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

- S3P-4-12 comparer les effets de la force normale, des matériaux en contact et de la vitesse sur la force de frottement;  
RAG : C2, D4
- S3P-4-13 résoudre des problèmes reliés au coefficient de frottement pour des objets sur une surface horizontale;  
RAG : C2, D4
- S3P-4-14 définir le champ électrique en termes qualitatifs comme étant la région de l'espace autour d'une charge où une charge d'essai positive subit une force;  
RAG : C6, D4
- S3P-4-15 tracer un diagramme d'un champ électrique à l'aide de lignes de force tracées par rapport à une charge d'essai positive,  
entre autres à proximité d'une autre charge (positive ou négative), à proximité de deux charges de même signe, près de deux charges de signes opposés, entre une charge et une plaque chargée, entre deux plaques parallèles dont les charges sont de signes opposés;  
RAG : C6, D4
- S3P-4-16 définir l'intensité du champ électrique en termes quantitatifs comme étant une force par unité de charge ( $E = \frac{\vec{F}_e}{q}$ ), et résoudre des problèmes à l'aide de la formule  $\vec{F}_e = qE$ ;  
RAG : D4
- S3P-4-17 résoudre des problèmes sur le mouvement des charges entre des plaques parallèles où  $\vec{F}_{nette} = \vec{F}_e + \vec{F}_g$ ;  
RAG : C2, D4
- S3P-4-18 résumer l'expérience de Millikan dans la découverte de la charge élémentaire et déterminer la charge si  $\left| \vec{F}_e \right| = \left| \vec{F}_g \right|$ ;  
RAG : A4, B1
- S3P-4-19 donner la définition du terme charge élémentaire et effectuer la conversion des charges élémentaires en coulombs,  
entre autres  $q = Ne$  ;  
RAG : A4, B1
- S3P-4-20 définir le champ magnétique comme étant la région de l'espace autour d'un aimant où un autre aimant subit une force;  
RAG : C6, C8



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

- S3P-4-21 faire la démonstration d'un champ magnétique et en dessiner les lignes de force, entre autres les aimants droits ou les aimants en fer à cheval, entre des pôles semblables ou des pôles opposés;  
RAG : C6, C8
- S3P-4-22 décrire le concept de pôles magnétiques et montrer que les pôles semblables se repoussent et que les pôles opposés s'attirent;  
RAG : A2, D4
- S3P-4-23 décrire un modèle de magnétisme par la théorie des domaines, entre autres les matériaux ferromagnétiques et l'attraction d'objets de fer aux pôles nord et sud;  
RAG : A2, D4
- S3P-4-24 étudier l'influence et les effets du champ magnétique de la Terre, entre autres les aurores polaires, la déclinaison magnétique et l'inclinaison magnétique;  
RAG : C2, D4
- S3P-4-25 décrire le phénomène de l'électromagnétisme et en faire la démonstration;  
RAG : D4
- S3P-4-26 tracer un diagramme du champ magnétique autour d'un fil conducteur rectiligne, entre autres la direction et l'intensité du champ;  
RAG : C8, D4
- S3P-4-27 décrire le champ magnétique d'un solénoïde et en tracer un diagramme, entre autres la direction et l'intensité du champ;  
RAG : C8, D4
- S3P-4-28 décrire le fonctionnement d'un électroaimant et en faire la démonstration, entre autres les applications courantes des électroaimants;  
RAG : C8, D4
- S3P-4-29 mener une expérience pour démontrer que, dans un champ électromagnétique,  $\vec{B} \propto I$ ;  
RAG : C2, C4
- S3P-4-30 décrire la force exercée sur un fil conducteur qui traverse un champ magnétique, entre autres  $\vec{F}_B = \vec{B} I \ell \sin \theta$ ;  
RAG : C2, C4



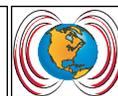
## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

S3P-4-31 définir l'intensité du champ magnétique en termes quantitatifs comme une force par unité d'élément de courant ( $\vec{B} = \frac{\vec{F}_B}{I\ell}$ , où  $I\ell$  est un élément de courant);

RAG : C2, C4

S3P-4-32 résoudre des problèmes grâce à l'équation  $\vec{F}_B = \vec{B} I \ell$ .

RAG : C2, C4



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

L'élève sera apte à :

### Nature des sciences

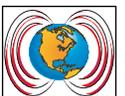
- S3P-0-1a expliquer le rôle que jouent les théories, les données et les modèles dans l'élaboration de connaissances scientifiques;  
RAG : A2
- S3P-0-1b décrire l'importance de la revue par des pairs dans l'évaluation et l'acceptation de théories, de données et d'affirmations;  
RAG : A4, B1
- S3P-0-1c rattacher l'historique des idées scientifiques et de la technologie à la forme et à la fonction du savoir scientifique actuel;  
RAG : B1
- S3P-0-1d décrire comment des connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles données et à mesure que de nouvelles idées et de nouvelles interprétations sont avancées;  
RAG : A1, A2
- S3P-0-1e établir la différence entre l'explication des phénomènes naturels par les théories scientifiques, et la description des régularités et des constantes de la nature au moyen des lois scientifiques;  
RAG : A2, D6



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

### Étude scientifique

- S3P-0-2a employer les modes de représentation visuelle, numérique, symbolique ou graphique pour découvrir et représenter des relations tout en choisissant le mode le plus approprié;  
RAG : C2, C3
- S3P-0-2b mener une expérience scientifique en posant une question initiale, en énonçant des hypothèses et en planifiant, en adaptant ou en poussant plus loin une démarche expérimentale;  
RAG : C5, C7
- S3P-0-2c formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants;  
RAG : A2, C8
- S3P-0-2d estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant les unités du Système international (SI);  
RAG : C4, C6
- S3P-0-2e évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte de données,  
entre autres les sources d'erreur et l'écart dans les résultats;  
RAG : C5, C8
- S3P-0-2f enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié,  
entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia;  
RAG : C6, C7
- S3P-0-2g interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables;  
RAG : C3, C8
- S3P-0-2h analyser des problèmes au moyen de vecteurs,  
entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs;  
RAG : C2, C3
- S3P-0-2i sélectionner et intégrer de l'information obtenue à partir d'une variété de sources,  
entre autres imprimées, électroniques, humaines;  
RAG : C6, C8



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

### Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

S3P-0-3a analyser, selon diverses perspectives, des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement lorsqu'on applique des connaissances scientifiques ou on introduit une technologie particulière;

RAG : B1, B2

S3P-0-3b décrire des exemples d'évolution de la technologie à la suite de progrès dans le savoir scientifique, et des exemples d'évolution du savoir scientifique résultant d'innovations technologiques;

RAG : A2, B2

S3P-0-3c relever des enjeux d'ordre social liés aux sciences et à la technologie, en tenant compte des besoins humains et environnementaux et des considérations éthiques;

RAG : B3, B5

S3P-0-3d appliquer le processus de prise de décisions à un enjeu STSE;

RAG : B5, C4

S3P-0-3e soulever un problème, en rechercher une solution technologique ou autre et la réaliser;

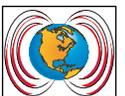
RAG : B4, C4, C6



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

### Attitudes

- S3P-0-4a faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement;  
RAG : C1, C2
- S3P-0-4b travailler en coopération pour rassembler des connaissances antérieures, exprimer et échanger des idées, mener une étude scientifique, résoudre des problèmes et examiner des enjeux;  
RAG : C7
- S3P-0-4c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique, de résoudre des problèmes et d'examiner en enjeu STSE;  
RAG : C3, C5
- S3P-0-4d acquérir un sens de responsabilité personnelle et collective au regard de l'impact des êtres humains sur l'environnement, et prendre en considération les conséquences d'actions prévues sur la société et l'environnement;  
RAG : B1, B2
- S3P-0-4e manifester un intérêt soutenu et plus éclairé dans les sciences et les questions d'ordre scientifique;  
RAG : B4, B5
- S3P-0-4f valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.  
RAG : C5



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX

Le but des résultats d'apprentissage manitobains en sciences de la nature est d'inculquer à l'élève un certain degré de culture scientifique qui lui permettra de devenir un citoyen renseigné, productif et engagé. **Une fois sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire complétée, l'élève sera apte à :**

### ***Nature des sciences et de la technologie***

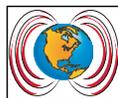
- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations;
- A3. distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;
- A4. identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques;
- A5. reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement;

### ***Sciences, technologie, société et environnement (STSE)***

- B1. décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale;
- B2. reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque;
- B3. identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social;
- B4. démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie;
- B5. identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale;

### ***Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques***

- C1. reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées;
- C2. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;
- C3. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques;
- C4. démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique;



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX (suite)

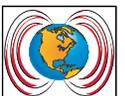
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;
- C7. travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques;
- C8. évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours;

**Connaissances scientifiques essentielles**

- D1. comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains;
- D2. comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes, y compris la biosphère en entier;
- D3. comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière;
- D4. comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués;
- D5. comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles;
- D6. comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers;

**Concepts unificateurs**

- E1. décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué;
- E2. démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux;
- E3. reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause;
- E4. reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc A** **Les champs** **gravitationnels**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-01** définir le champ gravitationnel en termes qualitatifs comme étant la région de l'espace autour d'une masse où une masse ponctuelle subit une force;  
RAG: D4, D5

**S3P-4-02** tracer un diagramme du champ gravitationnel de la Terre à l'aide de lignes de force;  
RAG : D4, D5

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

❶

Inviter les élèves à écrire une liste de tout ce qu'ils savent à propos de la gravité, par exemple :

- L'accélération due à la force de gravité est 9,8 N/kg;
- C'est une force d'attraction entre deux objets;
- C'est la force qui nous garde sur la Terre;
- La valeur de la force gravitationnelle est différente d'une planète à l'autre.

Résumer les idées des élèves en ajoutant d'autres informations pertinentes ou plus exactes.

OU

❷

Inviter les élèves à prendre un verre de styromousse et à percer au fond un trou d'environ 1 cm de diamètre. Ensuite demander aux élèves de remplir le verre d'eau en plaçant un doigt sur l'ouverture du fond, puis de retirer le doigt et d'observer ce qui se passe. Leur demander de remplir à nouveau le verre puis de le laisser tomber à l'instant même qu'ils retirent leur doigt. Inviter les élèves à expliquer ce qu'ils ont observé. Lors de la première manipulation, l'eau devrait couler du trou à cause de la force de gravité exercée sur elle. Lors de la deuxième manipulation, l'eau ne devrait pas couler du trou, car le verre et l'eau tombent avec la même accélération.

##### En quête

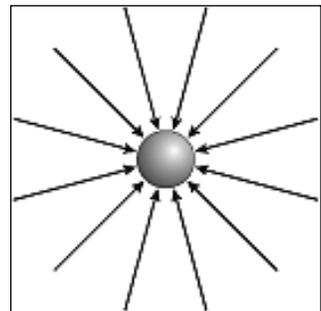
❶

Expliquer aux élèves le concept des lignes de force gravitationnelle tel que présenté par Michael Faraday. Plus les lignes sont rapprochées, plus le champ gravitationnel est intense.

Présenter aux élèves la définition opérationnelle du champ gravitationnel : la région de l'espace autour d'une masse où une masse ponctuelle subit une force. Le terme *masse ponctuelle* décrit tout objet dont la masse est distribuée autour d'un point appelé *centre de masse*.

Inviter les élèves à tracer un diagramme du champ gravitationnel de la Terre à l'aide de lignes de force (voir le diagramme ci-contre). Souligner que :

- les flèches indiquent le trajet que suivrait une masse ponctuelle placée dans le champ;
- l'intensité du champ gravitationnel devient de plus en plus élevée au fur et à mesure que les flèches se rapprochent;
- le champ est continu, les flèches ne servant qu'à l'illustrer en quelques points.



##### En fin

❶

Inviter les élèves à corriger les diagrammes de champ gravitationnel mal tracés (voir l'annexe 1).



**S3P-0-2c** formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants;  
RAG : A2, C8

**S3P-0-2f** enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia;  
RAG : C6, C7.

## Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Inviter les élèves à rédiger un conte d'enfants qui présente une définition opérationnelle du champ gravitationnel.
- 2 Inviter les élèves à tracer un diagramme du champ gravitationnel de la Terre et à décrire la contribution de Faraday dans ce domaine.
- 3 Inviter les élèves à compléter un cadre de concept au sujet du champ gravitationnel (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.26).



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

**Bloc B**  
**L'intensité du champ  
gravitationnel**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-03** définir l'intensité du  
champ gravitationnel en  
termes quantitatifs comme  
étant une force par unité  
de masse;  
RAG : D4

**S3P-4-04** comparer la masse au  
poids;  
RAG : D4

## Stratégies d'enseignement suggérées

### STRATÉGIE N° 1

#### En tête

❶

A) Activer les connaissances antérieures des élèves en ce qui concerne la masse et le poids en leur posant des questions telles que :

- *Y a-t-il une différence entre la masse et le poids?*
- *Quels outils servent à mesurer la masse? le poids?*
- *Quelles sont les unités de mesure de la masse? du poids?*
- *Une astronaute pèse 75 kg. Quelle serait sa masse sur la Lune?*
- *Est-ce que le poids d'un objet change d'une planète à l'autre?*

B) Faire une démonstration en utilisant une masse et un dynamomètre gradué en newtons. Discuter du fonctionnement du dynamomètre (voir *Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé*, p. 156).

Les élèves ont établi la distinction entre la masse et le poids en 6<sup>e</sup> année dans le contexte de leur étude du système solaire.

Bien que plusieurs auteurs emploient le terme *force du champ gravitationnel* pour désigner l'intensité du champ gravitationnel  $g$ , nous le déconseillons car il porte à confusion. L'intensité du champ gravitationnel ne consiste pas en une force mais plutôt une force par unité de masse telle que manifestée par ses unités de mesure. L'intensité du champ gravitationnel près de la surface de la Terre est de 9,8 N/kg et se dirige vers le centre de la Terre. S'assurer que les élèves comprennent que chaque kilogramme de masse près de la Terre subit une force de 9,8 N.

#### En quête

❶

A) Inviter les élèves à mesurer la force gravitationnelle exercée sur diverses masses à l'aide d'un dynamomètre. Demander aux élèves de compléter un rapport d'expérience qui doit inclure :

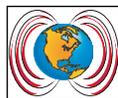
- ✓ un tableau des données (représentation numérique);
- ✓ un graphique de la force gravitationnelle en fonction de la masse (représentation graphique);
- ✓ un calcul de la constante de proportionnalité;
- ✓ une comparaison de la valeur expérimentale de la constante avec la valeur théorique de 9,8 N/kg en calculant le pourcentage d'erreur;
- ✓ une discussion des sources d'erreur;
- ✓ une équation reliant les variables étudiées (représentation symbolique).

B) Mener une discussion pour faire le lien entre l'expérience et l'intensité du champ gravitationnel en termes quantitatifs comme étant une force par unité de

masse ( $\vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m}$ ). Souligner l'idée que, si on laisse tomber

un objet près de la surface de la Terre, la force gravitationnelle provoque une accélération rectiligne de l'objet vers le centre de la Terre. Ainsi, pour déterminer la force de gravité exercée sur l'objet, la formule est :  $\vec{F}_g = m \vec{g}$  où  $\vec{F}_g$  = force de gravité (N),  $m$  = masse (kg)

et  $\vec{g}$  = l'intensité du champ gravitationnel ou l'accélération due à la gravité (N/kg). Inviter les élèves à résoudre des problèmes en utilisant la formule .



**S3P-0-2a** employer les modes de représentation visuelle, numérique, symbolique ou graphique pour découvrir et représenter des relations tout en choisissant le mode le plus approprié;  
RAG : C2, C3

**S3P-0-2e** évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte de données, entre autres les sources d'erreur et l'écart dans les résultats;  
RAG : C5, C8

**S3P-0-2g** interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables.  
RAG : C3, C8

C) Inviter les élèves à remplir un cadre de comparaison pour les termes *masse* et *poids* (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18 et 10.24). S'assurer que les élèves comprennent que le poids, mesuré en newtons, est la force gravitationnelle qui s'exerce sur une masse, tandis que la masse, mesurée en kilogrammes, représente la quantité de matière dans un objet.

## En fin

❶ Discuter des effets sur le corps humain d'une exposition de longue durée à un champ gravitationnel d'une intensité élevée ou faible (par exemple dans le cas des astronautes de la Station spatiale internationale).

OU

❷ Faire une démonstration des lectures du dynamomètre pour d'autres planètes en changeant l'échelle de l'instrument.

OU

❸ Présenter la vidéocassette *Du poids et de la masse* ou tout autre documentaire traitant de la distinction entre le poids et la masse.

## Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Évaluer le rapport d'expérience des élèves à l'aide de la grille de l'annexe 2. Porter une attention particulière à l'analyse et à l'interprétation des résultats.
- ❷ Inviter les élèves à compléter un cadre de concepts ou un cadre sommaire de concepts pour les termes *masse* et *poids* (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.26, 11.35 et 11.36).
- ❸ Inviter les élèves à faire une recherche au sujet des valeurs d'intensité du champ gravitationnel à différents endroits sur la surface terrestre et pour divers corps célestes (planètes, lunes, étoiles), à rédiger une série de problèmes mathématiques associés à ces valeurs et à présenter les réponses sur une feuille séparée.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## Bloc C Les changements apparents de poids

L'élève sera apte à :

**S3P-4-05** décrire en termes qualitatifs et en termes quantitatifs les changements apparents de poids dans un système qui se déplace verticalement avec un mouvement accéléré, par exemple un ascenseur, un vaisseau spatial;  
RAG: D4, E2

**S3P-0-2h** analyser des problèmes au moyen de vecteurs, entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs.  
RAG : C2, C3

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

#### En tête

❶

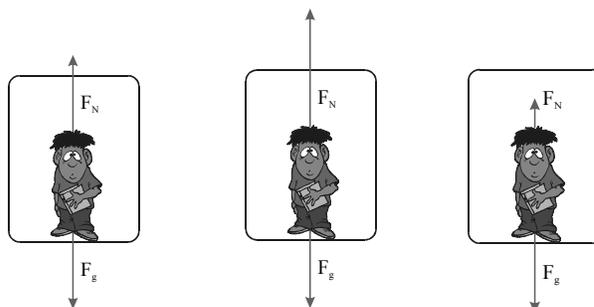
Inviter les élèves à décrire qualitativement un déplacement en ascenseur en leur donnant des bouts de phrase tels que :

- Lorsque l'ascenseur se met en mouvement vers le haut...
- Lorsque l'ascenseur se met en mouvement vers le bas...
- Lorsque l'ascenseur s'immobilise...
- Lorsque l'ascenseur se déplace à une vitesse constante...
- ...je me sens plus pesant(e).
- ...j'ai une drôle de sensation au ventre.
- ...je dirais que le plancher s'écroule.
- ...mes genoux fléchissent.
- ...c'est comme normal.

#### En quête

❶

A) Inviter les élèves à dessiner des diagrammes des forces exercées sur une personne dans un ascenseur lorsque ce dernier monte ou descend à une vitesse constante, accélère vers le haut ou accélère vers le bas. Associer les sensations décrites dans la section « En tête » aux changements de la force nette.



vitesse vectorielle constante  
( $a = 0 \text{ m/s}^2$ )

$$F_{\text{nette}} = ma$$

$$F_N + F_g = 0$$

$$F_N = -F_g$$

$$|F_N| = |F_g|$$

accélération vers le haut  
( $a > 0$ )

$$F_{\text{nette}} = ma$$

$$F_N + F_g = (+)$$

$$F_N = (+) + (-F_g)$$

$$= (+) + (+)$$

$$\therefore |F_N| > |F_g|$$

Cela s'applique pour un ascenseur qui accélère en montant ou ralentit en descendant.

accélération vers le bas  
( $a < 0$ )

$$F_{\text{nette}} = ma$$

$$F_N + F_g = (-)$$

$$F_N = (-) + (-F_g)$$

$$= (-) + (+)$$

$$\therefore |F_N| < |F_g|$$

Cela s'applique pour un ascenseur qui ralentit en montant ou accélère en descendant.

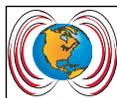
B) Inviter les élèves à résoudre des problèmes sur les changements apparents de poids dans un système qui accélère verticalement (ascenseur) :  $\vec{F}_{\text{nette}} = \vec{F}_N + \vec{F}_g$ .

C) Inviter les élèves à enregistrer les changements apparents de poids dans un ascenseur à l'aide d'un dynamomètre, d'un pèse-personne ou d'une sonde de force. Un caméscope peut faciliter l'observation de la déviation de l'aiguille du dynamomètre ou du pèse-personne.

#### En fin

❶

Inviter les élèves à faire une présentation sur la physique des manèges d'un parc d'attractions, par exemple au Parc d'exposition de la rivière Rouge.



## Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter les élèves à concevoir une expérience pour simuler les effets d'un ascenseur à l'aide d'un dynamomètre.

❷

Inviter les élèves à résoudre des problèmes sur les changements apparents de poids dans un système qui accélère verticalement (ascenseur) :  $\vec{F}_{nette} = \vec{F}_N + \vec{F}_g$  (voir l'annexe 3). Le corrigé figure à l'annexe 4.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## Bloc D Les corps en chute libre

L'élève sera apte à :

**S3P-4-06** dériver l'accélération due à la gravité à partir des lois de Newton et des corps en chute libre;  
RAG: C2, D6

**S3P-4-07** mener une expérience pour calculer l'intensité du champ gravitationnel de la Terre;  
RAG: C2, D6

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

###### 1

Activer les connaissances antérieures des élèves en menant une discussion à propos de la deuxième loi de Newton et de ses applications. En faisant référence aux exemples des élèves, dessiner les diagrammes de force correspondants.

Les élèves ont étudié la deuxième loi de Newton en secondaire 2.

##### En quête

###### 1

A) Démontrer aux élèves la dérivation de l'accélération due à la gravité.

Par définition, un objet qui tombe en chute libre subit uniquement la force de gravité, la force de résistance de l'air étant nulle. La force nette est donc égale à la force de gravité.

$$\vec{F}_{\text{nette}} = F \vec{g}$$

$$m \vec{a} = m \vec{g}$$

$$\vec{a} = \vec{g}$$

B) Proposer aux élèves de mener une expérience pour calculer l'intensité du champ gravitationnel de la Terre à partir d'un pendule, d'un objet qui roule sur un plan incliné ou d'un objet en chute libre. Pour faciliter les observations expérimentales, on pourrait employer :

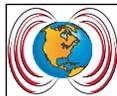
- un minuteur-enregistreur et des masses en chute libre pour construire des graphiques de la distance en fonction du temps, de la vitesse vectorielle en fonction du temps et de l'accélération en fonction du temps;
- une sonde de mouvement raccordée à une calculatrice graphique ou à un ordinateur;
- un caméscope pour enregistrer le mouvement et mesurer le déplacement en avançant image par image.

Demander aux élèves de préparer un rapport d'expérience qui présente une hypothèse, un tableau de données ainsi que la valeur expérimentale de  $\vec{g}$ .

C) Inviter les élèves à résoudre des problèmes sur la chute libre à partir de la formule  $\vec{F}_g = m \vec{g}$  et des équations de cinématique du RAS S3P-3-07 (voir l'annexe 5).

Réponses :

1.  $\Delta \vec{d} = -29,4 \text{ m}$
2. a)  $\Delta t = 7,71 \text{ s}$   
b)  $\Delta \vec{d} = 73,0 \text{ m}$   
c)  $t_2 = 2,84 \text{ s}$   $\vec{\Delta d} = 67,9 \text{ m}$   
d)  $t_2 = 4,88 \text{ s}$   $\vec{\Delta d} = 67,8 \text{ m}$   
e)  $\vec{v}_2 = -37,8 \text{ m/s}$
3. a)  $\vec{v}_{\text{moy}} = -1,13 \text{ m/s}$   
b)  $\vec{v}_2 = -2,26 \text{ m/s}$   
c)  $\vec{a}_{\text{moy}} = -1,60 \text{ m/s}^2$   
d) Lune :  $\vec{F}_g = -1,5 \text{ N}$   
Terre :  $\vec{F}_g = -9,3 \text{ N}$



**S3P-4-08** résoudre des problèmes sur des objets en chute libre;  
RAG: C7, C8

**S3P-0-2b** mener une expérience scientifique en posant une question initiale, en énonçant des hypothèses et en planifiant, en adaptant ou en poussant plus loin une démarche expérimentale;  
RAG : C5, C7

**S3P-0-2f** enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia.  
RAG : C6, C7

4. a)  $\vec{v}_2 = -25,5 \text{ m/s}$   
b)  $F_g = 0,735 \text{ N}$

5.  $\Delta t = 1,52 \text{ s}$

6. a)  $\Delta \vec{d} = 1700 \text{ m}$   
b)  $\vec{v}_2 = -182 \text{ m/s}$

## En fin

❶ Inviter les élèves à formuler leurs propres questions sur la chute libre et à se les échanger.

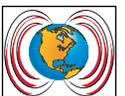
OU

❷ Inviter les élèves à consacrer une page de leur carnet scientifique aux formules de physique et à y inscrire cette nouvelle formule.

## Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Évaluer le rapport d'expérience des élèves à l'aide de la grille de l'annexe 2. Porter une attention particulière à la formulation de l'hypothèse et à l'organisation et à la présentation des données.

❷ Inviter les élèves à répondre à des questions sur la détermination expérimentale de  $g$ , la dérivation de  $\vec{a} = \vec{g}$  et la résolution de problèmes de chute libre.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc E** **La vitesse vectorielle terminale**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-09** décrire, en termes qualitatifs et en termes quantitatifs, la vitesse vectorielle terminale d'un objet qui tombe;  
RAG : C2, D4

**S3P-0-2b** mener une expérience scientifique en posant une question initiale, en énonçant des hypothèses et en planifiant, en adaptant ou en poussant plus loin une démarche expérimentale;  
RAG : C5, C7

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

###### ❶

Faire une démonstration avec une feuille de papier plate et une feuille de papier froissée en les laissant tomber de la même hauteur.

 L'annexe 6 présente des renseignements à ce sujet.

Demander aux élèves d'expliquer ce qu'ils observent. Ensuite, mener une discussion à propos du fonctionnement d'un parachute.

##### En quête

###### ❶

A) Expliquer aux élèves la démonstration de la section « En tête » au moyen de diagrammes de force comme ceux qui figurent à  l'annexe 6.

B) Proposer aux élèves de mener une expérience pour déterminer la vitesse terminale d'un objet qui tombe, par exemple en laissant tomber un filtre de café au-dessus d'une sonde de mouvement raccordée à une calculatrice graphique ou à un ordinateur ou en laissant tomber des objets dans des liquides de viscosités différentes (voir *Physique 11*, p. 65). Les inviter à compléter un rapport d'expérience qui présente une question précise, une méthode pour répondre à leur question ainsi qu'une analyse de leurs données.

##### En fin

###### ❶

Inviter les élèves à soulever d'autres exemples d'objets qui atteignent une vitesse terminale en tombant, par exemple les feuilles qui tombent d'un arbre, des plumes qui tombent d'un oiseau ou les graines de certaines plantes.



**S3P-0-2c** formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants;  
RAG : A2, C8

**S3P-0-2g** interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables;  
RAG : C3, C8

**S3P-0-3e** soulever un problème, en rechercher une solution technologique ou autre et la réaliser.  
RAG : B4, C4, C6

## Stratégies d'évaluation suggérées

❶

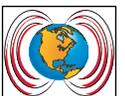
Inviter les élèves à construire un objet qui atteint rapidement la vitesse terminale et à tester leur objet en classe. Les élèves dont l'objet qui atterrit en dernier gagnent. Inviter les élèves à tracer des diagrammes de forces de l'objet au moment où sa chute commence, avant d'atteindre la vitesse terminale et lorsque la vitesse terminale est atteinte. Inviter les élèves à examiner l'objet gagnant et à inférer pourquoi il est tombé plus lentement que les autres.

❷

Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison pour des objets en chute libre et des objets qui atteignent une vitesse terminale (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18 et 10.24).

❸

Évaluer le rapport d'expérience des élèves à l'aide de la grille de l'annexe 2. Porter une attention particulière à la formulation de la question initiale, à la méthode proposée, à l'analyse et à l'interprétation des résultats.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

**Bloc F**  
**Le coefficient  
de frottement**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-10** définir « coefficient de frottement ( $\mu$ ) » comme étant le rapport de la force de frottement à la force normale;  
RAG: C2, D4

**S3P-4-11** distinguer la force de frottement statique de la force de frottement cinétique;  
RAG : C2, D4

## Stratégies d'enseignement suggérées

### STRATÉGIE N° 1

#### En tête



Inviter les élèves à discuter des questions suivantes :

- Les effets de la force de frottement sont-ils toujours nuisibles? (Non. La force de frottement nous permet de marcher, permet aux véhicules de démarrer et de s'arrêter.)
- Si vous voulez tirer une boîte lourde sur une surface, est-ce qu'il est plus difficile de la mettre en mouvement que de la déplacer une fois qu'elle est mise en mouvement? (Il est plus facile de la déplacer une fois qu'elle est mise en mouvement.)

#### En quête



A) Expliquer aux élèves ce qu'est un coefficient de frottement. Consulter l'annexe 7 pour des renseignements à ce sujet.

B) Proposer aux élèves de mener une expérience afin de déterminer le coefficient de frottement cinétique entre deux surfaces (voir *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 107-108 ou *Physique II*, p. 185). Inviter les élèves à noter leurs observations et leurs conclusions dans leur carnet scientifique.

C) Inviter les élèves à résoudre des problèmes de coefficient de frottement (voir l'annexe 8). Revoir les problèmes en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts. Le corrigé figure à l'annexe 9.

#### En fin



Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- Pourquoi utilise-t-on des chaînes ou des pneus à crampons l'hiver?
- Pourquoi est-il plus difficile d'arrêter une voiture sur une route mouillée que sur une route sèche?
- Pourquoi met-on du sable sur les routes l'hiver?
- Pourquoi doit-on ajouter de l'huile au moteur d'une voiture?



**S3P-4-12** comparer les effets de la force normale, des matériaux en contact et de la vitesse sur la force de frottement;  
RAG : C2, D4

**S3P-4-13** résoudre des problèmes reliés au coefficient de frottement pour des objets sur une surface horizontale;  
RAG : C2, D4

**S3P-0-2h** analyser des problèmes au moyen de vecteurs, entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs.  
RAG : C2, C3

## Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Inviter les élèves à comparer la force de frottement statique à la force de frottement cinétique à l'aide d'un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.24)
- ❷ Inviter les élèves à résoudre des problèmes de coefficient de frottement semblables à ceux de l'annexe 8 en utilisant la technique des notes explicatives (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.14 et 13.15).
- ❸ Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin de vérifier leur compréhension des effets de la force normale, des matériaux en contact et de la vitesse sur la force de frottement.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc G** **Les champs électriques**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-14** définir le champ électrique en termes qualitatifs comme étant la région de l'espace autour d'une charge où une charge d'essai positive subit une force;  
RAG : C6, D4

**S3P-4-15** tracer un diagramme d'un champ électrique à l'aide de lignes de force tracées par rapport à une charge d'essai positive, entre autres à proximité d'une autre charge (positive ou négative), à proximité de deux charges de même signe, près de deux charges de signes opposés, entre une charge et une plaque chargée, entre deux plaques parallèles dont les charges sont de signes opposés;  
RAG : C6, D4

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

#### En tête

❶

Activer les connaissances antérieures des élèves au moyen d'une démonstration simple, par exemple suspendre deux ballons d'une ficelle et les frotter au moyen d'un chiffon de laine. (Les deux ballons acquerront la même charge et se repousseront.) Inviter les élèves à expliquer leurs observations dans leur carnet scientifique au moyen de phrases et d'un diagramme.

L'électrostatique est présentée en grand détail en secondaire 1.

OU

❷

Activer les connaissances antérieures des élèves en ce qui a trait aux diagrammes de champs gravitationnels (voir le bloc d'enseignement A) :

- les flèches indiquent le trajet que suivrait une masse placée dans le champ;
- le rapprochement des flèches représente l'intensité croissante du champ gravitationnel;
- le champ est continu, les flèches ne servant qu'à l'illustrer en quelques points.

#### En quête

❶

Définir le champ électrique en termes qualitatifs comme étant la région de l'espace autour d'une charge où une charge d'essai positive subit une force. Inviter les élèves à observer les champs électriques au moyen d'une démonstration ou d'une simulation informatique :

- attacher des ficelles ou des lisières de papier minces à une machine de Van der Graaf;
- suspendre une électrode et des graines d'herbe ou des fibres dans de l'huile minérale;
- visiter un site Web tel que *À la découverte des champs électriques* de l'université de Laval.

Faire le lien entre les champs électriques observés et les diagrammes tracés par les élèves.

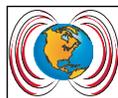
Inviter les élèves à tracer des diagrammes de champs électriques pour une charge d'essai positive dans les situations ci-dessous (voir l'annexe 10) :

- à proximité d'une autre charge (positive ou négative)
- à proximité de deux charges de même signe
- entre deux plaques parallèles dont les charges sont de signes opposés.

#### En fin

❶

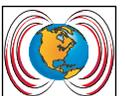
Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison pour faire ressortir les ressemblances et les différences entre les champs gravitationnels et électriques (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18 et 10.24). Une différence importante provient du fait que les champs gravitationnels consistent toujours en forces d'attraction alors que les champs électriques peuvent consister en forces d'attraction et de répulsion.



**S3P-0-2c** formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants.  
RAG : A2, C8

## Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Inviter les élèves à faire leur propre démonstration d'un phénomène électrostatique et à expliquer la présence d'un champ électrique au moyen d'un diagramme.
- ❷ Inviter les élèves à préparer des diagrammes de champ électrique au moyen d'un logiciel.
- ❸ Inviter les élèves à compléter un cadre sommaire de concept pour le champ électrique (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.25 et 11.37).



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## Bloc H L'intensité du champ électrique

L'élève sera apte à :

**S3P-4-16** définir l'intensité du champ électrique en termes quantitatifs comme étant une force par unité de charge ( $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$ ) et résoudre des problèmes à l'aide de la formule  $\vec{F}_e = q\vec{E}$  ;  
RAG : D4

**S3P-0-2c** formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants;  
RAG : A2, C8

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

❶

Activer les connaissances antérieures des élèves en ce qui concerne l'intensité du champ gravitationnel. Les questions suivantes peuvent servir de guide :

- Que signifie l'expression intensité du champ gravitationnel?
- Quelle formule permet de calculer l'intensité du champ gravitationnel?
- Que signifie chacune des variables?
- Quelles sont les unités de mesure de chacune des variables?

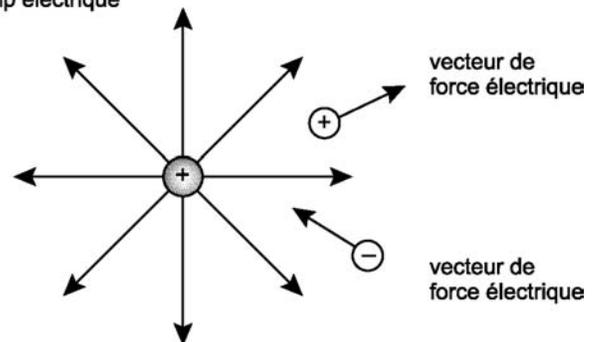
##### En quête

❶

Présenter l'intensité du champ électrique en faisant le lien avec l'intensité du champ gravitationnel. Souligner que l'intensité du champ électrique est une force par unité de charge, c'est-à-dire la force qu'une charge d'un coulomb subirait à un point donné. Présenter la formule  $\vec{F}_e = q\vec{E}$  en relevant les ressemblances à la formule  $\vec{F}_g = m\vec{g}$ . Inviter les élèves à mettre la formule en application en résolvant des problèmes (voir l'annexe 11). Le corrigé figure à l'annexe 12.

Amener les élèves à faire la distinction entre l'orientation du vecteur champ et celle du vecteur force. L'orientation du vecteur champ est toujours celle d'une charge d'essai positive placée dans le champ. L'orientation du vecteur force correspond au trajet que suivrait la charge; cela dit, le vecteur force et le vecteur champ ont la même orientation s'il s'agit d'une charge positive et une orientation opposée s'il s'agit d'une charge négative.

vecteurs du  
champ électrique



##### En fin

❶

A) Inviter les élèves à formuler des problèmes à partir de la formule  $\vec{F}_e = q\vec{E}$  et à noter les solutions sur des feuilles distinctes.

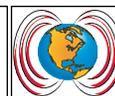
B) Inviter les élèves à consacrer une page de leur carnet scientifique aux formules de physique et à y inscrire cette nouvelle formule.



**S3P-0-2h** analyser des problèmes au moyen de vecteurs, entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs.  
RAG : C2, C3

## Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Inviter les élèves à s'échanger les problèmes rédigés dans la section « En fin » et à les évaluer.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

**Bloc I**  
**Le mouvement  
des charges entre  
des plaques parallèles**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-17** résoudre des problèmes sur le mouvement des charges entre des plaques parallèles  
où  $\vec{F}_{nette} = \vec{F}_e + \vec{F}_g$ ;  
RAG : C2, D4

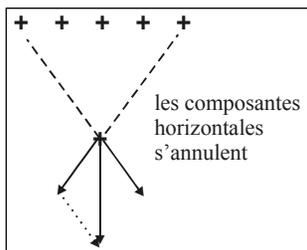
**S3P-0-2h** analyser des problèmes au moyen de vecteurs, entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs.  
RAG : C2, C3

## Stratégies d'enseignement suggérées

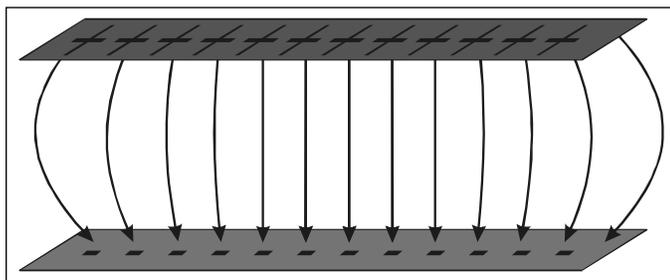
### STRATÉGIE N° 1

#### En tête

❶ A) Inviter les élèves à dessiner les vecteurs représentant les lignes de force provenant d'une ligne de charge et qui agissent sur une charge d'essai positive. Les composantes horizontales des charges correspondantes s'annulent et les composantes verticales s'additionnent.



B) Réviser avec les élèves le diagramme du champ électrique (à l'aide de lignes de force) entre deux plaques parallèles dont les charges sont de signes opposés. Dans ce cas, l'effet décrit ci-dessus augmente, le champ électrique est constant (sauf aux bords du champ) et orienté de la plaque positive vers la plaque négative.



#### En quête

❶ Inviter les élèves à résoudre des problèmes sur le mouvement des charges entre des plaques parallèles où  $\vec{F}_{nette} = \vec{F}_e + \vec{F}_g$  (voir l'annexe 13). Étant donné que le champ électrique entre les plaques parallèles est constant, les élèves peuvent se servir des équations de cinématique présentées dans le troisième regroupement, ainsi que la deuxième loi de Newton. Pour le cours de *Physique 30S*, les élèves devraient résoudre les problèmes relatifs aux charges qui se propagent dans une ligne droite entre les deux plaques. Les problèmes peuvent inclure la résolution pour la valeur de la charge ( $q$ ), de l'intensité du champ électrique ( $\vec{E}$ ), de la force électrique ( $\vec{F}_e$ ), de la masse ( $m$ ), de la force de gravité ( $\vec{F}_g$ ), de la force nette ( $\vec{F}_{nette}$ ), de l'accélération ( $\vec{a}$ ), de la vitesse vectorielle finale ( $v_2$ ) ou du déplacement ( $\Delta d$ ).

#### En fin

❶ Inviter les élèves à ajouter les nouvelles formules à leur page consacrée aux formules de physique dans leur carnet scientifique.

## Stratégies d'évaluation suggérées

## ❶

Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer leur habileté de résoudre des problèmes sur le mouvement des charges entre des plaques parallèles.

Réponses de l'annexe 13 :

1. a)  $\vec{F}_g = 4,26 \times 10^{-14} \text{ N}$  vers le bas  
b)  $\vec{F}_{nette} = 5,60 \times 10^{-15} \text{ N}$  vers le bas  
c)  $\vec{a} = 1,29 \text{ m/s}^2$  vers le bas
2. a)  $\vec{F}_{nette} = 3,28 \times 10^{-15} \text{ N}$  vers le haut  
b)  $\vec{F}_g = 5,62 \times 10^{-14} \text{ N}$  vers le bas  
c)  $\vec{F}_e = 5,95 \times 10^{-14} \text{ N}$  vers le haut
3. a)  $\vec{F}_e = 5,76 \times 10^{-13} \text{ N}$  vers le haut  
b)  $\vec{F}_g = 6,08 \times 10^{-13} \text{ N}$  vers le bas  
c)  $\vec{v}_2 = 1,34 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  vers le bas  
d)  $\Delta \vec{d} = 1,74 \times 10^{-16} \text{ m}$
4.  $\vec{v}_2 = 0,374 \text{ m/s}$  vers le haut
5.  $\Delta t = 6,2 \times 10^{-2} \text{ s}$



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## Bloc J L'expérience de Millikan

L'élève sera apte à :

**S3P-4-18** résumer l'expérience de Millikan dans la découverte de la charge élémentaire et déterminer

$$\text{la charge si } \left| \vec{F}_e \right| = \left| \vec{F}_g \right|;$$

RAG : A4, B1

**S3P-4-19** donner la définition du terme charge élémentaire et effectuer la conversion des charges élémentaires en coulombs, entre autres  $q = Ne$ ;  
RAG : A4, B1

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête



Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes :

- Existe-t-il dans la nature une unité de charge électrique minimale dont toutes les autres unités sont des multiples?
- Si oui, quelle est cette charge élémentaire? (La charge élémentaire correspond à la charge d'un électron ou d'un proton.)

##### En quête



A) Décrire l'expérience de Millikan au moyen d'un cadre de notes (voir les annexes 14 et 15). Faire le lien avec la notion de vitesse terminale présentée au bloc d'enseignement E.

Présenter le coulomb comme étant égal à  $6,25 \times 10^{18}$  charges élémentaires et inviter les élèves à faire des conversions entre le nombre de charges élémentaires et les coulombs à l'aide de la formule  $q = Ne$ .

$$1 \text{ C} = 6,25 \times 10^{18} e$$

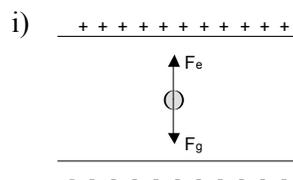
$$e = \frac{1 \text{ C}}{6,25 \times 10^{18}} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

B) Inviter les élèves à résoudre des problèmes sur l'expérience de Millikan pour trouver la quantité de charge ( $q$ ), la force électrique ( $\vec{F}_e$ ), la masse ( $m$ ), la force de gravité ( $\vec{F}_g$ ) et le nombre de charges élémentaires ( $N$ ). Voici un exemple d'un tel problème :

Une gouttelette d'huile chargée négativement, dont la masse est égale à  $2,0 \times 10^{-5} \text{ kg}$ , est en équilibre entre deux grandes plaques parallèles horizontales. La gouttelette reste immobile quand l'intensité du champ électrique est de  $4,2 \times 10^5 \text{ N/C}$ .

- Faire un diagramme qui indique la charge sur chaque plaque.
- Combien de charges élémentaires y a-t-il sur la gouttelette d'huile?

Solution



- Nous savons que :  $m = 2,0 \times 10^{-5} \text{ kg}$ ,  $E = 4,2 \times 10^5 \text{ N/C}$   
 $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $g = 9,8 \text{ N/kg}$

Lorsque la gouttelette est en équilibre :

$$\left| \vec{F}_e \right| = \left| \vec{F}_g \right|$$

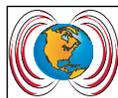
$$q \vec{E} = m \vec{g}$$

$$q = \frac{m \vec{g}}{\vec{E}}$$

$$Ne = \frac{m \vec{g}}{\vec{E}} \quad (\text{car } q = Ne)$$

$$N = \frac{m \vec{g}}{e \vec{E}} = \frac{(2 \times 10^{-5} \text{ kg})(9,8 \text{ N/kg})}{(1,6 \times 10^{-19} \text{ C})(4,2 \times 10^5 \text{ N/C})}$$

$$= 3 \times 10^9 \text{ électrons}$$



**S3P-0-1b** décrire l'importance de la revue par des pairs dans l'évaluation et l'acceptation de théories, de données et d'affirmations.  
RAG : A4, B1

C) Inviter les élèves à lire l'article de  l'annexe 16 et à discuter de la question suivante :

- *Si un scientifique obtient la « bonne » réponse, faut-il s'inquiéter du fait que les données aient été « arrangées », « manipulées », faussées ou même complètement inventées?*

### En fin

❶ Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *L'utilisation sélective de données par Millikan constitue-t-elle une pratique scientifique valide?*
- *Selon vous, pourquoi la revue par les paires est-elle un processus important en sciences?*

### En plus

❶ Démontrer l'expérience de Millikan en utilisant des animations ou des simulations (voir le site *Web Expérience de Millikan* à titre d'exemple).

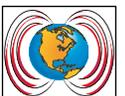
OU

❷ Faire l'expérience de Millikan comme démonstration en classe. Inviter les élèves à analyser les données ensemble (voir *Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé*, p. 606-611).

## Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Inviter les élèves à compléter un test sur l'expérience de Millikan ( voir l'annexe 17). Le corrigé figure à  l'annexe 18.

❷ Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer leur habileté à décrire l'importance de la revue par des pairs.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc K** **Les champs magnétiques**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-20** définir le champ magnétique comme étant la région de l'espace autour d'un aimant où un autre aimant subit une force;  
RAG: C6, C8

**S3P-4-21** faire la démonstration d'un champ magnétique et en dessiner les lignes de force, entre autres les aimants droits ou les aimants en fer à cheval, entre des pôles semblables ou des pôles opposés;  
RAG: C6, C8

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

❶ Inviter les élèves à formuler une définition du champ magnétique à partir des définitions de champ gravitationnel et de champ électrique qu'ils connaissent déjà.

Des renseignements pour l'enseignant au sujet des champs magnétiques sont présentés à l'annexe 19.

##### En quête

❶ A) Proposer aux élèves de mener une expérience pour tracer les lignes de force magnétique autour d'un aimant à l'aide d'une boussole (voir *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 577-579) ou de limaille de fer (voir *Physique II*, p. 603). Répéter la procédure pour tracer les lignes de force magnétique entre des pôles semblables et des pôles opposés. Discuter du besoin d'une convention en ce qui concerne l'orientation des lignes de force et du fait qu'on a choisi l'orientation d'une boussole de sorte que les lignes de force quittent toujours le pôle nord pour aller au pôle sud. Inviter les élèves à relever sur les diagrammes les zones où les lignes de force magnétique sont concentrées et à étiqueter ces zones *pôles*. Souligner le fait que les pôles existent toujours en paires.

Demander aux élèves de préparer un rapport d'expérience qui présente une question précise ainsi que des diagrammes de leurs observations.

B) Inviter les élèves à explorer les forces magnétiques d'attraction et de répulsion à l'aide d'aimants et à observer que les pôles semblables se repoussent et que les pôles opposés s'attirent.

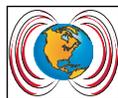
##### En fin

❶ Inviter les élèves à préparer une carte conceptuelle de leurs connaissances des champs magnétiques.

OU

❷ Inviter les élèves à répondre à la question suivante dans leur carnet scientifique :

- *Donnez des exemples de champs magnétiques, électriques et gravitationnels dans votre chez-soi.*



**S3P-4-22** décrire le concept de pôles magnétiques et montrer que les pôles semblables se repoussent et que les pôles opposés s'attirent;  
RAG : A2, D4

**S3P-0-2c** formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants;  
RAG : A2, C8

**S3P-0-2f** enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia.  
RAG : C6, C7

## Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter les élèves à relever les ressemblances et les différences entre les champs gravitationnels, électriques et magnétiques au moyen d'un cadre de rapports entre concepts (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.20-11.22 et 11.35).

❷

Évaluer le rapport d'expérience des élèves en portant une attention particulière à la formulation de la question et aux diagrammes.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc L** **La théorie des domaines**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-23** décrire un modèle de magnétisme par la théorie des domaines, entre autres les matériaux ferromagnétiques et l'attraction d'objets de fer aux pôles nord et sud;  
RAG : A2, D4

**S3P-0-1a** expliquer le rôle que jouent les théories, les données et les modèles dans l'élaboration de connaissances scientifiques.  
RAG : A2

### Stratégies d'enseignement suggérées

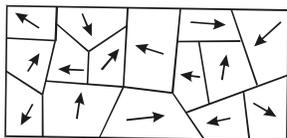
#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

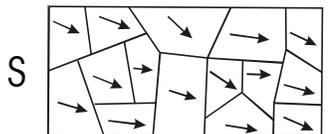
❶

Inviter les élèves à magnétiser un trombone (ou un clou) avec un aimant puissant et à observer qu'il se démagnétise rapidement, surtout si on lui donne un coup ou le laisse tomber. Inviter les élèves à formuler une hypothèse pour expliquer leurs observations.

La théorie des domaines est un modèle simple du magnétisme. Selon elle, tous les matériaux sont formés de régions minuscules nommées domaines. Ces domaines se comportent comme des aimants minuscules. Lorsque les domaines sont orientés de façon aléatoire, les effets magnétiques s'annulent. Lorsque les domaines s'alignent, la substance est magnétisée.



Les domaines sont orientés de façon aléatoire.



Les domaines sont alignés.

##### En quête

❶

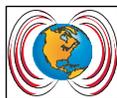
Inviter les élèves à lire un passage traitant de la théorie des domaines (voir *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 575-577; *La physique et le monde moderne*, p. 489-491; *Physique 11*, p. 583 et 584; *Physique 12*, p. 385-387; ou *Principes fondamentaux de la physique*, p. 621 et 622), à en ressortir les grandes lignes, à en discuter avec un partenaire et à préparer ensemble un résumé. Le résumé doit répondre aux questions suivantes :

- *Qu'est-ce que la théorie des domaines? Qu'est-ce qu'un domaine?*
- *Comment la théorie des domaines explique-t-elle :*
  - a) *la magnétisation d'un trombone?*
  - b) *la démagnétisation d'un aimant?*
  - c) *l'inversion des pôles d'un aimant?*
  - d) *la fragmentation d'un aimant?*
- *Est-ce que tous les objets peuvent être magnétisés? Expliquez votre réponse.*

##### En fin

❶

Inviter les élèves à ajouter ces nouveaux concepts à la carte conceptuelle commencée au bloc d'enseignement précédent.



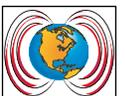
## Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter chaque groupe de deux élèves à lire le résumé d'un autre groupe et à lui poser des questions pour obtenir des précisions. Vérifier la compréhension des élèves à l'aide de la stratégie d'évaluation « Les têtes numérotées » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.12).

❷

Inviter les élèves à évaluer la théorie des domaines en se basant sur les critères établis dans le RAS S3P-2-05.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

**Bloc M**  
**L'influence et les effets  
du champ magnétique  
de la Terre**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-24** étudier l'influence et les effets du champ magnétique de la Terre, entre autres les aurores polaires, la déclinaison magnétique et l'inclinaison magnétique;  
RAG : C2, D4

**S3P-0-2i** sélectionner et intégrer de l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines;  
RAG : C6, C8

## Stratégies d'enseignement suggérées

### STRATÉGIE N° 1

#### En tête



Discuter du fonctionnement de la boussole et amener les élèves à comprendre que l'aiguille de la boussole s'aligne avec les lignes du champ magnétique de la Terre.

#### En quête



Inviter les élèves à former des groupes de deux. Chaque groupe doit faire une courte recherche au sujet de l'influence et des effets du champ magnétique de la Terre, par exemple :

- L'inclinaison et la déclinaison magnétique;
- Les aurores polaires;
- Les migrations animales et le champ magnétique de la Terre;
- La répercussion du magnétomètre sur la théorie de la tectonique des plaques;
- Les effets des perturbations géomagnétiques sur les satellites;
- Les effets des perturbations géomagnétiques sur les réseaux électriques;
- La contribution d'explorateurs tels que Sir John Ross et Roald Amundsen à la détermination du vrai Nord magnétique;
- L'utilisation d'une boussole pour s'orienter.

Encourager les élèves à puiser de l'information de sources variées, à noter les références bibliographiques (voir l'annexe 9 du regroupement 1) et à examiner l'information pour en déterminer l'utilité. Inviter chaque groupe à présenter le fruit de sa recherche sous forme d'affiche détaillée, accompagnée d'un bref exposé oral. Demander aussi aux groupes de remettre à l'enseignant cinq questions (avec réponses) qui se rapportent à leur sujet.

#### En fin



Inviter les élèves à faire une autoévaluation de leur travail de groupe (voir l'annexe 20).



**S3P-0-4b** travailler en coopération pour rassembler des connaissances antérieures, exprimer et échanger des idées, mener une étude scientifique, résoudre des problèmes et examiner des enjeux.  
RAG : C7

## Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Évaluer la recherche de chaque groupe. Voici certains aspects à examiner :

- variété de sources d'information;
- qualité de la bibliographie;
- présence de tous les renseignements clés;
- travail de groupe à partir de l'autoévaluation.

❷

En s'inspirant des questions-réponses suggérées par les groupes, élaborer un test de révision.

❸

Inviter les élèves à réviser les concepts des champs magnétiques en complétant la feuille de travail à l'annexe 21.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc N** **L'électromagnétisme**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-25** décrire le phénomène de l'électromagnétisme et en faire la démonstration;  
RAG : D4

**S3P-4-26** tracer un diagramme du champ magnétique autour d'un fil conducteur rectiligne, entre autres la direction et l'intensité du champ;  
RAG : C8, D4

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête



Faire ressortir les ressemblances entre les champs électriques et les champs magnétiques en discutant des observations de William Gilbert à ce sujet (voir l'annexe 22).

##### En quête



A) Faire une démonstration de l'électromagnétisme en plaçant une boussole sur le rétroprojecteur à proximité d'un fil conducteur rectiligne relié à une source électrique et en ouvrant et fermant le circuit plusieurs fois. Inviter les élèves à formuler une hypothèse pour expliquer leurs observations.

**OU**

Faire une démonstration de l'électromagnétisme en faisant suspendre entre les pôles d'un aimant un morceau de papier aluminium d'une longueur de 0,5 m et d'une largeur de 0,05 m. Fixer une source électrique à faible potentiel (jusqu'à 3 A) aux deux extrémités du papier aluminium. La force qui agit sur le papier aluminium le soulèvera.

B) Passer en revue les hypothèses formulées par les élèves et énoncer le principe fondamental de l'électromagnétisme de Hans Christian Ørsted : le mouvement des électrons engendre un champ magnétique (voir l'annexe 22).

Lors du bloc d'enseignement L, les élèves ont étudié les notions de base de la théorie des domaines sans considérer ce qui rend les domaines magnétiques. Expliquer que les électrons en orbite autour du noyau créent un champ magnétique, que dans la plupart des substances les divers champs magnétiques créés s'annulent et que, dans d'autres substances, ils ne s'annulent pas, ce qui leur donne un certain magnétisme.

C) Inviter les élèves à répéter la démonstration de la section « En tête » et à tracer un diagramme du champ magnétique entourant le fil conducteur. Expliquer comment déterminer le sens du champ magnétique à l'aide de la règle de la main gauche ou de la main droite (voir l'annexe 22).

##### En fin



Inviter les élèves à consacrer une page de leur carnet scientifique aux formules de physique et à y inscrire la règle de la main gauche ou de la main droite pour les conducteurs rectilignes.



**S3P-0-1d** décrire comment des connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles données et à mesure que de nouvelles idées et de nouvelles interprétations sont avancées;  
RAG : C2, C3

**S3P-0-2a** employer les modes de représentation visuelle, numérique, symbolique ou graphique pour découvrir et représenter des relations tout en choisissant le mode le plus approprié.  
RAG : A1, A2

## Stratégies d'évaluation suggérées

❶

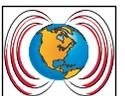
Inviter les élèves à compléter une série d'exercices pour :

- tracer la forme du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne;
- déterminer le sens du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne en tenant compte du sens du courant électronique ou conventionnel;
- déterminer le sens du courant électronique ou conventionnel à partir d'un diagramme du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne.

❷

Inviter les élèves à répondre à la question suivante dans leur carnet scientifique :

- *À l'aide d'au moins deux exemples, décrivez comment les découvertes scientifiques ont mené à la compréhension de l'interaction entre l'électricité et le magnétisme.*



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

## **Bloc O** **Le solénoïde**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-27** décrire le champ magnétique d'un solénoïde et en tracer un diagramme, entre autres la direction et l'intensité du champ;  
RAG : C8, D4

**S3P-4-28** décrire le fonctionnement d'un électroaimant et en faire la démonstration, entre autres les applications courantes des électroaimants.  
RAG : C8, D4

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### STRATÉGIE N° 1

##### En tête

❶

Inviter les élèves à formuler une hypothèse de la forme du champ magnétique d'une bobine de fil à partir de leurs connaissances du champ magnétique des fils conducteurs rectilignes.

##### En quête

❶

A) Inviter les élèves à tracer le champ magnétique autour d'une bobine de fil conducteur en se servant de boussoles. Souligner que le champ magnétique est plus intense à l'intérieur qu'à l'extérieur de la bobine. Présenter la règle de la main gauche ou de la main droite relativement à la direction du courant dans une bobine de fil.

Présenter la définition de solénoïde et inviter les élèves à tracer le champ magnétique autour d'un solénoïde en se servant de boussoles.

B) Inviter les élèves à construire un électroaimant et à expliquer son fonctionnement (voir l'annexe 23). Demander ensuite aux élèves de lire un texte au sujet des applications des électroaimants (voir *Physique II*, p. 589, *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 591-593, ou *La physique et le monde moderne*, p. 502 et 503).

##### En fin

❶

Inviter les élèves à inscrire dans leur carnet scientifique la règle de la main gauche ou de la main droite relativement à la direction du courant dans une bobine de fil ou un solénoïde.

OU

❷

Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison pour comparer les règles de la main gauche et de la main droite pour les fils conducteurs rectilignes et les bobines de fil (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18 et 10.24).



## Stratégies d'évaluation suggérées

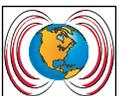
❶

Inviter les élèves à compléter une série d'exercices pour :

- tracer la forme du champ magnétique d'une bobine de fil ou d'un solénoïde;
- déterminer le sens du champ magnétique d'une bobine de fil ou d'un solénoïde en tenant compte du sens du courant électronique ou conventionnel;
- déterminer le sens du courant électronique ou conventionnel à partir d'un diagramme du champ magnétique d'une bobine de fil ou d'un solénoïde.

❷

Inviter les élèves à expliquer dans leur carnet scientifique comment fonctionne un électroaimant et à décrire quelques applications courantes des électroaimants.



Résultats d'apprentissage spécifiques  
pour le bloc d'enseignement :

**Bloc P**  
**La force**  
**électromagnétique**

L'élève sera apte à :

**S3P-4-29** mener une expérience pour démontrer que, dans un champ électromagnétique,  $\vec{B} \propto I$ ;  
RAG : C2, C4

**S3P-4-30** décrire la force exercée sur un fil conducteur qui traverse un champ magnétique, entre autres  $F_B = B I l \sin \theta$ ;  
RAG : C2, C4

## Stratégies d'enseignement suggérées

### STRATÉGIE N° 1

#### En tête

❶ Faire une démonstration pour illustrer l'effet d'un champ magnétique sur un fil conducteur qui le traverse. Pour ce faire :

- construire un circuit électrique comprenant une feuille de papier d'aluminium repliée et suspendue entre deux supports universels;
- approcher un aimant en fer à cheval de sorte que la feuille de papier d'aluminium se trouve entre les deux extrémités;
- quand aucun courant ne passe par la feuille d'aluminium, il n'y a aucun effet;
- quand un courant passe par la feuille d'aluminium, il y a déviation vers le haut ou le bas selon la position relative des deux pôles.

D'autres démonstrations semblables se trouvent dans *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 604 et 605, ou *Physique 11*, p. 605 et 606.

Inviter les élèves à inscrire leurs observations de la démonstration dans leur carnet scientifique et à formuler des explications du phénomène.

#### En quête

❶ A) Proposer aux élèves de mener une expérience afin d'analyser la relation entre le champ magnétique et l'intensité du courant dans un champ électromagnétique (voir *Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé*, p. 662-664, ou *Physique 12*, p. 422 et 423). Leur indiquer qu'ils doivent compléter un rapport d'expérience (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.28, 11.29, 11.38 et 11.39).

B) Faire une mise en commun des explications proposées par les élèves dans la section « En tête » et expliquer le phénomène à l'aide de diagrammes.

C) Définir l'intensité du champ magnétique en termes quantitatifs comme une force par unité d'élément de courant, où  $I\ell$  est un élément de courant :  $\vec{B} = \frac{\vec{F}_B}{I\ell}$ . Au moyen d'un tableau de comparaison comme celui-ci, faire remarquer les ressemblances entre cette formule et celles qui sont employées pour l'intensité du champ gravitationnel et l'intensité du champ électrique.

	Symbole	Formule	Unités
Intensité du champ gravitationnel	$\vec{g}$	$\frac{\vec{F}_g}{m}$	$\frac{N}{kg}$
Intensité du champ électrique	$\vec{E}$	$\frac{\vec{F}_e}{q}$	$\frac{N}{C}$
Intensité du champ magnétique	$\vec{B}$	$\frac{\vec{F}_B}{I\ell}$	$\frac{N}{A \cdot m}$ ou T

D) Inviter les élèves à résoudre des problèmes au moyen de la formule  $\vec{B} = \frac{\vec{F}_B}{I\ell}$ .

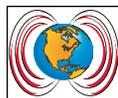
#### En fin

❶ Inviter les élèves à réviser les concepts des champs magnétiques et de l'électromagnétisme au moyen de l'annexe 24. Le corrigé figure à l'annexe 25.

OU

❷ Inviter les élèves à consacrer une page de leur carnet scientifique aux formules de physique et à y inscrire la formule  $\vec{B} = \frac{\vec{F}_B}{I\ell}$ .

OU



**S3P-4-31** définir l'intensité du champ magnétique en termes quantitatifs comme une force par unité d'élément de courant ( $\vec{B} = \frac{\vec{F}}{I\ell}$ , où  $I\ell$  est un élément de courant);  
RAG : C2, C4

**S3P-4-32** résoudre des problèmes grâce à l'équation  
 $\vec{F}_B = \vec{B} I \ell$ ;  
RAG : C2, C4

**S3P-0-2g** interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables.  
RAG : C3, C8

③

Inviter les élèves à dresser un tableau de comparaison des trois règles de la main gauche ou droite, par exemple :

	À quel type de courant s'applique-t-elle?	À quelle situation s'applique-t-elle?	Que représente le pouce?	Que représentent les doigts?
Règle de la main gauche n° 1	Courant électro-nique	Conduc-teur recti-ligne	Courant électro-nique	Champ magné-tique
Règle de la main gauche n° 2	Courant électro-nique	Bobine de fil ou solénoïde	Champ magné-tique	Courant électro-nique
Règle de la main droite n° 1	Courant conven-tionnel	Conduc-teur recti-ligne	Courant conven-tionnel	Champ magné-tique
Règle de la main droite n° 2	Courant conven-tionnel	Bobine de fil ou solénoïde	Champ magné-tique	Courant conven-tionnel

## Stratégies d'évaluation suggérées

①

Évaluer le rapport d'expérience des élèves à l'aide d'une grille d'évaluation (voir l'annexe 2). Porter une attention particulière à l'organisation des données et à l'analyse des résultats.

②

Inviter les élèves à décrire ce qui arriverait dans les situations ci-dessous :

Imagine que tu es :	une masse	une charge positive	un aimant
près de la Terre			
près d'une charge +			
près d'une charge -			
entre deux plaques parallèles de charges opposées			
près d'un pôle d'un aimant			
entre les deux pôles d'un aimant			
à l'intérieur d'un solénoïde			

③

Inviter les élèves à faire un test sommatif sur les champs gravitationnels, les champs électriques, les champs magnétiques et l'électromagnétisme. Leur remettre d'abord une description des résultats d'apprentissage qu'ils visent à atteindre.

