

# **PHYSIQUE**

**SPH3U**

**11<sup>e</sup> année**

**Direction du projet :** Claire Trépanier  
**Coordination :** Antoine Garwah  
**Recherche documentaire :** Geneviève Potvin  
**Équipe de rédaction :** Charles Renaud  
Louis Roberge  
Jean-Pierre Villeneuve  
**Consultation :** François Bradley  
Gaëtan Ducharme  
Carole Morrissette  
Bernard Raymond  
Lauria Raymond  
Louis-Pierre Sauvé  
**Première relecture :** Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques

Le ministère de l'Éducation de l'Ontario a fourni une aide financière pour la réalisation de ce projet mené à terme par le CFORP au nom des douze conseils scolaires de langue française de l'Ontario. Cette publication n'engage que l'opinion de ses auteures et auteurs.

Permission accordée au personnel enseignant des écoles de l'Ontario de reproduire ce document.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction</b> .....	5
<b>Cadre d'élaboration des esquisses de cours</b> .....	7
<b>Aperçu global du cours</b> .....	9
<b>Aperçu global de l'unité 1 : Mouvement et lois de Newton</b> .....	17
Activité 1.1 : Mouvement linéaire .....	20
Activité 1.2 : Forces et mouvement .....	27
Activité 1.3 : Introduction aux lois de Newton .....	32
Activité 1.4 : Applications des lois de Newton .....	36
Activité 1.5 : Applications de la cinématique et de la dynamique .....	40
<b>Aperçu global de l'unité 2 : Énergie mécanique</b> .....	43
Activité 2.1 : Travail et énergie .....	45
Activité 2.2 : Loi de la conservation de l'énergie mécanique .....	49
Activité 2.3 : Puissance et rendement .....	53
Activité 2.4 : Applications de l'énergie mécanique .....	57
Activité 2.5 : Tâche d'évaluation sommative - Mécanique .....	60
<b>Aperçu global de l'unité 3 : Ondes et transfert d'énergie</b> .....	67
Activité 3.1 : Caractéristiques des ondes .....	70
Activité 3.2 : Ondes sonores .....	75
Activité 3.3 : Résonance .....	80
Activité 3.4 : Vitesse des ondes .....	85
Activité 3.5 : Appareils acoustiques .....	89
<b>Aperçu global de l'unité 4 : Optique et système optique</b> .....	95
Activité 4.1 : Propagation et réflexion de la lumière .....	97
Activité 4.2 : Réfraction de la lumière .....	102
Activité 4.3 : Lentilles divergentes et convergentes .....	107
Activité 4.4 : Construction d'un appareil d'optique .....	111
Activité 4.5 : Recherche portant sur des appareils d'optique .....	115
<b>Aperçu global de l'unité 5 : Électromagnétisme</b> .....	121
Activité 5.1 : Concepts d'électromagnétisme .....	124
Activité 5.2 : Principe du moteur .....	129
Activité 5.3 : Induction électromagnétique .....	133
Activité 5.4 : Construction d'un prototype d'appareil électromagnétique .....	138
<b>Tableau des attentes et des contenus d'apprentissage</b> .....	145



## INTRODUCTION

Le ministère de l'Éducation (MÉO) dévoilait au début de 1999 les nouveaux programmes-cadres de 9<sup>e</sup> et de 10<sup>e</sup> année et en juin 2000 ceux de 11<sup>e</sup> et de 12<sup>e</sup> année. En vue de faciliter la mise en oeuvre de ce tout nouveau curriculum du secondaire, des équipes d'enseignantes et d'enseignants, provenant de toutes les régions de l'Ontario, ont été chargées de rédiger, de valider et d'évaluer des esquisses directement liées aux programmes-cadres du secondaire pour chacun des cours qui serviraient de guide et d'outils de travail à leurs homologues. Les esquisses de cours, dont l'utilisation est facultative, sont avant tout des suggestions d'activités pédagogiques, et les enseignantes et enseignants sont fortement invités à les modifier, à les personnaliser ou à les adapter au gré de leurs propres besoins.

Les esquisses de cours répondent aux attentes des systèmes scolaires public et catholique. Certaines esquisses de cours se présentent en une seule version commune aux deux systèmes scolaires (p. ex., *Mathématiques* et *Affaires et commerce*) tandis que d'autres existent en version différenciée. Dans certains cas, on a ajouté un préambule à l'esquisse de cours explicitant la vision catholique de l'enseignement du cours en question (p. ex., *Éducation technologique*) alors que, dans d'autres cas, on a en plus élaboré des activités propres aux écoles catholiques (p. ex., *Éducation artistique*). L'Office provincial de l'éducation catholique de l'Ontario (OPÉCO) a participé à l'élaboration des esquisses destinées aux écoles catholiques.

Chacune des esquisses de cours reprend en tableau les attentes et les contenus d'apprentissage du programme-cadre avec un système de codes qui lui est propre. Ce tableau est suivi d'un Cadre d'élaboration des esquisses de cours qui présente la structure des esquisses. Toutes les esquisses de cours ont un Aperçu global du cours qui présente les grandes lignes du cours et qui comprend, à plus ou moins cinq reprises, un Aperçu global de l'unité. Ces unités englobent diverses activités qui mettent l'accent sur des sujets variés et des tâches suggérées aux enseignantes ou enseignants ainsi qu'aux élèves dans le but de faciliter l'apprentissage et l'évaluation.

Toutes les esquisses de cours comprennent une liste partielle de ressources disponibles (p. ex., personnes-ressources, médias électroniques) qui a été incluse à titre de suggestion et que les enseignantes et enseignants sont invités à enrichir et à mettre à jour.

Étant donné l'évolution des projets du ministère de l'Éducation concernant l'évaluation du rendement des élèves et compte tenu que le dossier d'évaluation fait l'objet d'un processus continu de mise à jour, chaque esquisse de cours suggère quelques grilles d'évaluation du rendement ainsi qu'une tâche d'évaluation complexe et authentique à laquelle s'ajoute une grille de rendement.



## CADRE D'ÉLABORATION DES ESQUISSES DE COURS

APERÇU GLOBAL DU COURS	APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ	ACTIVITÉ
Espace réservé à l'école <i>(à remplir)</i>	Description et durée	Description et durée
Description/fondement	Domaines, attentes et contenus d'apprentissage	Domaines, attentes et contenus d'apprentissage
Titres, descriptions et durée des unités	Titres et durée des activités	Notes de planification
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage	Liens	Déroulement de l'activité
Évaluation du rendement de l'élève	Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves	Annexes
Ressources	Évaluation du rendement de l'élève	
Application des politiques énoncées dans <i>ÉSO</i> - 1999	Sécurité	
Évaluation du cours	Ressources	
	Annexes	



## APERÇU GLOBAL DU COURS (SPH3U)

### Espace réservé à l'école (à remplir)

École :

Conseil scolaire de district :

Section :

Chef de section :

Personne(s) élaborant le cours :

Date :

Titre du cours : Physique

Année d'études : 11<sup>e</sup>

Type de cours : Préuniversitaire

Code de cours de l'école :

Programme-cadre : Sciences

Date de publication : 2000

Code de cours du Ministère : SPH3U

Valeur en crédit : 1

Cours préalable : Sciences, 10<sup>e</sup> année, cours théorique

### Description/fondement

Ce cours aide l'élève à comprendre les concepts de base de la physique. L'élève étudie les lois de la dynamique et apprend les divers types de force, le calcul de l'énergie (mécanique, sonore, lumineuse, thermique et électrique), les formes d'énergie, ainsi que leur transformation et transmission. Il ou elle améliore ses compétences en matière de recherche scientifique en vérifiant les lois étudiées et en résolvant les problèmes qu'on lui présente et ceux que soulèvent ses recherches. En outre, l'élève analyse les rapports entre la physique et la technologie, et examine l'incidence des applications techniques de la physique à la société et l'environnement.

### Titres, descriptions et durée des unités

#### Unité 1 : Mouvement et lois de Newton

**Durée : 24 heures**

Cette unité porte sur la dynamique et les causes du mouvement. L'élève applique les concepts de vecteurs et les principes des forces mécaniques. Il ou elle analyse les lois du mouvement de Newton et résout des problèmes pratiques sur la deuxième loi de Newton. L'élève met les principes étudiés en pratique dans des applications technologiques tirées de la vie courante.

#### Unité 2 : Énergie mécanique

**Durée : 20 heures**

Cette unité porte sur le travail, sur l'énergie mécanique et ses transformations, ainsi que sur le rendement énergétique et la puissance. L'élève fait des expériences sur les transformations d'énergie et sur le rendement énergétique, résout des problèmes pratiques et effectue des

recherches sur les applications de l'énergie mécanique dans la vie courante et dans la technologie moderne.

### **Unité 3 : Ondes et transfert d'énergie**

**Durée : 20 heures**

Cette unité porte sur les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques. L'élève fait des expériences pour étudier les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques et des ondes sonores. Il ou elle détermine expérimentalement la vitesse de propagation d'une onde. Il ou elle résout des problèmes pratiques portant sur les ondes mécaniques et effectue des recherches afin de découvrir des applications pratiques de la résonance dans la vie courante.

### **Unité 4 : Optique et système optique**

**Durée : 22 heures**

Cette unité porte sur la propagation rectiligne de la lumière, sur la réflexion et la réfraction ainsi que sur les instruments d'optique. L'élève expérimente à l'aide de plusieurs exemples de réfraction et de réflexion totale, et analyse une variété de phénomènes naturels. Il ou elle examine les caractéristiques d'images formées par des lentilles, construit un prototype d'un appareil d'optique et fait une recherche sur des applications de l'optique dans la vie courante.

### **Unité 5 : Électromagnétisme**

**Durée : 24 heures**

Cette unité porte sur l'électricité et le magnétisme, ainsi que sur les quantités physiques des lois de l'électromagnétisme et de l'induction électromagnétique. L'élève fait des expériences pour montrer les caractéristiques et les propriétés des champs magnétiques et de l'induction électromagnétique. Il ou elle construit un prototype d'un dispositif dont le fonctionnement est basé sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique.

## **Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**

Dans ce cours, l'enseignant ou l'enseignante privilégie diverses stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Parmi les plus adaptées à ce cours, il convient de noter les suivantes :

- enseignement magistral
- devoirs
- remue-méninges
- recherche
- enseignement par les pairs
- travail en équipe
- résolution de problèmes
- démonstration
- manipulation
- expérience en laboratoire
- discussion
- utilisation de logiciels propres à la physique
- mémorisation

## **Évaluation du rendement de l'élève**

«Un système d'évaluation et de communication du rendement bien conçu s'appuie sur des attentes et des critères d'évaluation clairement définis.» (*Planification des programmes et évaluation - Le curriculum de l'Ontario de la 9<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> année, 2000, p. 16-19*) L'évaluation sera basée sur les attentes du curriculum en se servant de la grille d'évaluation du programme-cadre.

Le personnel enseignant doit utiliser des stratégies d'évaluation qui :

- portent sur la matière enseignée et sur la qualité de l'apprentissage des élèves;
- tiennent compte de la grille d'évaluation du programme-cadre correspondant au cours, laquelle met en relation quatre grandes compétences et les descriptions des niveaux de rendement;
- sont diversifiées et échelonnées tout le long des étapes de l'évaluation pour donner aux élèves des possibilités suffisantes de montrer l'étendue de leur acquis;
- conviennent aux activités d'apprentissage, aux attentes et aux contenus d'apprentissage, de même qu'aux besoins et aux expériences des élèves;
- sont justes pour tous les élèves;
- tiennent compte des besoins des élèves en difficulté, conformément aux stratégies décrites dans leur plan d'enseignement individualisé;
- tiennent compte des besoins des élèves qui apprennent la langue d'enseignement;
- favorisent la capacité de l'élève à s'autoévaluer et à se fixer des objectifs précis;
- reposent sur des échantillons des travaux de l'élève qui illustrent bien son niveau de rendement;
- servent à communiquer à l'élève la direction à prendre pour améliorer son rendement;
- sont communiquées clairement aux élèves et aux parents au début du cours et à tout autre moment approprié pendant le cours.

La grille d'évaluation du rendement sert de point de départ et de cadre aux pratiques permettant d'évaluer le rendement des élèves. Cette grille porte sur quatre compétences, à savoir : connaissance et compréhension; réflexion et recherche; communication; et mise en application. Elle décrit les niveaux de rendement pour chacune des quatre compétences. La description des niveaux de rendement sert de guide pour recueillir des données et permet au personnel enseignant de juger de façon uniforme de la qualité du travail réalisé et de fournir aux élèves et à leurs parents une rétroaction claire et précise.

Le niveau 3 (70 %-79 %) constitue la norme provinciale. Les élèves qui n'atteignent pas le niveau 1 (moins de 50 %) à la fin du cours n'obtiennent pas le crédit de ce cours. Une note finale est inscrite à la fin de chaque cours et le crédit correspondant est accordé si l'élève a obtenu une note de 50 % ou plus. Pour chaque cours de la 9<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> année, la note finale sera déterminée comme suit :

- Soixante-dix pour cent de la note est le pourcentage venant des évaluations effectuées tout le long du cours. Cette proportion de la note devrait traduire le niveau de rendement le plus fréquent pendant la durée du cours, bien qu'il faille accorder une attention particulière aux plus récents résultats de rendement.
- Trente pour cent de la note est le pourcentage venant de l'évaluation finale qui prendra la forme d'un examen, d'une activité, d'une dissertation ou de tout autre mode d'évaluation approprié et administré à la fin du cours.

Dans tous leurs cours, les élèves doivent avoir des occasions multiples et diverses de montrer à quel point elles ou ils ont satisfait aux attentes du cours, et ce, pour les quatre compétences. Pour évaluer de façon appropriée le rendement de l'élève, l'enseignant ou l'enseignante utilise une variété de stratégies se rapportant aux types d'évaluation suivants :

### évaluation diagnostique

- courtes activités au début de l'unité pour vérifier les acquis préalables (p. ex., questionnaire, discussion et exercice)

### évaluation formative

- activités continues, individuelles ou en équipes (p. ex., autoévaluation, questions et réponses, rapport de laboratoire, expériences de laboratoire, graphiques, présentations orales)
- objectivation : processus d'autoévaluation permettant à l'élève de se situer quant aux attentes ciblées par les activités d'apprentissage suivies par le code (O) (p. ex., questionnaire, liste ou grille de vérification)

### évaluation sommative

- activités continues, mais particulièrement en fin d'activités ou en fin d'unité, à l'aide de divers moyens (p. ex., épreuves, expériences de laboratoire, projet de recherche, vérification des techniques en laboratoire et des techniques de sécurité)

## Ressources

L'enseignant ou l'enseignante fait appel à plus ou moins quatre types de ressources à l'intérieur du cours. Ces ressources sont davantage détaillées dans chaque unité. Dans ce document, les ressources suivies d'un astérisque (\*) sont en vente à la Librairie du Centre du CFORP. Celles suivies de trois astérisques (\*\*\*) ne sont en vente dans aucune librairie. Allez voir dans votre bibliothèque scolaire.

### Manuels pédagogiques

HIRSCH, Alan J., *Physique et le monde moderne*, Montréal, Guérin, 1991, 641 p. \*

MARTINDALE, D., et al., *Éléments de physique cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., Montréal, Les éditions de la Chenelière, 1992, 773 p. \*

### Ouvrages généraux de référence et de consultation

BOUCHARD, Régent, *La physique et vous*, Montréal, Lidec, 1986, 200 p. \*

BENSON, H., et al., *Physique, Mécanique*, 2<sup>e</sup> éd., Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique, 1999, 588 p. \*

BOISCLAIR, Gilles, et Jocelyne PAGÉ, *Guide des sciences expérimentales*, 2<sup>e</sup> éd., Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique, 1998, 199 p. \*

BOISVERT, Camille, et Paul BOISVERT, *Physique 534, Mécanique 1 : Guide d'enseignement*, Montréal, Les Éditions HRW, 220 p.

BOISVERT, Camille, et Paul BOISVERT, *Physique 534, Mécanique 2 : Guide d'enseignement*, Montréal, Les Éditions HRW, 224 p. \*

CASTONGUAY, Rino, et Léonard GALLANT,  *$E = mc^2$  Introduction à la physique*, Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique inc., 1990, 510 p. \*\*\*

CYR, Camil, et Roger LANTHIER, *Physique 534, Optique et système optique 1 : Guide d'enseignement*, Montréal, Les Éditions HRW, 220 p. \*\*\*

GAGNON, Jean-Marie, et Réjean GAUDETTE, *Guide pour la rédaction d'un rapport scientifique*, Montréal, Les éditions de la Chenelière, 1995, 89 p. \*

HABER-SCHAIM, Uri, *et al.*, *Physique PSSC*, 3<sup>e</sup> éd., Anjou, Les Éditions CEC, 1994, 607 p. \*

HOLTON, G., *Les concepts du mouvement Série HPP, tome 1*, Montréal, Institut de recherche psychologique, 1980, 70 p.

LEMAY, Bernadette, *La boîte à outils*, Esquisse de cours 9<sup>e</sup>, Vanier, CFORP, 1999. \*

MARTINDALE, David, *et al.*, *Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé*, Guérin, 1992, 823 p. \*

### **Médias électroniques**

CÉGEP Saint-Jérôme. (consulté le 13 février 2001)  
<http://cours.cstj.net/203-301-r.f/partie2/chap5/section4.htm>  
<http://cours.cstj.net/203-201-r.f/partie3/chap11/concepts.htm>

CÉGEP Saint-Laurent. (consulté le 13 février 2001)  
<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/physique/hisGali.htm>

Club Internet. (consulté le 13 février 2001)  
<http://perso.club-internet.fr/pcampio1/fichests/fiche8/fiche8.htm>  
<http://perso.club-internet.fr/pcampio1/fichests/fiche9/fiche9.htm>

Conseil canadien des normes. (consulté le 13 février 2001)  
<http://www.scc.ca/indexf.html>

Cyberscol. (consulté le 13 février 2001)  
<http://galileo.cyberscol.qc.ca/Optique/accueil.html>  
[http://galileo.cyberscol.qc.ca/Optique/chap3html/4\\_perception4.html](http://galileo.cyberscol.qc.ca/Optique/chap3html/4_perception4.html)

Multimania. (consulté le 13 février 2001)  
[http://www.multimania.com/bnathalieb/seconde-iesp/pendule/Pendule\\_simple\\_EXAO.html](http://www.multimania.com/bnathalieb/seconde-iesp/pendule/Pendule_simple_EXAO.html)  
<http://www.multimania.com/cyberzoide/fizeau/effet.htm>  
<http://www.multimania.com/royalpcmontois/photo/photoobj.htm>  
<http://www.multimania.com/quanthomme/SPM2.htm>

Santé Canada. (consulté le 13 février 2001)  
[http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/lcdc/publicat/chirpp/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/lcdc/publicat/chirpp/index_f.html)

Schoolnet. (consulté le 13 février 2001)  
<http://www.schoolnet.ca/vp-pv/noeuds/f/index.html>  
<http://www.schoolnet.ca/vp-pv/noeuds/f/bc01002.htm>

Université Joseph Fourier. (consulté le 13 février 2001)  
<http://www-meca.ujf-grenoble.fr/data/frottements/>  
[http://magphy.ujf-grenoble.fr/cours\\_en\\_ligne/mecanique\\_analytique\\_fourcade/html/node56.html](http://magphy.ujf-grenoble.fr/cours_en_ligne/mecanique_analytique_fourcade/html/node56.html)

Université Louis Pasteur - Strasbourg. (consulté le 13 février 2001)  
[http://epgs.u-strasbg.fr/pedago/fiche1/ondes\\_sismiques.fr.html](http://epgs.u-strasbg.fr/pedago/fiche1/ondes_sismiques.fr.html)  
<http://semsci.u-strasbg.fr/electriq.htm>

Université du Québec. (consulté le 13 février 2001)  
<http://www.unites.uqam.ca/~sct/gravimetrie/theo.html>  
[http://www.uqac.quebec.ca/chimie/Physique\\_moderne/Chap\\_htm/CHAP\\_4.html](http://www.uqac.quebec.ca/chimie/Physique_moderne/Chap_htm/CHAP_4.html)  
<http://www.comm.uqam.ca/~GRAM/C/term/vid/vidt424.html>

Université de Sherbrooke. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.gci.usherb.ca/cours/Gin205/mecanique2%20chap4\\_fichiers/frame.htm#slide0044.htm](http://www.gci.usherb.ca/cours/Gin205/mecanique2%20chap4_fichiers/frame.htm#slide0044.htm)

[http://www.gci.usherb.ca/cours/Gin205/mecanique2%20chap5\\_fichiers/frame.htm#slide0057.htm](http://www.gci.usherb.ca/cours/Gin205/mecanique2%20chap5_fichiers/frame.htm#slide0057.htm)

[http://www.physique.usherb.ca/MCM/intro\\_champ\\_mag.htm](http://www.physique.usherb.ca/MCM/intro_champ_mag.htm)

Wanadoo et Moi. (consulté le 13 février 2001)

<http://perso.wanadoo.fr/laurent.buchard/newphys.html#LesFrottements>

<http://perso.wanadoo.fr/pierre.sauvecanne/enerpot.html>

[http://perso.wanadoo.fr/jean-luc.schildknecht/Bases\\_en\\_acoustique.htm](http://perso.wanadoo.fr/jean-luc.schildknecht/Bases_en_acoustique.htm)

<http://perso.wanadoo.fr/altair2000/vtext/biblio/refraction.html>

[http://perso.wanadoo.fr/physique.chimie/Cours\\_de\\_physique/](http://perso.wanadoo.fr/physique.chimie/Cours_de_physique/)

*Eurêka! : Ensemble 5*, tfo, BPN 176853.

*L'inertie*, tfo, BPN 435304, 30 min.

*L'énergie potentielle*, tfo, BPN 455314, coul., 30 min.

*La conservation de l'énergie*, tfo, BPN 435313, coul., 30 min.

*Eurêka : Ensemble 6*, tfo, BPN 176854, coul.

*Allô la Terre*, tfo, émissions 1-2-5, BPN 632514, BPN 632515, BPN 590880.

*Induction électromagnétique*, tfo, BPN 317305, 9:35 min.

*Le modèle électromagnétique*, tfo, BPN 247203, 9:35 min.

*L'électromagnétisme : l'induction*, tfo, BPN 317301 à BPN 317306.

*Magnétisme*, tfo, BPN 20-320300.

*Le magnétisme et le mouvement des électrons*, tfo, BPN 317302.

## **Application des politiques énoncées dans *ÉSO* - 1999**

Cette esquisse de cours reflète les politiques énoncées dans *Les écoles secondaires de l'Ontario de la 9<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> année - Préparation au diplôme d'études secondaires de l'Ontario, 1999* au sujet des besoins des élèves en difficulté d'apprentissage, de l'intégration des technologies, de la formation au cheminement de carrière, de l'éducation coopérative et de diverses expériences de travail, ainsi que certains éléments de sécurité.

## **Évaluation du cours**

L'évaluation du cours est un processus continu. Les enseignantes et les enseignants évaluent l'efficacité de leur cours de diverses façons, dont les suivantes :

- évaluation continue du cours par l'enseignant ou l'enseignante : ajouts, modifications, retraits tout le long de la mise en œuvre de l'esquisse de cours (sections Stratégies d'enseignement et d'apprentissage ainsi que Ressources, Activités, Applications à la région);
- évaluation du cours par les élèves : sondages au cours de l'année ou du semestre;
- rétroaction à la suite des tests provinciaux;
- examen de la pertinence des activités d'apprentissage et des stratégies d'enseignement et d'apprentissage (dans le processus des évaluations formative et sommative des élèves);
- échanges avec les autres écoles utilisant l'esquisse de cours;
- autoévaluation de l'enseignant et de l'enseignante;
- visites d'appui des collègues ou de la direction et visites aux fins d'évaluation de la direction;

- évaluation du degré de réussite des attentes et des contenus d'apprentissage des élèves (p. ex., après les tâches d'évaluation de fin d'unité et l'examen synthèse).

De plus, le personnel enseignant et la direction de l'école évaluent de façon systématique les méthodes pédagogiques et les stratégies d'évaluation du rendement de l'élève.



## APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 1 (SPH3U)

### Mouvement et lois de Newton

#### Description

**Durée :** 24 heures

Cette unité porte sur la dynamique et les causes du mouvement. L'élève applique les concepts de vecteurs et les principes des forces mécaniques. Il ou elle analyse les lois du mouvement de Newton et résout des problèmes pratiques sur la deuxième loi de Newton. L'élève met les principes étudiés en pratique dans des applications technologiques tirées de la vie courante.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12

**Domaine :** Dynamique

**Attentes :** SPH3U-D-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-D-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7  
SPH3U-D-Acq.1 - 2 - 3 - 4  
SPH3U-D-Rap.1 - 2 - 3

#### Titres des activités

#### Durée

<b>Activité 1.1 :</b> Mouvement linéaire	400 minutes
<b>Activité 1.2 :</b> Forces et mouvement	400 minutes
<b>Activité 1.3 :</b> Introduction aux lois de Newton	240 minutes
<b>Activité 1.4 :</b> Applications des lois de Newton	320 minutes
<b>Activité 1.5 :</b> Applications de la cinématique et de la dynamique	80 minutes

#### Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'intégration de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (**AC**), la technologie (**T**), les perspectives d'emploi (**PE**) et les autres matières (**AM**) lors de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

## Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer conjointement les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. Il ou elle s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon prudente d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire.

L'enseignant ou l'enseignante doit :

- préciser, si nécessaire, les règles de sécurité pour chacune des activités de cette unité;
- discuter du comportement approprié au laboratoire (p. ex., ne pas boire ni manger, agir calmement);
- déterminer où se trouvent les appareils de sécurité (p. ex., extincteur);
- inviter l'élève à rapporter tout incident pouvant affecter la sécurité;
- revoir avec l'élève les techniques appropriées pour manipuler des appareils électriques;
- vérifier le matériel de laboratoire nécessaire pour assurer la sécurité;
- porter des lunettes de protection et des manteaux de laboratoire;
- discuter avec l'élève d'allergies et de toute autre condition médicale pouvant poser un problème à l'occasion de certaines expériences et prendre les mesures appropriées;
- revoir les plans d'évacuation du laboratoire;
- discuter avec l'élève des consignes de sécurité élaborées selon le SIMDUT;
- demander à l'élève de libérer sa surface de travail de tout objet inutile et de ne conserver que le matériel nécessaire à la manipulation;
- nettoyer et ranger le matériel;
- s'assurer que les robinets à gaz et les commutateurs électriques sont bien fermés;
- insister pour que l'élève lise le texte complet d'une activité avant de l'entreprendre;
- s'assurer de ne jamais laisser une expérience en cours sans surveillance;
- s'assurer que l'élève ne s'écarte jamais du protocole à moins que l'enseignant ou l'enseignante le suggère;

- demander à l'élève de manipuler les lasers avec précaution (ne jamais les pointer directement dans les yeux de quelqu'un).

## **Ressources**

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

### **Médias électroniques**

Chez.com. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.chez.com/deces/publications/these/mesure\\_frottement.html](http://www.chez.com/deces/publications/these/mesure_frottement.html)

Cité Sciences. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.cite-sciences.fr/apprendre/francais/createurs/temps/eetoiles.htm>

DeltaLab. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.deltalab.fr/wm/modele06.htm>

École Centrale de Lyon. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.ec-lyon.fr/tribologie/HTML/french/frottement.html>

École Polytechnique Fédérale de Lausanne. (consulté le 13 février 2001)

[http://dpwww.epfl.ch/cours/ansermet/mecanique\\_99-00/html\\_texts/newpage2.html](http://dpwww.epfl.ch/cours/ansermet/mecanique_99-00/html_texts/newpage2.html)

Édunet. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.edunet.tn/ressources/formation/edutic1/modules/applets/appphysique/physique.htm>

Multimédia. (consulté le 13 février 2001)

<http://eurekam.multimania.com/Physique/p1.htm>

Présence Web. (consulté le 13 février 2001)

[http://presenceweb.qc.ca/physique/capsules/newt\\_3.html](http://presenceweb.qc.ca/physique/capsules/newt_3.html)

Université Laval. (consulté le 13 février 2001)

[http://wwwrobot.gmc.ulaval.ca/recherche/parallele\\_f.html](http://wwwrobot.gmc.ulaval.ca/recherche/parallele_f.html)

Université de Liège. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.unil.ch/sc/pages/bazar/articles/phys/astronomie/loinewton.htm>

## ACTIVITÉ 1.1 (SPH3U)

### Mouvement linéaire

#### Description

**Durée :** 400 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse les concepts du mouvement, fait des expériences et trace des graphiques pour décrire le mouvement linéaire. Il ou elle amorce un projet de recherche sur les applications technologiques de la dynamique et de la cinématique.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.7 - 8 - 9

**Domaine :** Dynamique

**Attentes :** SPH3U-D-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-D-Comp.1 - 2 - 3  
SPH3U-D-Acq.3  
SPH3U-D-Rap.3

#### Notes de planification

##### *Projet de recherche*

- Rédiger des questions en vue d'animer une discussion portant sur les métiers ou les sports où une connaissance des principes du mouvement est nécessaire (p. ex., course d'automobiles, jouets mécaniques, baseball, course).
- Déterminer la marche à suivre et le calendrier du projet de recherche de l'unité.
- Dresser une liste d'exemples d'objets technologiques utilisant les principes de la dynamique (p. ex., ceinture de sécurité, freins, souliers de course, pneus d'hiver, pneus d'été).

##### *Cinématique et dynamique*

- Se procurer :
  - un jouet motorisé qui se déplace à une vitesse constante (p. ex., automobile, avion);
  - le matériel pour faire les expériences suivantes :
    - le mouvement uniforme;
    - le mouvement d'accélération uniforme.
- Préparer la marche à suivre pour faire des expériences sur :
  - le mouvement uniforme;
  - le mouvement d'accélération uniforme.

- Préparer des exercices portant sur :
  - les vecteurs et les scalaires;
  - la cinématique.
- Réserver les calculatrices graphiques, les interfaces analogiques-numériques et les sondes appropriées (p. ex., accéléromètre numérique, détecteur photoélectrique, détecteur de mouvement à infrarouge ou à ultrason).
- Rédiger une épreuve sur la cinématique.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer l'épreuve.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

#### *Projet de recherche de l'unité*

- Présenter le projet de recherche de l'unité : effectuer une recherche sur les applications technologiques de la dynamique et de la cinématique.
- Présenter le but de la recherche (p. ex., faire une synthèse de l'unité, lire et s'informer, montrer ses capacités de comprendre, lire et comprendre, résumer, présenter, prendre position, présenter et défendre des idées, communiquer, appliquer les concepts vus).
- Présenter ses critères d'évaluation :
  - la présentation;
  - l'explication du fonctionnement de la technologie;
  - les lois de physique entrant en jeu;
  - l'utilisation du vocabulaire approprié;
  - des suggestions d'amélioration de la technologie.
- Présenter une marche à suivre et un calendrier du projet :
  - choisir le sujet;
  - préparer un plan de travail;
  - faire sa recherche de façon indépendante tout le long de l'unité, à l'extérieur des heures de classe;
  - informer régulièrement l'enseignant ou l'enseignante de son progrès;
  - monter un dossier pour recueillir les informations;
  - respecter les échéances;
  - rédiger un rapport écrit pour présenter les résultats de sa recherche.
- Présenter une liste de sujets possibles (p. ex., système de freinage antiblocage, appuie-tête d'auto, coussin de sécurité gonflable dans une voiture, ressorts dans les pare-chocs, pneus spécialisés).

#### *Cinématique et dynamique*

- Faire une démonstration à l'aide d'activités basées sur l'utilisation d'un jouet motorisé (p. ex., automobile, avion).
- Demander à l'élève de trouver un moyen de déterminer la vitesse du jouet. **(ED)**
- Animer une discussion au sujet de la vitesse du jouet et de la grandeur de la force qui le fait se déplacer.
- Poursuivre l'échange en faisant ressortir la différence entre la cinématique et la dynamique.

- Définir la cinématique et la dynamique à l'aide d'exemples et demander à l'élève d'en donner d'autres.

## **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

### *Scalars et vecteurs*

- Définir, à l'aide d'exemples, un vecteur et un scalaire, et faire la distinction entre ces deux quantités physiques.
- Représenter un vecteur au tableau et expliquer le symbole associé à une quantité vectorielle (p. ex.,  $\vec{g}$ ).
- Demander à l'élève de donner des exemples de vecteurs et de scalaires, et corriger l'exercice, au besoin. **(EF)**
- Présenter les éléments d'un vecteur.
- Expliquer l'addition de vecteurs, algébriquement et à l'aide d'un diagramme vectoriel, et en donner des exemples.
- Résoudre des problèmes d'addition de vecteurs au tableau et en expliquer les détails.
- Demander à l'élève de résoudre quelques problèmes d'addition de vecteurs et corriger ses réponses en classe. **(EF)**
- Assigner un exercice portant sur l'addition de vecteurs, circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

### *Mouvement uniforme et mouvement d'accélération uniforme*

- À l'aide d'exemples et de démonstrations, faire la distinction entre le mouvement uniforme et le mouvement d'accélération uniforme, et demander à l'élève de donner des exemples.
- Définir les termes ci-après à l'aide d'exemples : *distance, déplacement, vecteur, vitesse et accélération*.
- Analyser, avec l'élève, les formules de vitesse et d'accélération en déterminant les variables et leur unité de mesure.
- Résoudre, au tableau, des exemples de vitesse et d'accélération, et demander à l'élève de faire quelques problèmes en détaillant les étapes de la solution.
- Demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Assigner un exercice portant sur le mouvement uniforme, le mouvement d'accélération uniforme, la vitesse et l'accélération, et corriger les réponses en classe. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur le mouvement uniforme (p. ex., mesurer la vitesse d'une personne qui marche à une vitesse constante ou d'une voiture qui se déplace à une vitesse constante).
- Demander à l'élève de tracer le graphique du déplacement en fonction du temps et de faire une analyse de ce graphique.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience portant sur un mouvement d'accélération uniforme (p. ex., un chariot qui descend un plan incliné, un chariot tiré par un poids) et de tracer les graphiques suivants :
  - déplacement en fonction du temps;
  - vitesse en fonction du temps.

- Demander à l'élève d'analyser les deux graphiques de l'expérience sur le mouvement d'accélération uniforme (p. ex., la forme, les sections) et de remettre les résultats de son analyse pour les faire évaluer. **(EF)**
- Expliquer, à l'aide de graphiques, les vitesses moyenne et instantanée, ainsi que les accélérations uniforme et moyenne.
- Expliquer, à l'aide d'exemples :
  - le calcul de la vitesse en déterminant la pente d'une ligne droite d'un graphique du déplacement en fonction du temps;
  - le calcul de l'accélération en déterminant la pente d'une ligne droite d'un graphique de la vitesse en fonction du temps.
- Demander à l'élève de se servir des graphiques tracés pour calculer :
  - des vitesses instantanées;
  - des vitesses moyennes;
  - des accélérations.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Encourager l'élève à utiliser l'ordinateur et un logiciel de tableur pour :
  - faire des tableaux de résultats;
  - tracer des graphiques;
  - calculer des vitesses et des accélérations. **(AM)**
- Présenter un exercice portant sur la cinématique et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

### *Généralisations*

- Animer une discussion de classe sur les métiers ou les sports où la connaissance des principes de la cinématique est nécessaire (p. ex., course d'automobiles, jouets mécaniques, baseball, course). **(T) (PE)**
- Demander à l'élève de faire un résumé des concepts et des termes vus dans cette activité et de comparer son résumé avec celui de ses pairs. **(O)**
- Rappeler à l'élève de travailler sur son projet de recherche de l'unité à l'extérieur des heures de classe.

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer une épreuve et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation de l'épreuve. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet du mouvement linéaire, à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - distinguer le concept de cinématique du concept de dynamique;
    - définir les termes suivants : *vecteur, scalaire, déplacement, vitesses moyenne et instantanée* ainsi qu'*accélérations uniforme et moyenne*;
    - décrire et expliquer les mouvements rectilignes uniformes et d'accélération uniforme et exprimer quantitativement les relations entre le déplacement, le vecteur vitesse, l'accélération et le temps;

- analyser, à l'aide de diagrammes vectoriels, des mouvements uniformes dans le plan horizontal;
- appliquer les concepts de pente aux graphiques de mouvement.
- Recherche
  - résoudre des problèmes de cinématique.
- Communication
  - présenter les données dans un tableau et un graphique (d-t et v-t).
  - tracer et interpréter un graphique qui décrit des mouvements rectilignes uniformes et d'accélération uniforme;
  - utiliser le vocabulaire approprié à la cinématique.
- Rapprochement
  - décrire et évaluer les répercussions économiques, environnementales et sociales des procédés et des technologies dans les systèmes de transports (y compris les dispositifs de sécurité) et dans les loisirs.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Faire effectuer une recherche dans Internet ou au centre de ressources pour que l'élève puisse décrire et évaluer les répercussions économiques, environnementales et sociales des procédés et des technologies utilisant la cinématique, dans les systèmes de transports et dans les loisirs. **(T)**
- Demander à l'élève de mesurer la vitesse d'une voiture, à l'aide d'un chronomètre, d'une sonde de détection du mouvement et d'une calculatrice graphique. **(T) (AM)**
- Demander à l'élève de créer, à l'ordinateur, une simulation d'un mouvement uniforme ou de créer une simulation d'un mouvement d'accélération uniforme. **(T)**
- Suggérer à l'élève de concevoir un appareil pour mesurer l'accélération ou la décélération d'une voiture. **(T)**

### **Annexes**

**(Espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

Annexe SPH3U-1.1.1 : Grille d'évaluation adaptée - Mouvement linéaire

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
<b><i>Connaissance et compréhension</i></b>				
L'élève : - distingue la cinématique de la dynamique. - définit les termes suivants : <i>vecteur, scalaire, déplacement, vitesses moyenne et instantanée, accélérations uniforme et moyenne.</i> - décrit et explique les mouvements rectilignes uniformes et d'accélération uniforme et exprime quantitativement les relations entre le déplacement, le vecteur vitesse, l'accélération et le temps. - analyse, à l'aide de diagrammes vectoriels, des mouvements uniformes dans le plan horizontal. - applique les concepts de pente aux graphiques de mouvement.	L'élève montre une <b>compréhension limitée</b> des concepts de la mécanique; il ou elle applique <b>rarement</b> les concepts de cinématique.	L'élève montre une <b>compréhension partielle</b> des concepts de la mécanique; il ou elle applique <b>parfois</b> les concepts de cinématique.	L'élève montre une <b>compréhension générale</b> des concepts de la mécanique; il ou elle applique <b>souvent</b> les concepts de cinématique.	L'élève montre une <b>compréhension approfondie</b> des concepts de la mécanique; il ou elle applique <b>toujours ou presque toujours</b> les concepts de cinématique.

<b>Recherche</b>				
L'élève : - interprète, en les représentant graphiquement, des données expérimentales de relations linéaires et non linéaires pour déduire le mouvement d'un objet. - résout des problèmes de cinématique.	L'élève applique <b>un nombre limité</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche et applique les habiletés et les procédés techniques avec une <b>compétence limitée</b> .	L'élève applique <b>certaines</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche et applique les habiletés et les procédés techniques avec une <b>certaine compétence</b> .	L'élève applique <b>la plupart</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche et applique les habiletés et les procédés techniques avec une <b>grande compétence</b> .	L'élève applique <b>toutes ou presque toutes</b> les habiletés et les stratégies propres à la recherche et applique les habiletés et les procédés techniques avec une <b>très grande compétence</b> .
<b>Communication</b>				
L'élève : - trace et interprète un graphique qui décrit un mouvement rectiligne uniforme et d'accélération uniforme. - utilise le vocabulaire approprié se rapportant à la cinématique.	L'élève utilise la terminologie propre à la cinématique avec <b>peu d'exactitude et une efficacité limitée</b> .	L'élève utilise la terminologie propre à la cinématique avec une <b>certaine exactitude et efficacité</b> .	L'élève utilise la terminologie propre à la cinématique avec une <b>grande exactitude et efficacité</b> .	L'élève utilise la terminologie propre à la cinématique avec une <b>très grande exactitude et efficacité</b> .
<b>Rapprochements</b>				
L'élève : - décrit et évalue les répercussions économiques, environnementales et sociales des procédés et des technologies dans les systèmes de transports, y compris les dispositifs de sécurité, et dans les loisirs.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une <b>efficacité limitée</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie avec une <b>compétence limitée</b> .	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une <b>certaine efficacité</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie avec une <b>certaine compétence</b> .	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une <b>grande efficacité</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie avec une <b>grande compétence</b> .	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une <b>très grande efficacité</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie avec une <b>très grande compétence</b> .
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

## ACTIVITÉ 1.2 (SPH3U)

### Forces et mouvement

#### Description

**Durée :** 400 minutes

Dans cette activité, l'élève détermine et décrit les forces fondamentales de la nature, découvre le concept de la force au moyen de démonstrations, trace des diagrammes de la force et les applique à des objets, dans des situations concrètes, liant les concepts de vecteur de vitesse, d'accélération et de force non équilibrée. Il ou elle résout des problèmes de vecteurs de forces et d'accélération.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

**Domaine :** Dynamique

**Attentes :** SPH3U-D-A.1 - 2

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-D-Comp.1 - 4 - 5 - 6  
SPH3U-D-Acq.1  
SPH3U-D-Rap.2

#### Notes de planification

- Préparer un ensemble de démonstrations afin de présenter la notion vectorielle de force, de poids et de gravité, et de présenter l'unité de force.
- Préparer une activité permettant de présenter des situations où les objets sont en mouvement.
- Préparer un ou des exemples de diagramme de force basés sur des objets montrés.
- Préparer un ou des exemples de vecteurs de force.
- Se procurer :
  - un dynamomètre;
  - un pèse-personne;
  - un tableau présentant l'accélération de la gravité à différents endroits de la Terre.
- Préparer le matériel et la marche à suivre pour faire des expériences sur :
  - le poids, la masse et la force de gravité;
  - les diagrammes de forces basés sur un objet;
  - la détermination du coefficient de frottement;
  - le mouvement linéaire et le frottement;
- Préparer le matériel pour faire une expérience sur les variables qui influencent le mouvement d'un corps.

- Préparer des exercices portant sur :
  - le poids, la masse et la force de gravité;
  - les diagrammes de forces;
  - le frottement et le coefficient de frottement.
- Préparer un travail de classe sur les forces et le mouvement.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer un travail de classe.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Rappeler à l'élève de rencontrer l'enseignant ou l'enseignante pour l'informer de son progrès dans son projet de recherche de l'unité.
- Illustrer, de façon concrète, des forces qu'on rencontre dans la vie courante (p. ex., laisser tomber un objet, pousser un objet).
- Animer un remue-méninges dans le but d'amener l'élève à nommer certaines forces (p. ex., d'attraction, de répulsion, musculaire, de traction, magnétique, électrique, de collision) et à les classer dans un tableau des forces fondamentales (forces gravitationnelle, électrique et nucléaire faible). **(ED)**
- Demander à l'élève de suggérer des titres pour classer les forces (p. ex., force de contact, force à distance, force de gravité).
- Présenter, à l'aide d'exemples, quelques catégories de forces fondamentales de la nature (p. ex., forces gravitationnelle, électrique, nucléaire forte, nucléaire faible) et en donner une brève description.
- Classer les forces sous les catégories auxquelles elles se rapportent.
- Demander à l'élève de donner des exemples de chaque catégorie de forces.

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

- Expliquer les consignes de sécurité à observer pour faire l'activité.

#### *Force gravitationnelle*

- Présenter et expliquer, à l'aide de diagrammes, la force de gravité.
- Présenter, à l'aide d'exemples, l'unité de force (le newton, N) et la notion vectorielle de force.
- Faire la distinction entre le poids et la masse d'un objet, et expliquer que le poids varie selon la force de gravité tandis que la masse est toujours constante.
- Montrer le fonctionnement d'un dynamomètre qui mesure le poids d'un objet.
- Montrer, à l'aide d'un dynamomètre et de différentes masses, la relation entre la force de gravité et la masse **(AM)** :
  - accrocher différentes masses à un dynamomètre et en mesurer le poids;
  - faire un tableau des résultats obtenus;
  - faire un graphique du poids en fonction de la masse, en se basant sur les résultats obtenus;
  - déterminer la pente du graphique;

- déterminer l'équation de la droite;
- déduire que  $F_g = mg$ .
- Présenter, à l'aide d'exemples, l'accélération due à la gravité et la relation entre le poids et la masse.
- Discuter des variations de  $\vec{g}$  et distribuer un tableau des valeurs de  $\vec{g}$  à plusieurs endroits sur la Terre.
- Trouver la masse d'un ou d'une élève volontaire à l'aide d'un pèse-personne.
- Demander à l'élève de calculer son poids (pesanteur), à plusieurs endroits sur la Terre, au moyen de la relation  $F_g = mg$  et de discuter de ses résultats avec ses pairs. **(EF)**
- Résoudre, au tableau, quelques problèmes portant sur la force de gravité, le poids, la masse et l'accélération due à la gravité.
- Assigner un exercice portant sur la force de gravité, le poids, la masse et l'accélération due à la gravité.
- Corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

#### *Forces et accélération d'un objet en mouvement*

- Présenter des situations dans lesquelles les objets sont en mouvement et au repos (p. ex., un livre au repos et un livre en mouvement, un livre qui est soulevé et un livre qui tombe).
- Expliquer les forces qui agissent sur des objets en mouvement.
- Demander à l'élève de nommer chaque force.
- Écrire les réponses de l'élève au tableau et les corriger au besoin. **(EF)**
- Dessiner les diagrammes des forces agissant sur des objets (p. ex., force de gravité, force de réaction à la gravité, force de frottement, force qui cause le déplacement).
- Demander à l'élève de faire la somme de ces forces et de tracer le vecteur d'accélération,  $\vec{a}$ .
- Faire noter la relation entre  $\sum \vec{F}$ , la somme des forces et  $\vec{a}$ , l'accélération. **(EF)**
- Résoudre, au tableau, quelques problèmes sur les diagrammes des forces et analyser le raisonnement de la solution.
- Assigner un exercice portant sur les diagrammes de forces.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Définir *force de frottement*, *frottement dynamique* et *coefficient de frottement*.
- Analyser, avec l'élève, le rôle du coefficient de frottement dans un mouvement uniforme et d'accélération uniforme.
- Résoudre, au tableau, des problèmes de forces de frottement.
- Assigner un exercice portant sur les forces de frottement et demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire des expériences sur :
  - le poids, la masse et la force de gravité;
  - les diagrammes de forces sur un objet;
  - la détermination du coefficient de frottement;
  - le mouvement linéaire et le frottement.
- Demander à l'élève de résumer l'expérience en un rapport comprenant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

### Généralisations

- Inviter l'élève à résoudre des problèmes de dynamique, à les corriger avec ses pairs et à revoir les concepts de l'activité en faisant un tableau synoptique. **(O)**
- Rappeler à l'élève de poursuivre son projet de recherche de l'unité à l'extérieur des heures de classe.

### Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un travail de classe portant sur la dynamique et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet des forces et du mouvement à l'aide d'un travail de classe en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir les termes suivants : *forces appliquées, force résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement*;
    - déterminer et décrire les forces fondamentales de la nature;
    - décrire et analyser la force de gravitation qui agit sur un objet près de la surface de la Terre et à une certaine distance de celle-ci;
    - déduire, à l'aide d'un diagramme de forces, le mouvement d'un objet en analysant les forces appliquées sur celui-ci.
  - Recherche
    - résoudre des problèmes de dynamique;
    - analyser un diagramme des forces agissant sur un objet.
  - Communication
    - interpréter un diagramme des forces;
    - utiliser le vocabulaire approprié à la dynamique;
    - utiliser un français correct.
  - Rapprochement
    - présenter des exemples tirés de la vie courante qui illustrent des conceptions ou des solutions technologiques se basant sur les principes de la dynamique.

### Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de trouver des articles portant sur des conceptions ou des solutions technologiques se basant sur les principes étudiés dans cette activité, de les lire, de rédiger un compte rendu des résultats de ses lectures, en suivant les consignes de rédaction d'un compte rendu apprises dans son cours de français. **(AC) (AM)**
- Demander à l'élève de tracer les diagrammes de forces et de nommer chacune d'elles dans une situation plus complexe, telle celle d'un chariot de manège. **(T) (AM)**
- Suggérer à l'élève de tracer les diagrammes des forces et de nommer chacune d'elles dans un objet :
  - au repos;
  - en mouvement linéaire uniforme;

- en mouvement linéaire d'accélération uniforme. **(T)**
- Demander à l'élève de tracer les diagrammes des forces et de nommer chacune d'elles agissant dans un ballon retenu par une corde et dans un ballon qui flotte librement.
- Demander à l'élève de faire le design d'un appareil qui analysera les forces agissant sur un objet. **(T)**

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 1.3 (SPH3U)

### Introduction aux lois de Newton

#### Description

**Durée :** 240 minutes

Dans cette activité, l'élève énonce les lois de Newton, explore l'inertie d'un objet dans des expériences et détermine les effets des forces équilibrées et non équilibrées sur un objet. Il ou elle explique la contribution de Galilée et de Newton aux études portant sur le mouvement et la force.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 12

**Domaine :** Dynamique

**Attentes :** SPH3U-D-A.1 - 2

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-D-Comp.7  
SPH3U-D-Acq.1  
SPH3U-D-Rap.1 - 2

#### Notes de planification

- Se procurer :
  - une masse de 1 kg;
  - une rondelle de neige sèche;
  - un jouet qui se déplace uniformément, en ligne droite.
- Préparer le matériel et la marche à suivre (voir Alan J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 94 à 121) pour faire des expériences portant sur :
  - la vérification de la première loi de Newton;
  - la vérification de la deuxième loi de Newton appliquée à la chute libre d'un objet;
  - la vérification de la troisième loi de Newton.
- Préparer des exercices portant sur :
  - la première loi de Newton;
  - la deuxième loi de Newton.
- Préparer un questionnaire dont une des consignes est d'expliquer un phénomène en fonction de la troisième loi de Newton et de déterminer l'objet qui exerce l'action et celui qui exerce la réaction (p. ex., ce qu'il advient lorsqu'une personne pousse une autre personne sur la glace).
- Préparer une présentation portant sur la contribution majeure de Newton dans l'élaboration de la troisième loi qui porte son nom, principalement, quant aux concepts de son époque

(p. ex., à l'époque de Galilée et encore à l'époque de Newton, il était courant de croire qu'un objet tombe parce que c'est dans sa nature de tomber et que, par exemple, un objet, qui est placé sur une table, ne tombe pas parce que c'est dans sa nature d'être immobile).

- Rédiger une épreuve à livre ouvert portant sur les lois de Newton.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer l'épreuve à livre ouvert.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Rappeler à l'élève de rencontrer l'enseignant ou l'enseignante pour l'informer de son progrès dans son projet de recherche de l'unité.
- Faire une démonstration au sujet du concept d'utilisation des forces dans le but de maintenir un objet au repos (p. ex., un objet placé sur une table, une personne assise sur une chaise).
- Faire une démonstration au sujet du concept d'utilisation d'une force dans le but de maintenir un objet en mouvement à une vitesse constante (p. ex., une rondelle de neige sèche qui glisse sur une surface lisse).
- Demander à l'élève d'analyser les variables des démonstrations en nommant les forces et leurs effets sur un corps. **(ED)**
- Expliquer, à l'aide d'exemples, le principe qui montre la résistance d'un objet au changement de son état de mouvement ou de son état de repos.
- Définir, à l'aide d'exemples, l'inertie d'un objet.
- Analyser, avec l'élève, les facteurs qui influencent l'inertie d'un objet.

## Expérimentation/Exploration/Manipulation

### *Première loi de Newton*

- Présenter la première loi de Newton et l'expliquer à l'aide d'exemples.
- Utiliser la première loi de Newton pour expliquer que la vitesse d'un objet soumis à des forces équilibrées ne change pas.
- Demander à l'élève de donner des exemples tirés de la vie courante où on applique la première loi de Newton. **(EF)**
- Assigner un exercice portant sur la première loi de Newton.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

### *Deuxième loi de Newton*

- Rouler une balle sur un plan incliné et demander à l'élève de nommer les forces agissant sur la balle (p. ex., force de gravité, force de frottement).
- Demander à l'élève d'analyser les forces agissant sur la balle et de décrire le mouvement de la balle tout le long du plan (p. ex., la direction, la grandeur).
- Demander à l'élève de déterminer les facteurs qui influencent le mouvement de la balle.
- Faire une mise en commun **(EF)**, énoncer la deuxième loi de Newton et en présenter la formule ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ).

- Expliquer la formule, les variables et l'unité physique de chaque variable.
- Définir, à l'aide d'exemples, une force équilibrée et une force non équilibrée.
- Expliquer les conséquences de la deuxième loi de Newton quant à la prédiction de l'accélération d'un corps soumis à une force constante non équilibrée.
- Demander à l'élève d'expliquer ce qu'il advient au mouvement d'un objet soumis à une force équilibrée ou non équilibrée.
- Demander à l'élève d'analyser la chute libre d'un objet en utilisant la deuxième loi de Newton et d'en comparer les résultats avec ceux de ses pairs. **(EF)**
- Expliquer la chute libre, les forces agissantes et le rôle de l'accélération due à la gravité.
- Demander à l'élève d'analyser les forces agissantes lorsqu'on tire un objet à une vitesse constante en variant les surfaces et la masse.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de donner des exemples tirés de la vie courante où on applique la deuxième loi de Newton. **(EF)**
- Assigner un exercice sur la deuxième loi de Newton et le corriger en classe. **(EF)**

### *Troisième loi de Newton*

- Présenter la troisième loi de Newton à l'aide d'exemples (p. ex., tendre une ficelle d'un bout à l'autre de la classe; insérer un bout de la ficelle dans une paille; coller un ballon gonflé non noué à la paille et lâcher prise).
- Distribuer un questionnaire dont une des consignes est d'expliquer le phénomène d'un avion à réaction en fonction de la troisième loi de Newton et de déterminer l'objet qui exerce l'action et celui qui exerce la réaction.
- Animer une mise en commun des réponses du questionnaire. **(EF)**
- Présenter la contribution de Newton à l'élaboration de la troisième loi des forces, qui porte son nom.

### *Généralisations*

- Expliquer les consignes de sécurité à observer pour chacune des activités de cette unité.
- Demander à l'élève de faire des expériences sur :
  - la vérification de la première loi de Newton;
  - la vérification de la deuxième loi de Newton appliquée à la chute libre d'un objet;
  - la vérification de la troisième loi de Newton.
- Animer une discussion de classe sur :
  - l'utilisation des lois de Newton dans la vie courante, notamment dans les transports et dans les loisirs;
  - la contribution de Galilée et de Newton à la mécanique du mouvement;
  - d'autres exemples tirés de la vie courante qui illustrent des conceptions ou des solutions technologiques reposant sur les principes de la dynamique.
- Demander à l'élève de résumer les résultats de la discussion dans un rapport dactylographié et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire une évaluation formative. **(EF) (T) (AC)**
- Rappeler à l'élève de continuer à travailler à son projet de recherche de l'unité à l'extérieur des heures de classe.

### Évaluation sommative

- Présenter une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve à livre ouvert sur les lois de Newton et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet des lois de Newton à l'aide d'une épreuve à livre ouvert en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - énoncer les trois lois de Newton et présenter des exemples de les illustrer;
    - définir les termes suivants : *force équilibrée, force non équilibrée, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, force résultante et inertie.*
  - Recherche
    - concevoir et effectuer une expérience liée aux lois de Newton.
  - Communication
    - utiliser le vocabulaire approprié aux lois de Newton.
  - Rapprochement
    - expliquer la manière dont les théories et les découvertes de Galilée et de Newton ont bouleversé les connaissances scientifiques de leur époque et la manière dont elles ont fourni les bases nécessaires pour comprendre la relation entre un mouvement et une force;
    - présenter et évaluer un exemple tiré de la vie courante qui illustre des conceptions ou des solutions technologiques basées sur les lois de Newton.

### Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'effectuer une recherche dans le but de trouver un article, un livre (ou une catégorie de livre) ou un site Internet sur la vie et l'oeuvre de Galilée, de Newton et de Zénon ou dans le but de découvrir les moyens utilisés dans la détermination du temps à l'époque de Galilée et de Newton, et les comparer aux méthodes modernes. **(T)**
- Inviter l'élève à concevoir un moyen d'analyser les forces agissant sur un objet et sur son accélération. **(T) (AM)**
- Inviter l'élève à présenter un projet à l'occasion de l'Expo-sciences, portant sur les lois de Newton et ses applications dans la société. **(T) (AM)**
- Suggérer à l'élève de faire une recherche au sujet des carrières en mécanique du mouvement. **(PE)**

### Annexes

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 1.4 (SPH3U)

### Applications des lois de Newton

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève applique les lois de Newton en résolvant des problèmes et en analysant des situations d'application de ces lois.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Dynamique

**Attentes :** SPH3U-D-A.1 - 2

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-D-Comp.7  
SPH3U-D-Acq.2  
SPH3U-D-Rap.2

#### Notes de planification

- Rédiger un questionnaire révisant les énoncés des lois de Newton et l'activité 1.3.
- Se procurer du matériel pour conceptualiser l'expérience portant sur le mouvement d'un objet sur un plan incliné en appliquant la deuxième loi de Newton (voir Alan J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 97).
- Préparer des exercices portant sur :
  - l'application de la première loi de Newton;
  - l'application de la deuxième loi de Newton;
  - l'application de la troisième loi de Newton.
- Rédiger une épreuve portant sur l'application des lois de Newton.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve.

#### Déroulement de l'activité

##### Mise en situation

- Rappeler à l'élève de rencontrer l'enseignant ou l'enseignante pour l'informer de son progrès dans son projet de recherche de l'unité.
- Distribuer un questionnaire sur les énoncés des lois de Newton et sur l'activité 1.3.

- Animer une mise en commun des réponses de l'élève en faisant ressortir les trois lois de Newton et leurs énoncés. **(ED)**
- Demander à l'élève de remplir un tableau synoptique résumant les trois lois de Newton. **(ED)**

### **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

#### *Première loi de Newton*

- Écrire la première loi de Newton au tableau et discuter de quelques concepts de cette loi (p. ex., inertie, résistance au changement).
- Demander à l'élève de nommer quelques applications de la première loi de Newton dans la vie courante. **(EF)**
- Assigner un exercice sur l'application de la première loi de Newton et demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs. **(EF)**

#### *Deuxième loi de Newton*

- Écrire la deuxième loi de Newton au tableau et discuter de quelques concepts de cette loi (p. ex., force non équilibrée, accélération, masse).
- Écrire la formule de la deuxième loi de Newton ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ) et revoir avec l'élève les vecteurs de force et d'accélération et le scalaire de «masse».
- Demander à l'élève de nommer quelques applications de la deuxième loi de Newton dans la vie courante. **(EF)**
- Résoudre, au tableau, quelques problèmes d'applications de la deuxième loi de Newton en détaillant :
  - la formule utilisée;
  - les symboles adéquats;
  - les méthodes mathématiques pour résoudre le problème;
  - les unités du système international d'unités de mesure;
  - l'arrondissement des réponses au bon nombre de chiffres significatifs.
- Assigner un exercice sur l'application de la deuxième loi de Newton et demander à l'élève de donner les mêmes détails dans ses réponses.
- Circuler et aider l'élève au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de concevoir et d'effectuer une expérience portant sur le mouvement d'un objet sur un plan incliné en appliquant la deuxième loi de Newton, et de résumer sa conceptualisation et ses résultats dans un rapport qui contient :
  - le raisonnement de la conceptualisation;
  - le matériel;
  - le processus;
  - les formules;
  - les résultats;
  - l'analyse des résultats;
  - la discussion des résultats;
  - les applications possibles;
  - la conclusion.
- Demander à l'élève de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

### *Troisième loi de Newton*

- Écrire la troisième loi de Newton au tableau et discuter de quelques concepts de cette loi (p. ex., réaction, contre-réaction).
- Demander à l'élève de nommer quelques applications de la troisième loi de Newton dans la vie courante. **(EF)**
- Assigner un exercice portant sur l'application de la troisième loi de Newton, circuler et aider l'élève au besoin. **(EF)**

### *Généralisations*

- Demander à l'élève de recueillir des articles portant sur des solutions technologiques basées sur les principes de la dynamique, de les lire, d'en résumer le contenu dans un rapport dactylographié et d'ajouter ce rapport aux résultats de sa recherche sur le projet d'unité.
- Rappeler à l'élève de continuer à travailler sur son travail de recherche de l'unité à l'extérieur des heures de classe.

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet des applications des lois de Newton à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - appliquer les trois lois de Newton et présenter des exemples de les illustrer.
  - Recherche
    - résoudre des problèmes portant sur les trois lois de Newton;
    - présenter ses solutions aux problèmes en utilisant les méthodes mathématiques correctes;
    - utiliser des symboles adéquats;
    - respecter les conventions scientifiques;
    - utiliser correctement les unités du système international d'unités de mesure;
    - arrondir correctement ses réponses au bon nombre de chiffres significatifs;
    - expliquer les résultats d'une expérience sur la vérification de la deuxième loi de Newton.
  - Communication
    - expliquer le raisonnement de la résolution de problèmes sur les lois de Newton;
    - utiliser le vocabulaire approprié aux applications des lois de Newton.
  - Rapprochement
    - présenter une situation liée à une ou à plusieurs lois de Newton;
    - présenter et évaluer des exemples tirés de la vie courante qui illustrent des conceptions ou des solutions technologiques reposant sur les principes de la dynamique.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de créer, à l'ordinateur, une simulation d'une des trois lois de Newton et d'en faire une présentation à ses pairs. **(T) (AM)**
- Inviter l'élève à faire une étude sur l'application technologique de la deuxième ou de la troisième loi de Newton et de résumer sa recherche dans un rapport. **(T) (AM)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 1.5 (SPH3U)

### Applications de la cinématique et de la dynamique

#### Description

**Durée :** 80 minutes

Dans cette activité, l'élève effectue une recherche portant sur les applications technologiques des principes de la cinématique et de la dynamique.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Dynamique

**Attentes :** SPH3U-D-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-D-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7  
SPH3U-D-Acq.1 - 2 - 3 - 4  
SPH3U-D-Rap.1 - 2 - 3

#### Notes de planification

- Préparer un questionnaire pour revoir les activités 1.1 à 1.4.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources pour permettre à l'élève de terminer sa recherche.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer le rapport de recherche.

#### Déroulement de l'activité

##### Mise en situation

- Faire une revue rapide des activités 1.1 à 1.4, en partant des réponses de l'élève écrites sur un questionnaire basé sur ces activités. **(ED)**
- Revoir la tâche du travail de recherche de l'unité : effectuer une recherche sur les applications technologiques de la dynamique et de la cinématique.
- Revoir le but de la recherche (p. ex., faire une synthèse de l'unité, lire et s'informer, montrer ses capacités de comprendre, lire et comprendre, résumer, présenter, prendre position, présenter et défendre des idées, communiquer et appliquer les concepts vus).

- Revoir la liste de sujets suggérés à l'activité 1.1 (p. ex., système de freinage antiblocage, appuie-tête d'auto, coussin de sécurité gonflable dans une voiture, ressorts dans les pare-chocs, pneus spécialisés).
- Revoir les critères d'évaluation de la recherche.

### **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

- Demander à l'élève de finir sa recherche au centre de ressources ou en cherchant dans Internet.
- Demander à l'élève de dresser une liste des concepts, des termes, des formules, des lois et des applications de la cinématique et de la dynamique, et de la comparer avec celle de ses pairs. **(O)**
- Demander à l'élève :
  - de finir de rédiger son rapport sur les résultats de sa recherche, qui contient :
    - le sujet choisi;
    - les informations recueillies;
    - l'analyse et l'interprétation des informations;
    - son opinion personnelle;
    - la conclusion;
    - la bibliographie;
    - les remerciements.
  - de préparer, à l'ordinateur, une présentation écrite de son rapport, en mettant en pratique les notions apprises dans la classe de français sur la façon de rédiger un rapport; **(AC)**
  - de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation sommative.

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la recherche et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la cinématique et de la dynamique à l'aide d'un rapport de recherche en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration des activités 1.1 à 1.4.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer les concepts et les unités de la cinématique et de la dynamique;
    - énoncer et appliquer les trois lois de Newton et présenter des exemples de les illustrer.
  - Recherche
    - appliquer les concepts et les unités de la cinématique et de la dynamique;
    - appliquer les mouvements rectilignes uniformes et d'accélération uniforme;
    - appliquer les diagrammes vectoriels;
    - appliquer l'analyse des relations entre le déplacement, le vecteur vitesse, l'accélération et le temps;
    - déterminer et décrire les forces fondamentales de la nature;

- décrire et analyser la force de gravitation qui agit sur un objet près de la surface de la Terre ainsi qu'à une certaine distance de celle-ci;
- déduire le mouvement d'un objet à l'aide d'un diagramme des forces et en analysant les forces appliquées sur cet objet;
- interpréter des données expérimentales des relations linéaires et non linéaires pour déduire le mouvement d'un objet;
- analyser le mouvement d'un objet dans une variété de situations en utilisant les lois de Newton, les diagrammes de forces, les diagrammes vectoriels et les équations sur le mouvement d'accélération uniforme;
- expliquer le fonctionnement d'une technologie à l'aide des lois de Newton;
- suggérer des améliorations à la technologie.
- Communication
  - utiliser le vocabulaire approprié de la dynamique et de la cinématique;
  - présenter ses idées de façon claire;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - présenter et évaluer des exemples tirés du quotidien qui illustrent des conceptions ou des solutions technologiques basées sur les principes de la dynamique;
  - décrire et évaluer les répercussions économiques, environnementales et sociales des procédés et des technologies basés sur la dynamique et la cinématique;
  - décrire l'impact de la technologie sur la qualité de vie.

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 2 (SPH3U)

### Énergie mécanique

#### Description

**Durée :** 20 heures

Cette unité porte sur le travail, sur l'énergie mécanique et ses transformations, ainsi que sur le rendement énergétique et la puissance. L'élève fait des expériences sur les transformations d'énergie et sur le rendement énergétique, résout des problèmes pratiques et effectue des recherches sur les applications de l'énergie mécanique dans la vie courante et dans la technologie moderne.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12

**Domaine :** Énergie, travail et puissance

**Attentes :** SPH3U-É-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-É-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5  
SPH3U-É-Acq.1 - 2 - 3  
SPH3U-É-Rap.1 - 2

#### Titres des activités

#### Durée

<b>Activité 2.1 :</b> Travail et énergie	320 minutes
<b>Activité 2.2 :</b> Loi de la conservation de l'énergie mécanique	240 minutes
<b>Activité 2.3 :</b> Puissance et rendement	320 minutes
<b>Activité 2.4 :</b> Applications de l'énergie mécanique	240 minutes
<b>Activité 2.5 :</b> Tâche d'évaluation sommative - Mécanique	80 minutes

#### Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'intégration de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) lors de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

## Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer conjointement les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. Il ou elle s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon correcte d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire. Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1. Préciser, si nécessaire, les règles de sécurité pour chacune des activités de cette unité.

## Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

### Médias électroniques

Académie de Grenoble. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.ac-grenoble.fr/phychim/propos/tp/pendip/definipe.htm>

ImagineNet. (consulté le 13 février 2001)

<http://wwwusers.imagnet.fr/~pol/1ENERGIE.html>

Réseau scolaire acadien. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.ressac.rpa.ca/csap/pedago\\_act/site/energiecarrefour.htm](http://www.ressac.rpa.ca/csap/pedago_act/site/energiecarrefour.htm)

## ACTIVITÉ 2.1 (SPH3U)

### Travail et énergie

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse le concept du travail, de l'énergie, de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle, fait des expériences pour vérifier ces concepts et résout des problèmes portant sur le travail et l'énergie. Il ou elle effectue une recherche pour déterminer des applications du travail et de l'énergie dans la vie courante.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Énergie, travail et puissance

**Attentes :** SPH3U-É-A.1 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-É-Comp.1 - 2  
SPH3U-É-Acq.2 - 3  
SPH3U-É-Rap.1

#### Notes de planification

- Préparer des présentations portant sur le concept du travail et les formules du travail (p. ex.,  $W = \vec{F} \cdot \vec{d} = \Delta E_c = \Delta E_p$ ).
- Préparer des présentations portant sur le concept de l'énergie et les formules d'énergie (p. ex.,  $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{d} = m \cdot \vec{g} \cdot \Delta \vec{d} = E_p$  et  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ ).
- Préparer quelques démonstrations de situations de travail (p. ex., monter un objet, passant d'une hauteur à une autre).
- Se procurer :
  - la bande vidéo *Eurêka : Ensemble 6* sur le travail mécanique;
  - deux masses de 1 kg;
- Préparer le matériel et la marche à suivre pour faire des expériences sur :
  - le travail;
  - l'énergie potentielle gravitationnelle;
  - l'énergie cinétique.

- Préparer des exercices sur :
  - le travail;
  - l'énergie potentielle gravitationnelle;
  - l'énergie cinétique.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources.
- Rédiger une épreuve portant sur le travail et l'énergie.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Placer deux masses de 1 kg sur la table.
- Exercer une force horizontale sur la première masse et une force verticale sur la deuxième masse.
- Animer une discussion portant sur le travail et l'énergie mécanique, en fonction de la force et du déplacement, en se basant sur différentes questions (p. ex., «Dans quel cas y a-t-il accomplissement du travail mécanique?» «Dans quel cas y a-t-il une dépense de l'énergie mécanique?»). **(ED)**

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### Travail

- Faire visionner la bande vidéo *Eurêka : Ensemble 6* sur le travail mécanique.
- Animer une discussion sur la vidéo dans le but de faire découvrir qu'un travail est effectué lorsqu'il y a une force qui déplace un objet.
- Définir le travail ( $W$ ) comme étant le produit d'une force  $\vec{F}$  et d'un déplacement  $\vec{d}$ .
- Donner des exemples de travail mécanique et demander à l'élève d'en donner d'autres. **(EF)**
- Donner la relation de définition du travail  $W = \vec{F} \Delta \vec{d}$ . Le travail est le produit de deux quantités vectorielles. Expliquer le sens de chaque variable ainsi que leur unité de mesure en SI.
- Faire remarquer que le travail mécanique n'est pas un vecteur et que le travail peut être nul.
- Résoudre, au tableau, des problèmes portant sur l'application de la formule du travail en détaillant le raisonnement et les unités de mesure.
- Analyser, avec l'élève, le travail accompli par une force appliquée dans la même direction que le mouvement de l'objet.
- Analyser, avec l'élève, le travail accompli par une force placée en angle par rapport à la direction du mouvement de l'objet.
- Analyser, avec l'élève, le travail accompli par une force perpendiculaire à la direction du mouvement de l'objet.

- Analyser, avec l'élève, le travail accompli par une force placée dans la direction opposée du mouvement de l'objet.
- Assigner un exercice sur le travail, circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur le travail mécanique et de rédiger un rapport présentant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion de l'expérience.
- Demander à l'élève de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

### *Énergie*

- Animer un remue-méninges afin de faire ressortir différents types d'énergie (p. ex., potentielle gravitationnelle, cinétique, thermique, radiante, potentielle chimique, élastique, électrique et nucléaire).
- Ajouter les éléments à la liste, au besoin.
- Continuer l'échange de classe afin de faire comprendre que l'énergie est nécessaire pour effectuer un travail mécanique.
- Montrer des situations illustrant les différents types d'énergie et analyser les variables associés à l'énergie (p. ex., vitesse, masse, température).
- Présenter, à l'aide d'exemples, deux formes d'énergie mécanique : cinétique (vitesse) et potentielle (position).
- En partant de la formule du travail, faire dériver la formule de l'énergie potentielle gravitationnelle  $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{d} = m \cdot \vec{g} \cdot \Delta \vec{d} = E_p$ .
- Expliquer la formule de l'énergie potentielle, les variables et son unité de mesure.
- Faire remarquer que le travail et l'énergie ont la même unité de mesure.
- Résoudre, au tableau, des problèmes d'énergie potentielle en détaillant les étapes du raisonnement, la formule, les unités de mesure et la réponse.
- Présenter des exemples d'application de la formule de l'énergie potentielle gravitationnelle.
- Demander à l'élève de donner des exemples d'énergie potentielle gravitationnelle. **(EF)**
- Assigner un exercice sur l'énergie potentielle gravitationnelle et en corriger les réponses en classe. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur l'énergie potentielle gravitationnelle, de rédiger un rapport résumant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion de l'expérience et de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Expliquer, à l'aide d'exemples, l'énergie cinétique causée par un mouvement.
- Présenter la formule de l'énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ .
- Expliquer les variables physiques de cette formule et l'unité de mesure de chaque variable.
- Présenter des exemples d'application de la formule de l'énergie cinétique.
- Demander à l'élève de donner des exemples d'énergie cinétique. **(EF)**
- Assigner un exercice sur l'énergie cinétique, circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur l'énergie cinétique, de rédiger un rapport résumant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion de l'expérience, et de remettre son rapport pour évaluation sommative. **(EF)**

### *Généralisations*

- Demander à l'élève d'effectuer une recherche dans Internet ou au centre de ressources sur l'utilisation de diverses sources d'énergie en prenant en considération la qualité de vie, l'économie et l'environnement (p. ex., les eaux usées des résidences sont évacuées à l'aide de l'énergie potentielle gravitationnelle; l'énergie cinétique du vent est transformée en électricité par les éoliennes).
- Demander à l'élève de résumer sa recherche en un rapport dactylographié et de remettre son rapport pour évaluation formative. **(EF) (T)**
- Inviter l'élève à revoir les exercices, les rapports d'expériences et le rapport de recherche, à dresser une liste des concepts et des termes vus dans cette activité et à comparer son travail avec celui de ses pairs. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour une épreuve sur le travail et l'énergie et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet du travail et de l'énergie à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir les concepts et les unités d'énergie et de travail;
    - définir les termes suivants : *énergie, travail, énergie potentielle gravitationnelle, énergie cinétique.*
  - Recherche
    - résoudre des problèmes sur le travail et sur l'énergie, et en expliquer le raisonnement.
  - Communication
    - utiliser le vocabulaire approprié au travail et à l'énergie;
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.
  - Rapprochement
    - analyser l'utilisation de diverses sources d'énergie et du processus de transformations énergétiques en prenant en considération la qualité de vie, l'économie et l'environnement.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de faire une étude sur l'énergie potentielle gravitationnelle et l'énergie cinétique d'une pelle mécanique ou une recherche sur une application pratique de l'énergie potentielle gravitationnelle et de l'énergie cinétique. **(T) (AM)**
- Inviter l'élève à concevoir un appareil pour mesurer l'énergie mécanique d'un objet en mouvement vertical. **(T) (AM)**.

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 2.2 (SPH3U)

### Loi de la conservation de l'énergie mécanique

#### Description

**Durée :** 240 minutes

Dans cette activité, l'élève vérifie la loi de la conservation de l'énergie mécanique, fait des expériences pour mesurer les énergies échangées et applique cette loi à des situations pratiques tirées de la vie courante. Il ou elle effectue une recherche sur l'amélioration du rendement d'une pièce d'équipement utilisée au cours de la pratique d'un sport de son choix.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.4 - 5 - 6 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Énergie, travail et puissance

**Attentes :** SPH3U-É-A.2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-É-Comp.3  
SPH3U-É-Acq.1 - 2 - 3  
SPH3U-É-Rap.1

#### Notes de planification

##### *Projet de recherche*

- Dresser une liste de sports utilisant des principes de puissance et de rendement (p. ex., tennis, basket-ball, hockey, bicyclette).
- Préparer la marche à suivre et le calendrier du projet de recherche qui s'étend sur trois activités.

##### *Loi de la conservation de l'énergie mécanique*

- Préparer des leçons afin de présenter le concept de la conservation de l'énergie et la formule d'énergie mécanique,  $E_t = E_c + E_p$ .
- Préparer quelques démonstrations de situations de conservation de l'énergie (p. ex., pendule, balle, ressort, masse, petite automobile, piste inclinée, expérience de Joule).
- Se procurer le matériel pour faire une expérience sur l'énergie mécanique (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 128).
- Préparer le matériel pour conceptualiser l'expérience sur la conservation de l'énergie (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 129).
- Préparer un exercice sur la conservation de l'énergie.

- Préparer un travail de classe sur la conservation de l'énergie.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer le travail de classe.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

#### *Projet de recherche*

- Présenter une pièce d'équipement de protection utilisée au cours de la pratique d'un sport (p. ex., le hockey) et faire remarquer que cette pièce d'équipement est améliorée par rapport à celle du temps de Maurice Richard ou de Jacques Plante, grâce à l'utilisation des principes d'élasticité des matériaux permettant à la pièce d'absorber beaucoup mieux les chocs et qu'elle protège beaucoup mieux le joueur ou la joueuse. **(T)**
- Présenter un projet de recherche qui s'étend sur trois activités : effectuer une recherche au centre de ressources ou dans Internet sur l'amélioration du rendement d'une pièce d'équipement d'un sport de son choix, préparer un rapport des résultats de sa recherche et le présenter oralement à la classe.
- Expliquer les critères d'évaluation du projet :
  - présenter l'historique de la pièce d'équipement choisie et en expliquer le fonctionnement;
  - faire le lien entre le fonctionnement de cette pièce d'équipement et les notions de la transformation d'énergie;
  - expliquer le ou les principes mécaniques qui ont permis d'améliorer la pièce d'équipement choisie;
  - fournir l'information nécessaire pour bien expliquer les suggestions d'amélioration;
  - utiliser les termes *puissance* et *rendement* correctement;
  - exprimer ses idées de façon claire et précise;
  - présenter son rapport oralement à la classe en utilisant efficacement des aides visuelles.
- Présenter une liste d'exemples de sports utilisant des principes de puissance et de rendement (p. ex., tennis, basket-ball, hockey, bicyclette).
- Présenter un calendrier et une marche à suivre pour effectuer le projet de recherche :
  - choisir le sujet de son projet de recherche (une pièce d'équipement de sport);
  - dresser un plan de travail;
  - faire sa recherche au centre de ressources ou dans Internet, de façon indépendante; **(T)**
  - faire sa recherche à l'extérieur des heures de classe;
  - informer, de façon régulière, l'enseignant ou l'enseignante de son progrès;
  - conserver un dossier pour recueillir les informations;
  - respecter les échéances;
  - rédiger son rapport à l'ordinateur; **(T)**
  - se préparer à présenter son rapport oralement.

#### *Transformation d'énergie*

- Faire une démonstration portant sur le changement d'énergie, de potentielle gravitationnelle à cinétique (p. ex., balle qui tombe d'une hauteur  $h$ , ressort et masse, pendule).
- Animer une discussion au sujet de la compréhension de la conservation de l'énergie, pendant laquelle l'élève montre qu'il ou elle peut nommer le type d'énergie qui est transformé en un

autre type d'énergie (p. ex., de cinétique à potentielle gravitationnelle, de travail à énergie thermique). **(ED)**

## **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

### *Loi de la conservation de l'énergie*

- Présenter l'énergie mécanique qui représente la somme de l'énergie potentielle gravitationnelle et de l'énergie cinétique d'un objet.
- Présenter la formule  $E_t = E_c + E_p$  et l'expliquer à l'aide d'exemples.
- Présenter la loi de la conservation de l'énergie mécanique et l'expliquer en donnant des exemples.
- Résoudre, au tableau, des problèmes d'énergie mécanique en détaillant le raisonnement, les formules, les unités de mesure et les réponses.
- Analyser, avec l'élève, les variations de l'énergie cinétique et potentielle d'un pendule en oscillation.
- Demander à l'élève de donner des exemples de transformation d'énergie et d'analyser les variations d'énergies cinétique et potentielle.
- Assigner un exercice portant sur l'énergie mécanique et demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Expliquer les consignes de sécurité à observer pour faire l'activité.
- Demander à l'élève de concevoir et d'effectuer une expérience sur la conservation de l'énergie, et de rédiger un rapport résumant :
  - le raisonnement de la conceptualisation;
  - le matériel;
  - le processus;
  - les formules;
  - les résultats;
  - l'analyse des résultats;
  - la discussion des résultats;
  - les applications possibles;
  - la conclusion.
- Demander à l'élève de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

### *Généralisations*

- Inviter l'élève à revoir l'exercice et le rapport d'expérience, à faire un tableau synoptique des concepts et des termes vus dans cette activité et à comparer son travail avec celui de ses pairs. **(O)**
- Rappeler à l'élève de travailler sur son projet de recherche pour être prêt ou prête à faire sa présentation orale à la fin de l'activité 5.4.

## Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour évaluer un travail de classe sur la loi de la conservation de l'énergie mécanique et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises sur la loi de la conservation de l'énergie mécanique à l'aide d'un travail de classe en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir le concept de la conservation de l'énergie;
    - analyser, qualitativement et quantitativement, à l'aide de la loi de la conservation de l'énergie, plusieurs situations, en examinant la relation entre le travail réalisé par la force résultant des forces appliquées sur un objet et ses variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle gravitationnelle.
  - Recherche
    - résoudre des problèmes portant sur la loi de la conservation de l'énergie mécanique.
  - Communication
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.
  - Rapprochement
    - analyser l'utilisation de plusieurs sources d'énergie et le processus des transformations énergétiques en considérant la qualité de vie, l'économie et l'environnement.

## Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de faire une étude portant sur la conservation de l'énergie ainsi que sur l'énergie mécanique ou une recherche sur une application pratique de la conservation de l'énergie et de l'énergie mécanique ainsi que sur des emplois dans le domaine. **(T) (AM) (PE)**
- Inviter l'élève à concevoir un appareil pour calculer la conservation de l'énergie d'un objet en mouvement vertical. **(T) (AM)**

## Annexes

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 2.3 (SPH3U)

### Puissance et rendement

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève applique le concept de puissance, calcule le rendement énergétique et fait des expériences sur la puissance et le rendement. Il ou elle continue sa recherche sur l'amélioration du rendement dans les sports grâce aux principes de la mécanique.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 11

**Domaine :** Énergie, travail et puissance

**Attente :** SPH3U-É-A.1

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-É-Comp.1 - 4 - 5  
SPH3U-É-Acq.2 - 3  
SPH3U-É-Rap.2

#### Notes de planification

- Rédiger un questionnaire basé sur les activités 2.1 et 2.2.
- Trouver quelques exemples de situations tirées de la vie courante pour présenter les concepts de la puissance et du rendement énergétique.
- Préparer le matériel et la marche à suivre (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 143) pour faire des expériences sur :
  - la puissance;
  - le rendement énergétique.
- Préparer des exercices sur :
  - la puissance;
  - le rendement énergétique.
- Rédiger une épreuve sur la puissance et le rendement énergétique.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Rappeler à l'élève de rencontrer l'enseignant ou l'enseignante pour l'informer de son progrès dans son projet de recherche, afin d'être prêt ou prête à faire sa présentation orale à la fin de la prochaine activité.
- Animer un remue-méninges pour amener l'élève à donner des définitions des termes *travail* et *énergie mécanique*.
- Distribuer un questionnaire basé sur les activités 2.1 et 2.2, demander à l'élève d'y répondre en équipes de deux et corriger les réponses en classe. **(ED)**
- Présenter, au tableau, les formules de travail et d'énergie mécanique, et expliquer brièvement les variables associées et leurs unités de mesure.
- Écrire, au tableau, un problème sur le travail et un autre sur l'énergie mécanique, et demander à l'élève de les résoudre en précisant le raisonnement, les unités de mesure et la réponse finale.
- Circuler et aider l'élève, au besoin.
- Animer une discussion de classe au sujet de la puissance et du rendement énergétique afin d'en faire ressortir des applications dans la vie courante.

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Puissance*

- Définir *puissance* comme étant la vitesse d'accomplissement d'un travail ou le taux de transformation d'énergie.
- Présenter la formule de la puissance  $P = W / t$  ou  $P = \Delta E / t$  et l'expliquer à l'aide d'exemples, en précisant les variables et leurs unités de mesure.
- Résoudre, au tableau, quelques problèmes sur la puissance et demander à l'élève de participer au processus.
- Assigner un exercice portant sur la puissance et demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Expliquer l'expérience portant sur la puissance et demander à l'élève de la faire, de la résumer en un rapport comportant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion et de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

#### *Rendement énergétique*

- Présenter et expliquer la formule du rendement énergétique en fonction de l'énergie d'alimentation et de l'énergie utile de sortie.
- Expliquer, à l'aide d'exemples, la formule du rendement énergétique en détaillant les variables et l'unité de mesure de chaque variable.
- Analyser, avec l'élève, la relation entre le rendement énergétique, l'énergie d'alimentation et l'énergie utile de sortie de plusieurs transformations énergétiques (p. ex., moteur électrique, moteur mécanique).
- Résoudre, au tableau, quelques problèmes portant sur le rendement énergétique et demander à l'élève de participer au processus.

- Assigner un exercice sur le rendement énergétique et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**
- Expliquer l'expérience sur le rendement énergétique et demander à l'élève de la faire, de rédiger un rapport comportant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion, et de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

### *Généralisations*

- Rappeler à l'élève de poursuivre son travail sur son projet de recherche afin d'être prêt ou prête à faire sa présentation orale à la fin de la prochaine activité. **(T)**
- Inviter l'élève à faire un résumé de la méthode utilisée pour résoudre des problèmes de puissance et de rendement énergétique, à dresser une liste des concepts étudiés et à comparer son travail avec celui de ses pairs. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour faire l'évaluation d'une épreuve sur la puissance et le rendement énergétique, et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la puissance et du rendement à l'aide d'une épreuve se rapportant à des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir les concepts de *puissance* et de *rendement énergétique*;
    - analyser quantitativement la relation entre la puissance, l'énergie et le temps.
  - Recherche
    - analyser et interpréter les données de l'expérience portant sur la puissance et le rendement énergétique de la transformation d'énergie;
    - analyser quantitativement la relation entre le rendement énergétique, l'énergie d'alimentation et l'énergie utile de sortie à l'occasion de plusieurs transformations d'énergie.
  - Communication
    - communiquer de façon appropriée ses méthodes de recherche, ses données et la conclusion de ses expériences sur le rendement énergétique et la puissance;
    - utiliser le vocabulaire approprié à la puissance et au rendement énergétique;
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.
  - Rapprochement
    - recenser et analyser des exemples de l'amélioration du rendement dans les sports en appliquant des principes de la mécanique.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de choisir une des quatre options à exécuter :
  - faire une recherche sur l'unité impériale *ch* (cheval-vapeur), son origine et sa conversion au système SI;

- calculer la puissance et le rendement des appareils de transformation d'énergie (p. ex., grille-pain, perceuse électrique, agrafeuse électrique);
- trouver des moyens d'améliorer le rendement d'un appareil de transformation d'énergie de son choix;
- concevoir un instrument pour mesurer la puissance et le rendement d'un appareil de transformation d'énergie.

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 2.4 (SPH3U)

### Applications de l'énergie mécanique

#### Description

**Durée :** 240 minutes

Dans cette activité, l'élève termine un projet de recherche sur l'amélioration du rendement d'une pièce d'équipement de sport grâce aux principes de la mécanique et présente son projet à la classe.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.4 - 5 - 6 - 7 - 9 -10

**Domaine :** Énergie, travail et puissance

**Attentes :** SPH3U-É-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-É-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5  
SPH3U-É-Acq.1 - 2 - 3  
SPH3U-É-Rap.1 - 2

#### Notes de planification

- Rédiger un questionnaire pour revoir les activités 2.1 à 2.3.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources pour permettre à l'élève de terminer sa recherche.
- Réserver du temps pour faire la présentation orale au groupe-classe.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer le rapport de recherche et la présentation orale.

#### Déroulement de l'activité

##### Mise en situation

- Présenter le questionnaire pour revoir les activités 2.1 à 2.3, demander à l'élève de répondre aux questions et corriger les réponses en classe. **(ED)**
- Revoir la tâche : faire une recherche au centre de ressources ou dans Internet sur l'amélioration du rendement d'une pièce d'équipement d'un sport de son choix, grâce aux

principes de la mécanique, préparer un rapport sur les résultats de sa recherche et le présenter oralement à la classe.

- Revoir les critères d'évaluation du projet de recherche (voir la section **Évaluation sommative**).

### **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

- Demander à l'élève :
  - de terminer sa recherche, si ce n'est pas déjà fait;
  - de rédiger son rapport;
  - de s'exercer à faire la présentation orale de son rapport;
  - de présenter son rapport oralement au groupe-classe en utilisant efficacement des aides visuelles; **(AC) (ES)**
  - de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation sommative. **(ES)**
- Demander à l'élève de dresser une liste des concepts, des termes, des formules, des lois et des applications du rendement et de la puissance vus dans cette activité et de comparer cette liste avec celles de ses pairs. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la recherche et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises quant aux différentes applications de l'énergie mécanique à l'aide d'un travail de recherche présenté par écrit et oralement, en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration des activités 2.1, 2.2, 2.3 et 2.4.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée au travail de recherche et à sa présentation orale et écrite, basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer le fonctionnement de la pièce d'équipement de sport choisie;
    - faire le lien entre le fonctionnement de cette pièce d'équipement et les notions de transformation d'énergie;
    - expliquer le ou les principes mécaniques qui ont permis d'améliorer la pièce d'équipement de sport choisie.
  - Recherche
    - présenter l'historique de la pièce d'équipement de sport choisie;
    - donner l'information nécessaire pour bien expliquer les suggestions d'amélioration de cette pièce d'équipement.
  - Communication
    - utiliser correctement les termes *puissance* et *rendement*;
    - exprimer ses idées de façon claire;
    - utiliser des aides visuelles et les éléments de l'informatique avec efficacité.
  - Rapprochement
    - suggérer des améliorations afin de rendre la pièce d'équipement de sport choisie plus efficace.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève d'analyser le rendement et la puissance d'autres pièces d'équipement de sport (p. ex., bâton de hockey, motoneige, motocyclette) et de suggérer des moyens d'améliorer ce rendement. **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à présenter un projet à l'occasion de l'Expo-sciences sur la puissance et le rendement d'un équipement de sport. **(AM) (T)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 2.5 (SPH3U)

### Tâche d'évaluation sommative Mécanique

#### Description

**Durée :** 80 minutes

Dans cette activité, l'élève applique les principes de la dynamique, de l'énergie, du travail, de la puissance et du rendement énergétique à l'aide d'une tâche d'évaluation sommative.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.6 - 7 - 8 - 9 - 11

**Domaine :** Énergie, travail et puissance

**Attentes :** SPH3U-É-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-É-Comp.3  
SPH3U-É-Acq.2 - 3

#### Notes de planification

- Cette tâche d'évaluation sommative couvre les unités 1 et 2.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la tâche et le cahier de l'élève.
- Faire des copies de la grille d'évaluation sommative adaptée et du cahier de l'élève.
- Annoncer la tâche sommative une semaine avant la date prévue.
- Rédiger un questionnaire de synthèse pour aider l'élève à se préparer.

#### Déroulement

- Distribuer le questionnaire de synthèse pour aider l'élève à se préparer à la tâche.
- Présenter la tâche d'évaluation à l'élève.
- Présenter les attentes et les contenus d'apprentissage visés par cette tâche et faire le lien avec l'unité 1 et l'unité 2.
- Remettre la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la tâche et l'expliquer.
- Présenter les éléments sur lesquels portent les étapes de la tâche d'évaluation et les habiletés que l'élève doit montrer.

- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la dynamique, de l'énergie, du travail et de la puissance à l'aide d'une tâche d'évaluation sommative se rapportant aux éléments vus dans les situations d'explorations des deux premières unités.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - montrer une compréhension de l'énergie cinétique et potentielle gravitationnelle, du travail, du frottement, du rendement;
    - montrer sa compréhension du concept du mouvement uniforme, des vecteurs de forces et de types d'énergie;
    - appliquer les lois de Newton et la loi de la conservation d'énergie dans une variété de situations.
  - Recherche
    - tracer et faire l'analyse de graphiques ( $d-t$  et  $v-t$ );
    - présenter ses explications des situations en appliquant les lois de Newton, l'effet du frottement et la consommation d'énergie;
    - faire l'analyse d'une variété de situations en utilisant les lois de Newton, des diagrammes vectoriels des forces et la loi de la conservation de l'énergie.
  - Communication
    - utiliser la terminologie, les symboles, les conventions scientifiques et les unités de mesure de la cinématique, de la dynamique, de l'énergie, du travail et de la puissance;
    - utiliser la terminologie et les diagrammes des forces pour résoudre des problèmes.
  - Rapprochement
    - montrer une compréhension des rapprochements entre la mécanique et la vie courante.
- Distribuer le cahier de l'élève.
- Présenter la mise en situation (voir le cahier de l'élève).
- Demander à l'élève de lire la tâche individuellement.
- Donner le temps nécessaire à l'élève de terminer cette activité.

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

Annexe SPH3U 2.5.1 - Grille d'évaluation adaptée - Mécanique

Annexe SPH3U 2.5.2 - Cahier de l'élève - Mécanique

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
<b>Connaissance et compréhension</b>				
L'élève : - montre une compréhension de l'énergie cinétique et potentielle gravitationnelle, du travail, du frottement et du rendement. - montre sa compréhension du concept du mouvement uniforme, des vecteurs de forces et des types d'énergie. - applique les lois de Newton et la loi de la conservation d'énergie dans une variété de situations.	L'élève montre une <b>compréhension limitée</b> de la cinématique et la dynamique.	L'élève montre une <b>compréhension partielle</b> de la cinématique et la dynamique.	L'élève montre une <b>compréhension générale</b> de la cinématique et la dynamique.	L'élève montre une <b>compréhension approfondie</b> de la cinématique et la dynamique.
<b>Recherche</b>				
L'élève : - trace et fait l'analyse de graphiques ( $d-t$ et $v-t$ ). - applique les lois de Newton, l'effet du frottement et la consommation d'énergie. - analyse une variété de situations en utilisant les lois de Newton, des diagrammes vectoriels des forces et la loi de la conservation de l'énergie.	L'élève montre <b>une habileté limitée</b> dans les stratégies de recherches propres à la science et utilise les techniques d'analyse mathématique <b>avec une habileté limitée</b> .	L'élève montre <b>certaines habiletés</b> dans les stratégies de recherches propres à la science et utilise les techniques d'analyse mathématique <b>avec une certaine habileté</b> .	L'élève montre <b>la plupart des habiletés</b> dans les stratégies de recherches propres à la science et utilise les techniques d'analyse mathématique <b>avec une grande habileté</b> .	L'élève montre <b>toutes ou presque toutes les habiletés</b> dans les stratégies de recherches propres à la science et utilise les techniques d'analyse mathématique <b>avec une très grande habileté</b> .

<i>Communication</i>				
L'élève : - utilise la terminologie, les symboles, les conventions scientifiques et les unités de mesure de la cinématique, de la dynamique, de l'énergie, du travail et de la puissance. - utilise la terminologie et les diagrammes des forces pour résoudre des problèmes.	L'élève communique l'information et les idées <b>avec peu de clarté et une précision limitée</b> et utilise la terminologie <b>avec peu d'exactitude et une efficacité limitée</b> .	L'élève communique l'information et les idées <b>avec une certaine clarté et précision</b> et utilise la terminologie <b>avec une certaine exactitude et efficacité</b> .	L'élève communique l'information et les idées <b>avec une grande clarté et précision</b> et utilise la terminologie <b>avec une grande exactitude et efficacité</b> .	L'élève communique l'information et les idées <b>avec une très grande clarté et précision</b> et utilise la terminologie <b>avec une très grande exactitude et efficacité</b> .
<i>Rapprochement</i>				
L'élève : - montre une compréhension des rapprochements entre la mécanique et la vie courante.	L'élève montre <b>une compréhension limitée</b> des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève montre <b>une compréhension partielle</b> des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève montre <b>une compréhension générale</b> des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève montre <b>une compréhension approfondie</b> des rapprochements dans des contextes familiaux.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

## Mécanique

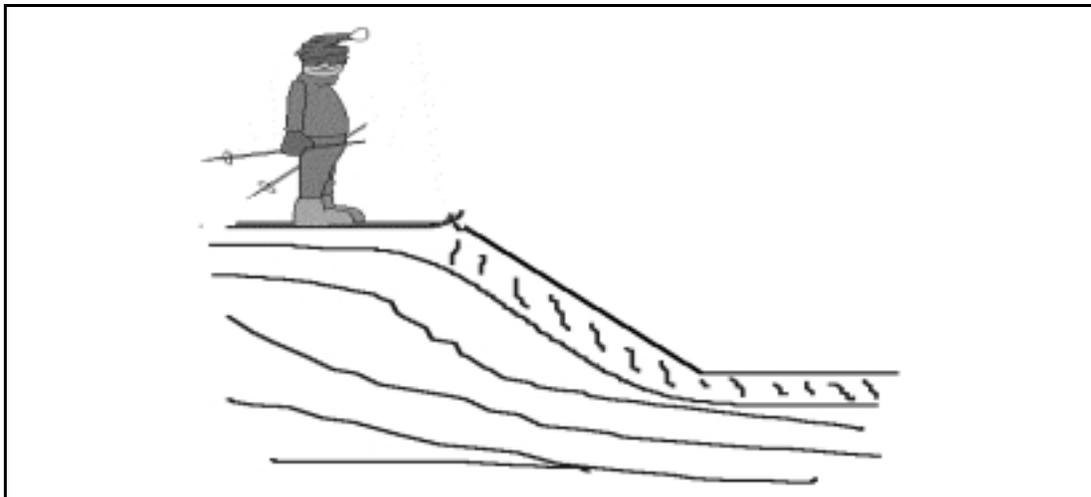
### Mise en situation

- La tâche sommative est composée de quatre sections.
  - Section A : Analyse du mouvement (20 minutes)
  - Section B : Lois de Newton (20 minutes)
  - Section C : Énergie, travail et puissance (20 minutes)
  - Section D : Transformations d'énergie et technologie (20 minutes)
- La durée de chaque section est indiquée au début de la section.
- Lis la tâche sommative pour te familiariser avec le contenu et fais ensuite le travail.
- Détaille la solution du problème en précisant le raisonnement et les formules utilisées.
- Tu peux utiliser une calculatrice.
- Utilise un français correct et le vocabulaire scientifique approprié.

### Section A : Analyse du mouvement

**Durée : 20 minutes**

- Un ou une élève a fait une expérience pour étudier le mouvement d'une personne en ski :



Voici le tableau de données de l'expérience décrite ci-dessus.

Temps (t) [s]	Distance (d) [m]
0	0,0
1	1,0
2	4,0
3	9,0
4	16,0
5	23,5
6	30,0
7	35,5
8	40,0
9	43,5
10	46,0
11	47,5

- Utilise l'information du tableau pour répondre aux questions ci-dessous.
  - Trace le graphique  $d-t$ .
  - Est-ce que le mouvement du skieur ou de la skieuse est linéaire ou non linéaire?
  - Nomme le type de mouvement décrit par le skieur ou la skieuse.
  - Décris les vecteurs d'accélération dans chacune des deux sections du schéma.
  - Quelle est la vitesse instantanée du temps  $t = 8$  s?
  - À quel moment la vitesse est-elle la plus grande?
  - Fais un croquis de la personne lorsqu'elle glisse sur la partie horizontale de son trajet, au bas de la pente, et écris les vecteurs décrivant les forces qui agissent sur elle. Nomme toutes les forces agissant sur la personne.

**Section B : Lois de Newton**

**Durée : 20 minutes**

- Réponds aux questions ci-dessous.
  - Une automobile arrêtée est frappée violemment de l'arrière.
    - Nomme la ou les lois de Newton qui s'appliquent au véhicule qui percute l'autre.
    - Explique l'application de la ou des lois dans cet accident.
    - Décris le fonctionnement de deux dispositifs de sécurité de l'automobile (p. ex., coussin de sécurité gonflable, système de freinage antiblocage, ceinture de sécurité) et explique l'application des lois de Newton dans ces deux dispositifs.
  - Des chiens tirent un traîneau chargé dans la neige. Au départ, l'équipe de chiens saute de l'avant en tirant et tire ensuite avec une force constante.
    - Pourquoi est-il plus difficile pour les chiens de tirer lorsque le traîneau est immobile plutôt qu'après, lorsque le traîneau est en mouvement?
    - Fais un croquis du traîneau et nomme tous les vecteurs de forces.
    - Que pourrais-tu faire pour que le travail des chiens soit plus facile? Explique.

- Explique la manière dont chacune des lois de Newton peut être appliquée à cette situation.
- Si les chiens exercent une force de 150 N vers l'avant et que le frottement dynamique est de 70 N, calcule l'accélération du traîneau, sachant que sa masse est de 80 kg.

**Section C : Énergie, travail et puissance**

**Durée : 20 minutes**

- Les questions ci-dessous se rapportent à une des expériences de Galilée (voir le schéma ci-dessous).



- Retracer le schéma en plaçant la bille à cinq endroits différents.
- Écris la formule de l'énergie totale à chacun de ces cinq endroits.
- Théoriquement, la bille devrait remonter à la même hauteur, mais, en réalité, elle ne le fait pas. Quelle loi semble être brisée? Explique ce qui est arrivé à l'énergie qui semble être disparue.
- Si la bille a une masse de 100 g et monte à une hauteur maximale de 100 cm, quelle est son énergie potentielle?
- À quel endroit la bille atteint-elle sa vitesse maximale?
- Calcule la vitesse maximale de la bille, en faisant abstraction du frottement.

**Section D : Transformation d'énergie et technologie**

**Durée : 20 minutes**

- En Allemagne, il y a un train qui flotte sur les rails, réduisant le frottement à zéro. En considérant la qualité de vie, l'économie et l'environnement, discute de l'impact de l'utilisation d'un train semblable en Ontario.
- Choisis une industrie en Ontario qui consomme beaucoup d'énergie et suggère trois améliorations ou changements possibles qui réduiraient la quantité d'énergie gaspillée (soit par frottement ou en énergie mécanique).

## APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 3 (SPH3U)

### Ondes et transfert d'énergie

#### Description

**Durée :** 20 heures

Cette unité porte sur les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques. L'élève fait des expériences pour étudier les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques et des ondes sonores. Il ou elle détermine expérimentalement la vitesse de propagation d'une onde. Il ou elle résout des problèmes pratiques portant sur les ondes mécaniques et effectue des recherches afin de découvrir des applications pratiques de la résonance dans la vie courante.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12

**Domaine :** Ondes mécaniques

**Attentes :** SPH3U-O-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-O-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8  
SPH3U-O-Acq.1 - 2 - 3  
SPH3U-O-Rap.1 - 2 - 3

#### Titres des activités

#### Durée

<b>Activité 3.1 :</b> Caractéristiques des ondes	320 minutes
<b>Activité 3.2 :</b> Ondes sonores	320 minutes
<b>Activité 3.3 :</b> Résonance	240 minutes
<b>Activité 3.4 :</b> Vitesse des ondes	160 minutes
<b>Activité 3.5 :</b> Appareils acoustiques	160 minutes

#### Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'intégration de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) lors de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

## Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer conjointement les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. Il ou elle s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon correcte d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire. Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1. Préciser, si nécessaire les règles de sécurité pour chacune des activités de cette unité.

## Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

### Médias électroniques

Académie de Bordeaux. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/resona.htm>

Commissariat à l'énergie atomique. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.cea.fr/Fiches/Ondes/Somond.htm>

Cybersciences. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.cybersciences.com/Cyber/2.0/Q2139.asp>

FortuneCity. (consulté le 13 février 2001)

<http://fr.fortunecity.com/technopole/ordi/24/theorie.html>

Info accès global. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.minet.ca/~rdoucet/2000/dans-la-voiture.html>

Institut des Sciences de la Terre, de l'Eau et de l'Espace de Montpellier. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.isteam.univ-montp2.fr/GRAAL/perso/magnan/doppler.html>

Université du Maine. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/cristallo/bragg.html>

Université de Neuchâtel. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.unine.ch/phys/enseignement/PhysGen/Experiences/Mecanique/1063.htm>

## ACTIVITÉ 3.1 (SPH3U)

### Caractéristiques des ondes

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse les caractéristiques des ondes et effectue des expériences sur celles-ci. Il ou elle résout des problèmes sur les ondes et en découvre des applications pratiques dans la vie courante.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Ondes mécaniques

**Attentes :** SPH3U-O-A.1 - 2

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-O-Comp.1  
SPH3U-O-Acq.1  
SPH3U-O-Rap.1

#### Notes de planification

- Préparer un dessin de la rive d'un lac et d'une bouteille qui flotte dans l'eau.
- Se préparer à discuter de la différence entre le transport de la matière et la transmission d'une onde. Puisque les élèves affirment souvent que les gouttes d'eau avancent à l'aide de la vague, il faut être prêt à donner des bons exemples pour montrer que ce n'est pas le cas (p. ex., un flotteur attaché à une canne à pêche ne fait que monter et descendre lorsque passent des vagues).
- Se procurer un long ressort Slinky et s'exercer à produire des impulsions des trois types (p. ex., transversale, longitudinale, de torsion).
- Se procurer, pour chaque équipe, un ressort Slinky, un mètre et un chronomètre.
- Se procurer un ondemètre mécanique ou bien étirer un long ressort Slinky par terre et s'exercer, avec l'aide d'une autre personne, à produire les impulsions qui feront des interférences.
- Construire un pendule et se procurer un chronomètre pour mesurer le temps qu'il prend à faire dix oscillations complètes.
- Se préparer à dessiner des ondes transversales et longitudinales ou s'en procurer des dessins et en faire des transparents pour présenter le vocabulaire lié aux ondes.

- Préparer un dessin à utiliser pour montrer la formule universelle des ondes ou bien utiliser un modèle mécanique où l'on voit des particules qui montent et descendent pendant le passage d'une onde.
- Préparer le matériel et la marche à suivre (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 224 à 246) pour faire des expériences sur :
  - la propagation des ondes;
  - les caractéristiques des ondes;
  - l'équation universelle des ondes.
- Préparer des exercices sur :
  - la propagation des ondes;
  - les caractéristiques des ondes;
  - l'équation universelle des ondes.
- Rédiger des questions pour que l'élève puisse réviser les concepts, s'exercer à appliquer le principe de superposition et résoudre des problèmes en appliquant la formule universelle des ondes.
- Rédiger une épreuve portant sur les caractéristiques des ondes.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer l'épreuve.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Dessiner, au tableau, la rive d'un lac près de laquelle une bouteille flotte sur l'eau ou présenter le dessin sur transparent.
- Demander à l'élève de suggérer des méthodes pour transmettre l'énergie de la rive (A) à la bouteille (B), en lui rappelant que si la bouteille bouge, c'est parce que l'énergie s'est rendue (énergie cinétique). **(ED)**
- Écrire, au tableau, la liste des méthodes suggérées, qui comprendront sûrement : lancer une roche, souffler fortement (vent), créer une vague, produire un son, produire un courant dans l'eau, etc.
- Avec l'aide de l'élève, classer ces phénomènes dans une des deux catégories : transport de matière ou transmission d'une vibration.
- Animer une discussion portant sur cette situation. (Il faut s'attendre à une discussion à propos de la vague sur l'eau : plusieurs pensent que les gouttes d'eau iront de la rive jusqu'à la bouteille; il faut donc faire la distinction entre *courant dans l'eau* et *vagues sur l'eau*. Faire remarquer que, chaque fois que les scientifiques découvrent un nouveau phénomène où l'énergie semble voyager d'un endroit à l'autre, ils se demandent la manière dont se fait le transport de l'énergie (par rayons X, gamma, alpha ou bêta, par électricité c.c. ou électricité c.a.).

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Ondes mécaniques*

- Avec l'aide d'un ou d'une élève étirer un grand ressort Slinky sur le plancher au milieu de la classe.

- Produire des impulsions transversales, longitudinales et de torsion.
- Étirer le ressort, transmettre une onde, mesurer le temps de propagation et la distance parcourue afin de calculer la vitesse de l'onde :
  - avec une onde transversale et ensuite avec une onde longitudinale;
  - dans des ressorts plus ou moins étirés (des milieux différents);
  - avec des amplitudes faibles et avec des amplitudes plus grandes.
- Faire remarquer qu'il y a transmission d'énergie, mais que le ressort reste à sa place. Il n'y a que les parties du ressort qui oscillent autour de leur position d'équilibre (dans chacun des types d'ondes).
- Faire dessiner ces trois types d'ondes par l'élève et lui demander de montrer, sur chacun des dessins, la vibration et la propagation.
- Expliquer que les ondes peuvent se transmettre dans tous les milieux (solide, liquide, gaz).
- Demander à l'élève de faire une expérience sur la propagation des ondes dans les ressorts.
- Demander à l'élève de résumer son expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Faire une démonstration à l'aide d'un ondemètre mécanique (ou d'un ressort Slinky étiré par terre, avec l'aide d'une autre personne) :
  - émettre une impulsion de chaque côté pour observer leur rencontre (remarquer qu'elles passent l'une dans l'autre sans être affectées);
  - montrer une interférence constructive;
  - montrer une interférence destructive.

#### *Principe de superposition*

- Expliquer le principe de superposition en partant de l'observation de l'interférence constructive ou destructive.
- Montrer, au moyen d'un dessin au tableau ou sur transparent, ce qui arrive lorsque deux ondes se rencontrent sur un ressort.
- Montrer, encore sur un ressort, des réflexions sur un point fixe et des réflexions sur un point libre, en y attachant une corde de deux mètres.
- Attacher deux ressorts, un étant plus lourd que l'autre, et montrer la réflexion et la transmission des impulsions.
- Demander à l'élève de faire un dessin bien annoté de ce qu'elle ou il a vu durant les deux dernières démonstrations et de le comparer avec celui de ses pairs. **(EF)**
- Assigner un exercice sur les ondes et la propagation des ondes et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

#### *Caractéristiques des ondes*

- Montrer un pendule et comparer son mouvement avec celui des parties d'un ressort lorsque passent des ondes transversales.
- Définir les mots *fréquence* ( $f$ ) et *période* ( $T$ ), et exprimer leur unité de mesure.
- Bien définir les unités de mesure de ces deux quantités,  $T$  représentant la période et Hz représentant la fréquence (Hertz se prononce à l'allemande puisqu'il s'agit d'un physicien allemand).
- Mesurer le temps nécessaire pour que ce pendule fasse dix oscillations et demander à l'élève de calculer la fréquence et la période d'oscillation du pendule.

- Corriger la réponse de l'élève en classe. **(EF)**
- En étudiant la façon de calculer la fréquence et la période, on peut s'apercevoir que
 
$$T = 1/f$$
- Montrer un dessin d'une onde transversale et définir les termes *crête*, *creux*, *amplitude* et *longueur d'onde* (avec son symbole  $\lambda$ ).
- Sur un dessin d'une onde longitudinale, montrer la longueur d'onde et expliquer la signification de l'amplitude, selon le cas.
- En partant de l'équation de la vitesse moyenne ( $v = d/t$ ) et d'un modèle de vibration ou d'un dessin d'une onde, faire le lien entre la distance parcourue par la crête ( $d$ ) et la distance que parcourt la crête  $\lambda$  durant la période ( $T$ ). En remplaçant  $d$  et  $t$  dans la formule de la vitesse par  $d$  et  $\lambda$ , on obtient  $v = f\lambda$ . Cette équation est souvent nommée comme l'équation universelle des ondes. **(AM)**
- Faire un exemple de calcul en utilisant la formule, pour montrer la manière dont les unités s'appliquent.
- Demander à l'élève de faire une expérience sur les caractéristiques des ondes et sur l'équation universelle des ondes.
- Demander à l'élève de résumer son expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Assigner un exercice portant sur les caractéristiques des ondes (p. ex., période, fréquence, vitesse) et sur l'équation universelle des ondes.
- Demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide au besoin. **(O)**

### *Généralisations*

- Distribuer un questionnaire afin d'amener l'élève à réviser les concepts, à s'exercer à appliquer le principe de superposition et à faire quelques calculs en utilisant les deux nouvelles formules. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer une épreuve portant sur les caractéristiques des ondes et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet des caractéristiques des ondes à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir les concepts et les unités des ondes;
    - définir les termes suivants : *vibration*, *fréquence*, *période*, *longueur d'onde*, *amplitude*, *interférences constructive* et *destructive*, *onde longitudinale*, *onde transversale*, *onde stationnaire*;
    - montrer une compréhension des concepts, des principes et des lois des ondes.

- Recherche
  - illustrer, mesurer, analyser et interpréter les propriétés des ondes mécaniques qui se propagent dans un seul milieu, qui se propagent d'un milieu à un autre ou qui interagissent avec un corps;
  - appliquer des habiletés et des stratégies à la résolution de problèmes portant sur les ondes.
- Communication
  - utiliser correctement la terminologie des ondes;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - expliquer certains phénomènes naturels en se rapportant aux caractéristiques et aux propriétés des ondes et décrire des applications technologiques qui en découlent.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de choisir une des options ci-dessous :
  - d'effectuer une recherche au centre de ressources ou dans Internet afin de découvrir certains phénomènes naturels, en se basant sur les caractéristiques et les propriétés des ondes, ainsi que des applications technologiques qui en découlent. **(T)**
  - de créer, à l'ordinateur, une simulation de la production et de la propagation d'une onde mécanique. **(T) (AM)**
  - d'étudier la transmission des ondes dans différents milieux. **(T) (AM)**
  - de créer, à l'ordinateur, une simulation de l'interférence constructive et destructive dans les ondes mécaniques. **(T) (AM)**
- Inviter l'élève à présenter un projet sur les ondes mécaniques pour participer à Expo-sciences. **(T) (AM)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 3.2 (SPH3U)

### Ondes sonores

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève applique les principes des ondes aux ondes sonores. Il ou elle analyse le fonctionnement du haut-parleur, utilise un oscilloscope pour visualiser des ondes sonores et se familiarise avec les ultrasons et leurs utilisations en médecine.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 11

**Domaine :** Ondes mécaniques

**Attentes :** SPH3U-O-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-O-Comp.2 - 3 - 6 - 7  
SPH3U-O-Acq.1  
SPH3U-O-Rap.1

#### Notes de planification

- Préparer un haut-parleur en l'enveloppant dans une pellicule de plastique et en le branchant de façon qu'il transmette de la musique.
- Se procurer un gros morceau de métal qui fait beaucoup de bruit en tombant, ainsi qu'une règle ou une lame de métal que l'on peut faire vibrer et un diapason. Brancher un oscillateur et un fréquencemètre à un haut-parleur.
- Se préparer à dessiner la vibration des molécules au tableau ou en trouver un dessin et le présenter sur transparent. (Le dessin doit montrer des ondes longitudinales. Dans certains livres, les dessins donnent l'impression de montrer des ondes transversales, car pour montrer les résonances dans les tubes, ces dessins sont plus pratiques. On peut quand même expliquer aux élèves que, parfois, on dessine un graphique des variations de la pression atmosphérique qui ressemblent à des ondes transversales. Il faut souvent insister sur le fait que les ondes de son sont des ondes longitudinales).
- Se procurer un oscilloscope et le brancher à un générateur d'ondes.
- Expliquer les consignes de sécurité à observer pour faire l'activité.
- Préparer le matériel et la marche à suivre (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 270 à 287) pour faire des expériences sur :
  - la propagation et les propriétés des ondes sonores;
  - la vitesse du son;

- la propagation du son d'un milieu à un autre;
- l'effet Doppler.
- Préparer des exercices sur :
  - la propagation et les propriétés des ondes sonores;
  - la vitesse du son;
  - l'effet Doppler.
- Préparer des exercices d'objectivation.
- Préparer un travail de classe sur les ondes sonores.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour faire le travail de classe.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Déclencher une discussion à propos du son. Est-ce vraiment une onde? Pour créer une onde, ne faut-il pas de l'air? Est-ce qu'il y a de l'air sortant d'un haut-parleur? **(ED)**
- Présenter un haut-parleur enveloppé dans une pellicule de plastique et montrer qu'il fonctionne encore.
- Continuer la discussion en groupe-classe afin d'amener l'élève à se demander si le son est une onde transversale, longitudinale ou de torsion et de lui faire comprendre que c'est une onde longitudinale puisqu'elle se propage dans l'air (les deux autres types d'ondes ne se propagent que dans les solides).

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Caractéristiques des ondes sonores*

- Demander à l'élève d'expliquer la manière dont un son est produit et, en même temps, laisser tomber un morceau de métal très bruyant lorsqu'il heurte le sol.
- Faire remarquer que, pour produire un son, il faut produire une vibration qui se propage dans l'air, dans l'eau ou dans des solides (p. ex., dans une porte).
- Montrer la vibration d'une lame de métal et d'un diapason, et mentionner sa fréquence de vibration.
- Produire un son qui a la même fréquence que celle du diapason en utilisant un générateur d'ondes et un haut-parleur.
- Expliquer brièvement le fonctionnement d'un haut-parleur.
- Dessiner au tableau la manière dont bougent les molécules d'air devant un haut-parleur ou un diapason et montrer à l'élève la manière de déterminer la longueur d'onde.

#### *Infrasons et ultrasons*

- À l'aide d'un générateur d'ondes et d'un haut-parleur, faire entendre à l'élève des sons de basses et de hautes fréquences et lui montrer les limites de l'oreille humaine (l'oreille saine et jeune peut percevoir des sons situés entre 20 Hz et 20 kHz).
- Définir le son comme une vibration que l'oreille humaine peut percevoir.
- Définir *infrason* et *ultrason*.

- Expliquer l'utilisation des ultrasons en médecine pour produire des images de l'intérieur du corps. (C'est l'écho de l'ultrason, qui rebondit sur les différentes couches des organes, qui permet de produire l'image). Il est aussi intéressant de remarquer que les éléphants utilisent les infrasons pour communiquer de très loin dans la savane. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur la propagation et les propriétés des ondes sonores, de résumer son expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion, et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Assigner un exercice sur la propagation et les propriétés des ondes sonores, circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

#### *Vitesse du son*

- Présenter le concept de la vitesse de propagation du son.
- Présenter la formule de la vitesse du son dans l'air :
 
$$v = 331 \text{ m/s} + (0,6 \text{ m/s } ^\circ\text{C})T .$$
- Expliquer, à l'aide d'exemples, la manière dont cette vitesse dépend de la température.
- Expliquer en détail chaque variable de la formule.
- Donner un exemple en calculant la vitesse du son dans la classe.
- Demander à l'élève de résoudre quelques problèmes sur la vitesse du son et les corriger en classe. **(EF)**
- Expliquer que Mach 1 est utilisé pour exprimer la vitesse du son (p. ex., le Concorde peut atteindre la vitesse de Mach 2,2).
- Demander à l'élève de calculer la vitesse du son à une température de  $-40^\circ\text{C}$  et, ensuite, à une température de  $45^\circ\text{C}$ . **(AM)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur la vitesse du son, de la résumer dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion, et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante en fasse l'évaluation formative. **(EF)**
- Assigner un exercice sur la vitesse du son, demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**

#### *Son d'un objet en mouvement*

- Brancher un oscilloscope à un générateur d'ondes et montrer la trace produite par des oscillations de grandes et petites fréquences, de différentes amplitudes et de formes variées.
- Expliquer le fonctionnement de l'oscilloscope et son utilisation pour mesurer des fréquences. **(T)**
- Demander à un ou à une élève d'imiter le bruit qu'on entend du bord de la route lorsqu'une automobile passe.
- Demander à l'élève de décrire les caractéristiques du son lorsque l'automobile est éloignée, lorsqu'elle s'approche, lorsqu'elle vient de passer et lorsqu'elle s'éloigne, en utilisant des mots comme *amplitude* et *fréquence du son*. (L'élève doit dire que l'amplitude du son augmente, qu'elle atteint son maximum lorsque l'automobile passe tout près et qu'elle diminue ensuite). Il est intéressant de noter que la fréquence du son de l'automobile qui s'approche est haute alors que celle de l'automobile qui s'éloigne est basse.
- Montrer l'effet causé par une petite source de son au moyen de piles attachées à une corde de façon prudente. (Faire tourner la source autour de la tête afin que l'élève entende les variations de fréquence.)

- Utiliser un diagramme pour expliquer la différence des fréquences entre la source qui s'approche et celle qui s'éloigne (p. ex., A. J. Hirsch, *Physique et le monde moderne*, p. 256).

### *Effet Doppler*

- Présenter l'effet Doppler et l'expliquer en donnant des exemples.
- Expliquer l'utilisation de l'effet Doppler dans les radars déterminant la vitesse des automobiles sur la route ou dans les ultrasons déterminant la vitesse du sang dans les artères ou dans les micro-ondes déterminant la vitesse des gouttelettes d'eau dans une tornade. **(T)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur les propriétés des ondes sonores qui se propagent d'un milieu à un autre (p. ex., de l'air à l'eau, de l'air à un solide), de la résumer dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion et de le comparer avec celui de ses pairs. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience sur l'effet Doppler, de résumer son expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion, et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Assigner un exercice sur l'effet Doppler et ses applications, circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

### *Généralisations*

- Assigner des exercices pour aider l'élève à réviser les concepts, faire des calculs de vitesse du son dans l'air et calculer la longueur d'onde et la fréquence des ondes du son. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un travail de classe sur les ondes sonores et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet des ondes sonores à l'aide d'un travail de classe en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - décrire et illustrer les propriétés des ondes transversales et longitudinales, et préciser la direction et la vitesse du mouvement de leurs particules;
    - préciser la source des ondes mécaniques, les conditions essentielles à leur transmission et les facteurs responsables de leur vitesse de déplacement, notamment la température et les divers milieux, et appliquer rigoureusement l'équation de l'onde universelle;
    - déterminer les propriétés des ondes stationnaires et expliquer les conditions dans lesquelles elles se produisent;
    - expliquer les propriétés des ondes sonores.
  - Recherche
    - calculer la vitesse du son selon la température de l'air;
    - faire la distinction entre *infrason*, *son* et *ultrason*;
    - expliquer l'effet Doppler;

- illustrer, mesurer, analyser et interpréter les propriétés des ondes mécaniques qui se propagent dans un seul milieu ou qui se propagent d'un milieu à un autre ou qui interagissent avec un corps;
- appliquer des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.
- Communication
  - utiliser correctement la terminologie propre aux propriétés des ondes;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - appliquer les concepts généraux des ondes aux phénomènes acoustiques;
  - expliquer certains phénomènes naturels en recourant à l'effet Doppler à des situations de la vie courante.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de choisir une des options ci-dessous :
  - effectuer une recherche dans Internet ou au centre de ressources sur les ondes stationnaires, sur un appareil acoustique et sur l'application de l'effet Doppler à une situation de la vie courante; **(T)**
  - comparer une onde mécanique et une onde sonore; **(T)**
  - faire une recherche au sujet des carrières dans le domaine des ondes sonores; **(T) (PE)**
  - choisir un appareil acoustique et examiner son fonctionnement. **(T) (AM)**
- Inviter l'élève à présenter un projet sur les ondes sonores et leurs applications dans la vie courante à l'occasion de l'Expo-sciences. **(T) (AM)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 3.3 (SPH3U)

### Résonance

#### Description

**Durée :** 240 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse la résonance dans les ondes sonores et détermine la fréquence naturelle d'un système en oscillation. Il ou elle effectue une recherche sur les carrières et les emplois requérant des connaissances sur les ondes et les vibrations.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 12

**Domaine :** Ondes mécaniques

**Attentes :** SPH3U-O-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-O-Comp.4 - 5 - 8

SPH3U-O-Acq.2 - 3

SPH3U-O-Rap.2 - 3

#### Notes de planification

- Trouver un film, une bande vidéo ou un site Web qui montre l'effondrement du pont à Tacoma Narrows (p. ex., *La résonance* de la série *L'univers mécanique* de tfo).
- Se procurer des objets qui montrent des oscillations (p. ex., un pendule, une masse accrochée à un ressort, une lame de métal (ou une règle), un diapason, un grand becher rempli à moitié d'eau) et s'exercer à produire des résonances dans ces objets.
- Préparer deux diapasons qui ont la même fréquence naturelle de vibration pour montrer que, lorsqu'on en fait osciller un, on produit l'oscillation du deuxième par résonance.
- Se procurer un sonomètre (ou une guitare) et s'exercer à produire des ondes stationnaires dans plusieurs harmoniques.
- Se procurer un vibreur mécanique actionné par un oscillateur pour faire vibrer une corde élastique et vérifier les fréquences qui produiront des résonances.
- Trouver un gros tube de carton, un générateur d'ondes et un haut-parleur. Vérifier les fréquences des vibrations qui produiront une résonance.
- Préparer l'oscilloscope et un microphone pour montrer les formes d'ondes produites par un instrument de musique. Demander à un ou à une élève d'apporter un instrument de musique avant la séance et essayer d'en voir la trace sur l'oscilloscope. Il est parfois nécessaire d'utiliser un amplificateur.
- Expliquer les consignes de sécurité à observer pour faire l'activité.

- Préparer des dessins des ondes stationnaires sur les cordes, les tubes ouverts et les tubes fermés.
- Rédiger des notes et préparer des diagrammes montrant les conditions nécessaires à la résonance.
- Préparer des exercices et des problèmes à résoudre sur la résonance.
- Préparer le matériel et la marche à suivre pour faire une expérience sur la résonance (p. ex., des tubes de longueurs variables et des diapasons) (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 288 à 300).
- Préparer des exercices de revues pour aider l'élève à faire son objectivation.
- Rédiger une épreuve sur la résonance.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

#### *Projet de recherche*

- Avertir l'élève que, dans l'activité 3.5, il ou elle devra terminer un travail de recherche de trois volets, rédiger un rapport de recherche et le présenter par écrit et que, pour réussir, il ou elle devra y travailler à l'extérieur des heures de classe.
- Demander à l'élève de commencer dès maintenant sa recherche au centre de ressources ou dans Internet sur un des trois volets : les carrières et les emplois requérant des connaissances des ondes et des vibrations (p. ex., audiologue, technicien ou technicienne du son, architecte des salles de concert, constructeur ou constructrice d'avion, constructeur ou constructrice d'édifices dans des endroits sujets aux tremblements de terre, technicien ou technicienne en échographie). **(PE)**
- Présenter à l'élève les points à rechercher :
  - la description d'une carrière ou de l'emploi;
  - son impact sur la société;
  - les connaissances des vibrations qui sont importantes pour cette carrière ou cet emploi;
  - les conditions d'admission à un programme d'études postsecondaires dans ce domaine.
- Demander à l'élève :
  - de choisir un emploi ou une carrière;
  - de préparer un plan de travail;
  - de faire sa recherche au centre de ressources ou dans Internet, de façon indépendante; **(T)**
  - de faire sa recherche à l'extérieur des heures de classe;
  - d'informer, de façon régulière, l'enseignant ou l'enseignante de son progrès;
  - de conserver un dossier pour recueillir les informations;
  - de respecter les échéances.

#### *Concept de résonance*

- Montrer un film ou une bande vidéo de l'effondrement du pont à Tacoma Narrows.
- Animer une discussion en groupe-classe, invitant l'élève à tenter d'expliquer ce qui s'est passé pour que ce pont s'effondre. (On ne s'attend pas à une réponse finale, mais seulement à des idées émises par l'élève.) **(ED)**

## Expérimentation/Exploration/Manipulation

### Résonance

- Faire des démonstrations pour montrer le concept de fréquence naturelle de vibration :
  - installer un pendule et le faire osciller; faire remarquer qu'il n'oscille qu'à une fréquence particulière : sa fréquence naturelle de vibration;
  - demander à l'élève de déterminer ce que l'on doit changer pour construire un pendule qui oscille à une fréquence différente (la longueur de la corde).

ou

- faire osciller une masse au bout d'un ressort; faire remarquer qu'elle n'oscille qu'à une fréquence particulière : c'est sa fréquence naturelle de vibration.

ou

- utiliser d'autres exemples et poser les mêmes questions (p. ex., un becher avec de l'eau, une lame de métal, un diapason ou une corde de guitare).
- Expliquer le concept de résonance et en donner une définition : amplification des oscillations d'un système excité par une source vibrant à une fréquence naturelle.
- Montrer la résonance entre deux diapasons qui ont la même fréquence naturelle de vibration (quand on en fait vibrer un, l'autre se met à vibrer).
- Montrer que ça ne fonctionne pas avec des diapasons différents (on peut modifier un des diapasons en enroulant un élastique ou du ruban adhésif autour d'une de ses branches).

### Cordes vibrantes et tuyaux sonores

- Expliquer ce qui est arrivé au pont sur le Tacoma Narrows et donner d'autres exemples de la résonance (p. ex., la vibration des ailes d'un avion; l'oscillation d'une automobile absorbée par les amortisseurs; les organes du corps ayant une fréquence naturelle de vibration qui peuvent être excités par certaines oscillations; en électronique, le circuit de syntonisation d'un poste de radio qui permet de choisir les émissions). **(T)**
- Montrer la fréquence naturelle d'une corde de guitare ou d'un sonomètre.
- Demander à l'élève de tenter d'expliquer ce dont dépend la fréquence naturelle de vibration d'une corde de guitare et expliquer que ce système a plusieurs fréquences naturelles de vibration.
- Montrer que la corde peut vibrer en première harmonique, en deuxième harmonique, etc.
- Faire un dessin pour montrer la manière dont la corde vibre dans ces différents modes.
- Expliquer ce que sont les noeuds et les ventres, les noms des différents modes et les fréquences de vibration de la corde (p. ex.,  $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ ,  $4f$ ).
- Si l'école possède un vibreur contrôlé par un oscillateur, produire des vibrations dans une corde élastique. Faire un balayage des fréquences et montrer les résonances produites.
- Mettre un haut-parleur devant un grand tube ouvert aux deux extrémités et faire un balayage des fréquences pour trouver ses fréquences naturelles de vibration. Refaire l'expérience avec une extrémité fermée.
- Montrer un dessin des vibrations dans les cordes, dans les tubes ouverts et dans les tubes à une extrémité fermée. Expliquer les ressemblances et les différences.
- Montrer les relations entre les fréquences produisant de grandes amplitudes (sons forts) et la fréquence fondamentale.
- Montrer que la distance entre les noeuds est toujours de  $\lambda/2$  ( $\lambda$  représente la longueur d'onde).

- Demander à l'élève de faire une expérience pour trouver la longueur d'un tube ayant une extrémité fermée par de l'eau qui entre en résonance lorsqu'excitée par la vibration d'un diapason :
  - trouver la fréquence fondamentale;
  - faire un dessin montrant la position des noeuds;
  - calculer la longueur d'onde.
- Demander à l'élève de rédiger un rapport de laboratoire, d'inclure, dans son analyse, un court paragraphe sur une application des connaissances de la résonance et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Assigner un exercice sur la résonance et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

### *Généralisations*

- Demander à une ou à un élève d'apporter un instrument de musique en classe et discuter de la façon dont les vibrations sont produites.
- Utiliser un oscilloscope (et peut-être un amplificateur, au besoin) pour montrer la forme de l'onde qui est la superposition des différentes harmoniques. **(AM)**
- Assigner des exercices afin d'amener l'élève à réviser les concepts vus dans cette activité et à faire des calculs des fréquences de résonance dans des cordes et des tubes. **(O)**
- Inviter l'élève à rencontrer son conseiller ou sa conseillère en orientation au sujet des carrières dans le domaine de la musique et de la résonance. **(PE)**
- Rappeler à l'élève de travailler sur son travail de recherche à l'extérieur des heures de classe.

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer une épreuve sur la résonance et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la résonance à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer les concepts et le vocabulaire de la résonance mécanique et acoustique;
    - définir les termes de la résonance mécanique et acoustique;
    - expliquer le rapport entre les concepts de résonance mécanique et de résonance acoustique;
    - expliquer et illustrer graphiquement le principe de superposition et présenter des exemples d'interférences constructives et destructives;
    - reconnaître et analyser les conditions requises pour qu'il y ait une résonance mécanique dans divers milieux;
    - présenter plusieurs exemples de résonance dans un tuyau sonore et analyser quantitativement les rapports entre la longueur d'une colonne d'air ouverte ou fermée, la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse du son.
  - Recherche
    - effectuer une expérience afin d'analyser, de prédire et de vérifier les conditions pour produire la résonance.

- Communication
  - communiquer l'information recueillie dans les expériences de résonance mécanique et acoustique;
  - utiliser le vocabulaire approprié à la résonance;
  - interpréter correctement les conditions nécessaires à la résonance d'ondes mécaniques et acoustiques;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - préciser des caractéristiques d'un appareil acoustique;
  - nommer des carrières en résonance mécanique et acoustique.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de choisir une des options ci-dessous :
  - effectuer une recherche pour évaluer un appareil acoustique, selon des critères précis; **(T)**
  - trouver la fréquence fondamentale d'un instrument de musique; **(T) (AM)**
  - faire une recherche sur les mathématiques des harmoniques; **(T) (AM)**
  - créer une simulation à l'ordinateur du principe de la résonance. **(T) (AM)**
- Inviter l'élève à présenter un projet sur la résonance à l'occasion de l'Expo-sciences. **(T) (AM)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 3.4 (SPH3U)

### Vitesse des ondes

#### Description

**Durée :** 160 minutes

Dans cette activité, l'élève conçoit une expérience afin de déterminer la vitesse du son dans l'air. Il ou elle prend des mesures, détermine cette vitesse et calcule le pourcentage d'erreur entre la vitesse théorique et la vitesse expérimentale déterminée.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Ondes mécaniques

**Attentes :** SPH3U-O-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-O-Comp.2 - 3  
SPH3U-O-Acq.2  
SPH3U-O-Rap.1

#### Notes de planification

- Se procurer des livres sur les ondes, l'acoustique et la résonance.
- Préparer une feuille de critères pour concevoir une expérience sur la vitesse du son dans l'air.
- Rassembler le matériel disponible à l'école pour faire cette expérience (les élèves sont responsables de trouver le matériel qui leur manque).
- Voici quelques façons de mesurer la vitesse :
  - dehors, devant un mur à l'aide d'un chronomètre, mesurer le temps que prend le son produit pour revenir (écho);
  - faire un bruit rythmé et ajuster le rythme pour que l'écho revienne en même temps que la production du son suivant; mesurer la fréquence du rythme;
  - mesurer les résonances dans un tube comme celui utilisé dans l'activité précédente;
  - utiliser un haut-parleur devant un tube et déterminer la fréquence qui produit la résonance dans le mode fondamental;
  - produire un son devant un mur à l'aide d'un haut-parleur et trouver où se trouvent les noeuds entre le haut-parleur et le mur;
  - faire éclater un ballon devant un mur ou un tube fermé et utiliser une sonde de son et une interface d'ordinateur pour mesurer le temps du retour de l'écho.
- Préparer un exercice sur les concepts étudiés dans les activités 3.1, 3.2 et 3.3.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer le rapport d'expérience.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

#### *Projet de recherche*

- Rappeler à l'élève le travail de recherche à trois sections de l'activité 3.5.
- Demander à l'élève de continuer sa recherche au centre de ressources ou dans Internet, à l'extérieur des heures de classe, sur une deuxième section : la pollution sonore.
- Présenter à l'élève les points à rechercher :
  - sources de son excessif;
  - comparaisons d'intensités, unité de mesure et fréquence maximale permise par la loi;
  - effets sur les humains (p. ex., sur les oreilles, sur la personne complète);
  - protection possible et efficacité de la protection.
- Rappeler à l'élève :
  - de préparer un plan de travail;
  - de faire sa recherche au centre de ressources ou dans Internet, de façon indépendante; **(T)**
  - de faire sa recherche à l'extérieur des heures de classe;
  - d'informer, de façon régulière, l'enseignant ou l'enseignante de son progrès;
  - de conserver un dossier pour recueillir les informations;
  - de respecter les échéances.

#### *Vitesse des ondes*

- Demander à une ou à un élève qui a déjà vu un objet lourd tomber au loin (p. ex., quelqu'un qui fend du bois ou une masse qui tombe dans un chantier de construction) de raconter ce que l'on voit et ce que l'on entend (on voit tomber l'objet et, plus tard, on entend le son de l'objet qui tombe).
- Animer une discussion en groupe-classe sur les raisons possibles du phénomène afin de comprendre qu'il y a deux informations qui arrivent de la hache qui tombe et qui renseignent le spectateur ou la spectatrice sur ce qui se passe au loin; puisque la vitesse de la lumière est plus rapide ( $3,00 \times 10^8$  m/s) que celle du son (environ 330 m/s), on voit le phénomène avant de l'entendre. **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer la manière dont on peut savoir la distance entre l'éclair et soi lorsqu'il y a un orage. La lumière arrive presque instantanément et le son se déplace à environ 1 km sur 3 secondes. **(ED)**
- Expliquer à l'élève que, dans cette activité, il ou elle doit faire une expérience pour mesurer la vitesse du son dans l'air.

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

- Animer un remue-méninges sur des façons de mesurer la vitesse du son. (Puisque l'élève pensera à des méthodes directes en appliquant la formule  $v = d/t$ , il faut lui faire penser qu'en utilisant la formule  $v = f\lambda$  on peut trouver la vitesse à condition de trouver ou de mesurer la  $f$  et la  $\lambda$ .)
- Former des équipes de deux et demander à chacune de se choisir une méthode pour déterminer la vitesse du son dans l'air, l'encourageant à en choisir une pour laquelle l'école possède l'équipement nécessaire.

- Distribuer une liste des critères à respecter pour faire l'expérience (avec une grille d'évaluation).
- Expliquer ces critères (p. ex., développer la marche à suivre à l'aide des ressources, composer une bibliographie, présenter les données dans un tableau, montrer les calculs de vitesse, le pourcentage d'erreurs entre la valeur de vitesse théorique et expérimentale et l'analyse d'erreurs).
- Demander à chaque équipe de dresser une liste du matériel nécessaire et de rédiger la marche à suivre pour faire son expérience.
- Mettre le matériel à la disposition de l'élève.
- Expliquer le mode d'utilisation des instruments et les règles de sécurité.
- Allouer le temps de classe requis pour que l'élève fasse l'expérience en équipe de deux.
- Distribuer des exercices sur les principes étudiés.
- Demander à l'élève d'inclure les réponses aux questions de l'exercice dans son rapport d'expérience pour en faire l'évaluation sommative. **(ES)**
- Inviter chaque équipe à comparer sa marche à suivre et ses résultats avec ses pairs, et de faire une synthèse de l'activité. **(O)**
- Demander à l'élève de rédiger un rapport de l'expérience qui résume :
  - la conceptualisation;
  - le matériel et les instruments utilisés;
  - la marche à suivre;
  - les résultats;
  - l'analyse des résultats;
  - les calculs d'erreurs et le pourcentage d'erreurs;
  - la discussion;
  - les réponses aux exercices sur les concepts étudiés;
  - la conclusion.
- Demander à l'élève de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation sommative. **(ES)**
- Rappeler à l'élève de travailler sur son travail de recherche à l'extérieur des heures de classe.

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un rapport d'expérience sur la détermination de la vitesse des ondes et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la vitesse des ondes, à l'aide d'un rapport d'expérience en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - décrire et illustrer les propriétés des ondes transversales et longitudinales, et préciser la direction et la vitesse du mouvement de leurs particules;
    - expliquer les concepts, les principes, les lois et les théories de la mesure de la vitesse du son;
    - déterminer les facteurs qui influencent la vitesse du son.

- Recherche
  - concevoir et effectuer une expérience pour déterminer la vitesse des ondes mécaniques dans un milieu et comparer les valeurs théoriques aux valeurs empiriques en déterminant les sources d'erreur ou d'incertitude;
  - préciser la source des ondes mécaniques, les conditions essentielles à leur transmission et les facteurs responsables de leur vitesse de déplacement et appliquer rigoureusement l'équation de l'onde universelle;
  - appliquer des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique en planifiant l'expérience de la mesure de la vitesse du son, en réalisant l'expérience, en compilant et en interprétant les résultats obtenus lors de l'expérience;
  - appliquer des compétences et des procédés techniques dans la mesure de la vitesse du son;
  - utiliser les instruments de mesure, l'équipement et le matériel dans la réalisation de l'expérience.
- Communication
  - communiquer l'information sur l'expérimentation de la mesure de la vitesse du son;
  - utiliser la terminologie, les symboles, les conventions scientifiques et les unités de mesure du SI dans la mesure de la vitesse du son;
  - utiliser le rapport de laboratoire comme moyen de communication;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - expliquer certains phénomènes naturels en se rapportant aux caractéristiques et aux propriétés des ondes, et décrire des applications technologiques qui en découlent.
  - expliquer les rapprochements entre les sciences et la technologie dans la réalisation de l'expérience de la mesure de la vitesse du son.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de choisir une des options ci-dessous :
  - déterminer la vitesse du son dans un autre milieu (p. ex., l'eau, un rail de métal); **(AM) (T)**
  - vérifier l'effet de la température sur la vitesse du son (p. ex., en plaçant un tuyau sonore au-dessus de l'eau glacée et en mesurant ensuite, au-dessus de l'eau bouillante l'écho du son en été et en hiver); **(AM) (T)**
  - créer une simulation à l'ordinateur de la transmission du son dans différents milieux. **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à présenter un projet à l'occasion de l'Expo-sciences sur la vitesse de la lumière. **(AM) (T)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 3.5 (SPH3U)

### Appareils acoustiques

#### Description

**Durée :** 160 minutes

Dans cette activité, l'élève applique ses connaissances des vibrations et évalue des critères de comparaison d'appareils acoustiques. Il ou elle nomme des sources de bruits et des méthodes pour se protéger contre ces bruits, et découvre des carrières dans lesquelles on utilise les connaissances des vibrations mécaniques. Cette activité de recherche s'étend sur trois activités : activité 3.3, activité 3.4 et activité 3.5.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.3 - 4 - 5 - 6 - 9 - 12

**Domaine :** Ondes mécaniques

**Attentes :** SPH3U-O-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-O-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8

SPH3U-O-Acq.1 - 2 - 3

SPH3U-O-Rap.1 - 2 - 3

#### Notes de planification

- Rédiger un questionnaire pour revoir les éléments vus dans les activités 3.1 à 3.4.
- Trouver un tonitruand et de la musique franco-ontarienne au goût de l'élève, à utiliser à l'occasion de la mise en situation.
- Déterminer le calendrier et la marche à suivre pour terminer la tâche de recherche.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources pour permettre à l'élève de terminer sa recherche.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer le rapport de recherche.

#### Déroulement de l'activité

##### Mise en situation

- Présenter un questionnaire pour revoir les éléments vus dans les activités 3.1 à 3.4.
- Brancher un tonitruand en classe et y faire jouer de la musique franco-ontarienne au goût des jeunes. (AC)

- Demander à l'élève de nommer différentes chaînes stéréophoniques et en dresser la liste au tableau.
- Demander à l'élève de dire les différences qu'il y a entre ces appareils. **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer la manière dont on peut les comparer, c'est-à-dire les caractéristiques qu'on pourrait utiliser pour les comparer (accepter différentes réponses et dire à l'élève qu'il ou elle aura la chance de trouver des réponses précises en terminant son projet de recherche commencé à l'activité 3.3).

## **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

### *Projet de recherche*

- Rappeler à l'élève qu'il ou elle doit terminer un projet de recherche à trois sections commencé aux activités 3.3 et 3.4.
- Rappeler à l'élève qu'il doit faire ses recherches dans Internet ou au centre de ressources.
- Présenter les détails de la troisième section :
  - le fonctionnement et les caractéristiques d'un appareil acoustique (p. ex., amplificateur, égalisateur, haut-parleur, microphone, écouteur, appareil à ultrasons utilisé à l'occasion de l'échographie) : **(T)**
    - l'utilité de l'appareil;
    - le fonctionnement de l'appareil;
    - les caractéristiques de l'appareil (p. ex., réponses de fréquences);
    - les impacts de l'utilisation de l'appareil sur la société :
      - les avantages et les désavantages;
      - les effets sur les humains;
      - les économies.
- Rappeler les détails des deux autres sections :
  - les carrières et les emplois requérant des connaissances des ondes et des vibrations (p. ex., audiologue, technicien ou technicienne du son, architecte des salles de concert, constructeur ou constructrice d'avion, constructeur ou constructrice d'édifices dans des endroits sujets aux tremblements de terre, technicien ou technicienne en échographie, orthothérapeute). **(PE)**
    - la description de la carrière ou de l'emploi;
    - son impact sur la société;
    - les connaissances des vibrations qui sont importantes pour exercer cette carrière ou cet emploi;
    - les conditions d'admission à un programme d'études postsecondaires dans ce domaine.
  - la pollution sonore : **(AM)**
    - les sources des bruits excessifs.
    - les comparaisons d'intensités, les unités de mesure et la fréquence maximale permise par la loi.
    - les effets sur les humains (p. ex., sur les oreilles, sur la personne complète)
    - les sources de protection possibles et l'efficacité de la protection.
- Rappeler les exigences, le calendrier et les modalités de la tâche de recherche.

- Demander à l'élève :
  - de choisir un appareil acoustique sur lequel sera rédigée la troisième section de son projet de recherche;
  - de préparer un plan de travail pour terminer sa recherche et rédiger son rapport;
  - de faire sa recherche au centre de ressources ou dans Internet, de façon indépendante; **(T)**
  - de faire sa recherche à l'extérieur des heures de classe;
  - d'informer, de façon régulière, l'enseignant ou l'enseignante de son progrès;
  - de terminer son dossier d'informations;
  - de respecter les échéances;
  - de consulter son dossier d'information et de rédiger, à l'ordinateur **(T)**, un rapport de sa recherche en trois sections, qui comprend :
    - les sujets;
    - les informations recueillies;
    - l'analyse et l'interprétation des informations;
    - son opinion personnelle;
    - la conclusion;
    - la bibliographie;
    - les remerciements;
  - de remettre son rapport écrit (deux pages par section) pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation sommative. **(ES)**
- Inviter l'élève à faire un tableau synoptique des termes et des concepts vus dans les quatre premières activités de l'unité et à comparer son tableau avec celui de ses pairs. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un rapport de recherche sur les appareils acoustiques et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises sur les appareils acoustiques à l'aide d'un rapport de recherche en fonction des éléments vus dans les activités 3.1 à 3.4.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer les concepts du son et des ondes;
    - appliquer les concepts d'ondes à l'appareil acoustique, aux carrières et à la pollution sonore;
    - montrer ses connaissances de la terminologie propre à l'appareil sonore et à la pollution sonore.
  - Recherche
    - appliquer des habiletés et des stratégies de recherche à la compilation et à l'analyse d'informations, à l'occasion de l'étude d'un appareil sonore et de la pollution sonore.
  - Communication
    - utiliser la terminologie propre au son et aux ondes pour communiquer ses idées de façon claire;
    - utiliser les nouvelles technologies de l'information à l'occasion de ses recherches et de sa communication.

- Rapprochement
  - évaluer l'impact des sciences et des technologies sur l'environnement et proposer des mesures concrètes quant aux problèmes liés à la pollution sonore;
  - analyser les questions sociales et économiques liés à l'appareil acoustique.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de faire une étude sur l'oreille et ses parties. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève d'effectuer une recherche dans Internet pour comparer différents appareils acoustiques. **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à présenter un projet, à l'occasion de l'Expo-sciences, sur des appareils acoustiques. **(AM) (T)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

Annexe SPH3U 3.5.1: Grille d'évaluation adaptée - Appareils acoustiques et pollution sonore

## Grille d'évaluation adaptée - Appareils acoustiques et pollution sonore

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
<b>Connaissance et compréhension</b>				
L'élève : - montre une compréhension des concepts du son et des ondes. - applique les concepts d'ondes à l'appareil acoustique, aux métiers ou à la pollution sonore.	L'élève montre <b>une compréhension limitée</b> des concepts et il ou elle applique <b>rarement</b> les concepts d'ondes.	L'élève montre <b>une compréhension partielle</b> des concepts et il ou elle applique <b>parfois</b> les concepts d'ondes.	L'élève montre <b>une compréhension générale</b> des concepts et il ou elle applique <b>souvent</b> les concepts d'ondes.	L'élève montre <b>une compréhension approfondie</b> des concepts et il ou elle applique <b>toujours ou presque toujours</b> les concepts d'ondes.
<b>Recherche</b>				
L'élève : - applique des habiletés et des stratégies propres à la recherche, à la compilation et à l'analyse d'informations, à l'occasion de l'étude d'un appareil sonore et de la pollution sonore.	L'élève applique <b>un nombre limité</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche.	L'élève applique <b>certaines</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche.	L'élève applique <b>la plupart</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche.	L'élève applique <b>toutes ou presque toutes</b> les habiletés et les stratégies propres à la recherche.
<b>Communication</b>				
L'élève : - utilise la terminologie propre au son et aux ondes. - utilise les nouvelles technologies de l'information pour faire ses recherches et sa communication.	L'élève utilise la terminologie propre au son et aux ondes <b>avec peu d'exactitude et une efficacité limitée</b> , le rapport de recherche <b>avec une compétence limitée</b> , et la technologie de l'information <b>avec une pertinence et une efficacité limitées</b> .	L'élève utilise la terminologie propre au son et aux ondes <b>avec une certaine exactitude et efficacité</b> , le rapport de recherche <b>avec une certaine compétence</b> , et la technologie de l'information <b>avec une certaine pertinence et efficacité</b> .	L'élève utilise la terminologie propre au son et aux ondes <b>avec une grande exactitude et efficacité</b> , le rapport de recherche <b>avec une grande compétence</b> , et la technologie de l'information <b>avec une grande efficacité</b> .	L'élève utilise la terminologie propre au son et aux ondes <b>avec une très grande exactitude et efficacité</b> , le rapport de recherche <b>avec une très grande compétence</b> , et la technologie de l'information <b>avec une très grande efficacité</b> .

<b>Rapprochements</b>				
L'élève : - analyse les questions sociales et économiques liées à un appareil acoustique. - évalue l'impact des sciences et de la technologie sur l'environnement quant aux problèmes liés à la pollution sonore.	L'élève analyse les questions sociales et économiques <b>avec une efficacité limitée</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie <b>avec une compétence limitée.</b>	L'élève analyse les questions sociales et économiques <b>avec une certaine efficacité</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie <b>avec une certaine compétence.</b>	L'élève analyse les questions sociales et économiques <b>avec une grande efficacité</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie <b>avec une grande compétence.</b>	L'élève analyse les questions sociales et économiques <b>avec une très grande efficacité</b> et évalue l'impact des sciences et de la technologie <b>avec une très grande compétence.</b>
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

## APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 4 (SPH3U)

### Optique et système optique

#### Description

**Duré** 22 heures

Cette unité porte sur la propagation rectiligne de la lumière, sur la réflexion et la réfraction ainsi que sur les instruments d'optique. L'élève expérimente à l'aide de plusieurs exemples de réfraction et de réflexion totale, et analyse une variété de phénomènes naturels. Il ou elle examine les caractéristiques d'images formées par des lentilles, construit un prototype d'un appareil d'optique et fait une recherche sur des applications de l'optique dans la vie courante.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12

**Domaine :** Lumière et optique géométrique

**Attentes :** SPH3U-L-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-L-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7  
SPH3U-L-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5  
SPH3U-L-Rap.1 - 2 - 3

#### Titres des activités

#### Durée

<b>Activité 4.1 :</b> Propagation et réflexion de la lumière	80 minutes
<b>Activité 4.2 :</b> Réfraction de la lumière	240 minutes
<b>Activité 4.3 :</b> Lentilles divergentes et convergentes	320 minutes
<b>Activité 4.4 :</b> Construction d'un appareil d'optique	380 minutes
<b>Activité 4.5 :</b> Recherche portant sur des appareils d'optique	300 minutes

#### Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'intégration de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (**AC**), la technologie (**T**), les perspectives d'emploi (**PE**) et les autres matières (**AM**) lors de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

## Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer conjointement les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. Il ou elle s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon correcte d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire. Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1. Préciser, si nécessaire, les règles de sécurité pour chacune des activités de cette unité.

## Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

### Médias électroniques

Académie de Reims. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.ac-reims.fr/datice/sc\\_physiques/Information/refraction.htm](http://www.ac-reims.fr/datice/sc_physiques/Information/refraction.htm)

Association des professeurs de sciences du Québec. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.apsq.org/services/tic/scenario\\_hm/sneldesc.htm](http://www.apsq.org/services/tic/scenario_hm/sneldesc.htm)

ifrance. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.ifrance.com/scientix/patate4/descartes3.htm>

Uzine 2. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.minirezo.net/breve147.html>

## ACTIVITÉ 4.1 (SPH3U)

### Propagation et réflexion de la lumière

#### Description

**Durée :** 80 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse la propagation de la lumière en observant des ombres, l'image d'un appareil photo à sténopé et un faisceau laser. Il ou elle fait des expériences, résout des problèmes sur les lois de la réflexion dans un miroir plan, et fait la distinction entre des réflexions régulières et des réflexions diffuses. L'élève crée un dossier qu'il ou elle étoffera tout le long de l'unité et y conserve un résumé du fonctionnement d'un appareil d'optique utilisant un ou plusieurs miroirs plans.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9

**Domaine :** Lumière et optique géométrique

**Attente :** SPH3U-L-A.1

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-L-Comp.2  
SPH3U-L-Acq.4  
SPH3U-L-Rap.2

#### Notes de planification

##### *Propagation rectiligne*

- Construire des appareils photo à sténopé en faisant un petit trou dans le fond de boîtes cylindriques dotées de couvercles translucides (p. ex., boîtes de café ou de croustilles).
- Se procurer des bougies, des chandeliers et des allumettes.
- Préparer le matériel pour montrer la propagation rectiligne de la lumière (p. ex., un faisceau de lumière d'un rayon laser au-dessus duquel on laisse tomber de la poussière de craie, une ombre formée par un objet devant une source lumineuse).

##### *Réflexion de la lumière*

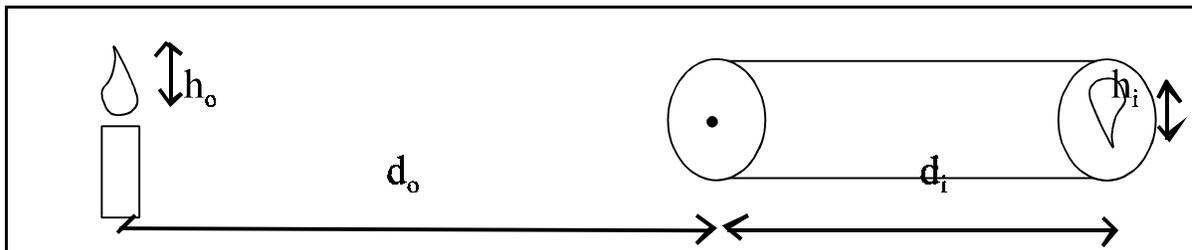
- Préparer le matériel pour montrer la réflexion régulière et la réflexion diffuse de la lumière (p. ex., balle de tennis, boîtes à rayons, miroirs plans, rapporteurs).
- Préparer une série de dessins ou de photographies afin de montrer les applications de la réflexion dans un miroir plan (p. ex., appareil photo, périscope, kaléidoscope, truquage théâtral).

- Préparer une série d'exercices et de problèmes pour évaluer la compréhension des élèves de la propagation rectiligne de la lumière et de la réflexion.
- Rédiger une épreuve portant sur la propagation de la lumière et les lois de réflexion.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Former des équipes de deux élèves.
- Distribuer à chaque équipe un appareil photo à sténopé, une bougie, un chandelier, des allumettes et une règle.
- Expliquer la différence entre un objet et une image.
- Dessiner le diagramme ci-dessous au tableau, ou le projeter sur un rétroprojecteur, pour familiariser l'élève avec les variables  $h_i$ ,  $h_o$ ,  $d_i$  et  $d_o$ .
- Demander à l'élève d'observer l'image formée par la flamme d'une bougie sur un couvercle translucide et de répondre à des questions telles que : **(ED)**
  - L'image de la flamme est-elle inversée ou droite?
  - Y a-t-il un changement de hauteur de l'image lorsqu'on éloigne l'appareil photo de l'objet, lorsqu'on augmente la distance  $d_o$ ? Peux-tu décrire qualitativement ce changement?



- Peux-tu tracer un schéma comportant deux rayons lumineux partant du haut et du bas de la flamme pour montrer le changement de hauteur de l'image lorsqu'on augmente la distance  $d_o$ ?
- Es-tu capable de déterminer une relation mathématique entre  $h_i$ ,  $h_o$ ,  $d_i$  et  $d_o$ ?
- Peux-tu prédire comment l'image serait modifiée si on agrandissait le trou de l'appareil photo? Vérifie ta prédiction. (*L'image est plus brillante; elle ne devient pas plus grande ni plus droite.*)
- Si on compare ses yeux à un appareil photo à sténopé, que peut-on dire de l'image qui se forme sur la rétine de l'oeil?

## Expérimentation/Exploration/Manipulation

### *Propagation rectiligne*

- Expliquer à l'élève que l'image formée par un appareil photo à sténopé est toujours renversée parce que la lumière se propage en ligne droite.
- Montrer d'autres exemples de la propagation rectiligne de la lumière (p. ex., la formation d'ombres à l'occasion d'éclipses, l'observation d'un rayon laser dans un nuage de craie, de fumée ou de gouttelettes d'eau).

### *Réflexion de la lumière*

- Définir les termes *rayon incident*, *rayon réfléchi*, *normale*, *angle d'incidence* et *angle de réflexion*.
- Inviter l'élève à se regrouper en équipe de deux.
- Distribuer une balle de tennis à chaque équipe et demander à l'élève de lancer la balle sur un mur de façon qu'elle atteigne l'autre élève, et de déterminer une relation entre l'angle d'incidence de la balle et son angle de réflexion. Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de répéter l'expérience sur une surface irrégulière (p. ex., gazon, route de campagne) et de vérifier si la relation obtenue avec le mur s'applique dans ce cas. Demander aux équipes de comparer leurs réponses. **(EF)**
- Distribuer une source lumineuse avec une seule fente, un miroir plan et un papier d'aluminium chiffonné, et demander à l'élève de comparer la relation entre les angles d'incidence et de réflexion dans ce cas-là avec ceux obtenus à l'aide d'une balle de tennis ricochant sur un mur ou une surface irrégulière. **(EF)**
- Expliquer les lois de la réflexion dans un miroir plan et faire la distinction entre la réflexion régulière et la réflexion diffuse.

### *Lois de réflexion*

- Résoudre, au tableau, des problèmes sur les lois de la réflexion.
- S'assurer que l'élève comprend la propagation rectiligne de la lumière et les lois de la réflexion dans un miroir plan en posant des questions (p. ex., Sachant qu'une route mouillée a une surface plus régulière qu'une route sèche, explique pourquoi la route est plus difficile à voir quand on conduit au cours d'une nuit pluvieuse. Comment ta vision serait-elle affectée si la lumière ne se propageait pas selon une ligne droite, mais selon une courbe? Donne des exemples.) **(EF)**

### *Généralisations*

- Présenter une série de dessins ou de photographies afin de montrer les applications de la réflexion sur des surfaces planes (p. ex., appareil photo, périscope, kaléidoscope, truquage théâtral).
- Demander à l'élève de créer un dossier qu'il ou elle étoffera tout le long de l'unité et d'y conserver un résumé du fonctionnement d'un appareil d'optique utilisant un ou des miroirs plans, incluant un dessin de la trajectoire d'un rayon lumineux. Circuler et vérifier le contenu du dossier. **(EF)**
- Demander à l'élève de résoudre des problèmes sur la propagation de la lumière et les lois de la réflexion, et les corriger en classe. **(EF)**

- Demander à l'élève de noter les nouveaux termes, de trouver des exemples de réflexion sur des surfaces planes ou irrégulières dans la vie courante et d'en tracer les rayons incidents et réfléchis (p. ex., réflexion sur des lunettes, sur la glace). **(O)**

### Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer une épreuve sur la propagation de la lumière et les lois de réflexion, et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la propagation de la lumière et les lois de réflexion à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - décrire le modèle scientifique de la lumière et l'utiliser pour expliquer des phénomènes naturels d'optique;
    - définir les termes propres à la réflexion (p. ex., *normale*, *angle d'incidence*, *rayon réfléchi*), les définitions de la réflexion (p. ex., *régulière*, *diffuse*) et les lois de la réflexion sur un miroir plan.
  - Recherche
    - tracer des rayons incidents et réfléchis dans des exemples de réflexion sur des surfaces planes ou irrégulières, tirés de la vie courante;
    - mesurer des angles d'incidence et de réflexion;
    - résoudre des problèmes sur la propagation de la lumière et les lois de réflexion;
  - Communication
    - utiliser correctement la terminologie associée à la réflexion;
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.
  - Rapprochement
    - expliquer le fonctionnement d'un appareil d'optique.

### Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'utiliser les lois de la réflexion pour tracer les diagrammes de rayons, trouvant les images formées par deux miroirs plans à un angle de  $90^\circ$  l'un de l'autre. **(T)**
- Demander à l'élève de trouver la relation entre le nombre d'images et l'angle formé entre deux miroirs plans (compter le nombre d'images lorsque les miroirs sont placés à un angle de  $90^\circ$ , de  $60^\circ$ , de  $45^\circ$ , de  $36^\circ$  et de  $30^\circ$ ).
- Demander à l'élève de se renseigner sur les processus utilisés pour produire des miroirs et sur leur qualité (p. ex., réaction chimique entre un composé d'argent et d'ammoniaque et un agent réducteur, vapeur d'aluminium couvrant une surface vitrée dans une chambre à vide, image bleutée d'un miroir enduit d'aluminium résultant de la réflexion de 92 % de la lumière bleue et de 90 % des lumières verte et rouge). **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à faire une recherche sur les expériences de Michelson pour déterminer la vitesse de la lumière. **(T)**
- Demander à l'élève de calculer le pourcentage de lumière réfléchi après trois, quatre, cinq, six, etc. réflexions dans des miroirs réfléchissant en moyenne 90 % de la lumière. **(T)**

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 4.2 (SPH3U)

### Réfraction de la lumière

#### Description

**Durée :** 240 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse qualitativement la réfraction en observant plusieurs exemples tirés de la vie courante et analyse quantitativement, en faisant une expérience pour déterminer la loi de Snell-Descartes. Il ou elle examine des exemples de réflexion totale, observe la trajectoire d'un rayon laser dans un jet d'eau et dans un prisme et applique la loi de Snell-Descartes à la réflexion totale. L'élève ajoute, à son dossier, des résumés du fonctionnement de phénomènes ou d'appareils d'optique présentant la réfraction ou la réflexion totale.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 9 - 10 - 11

**Domaine :** Lumière et optique géométrique

**Attentes :** SPH3U-L-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-L-Comp.1 - 4  
SPH3U-L-Acq.1  
SPH3U-L-Rap.1

#### Notes de planification

##### *Réfraction*

- Se procurer des bols en polystyrène, des pièces d'un cent, des éprouvettes, des bechers, des vis et des balles de golf.
- Trouver des exemples intéressants de la réfraction dans la vie courante (p. ex., utilisation de contenants en verre donnant l'apparence de contenir un produit alimentaire plus gros, visibilité du soleil même s'il se trouve en dessous de l'horizon).
- Préparer un ensemble d'exercices et de problèmes à résoudre pour calculer l'indice de réfraction.

##### *Loi de Snell-Descartes*

- Préparer les étapes d'exécution d'une expérience d'exploration de la réfraction de la lumière de l'air à l'acrylique et de l'air à l'eau. (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 336 à 338).

- Rassembler le matériel et les instruments requis pour réaliser l'expérience de réfraction (p. ex., prismes rectangulaires solides, sources lumineuses avec une fenêtre, récipients rectangulaires à paroi épaisse, rapporteurs).
- Préparer une présentation de l'équation de Snell-Descartes, quelques exemples d'exercices l'utilisant et quelques problèmes à résoudre afin de combiner l'indice de réfraction, la vitesse de la lumière dans des milieux adjacents et la loi de Snell-Descartes (voir A. J. Hirsch, *Éléments de physique, cours d'introduction*, p. 424 et 440 à 443).
- Organiser la démonstration de la réflexion totale d'un faisceau lumineux dans un jet d'eau en faisant un trou à la hauteur d'un laser dans un contenant en plastique transparent (p. ex., bouteille d'eau gazeuse de 2 litres). Bloquer fermement le trou avec un petit bouchon.
- Préparer une discussion portant sur les applications de la réflexion totale pour expliquer des phénomènes courants et le fonctionnement de certains appareils d'optique (p. ex., la glace noire est causée par la réflexion totale des rayons lumineux entre la surface de la glace et l'air, les mirages dans les endroits très chauds ou très froids résultent de la réflexion totale entre deux couches d'air de différentes densités optiques).
- Rassembler le matériel requis pour permettre à l'élève de déterminer l'angle limite dans plusieurs matières entourées d'air (p. ex., boîte à rayons, prismes semi-circulaires en verre et en acrylique, prismes solides triangulaires avec des angles de 45° et 90°; voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 341).
- Préparer un travail de classe sur la réfraction de la lumière.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer le travail de classe.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

#### *Réfraction*

- Former des équipes de deux élèves.
- Remettre à chaque équipe un cent, un bol en polystyrène, une éprouvette, un becher, une vis et une balle de golf.
- Demander à une ou à un élève de mettre le cent dans le fond du bol et à l'autre élève de reculer jusqu'à ce qu'elle ou il ne voie plus le cent.
- Demander à l'élève près du bol de verser de l'eau dans celui-ci en prenant soin de ne pas déplacer le cent.
- Demander à chaque équipe de recommencer l'expérience en renversant les rôles et de tenter d'expliquer le phénomène observé. **(ED)**
- Demander à l'élève de comparer la taille de son index à l'intérieur et à l'extérieur d'une éprouvette remplie d'eau.
- Demander à l'élève de comparer la taille d'une balle de golf et d'une vis à l'intérieur et à l'extérieur d'un becher rempli d'eau.

#### *Réflexion totale*

- Remplir d'eau une bouteille de plastique transparente que l'on a perforée à la hauteur d'un laser et boucher le trou.

- Placer la bouteille juste au-dessus d'un évier de manière que l'eau qui s'écoule tombe dans celui-ci.
- Diriger le faisceau laser pour qu'il soit aligné sur le trou que l'on a fait au fond de la bouteille et éteindre les lumières.
- Enlever le bouchon (*le rayon laser est réfléchi à l'intérieur du jet d'eau, le rendant rouge*).
- Demander à l'élève de formuler une hypothèse sur le phénomène observé. **(ED)**

## **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

### *Réfraction*

- Animer une discussion de classe sur les exemples de réfraction observés et demander à l'élève d'énumérer d'autres cas de réfraction.
- Poursuivre la discussion afin d'amener l'élève à déterminer des facteurs responsables de la réfraction.
- Expliquer la terminologie de la réfraction (p. ex., angle d'incidence, angle de réfraction, indice de réfraction, vitesse de la lumière en l'absence de matière, vitesse de la lumière dans plusieurs matières, signification de  $n$ ,  $n - 1$  et de  $n + 1$ ) et assigner quelques exercices comportant la formule  $n_{1 \rightarrow 2} = v_1/v_2$ .
- Expliquer des exemples intéressants de réfraction dans la vie courante et présenter des schémas de la trajectoire de rayons lumineux pour les illustrer (p. ex., utilisation de contenants en verre donnant l'apparence de contenir un produit alimentaire plus gros, visibilité du soleil même s'il se trouve en dessous de l'horizon).
- Demander à l'élève de conserver, dans son dossier, un schéma et un résumé d'un phénomène d'optique naturel et d'un phénomène tiré de la vie courante comportant la réfraction. Circuler et vérifier le contenu du dossier. **(EF)**
- Regrouper l'élève en équipe de deux.
- Demander à l'élève de faire une expérience sur l'exploration de la réfraction, de la résumer dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion, et de le remettre pour que l'enseignant ou l'enseignante en fasse l'évaluation formative. **(EF)**

### *Loi de Snell-Descartes*

- Expliquer la loi de Snell-Descartes et donner des exemples de problèmes qui s'y rattachent.
- Donner, en devoirs, des problèmes à résoudre à l'aide de la loi de Snell-Descartes. Demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Expliquer des exemples de problèmes du rapport entre la vitesse de la lumière dans deux milieux adjacents, selon l'indice de réfraction et la loi de Snell-Descartes.
- Donner des exercices à effectuer en devoirs afin de vérifier la compréhension de l'élève de l'indice de réfraction combiné avec la loi de Snell-Descartes. Corriger les réponses de l'élève en classe, le lendemain. **(EF)**

### *Réflexion totale*

- Expliquer les termes *réflexion totale* et *angle limite*, et montrer le phénomène de réflexion totale au moyen d'un prisme de verre et d'un laser.
- Expliquer des exemples intéressants de la réflexion totale dans la nature, dans la vie courante et dans des appareils d'optique (p. ex., la glace noire est causée par la réflexion totale des

rayons lumineux entre la surface de la glace et l'air; les mirages dans les endroits très chauds ou très froids résultent de la réflexion totale entre deux couches d'air de différentes densités optiques; les fibres optiques consistent en un filament de verre à densité optique élevé entouré d'une gaine à densité optique plus faible).

- Demander à l'élève de se regrouper en équipe de deux pour déterminer l'angle limite dans diverses matières entourées d'air (p. ex., boîte à rayons, prismes semi-circulaires en verre et en acrylique, prismes solides triangulaires composés des angles de  $45^\circ$  et  $90^\circ$ ; voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 341). **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer les résultats obtenus sur les angles limites aux prédictions théoriques et d'expliquer les écarts.
- Animer une mise en commun des réponses de l'élève et corriger, au besoin. **(EF)**
- Présenter des exemples de problèmes de réflexion totale à résoudre à l'aide de la loi de Snell-Descartes.
- Assigner des problèmes sur la réflexion totale et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**
- Demander à l'élève de mettre, dans son dossier, un schéma et un résumé d'un phénomène optique naturel ou quotidien et d'un appareil d'optique comportant la réflexion totale. Circuler et vérifier le contenu des dossiers. **(EF)**
- Demander à l'élève de revoir les problèmes de la loi de Snell-Descartes. **(O)**
- Demander à l'élève de faire une affiche des nouvelles formules et de l'afficher dans la classe. **(O) (AM) (AC)**
- Demander à l'élève de résumer la réfraction, la loi de Snell-Descartes et la réflexion totale. **(O)**

### Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un travail de classe sur la réfraction et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la réfraction à l'aide d'un travail de classe en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir les concepts de *réfraction* et de *réflexion totale*;
    - définir la terminologie de la réfraction : *indice de réfraction*, *angle d'incidence*, *angle de réfraction*, *loi de Snell-Descartes*;
    - expliquer le rapport entre l'indice de réfraction, la vitesse de la lumière dans plusieurs matières et les angles d'incidence et de réfraction.
  - Recherche
    - expliquer, à l'aide de diagrammes de rayons, les conditions essentielles à la réflexion totale et en analyser des exemples;
    - résoudre des problèmes de réfraction de la lumière;
  - Communication
    - utiliser correctement la terminologie et les symboles propres à la réfraction;
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.

- Rapprochement
  - expliquer le lien entre la réfraction, des phénomènes naturels ou courants et des appareils d'optique.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de choisir une des options ci-dessous :
  - étudier la démonstration mathématique de la loi de Snell-Descartes; **(T) (AM)**
  - découvrir le mythe de la découverte du Groenland par Erik le Rouge lié à un mirage; **(T) (AM)**
  - observer des mirages produits en laboratoire (p. ex., observer le mirage produit par une cuillère sur un mur ensoleillé); **(T)**
  - trouver des applications des fibres optiques dans plusieurs domaines (p. ex., monde médical, technologies de la communication, informatique, automobiles, nouveautés électroniques). **(T) (AM)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 4.3 (SPH3U)

### Lentilles divergentes et convergentes

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève manipule et découvre des lentilles convergentes et divergentes, observe les caractéristiques des images formées, trace des diagrammes de rayons, résout des problèmes numériques sur les lentilles et dépose, dans son dossier, un résumé du fonctionnement d'un appareil d'optique doté de lentilles et une description d'un emploi faisant appel à une connaissance des lentilles.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 12

**Domaine :** Lumière et optique géométrique

**Attentes :** SPH3U-L-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-L-Comp.1  
SPH3U-L-Acq.1 - 2  
SPH3U-L-Rap.1

#### Notes de planification

- Se procurer différentes formes de lentilles, des éprouvettes, des pièces de dix cents, des vieux verres correcteurs et des loupes.
- Préparer une feuille présentant les principales sortes de lentilles (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 345).
- Préparer des définitions des mots de la terminologie des lentilles et les caractéristiques des images (p. ex., *distance focale*, *foyer image*, *foyer objet*, *position*, *nature*, *agrandissement*).
- Assembler le matériel nécessaire à la réalisation d'une expérience afin d'étudier les images formées par une lentille convergente (p. ex., D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, p. 463 à 465; A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 346 à 350).
- Préparer des transparents pour montrer à l'élève la manière de tracer des diagrammes de rayons dans les lentilles.
- Préparer une présentation des formules de la lentille mince ( $\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$ ,  $G = \frac{h_i}{h_o} = \frac{d_i}{d_o}$ ).
- Préparer des problèmes et leur corrigé portant sur les lentilles minces (p. ex., D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, p. 453 à 455).

- Se procurer des livres, des encyclopédies et des logiciels contenant des explications sur le fonctionnement d'appareils d'optique dotés de lentilles (p. ex., projecteur, microscope, lunettes astronomiques, jumelles à prismes et verres correcteurs).
- Rédiger une épreuve à livre ouvert sur les lentilles.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve à livre ouvert.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Remettre à l'élève plusieurs lentilles et lui demander de les nommer, en se basant sur leur forme, à l'aide d'une feuille montrant différentes formes de lentilles convergentes et divergentes (p. ex., convexe, biconvexe, concave, biconcave). **(ED)**
- Demander à l'élève d'observer, à l'aide des lentilles, des objets rapprochés et éloignés, et de déterminer le sens et l'agrandissement approximatif des images. **(ED)**
- Remettre à l'élève une pièce de dix cents et une éprouvette.
- Demander à l'élève de mettre de l'eau dans l'éprouvette jusqu'à ce qu'elle soit à moitié remplie et d'observer la pièce de dix cents à travers le ménisque. Demander à l'élève de décrire l'agrandissement et de déterminer le type de lentille que forme le ménisque (le dix cents apparaît plus petit parce que le ménisque agit comme une lentille concave).
- Demander à l'élève de remplir l'éprouvette jusqu'au bord et d'observer la pièce de dix cents.
- Demander à l'élève de décrire l'agrandissement et de déterminer le type de lentille que forme la surface d'eau (le dix cents apparaît plus grand et rapproché parce que la surface de l'eau agit comme une lentille convexe).
- Demander à l'élève de déterminer le type de lentilles des verres correcteurs, des loupes ou d'autres appareils d'optique en comparant leurs images à celles observées dans les lentilles.

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Caractéristiques des images dans les lentilles biconcave et biconvexe*

- Définir les quatre caractéristiques des images et la terminologie des lentilles.
- Demander à l'élève de noter les nouveaux termes dans son cahier.
- Demander à l'élève de se regrouper en équipe de deux, d'observer la trajectoire des trois principaux rayons lumineux à travers une lentille biconvexe et d'énoncer une loi se rapportant à ce qu'il ou elle observe (p. ex., rayon parallèle à l'axe principal, rayon passant par le foyer de l'image, rayon passant par le centre de la lentille). Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Expliquer à l'élève la manière de tracer des diagrammes de rayons pour trouver l'image formée par une lentille biconvexe et la manière de déterminer les caractéristiques des images.
- Associer des instruments d'optique à chaque diagramme de rayons montré à l'élève.
- Demander à l'élève, toujours en équipe de deux, d'observer la trajectoire des trois principaux rayons lumineux à travers une lentille biconcave et d'énoncer une loi se rapportant avec ce qu'il ou elle observe. Corriger les réponses des équipes en classe. **(EF)**
- Expliquer à l'élève la manière de tracer des diagrammes de rayons pour trouver l'image formée par une lentille biconcave et la manière de déterminer les caractéristiques des images.

### Généralisations

- Demander à l'élève de tracer des diagrammes de rayons dans des lentilles convergentes et divergentes, d'associer chaque diagramme au fonctionnement d'appareils d'optique et de comparer ses réponses avec celles de ses pairs. **(EF)**
- Présenter les formules associées aux lentilles minces et donner des exemples de problèmes à résoudre à l'aide de celles-ci.
- Demander à l'élève de faire une affiche des nouvelles formules et de l'afficher dans la classe. **(AM) (AC)**
- Distribuer des problèmes à résoudre à l'aide des formules des lentilles minces.
- Demander à l'élève de vérifier ses calculs des problèmes sur les lentilles minces au moyen du corrigé. **(EF)**
- Demander à l'élève de choisir un appareil d'optique et d'en concevoir un problème qui se rapporte aux formules des lentilles minces, et de présenter son problème à ses pairs pour qu'elles ou ils puissent tenter de le résoudre. **(EF)**
- Demander à l'élève de mettre dans son dossier un schéma, un résumé et un diagramme de rayons d'un appareil d'optique se rapportant à des lentilles minces.
- Animer une discussion sur l'utilisation des lentilles dans la vie courante et sur des emplois qui en exigent une connaissance (p. ex., photographe, astronome, arpenteur-géomètre ou arpenteuse-géomètre). **(PE)**
- Demander à l'élève de mettre dans son dossier la description d'un emploi requérant une connaissance des lentilles.
- Circuler et vérifier le contenu des dossiers. **(EF)**
- Inviter l'élève à revoir les principes des lentilles, les exercices et les expériences, à faire un tableau synoptique portant sur les lentilles et à comparer son travail avec celui de ses pairs. **(O)**

### Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer une épreuve à livre ouvert portant sur les lentilles convergentes et divergentes, et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet des lentilles convergentes et divergentes à l'aide d'une épreuve à livre ouvert en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - définir les concepts *distance focale*, *foyer* et *formation des images*;
    - expliquer les formes des lentilles, les caractéristiques des images formées et la terminologie qui s'applique aux lentilles;
    - expliquer les équations de calculs de distance focale, d'agrandissement et de détermination du foyer.
  - Recherche
    - déterminer, en partant de diagrammes de rayons, les caractéristiques d'une image produite par une lentille;
    - tracer des diagrammes de rayons d'un appareil d'optique comportant des lentilles et expliquer son fonctionnement.

- Communication
  - utiliser la terminologie propre aux lentilles dans la description du fonctionnement d'un appareil d'optique;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - décrire la façon dont on conçoit et reproduit des images pour satisfaire à des besoins de la vie courante.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève de combiner plusieurs lentilles minces pour former une image claire et d'analyser la trajectoire des rayons. **(T)**
- Demander à l'élève de trouver les causes de l'aberration chromatique et d'étudier les procédés utilisés pour s'en débarrasser. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de démonter des vieux appareils d'optique dotés de lentilles pour en comprendre le fonctionnement et l'expliquer. **(AM) (T)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 4.4 (SPH3U)

### Construction d'un appareil d'optique

#### Description

**Durée :** 380 minutes

Dans cette activité, l'élève suit des consignes pour construire un prototype d'appareil d'optique. Il ou elle vérifie la qualité de son instrument, l'améliore au besoin et le présente à la classe.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 9 - 10

**Domaine :** Lumière et optique géométrique

**Attentes :** SPH3U-L-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-L-Comp.1 - 5 - 6 - 7  
SPH3U-L-Acq.3 - 4  
SPH3U-L-Rap.1 - 2

#### Notes de planification

- Préparer un questionnaire pour revoir les activités 4.1 à 4.3.
- Dresser une liste d'appareils d'optique (p. ex., télescope, microscope, périscope, jumelles, appareil de transmission du signal lumineux d'un laser, mécanisme montrant les effets du miroitement ou des mirages, ensemble d'holographies, agrandisseur, projecteur de diapositives, caméra).
- Se procurer des manuels ou des feuilles de consignes à suivre pour construire un appareil d'optique.
- Préparer une grille d'évaluation du prototype d'un appareil d'optique, laquelle doit prendre en considération le travail effectué pour élaborer l'instrument, la qualité de l'instrument et les améliorations apportées après l'évaluation par les pairs.
- Préparer une liste de vérification pour faire l'évaluation par les pairs de l'instrument d'optique.
- Déterminer le calendrier et la modalité de la tâche : recherche, construction et présentation.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources.
- Assembler le matériel nécessaire pour que l'élève puisse construire un prototype.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer le prototype et la présentation.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Demander à l'élève de répondre à un questionnaire pour revoir les activités 4.1 à 4.3 et corriger ses réponses en classe. **(ED)**
- Présenter à l'élève un appareil d'optique de fabrication commerciale et le même appareil d'optique de fabrication artisanale (p. ex., appareil construit par l'enseignant ou par l'enseignante ou par une ou un élève d'un cours précédent).
- Expliquer les étapes suivies pour élaborer le prototype de l'appareil d'optique artisanal.
- Animer une discussion sur les améliorations qui pourraient être apportées à l'appareil de fabrication artisanale et sur des critères d'évaluation d'un appareil d'optique.
- Présenter la tâche : construire un prototype d'un appareil d'optique, vérifier son fonctionnement, le faire évaluer par ses pairs, l'améliorer et le présenter oralement.
- Présenter le calendrier et la modalité de la tâche de recherche et de construction.

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Construction d'un appareil d'optique*

- Mettre, à la disposition de l'élève, des manuels, des consignes, des logiciels, le centre de ressources ou Internet pour l'aider à choisir un appareil d'optique et à faire la recherche.
- Distribuer et expliquer la grille d'évaluation du projet de construction d'un prototype d'un appareil d'optique.
- Inviter l'élève à verser à son dossier un plan de son prototype ainsi qu'une liste du matériel optique nécessaire.
- Superviser la construction du prototype en posant des questions à l'élève sur son travail et en offrant des suggestions lorsqu'elle ou il entreprend des travaux trop ambitieux. **(EF)**
- Demander à l'élève de mettre dans son dossier une liste des étapes suivies durant la construction de son instrument.
- S'assurer que l'élève vérifie le fonctionnement de son prototype d'appareil d'optique. **(EF)**
- Inviter l'élève à faire évaluer son instrument d'optique par ses pairs, à l'aide d'une liste de vérification. **(EF)**
- Demander à l'élève d'améliorer son appareil à la suite des recommandations de ses pairs. **(O)**
- Demander à l'élève de verser à son dossier une liste des recommandations données et des améliorations effectuées à son prototype.
- Circuler et vérifier le contenu du dossier de l'élève. **(EF)**
- Inviter l'élève à résumer les étapes de la construction, les principes d'optique suivis et la présentation prévue. **(O)**
- Demander à l'élève de faire une présentation orale de son produit final au groupe-classe, dans le but :
  - d'expliquer le fonctionnement de son appareil d'optique;
  - d'en expliquer la construction;
  - de montrer sa qualité;
  - d'expliquer les moyens utilisés pour l'améliorer.
- Rappeler à l'élève l'importance d'utiliser un français correct. **(AC)**

## Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la construction d'un prototype d'un appareil d'optique et la présentation du produit final, et inviter l'élève à s'autoévaluer en utilisant les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de la construction d'un prototype d'un appareil d'optique et la présentation orale du produit final en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration des activités 4.1 à 4.4.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer et utiliser la terminologie de l'optique géométrique (p. ex., lentille biconvexe, prisme);
    - appliquer les connaissances de la réfraction, des lentilles et des formules de la lentille mince au principe de fonctionnement d'un prototype.
  - Recherche
    - appliquer, à la construction d'un prototype, les habiletés et les stratégies de recherche, de planification, de réalisation, de compilation d'information, d'interprétation, d'évaluation et de résolution de problèmes;
    - appliquer aux mesures les compétences et les procédés techniques;
    - utiliser les outils et l'équipement de façon sûre et correcte;
    - décrire le progrès de la fabrication de son prototype et les changements effectués pour l'améliorer;
    - montrer la compréhension de l'importance de l'appareil d'optique choisi dans le contexte de la vie moderne;
    - évaluer la nécessité d'améliorer l'efficacité de l'appareil afin de fabriquer un instrument utile.
  - Communication
    - utiliser le vocabulaire approprié à l'optique et au système d'optique;
    - utiliser un français correct dans les communications orales et écrites.
  - Rapprochement
    - décrire la façon dont on conçoit et reproduit des images pour satisfaire à des besoins de la vie courante;
    - évaluer, selon des critères précis, l'efficacité d'un appareil d'optique ou des procédés destinés à améliorer la vision.

## Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de s'informer dans Internet au sujet de la construction d'appareils d'optique. **(AM) (T) (PE)**
- Demander à l'élève de créer des images holographiques. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de s'informer sur l'instrument d'optique ultime, l'oeil et ses caractéristiques ou de s'informer sur des interventions chirurgicales pour améliorer la vision. **(AM) (T) (PE)**
- Demander à l'élève de s'informer sur les pigments visuels trouvés sur la rétine de divers animaux, ainsi que sur le type d'images perçues par leur cerveau. **(AM) (T)**

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 4.5 (SPH3U)

### Recherche portant sur des appareils d'optique

#### Description

**Durée :** 300 minutes

Dans cette activité, l'élève fait une recherche sur un instrument d'optique moderne tel qu'un lecteur de disques compacts, un appareil photo numérique, un télescope ou un endoscope. Il ou elle choisit l'instrument, le décrit, analyse son fonctionnement et l'impact de son utilisation sur la société. L'élève présente oralement les résultats de ses recherches au groupe-classe.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.4 - 5 - 6 - 9 - 10

**Domaine :** Lumière et optique géométrique

**Attentes :** SPH3U-L-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-L-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7  
SPH3U-L-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5  
SPH3U-L-Rap.1 - 2 - 3

#### Notes de planification

- Rédiger un questionnaire pour revoir les activités 4.1 à 4.4.
- Dresser une liste d'appareils d'optique modernes (p. ex., lecteurs de disques compacts, appareil photo numérique, caméra de télévision ou de satellite, télescope Hubble, endoscope).
- Dresser une liste partielle de manuels de consultation et de ressources d'informations pour commencer la recherche.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources.
- Réserver du temps au laboratoire d'ordinateur pour faire la recherche dans Internet et la rédaction du projet (à être terminé en dehors des heures de classe).
- Déterminer le calendrier et la modalité de la tâche de recherche.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la présentation.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Diviser la classe en équipes de deux et demander à l'élève de relire, avec son ou sa partenaire, le contenu du dossier qu'il ou elle a constitué durant les activités 4.1 à 4.3.
- Demander à l'élève de répondre à un questionnaire pour revoir les activités 4.1 à 4.4. **(ED)**
- Présenter la tâche : faire une recherche portant sur un instrument d'optique moderne afin de pouvoir en faire une présentation orale, le décrivant, analysant son fonctionnement et son impact sur la société.
- Animer un remue-méninges pour dresser une liste d'appareils d'optique de conception moderne, dans laquelle l'élève pourra choisir l'appareil sur lequel elle ou il fera sa recherche et sa présentation. **(ED)**
- Continuer le remue-méninges afin d'énumérer les critères d'évaluation du projet de recherche.
- Présenter le calendrier et les modalités de la tâche de recherche.

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Recherche*

- Distribuer à l'élève une liste partielle de manuels de consultation et de ressources afin de faciliter sa recherche.
- Permettre à l'élève d'effectuer sa recherche dans Internet et au centre de ressources.
- Aider l'élève à comprendre le fonctionnement de l'appareil choisi en utilisant des termes généraux.
- Demander à l'élève de faire un plan de sa présentation orale en se basant sur les critères de la grille d'évaluation.
- Demander à l'élève de faire ses recherches et de travailler à l'élaboration de sa présentation orale en dehors des heures de classe.
- Demander à l'élève de cibler la composante la plus faible de son projet de recherche et de demander l'aide de l'enseignant ou de l'enseignante dans le but de l'améliorer. **(O)**
- Demander à l'élève de faire sa présentation orale dans un français correct. **(AC)**

### Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la présentation orale et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises sur les appareils d'optique modernes à l'aide d'une présentation orale en classe, en fonction des éléments vus dans les activités 4.1 à 4.4.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer des propriétés de la lumière et des lentilles;
    - appliquer les concepts de lumière et de lentilles convergente et divergente (p. ex., foyer, distance focale, image) à la compréhension du fonctionnement d'un appareil d'optique;

- expliquer les rapports entre les concepts de lumière et de lentilles et le fonctionnement d'un appareil d'optique.
- Recherche
  - appliquer les habiletés et les stratégies propres à la recherche d'informations au sujet du fonctionnement d'un appareil d'optique.
- Communication
  - communiquer l'information recueillie au sujet de la description du fonctionnement d'un appareil d'optique;
  - utiliser la terminologie de l'optique géométrique;
  - utiliser la technologie de l'information à des fins scientifiques;
  - utiliser un français correct dans les communications orales et écrites.
- Rapprochement
  - évaluer l'impact de l'appareil d'optique sur la société;
  - analyser les avantages sociaux et économiques de l'appareil.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève d'approfondir sa recherche sur l'appareil d'optique choisi. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de faire une recherche pour comparer un microscope optique à un microscope électronique. **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à présenter un projet, à l'occasion de l'Expo-sciences, sur l'optique et les appareils d'optique. **(AM) (T)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

Annexe SPH3U- 4.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Recherche sur des appareils d'optique

Grille d'évaluation adaptée - Recherche sur des appareils d'optique Annexe SPH3U 4.5.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
<b>Connaissance et compréhension</b>				
L'élève : - montre une connaissance des propriétés de la lumière et des lentilles. - applique les concepts de lumière et de lentilles à la compréhension du fonctionnement d'un appareil d'optique. - montre une compréhension des rapports entre les concepts de lumière et de lentilles et l'appareil d'optique.	L'élève montre <b>une connaissance limitée</b> des faits et des termes, applique <b>rarement</b> les concepts, et montre une <b>compréhension limitée</b> des rapports entre les concepts.	L'élève montre <b>une connaissance partielle</b> des faits et des termes, applique <b>parfois</b> les concepts, et montre une <b>compréhension partielle</b> des rapports entre les concepts.	L'élève montre <b>une connaissance générale</b> des faits et des termes, applique <b>souvent</b> les concepts, et montre une <b>compréhension générale</b> des rapports entre les concepts.	L'élève montre <b>une connaissance approfondie</b> des faits et des termes, applique <b>toujours ou presque toujours</b> les concepts, et montre une <b>compréhension approfondie et subtile</b> des rapports entre les concepts.
<b>Recherche</b>				
L'élève : - applique des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique afin de comprendre le fonctionnement d'un appareil d'optique.	L'élève applique <b>un nombre limité</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.	L'élève applique <b>certaines</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.	L'élève applique <b>la plupart</b> des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.	L'élève applique <b>toutes ou presque toutes</b> les habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.
<b>Communication</b>				
L'élève : - utilise la terminologie de l'optique géométrique. - utilise la technologie de l'information à des fins scientifiques.	L'élève communique de l'information et des idées <b>avec peu de clarté et une précision limitée</b> , et utilise la terminologie <b>avec peu d'exactitude et une efficacité limitée</b> .	L'élève communique de l'information et des idées <b>avec une certaine clarté et précision</b> , et utilise la terminologie <b>avec une certaine exactitude et efficacité</b> .	L'élève communique de l'information et des idées <b>avec une grande clarté et précision</b> , et utilise la terminologie <b>avec une grande exactitude et efficacité</b> .	L'élève communique de l'information et des idées <b>avec une très grande clarté et précision</b> , et utilise la terminologie <b>avec une très grande exactitude et efficacité</b> .

<b>Rapprochements</b>				
L'élève : - montre une compréhension des rapprochements entre l'optique géométrique, la technologie et la société.	L'élève montre <b>une compréhension limitée</b> des rapprochements entre l'optique géométrique, la technologie et la société.	L'élève montre <b>une compréhension partielle</b> des rapprochements entre l'optique géométrique, la technologie et la société.	L'élève montre <b>une compréhension générale</b> des rapprochements entre l'optique géométrique, la technologie et la société.	L'élève montre <b>une compréhension approfondie</b> des rapprochements entre l'optique géométrique, la technologie et la société.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				



## APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 5 (SPH3U)

### Électromagnétisme

#### Description

**Durée :** 24 heures

Cette unité porte sur l'électricité et le magnétisme, ainsi que sur les quantités physiques des lois de l'électromagnétisme et de l'induction électromagnétique. L'élève fait des expériences pour montrer les caractéristiques et les propriétés des champs magnétiques et de l'induction électromagnétique. Il ou elle construit un prototype d'un dispositif dont le fonctionnement est basé sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 12

**Domaine :** Électricité et magnétisme

**Attentes :** SPH3U-ÉI-A.1 - 2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-ÉI-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9  
SPH3U-ÉI-Acq.1 - 2 - 3 - 4  
SPH3U-ÉI-Rap.1 - 2

#### Titres des activités

#### Durée

<b>Activité 5.1 :</b> Concepts d'électromagnétisme	220 minutes
<b>Activité 5.2 :</b> Principe du moteur	320 minutes
<b>Activité 5.3 :</b> Induction électromagnétique	400 minutes
<b>Activité 5.4 :</b> Construction d'un prototype d'appareil électromagnétique	500 minutes

#### Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'intégration de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (**AC**), la technologie (**T**), les perspectives d'emploi (**PE**) et les autres matières (**AM**) lors de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

## Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer conjointement les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

## Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. De plus, l'enseignant ou l'enseignante doit s'assurer que l'élève respecte les règles de sécurité lorsqu'elle ou il branche un circuit et que les instruments de mesure sont correctement branchés. Consulter aussi la section **Sécurité** de l'unité 1. Préciser, si nécessaire, les règles de sécurité pour chacune des activités de cette unité.

## Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

### Médias électroniques

Académie de Nancy-Metz. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Tp-phys/Iesp/roosevel/Moteur\\_serie.html](http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Tp-phys/Iesp/roosevel/Moteur_serie.html)

Académie de Lyon. (consulté le 13 février 2001)

<http://www2.ac-lyon.fr/etab/lycees/lyc-69/ampere/amampere.html>

AstroSurf. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.astrosurf.com/lombry/relativite-electromagnetisme.htm>

Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix. (consulté le 13 février 2001)

[http://www.fundp.ac.be/sciences/physique/didactique/cour\\_alt1.html](http://www.fundp.ac.be/sciences/physique/didactique/cour_alt1.html)

Gallica. (consulté le 13 février 2001)

<http://gallica.bnf.fr/scripts/ConsultationTout.exe?O=87316&T=2>

Institut de recherche pour développement. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.bondy.ird.fr/geophy/geoapp4.html>

Département d'astronomie solaire de l'Observatoire de Paris. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.dasop.obspm.fr/dasop/sciences/chap9/meschmag.html>

tfo. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.tvo.org/tfo/catInterEmitfo/electrom.html>

Université de Haute Alsace. (consulté le 13 février 2001)

<http://www.univ-mulhouse.fr/~illfurth/faraday/induc.htm>

## ACTIVITÉ 5.1 (SPH3U)

### Concepts d'électromagnétisme

#### Description

**Durée :** 220 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse les concepts, les termes et les unités de l'électromagnétisme, fait des expériences sur les concepts d'électromagnétisme et résout des problèmes d'électromagnétisme.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 9 - 12

**Domaine :** Électricité et magnétisme

**Attentes :** SPH3U-ÉI-A.1 - 2

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-ÉI-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5  
SPH3U-ÉI-Acq.1 - 2  
SPH3U-ÉI-Rap.1 - 2

#### Notes de planification

##### *Magnétisme*

- Se procurer des bandes vidéo portant sur le magnétisme (p. ex., la série *L'électromagnétisme* de tfo).
- Se procurer des aimants, des clous, des trombones, des boussoles et un tube de plastique transparent rempli de limaille de fer.
- Préparer une expérience pour déterminer et décrire les propriétés des champs magnétiques et assembler le matériel pour faire l'expérience : aimant, différents métaux et non-métaux, fil électrique, boussole (voir D. Martindale, *Éléments de physique, cours d'introduction*, p. 577 à 579).
- Se procurer de vieux appareils magnétiques et électromagnétiques (p. ex., haut-parleur, récepteur de téléphone).

##### *Électromagnétisme*

- Préparer une explication de l'utilisation de la règle de la main droite pour déterminer la direction du flux du courant ou du champ magnétique d'un long conducteur rectiligne et d'un solénoïde qui sont parcourus par un courant électrique. Cette explication doit expliquer clairement la raison pour laquelle certains livres utilisent la règle de la main gauche

déterminant le sens du courant électrique dans la même direction que le mouvement des électrons dans le conducteur.

- Préparer la marche à suivre d'une expérience ayant pour but l'étude des caractéristiques du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne et assembler le matériel requis (p. ex., source de courant continu variable, boussoles, fils de connexions) (voir D. Martindale, *Éléments de physique, cours d'introduction*, p. 601-602).
- Préparer la marche à suivre et assembler le matériel requis pour faire une expérience afin d'illustrer et d'interpréter le champ magnétique produit par un solénoïde parcouru par un courant (voir D. Martindale, *Éléments de physique, cours d'introduction*, p. 602 à 604).
- Préparer des exercices et des problèmes sur les concepts étudiés dans cette activité (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 510 et 511).
- Préparer un lexique de termes du magnétisme et de l'électromagnétisme, de technologies ou d'emplois dans le domaine de l'électromagnétisme (p. ex., distinction entre courant et flux d'électrons, courant, tension, champ, dipôle, domaine, solénoïde, aimant induit, perméabilité magnétique, champ induit, champ inducteur, génératrice, flux d'électrons, conducteur, force; contrôleur aérien ou contrôleuse aérienne, technicien ou technicienne d'ordinateur, technicien ou technicienne en électronique).
- Préparer une série d'exemples pour accompagner le lexique des termes du magnétisme et de l'électromagnétisme (p. ex., dessins, schémas, photographies, démonstrations; voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 440 à 533).
- Préparer un jeu d'association ou de chasse aux trésors et rassembler le matériel requis (p. ex., dessins, schéma ou photographies, aimants, boussoles, moteurs, haut-parleur, solénoïde, générateurs). Ce jeu doit être construit de manière à permettre à l'élève de découvrir les définitions des termes, d'associer les termes avec les définitions, les dessins, les photos ou les démonstrations.
- Rédiger une épreuve à livre ouvert sur l'électromagnétisme.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour faire l'épreuve à livre ouvert.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

#### *Magnétisme*

- Former des équipes de deux élèves.
- Distribuer à chacune des équipes des aimants, un clou, des trombones, un tube de plastique transparent rempli de limaille de fer et une boussole.
- Demander aux équipes de concevoir une expérience pour répondre à des questions telles que :
  - La force d'attraction ou de répulsion entre deux aimants varie-t-elle avec la distance?
  - Comment peut-on vérifier si un objet est aimanté?
  - Quelle technique permet d'orienter la limaille de fer du tube de plastique toujours dans la même direction?
  - Comment peut-on vérifier si le tube contenant la limaille de fer est aimanté?
  - Qu'arrive-t-il à l'aimantation du tube si on le brasse?
- Animer une mise en commun des réponses des équipes. **(ED)**

### *Électromagnétisme*

- Présenter quelques exemples d'applications de magnétisme et d'électromagnétisme dans la vie courante (p. ex., demander à l'élève d'observer un des appareils démontés : haut-parleur, sonnette ou récepteur de téléphone).
- Demander à l'élève de donner d'autres exemples d'application du magnétisme et de l'électromagnétisme. **(ED)**

### **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

#### *Magnétisme*

- Expliquer, à l'aide d'exemples, les concepts du magnétisme (p. ex., comparer le tube rempli de limaille de fer à la théorie des domaines magnétiques, de l'induction magnétique, du champ magnétique).
- Former des équipes de deux.
- Distribuer, à chaque équipe, deux aimants, de la limaille de fer, des boussoles et un transparent.
- Demander à l'élève d'observer le champ magnétique à l'aide de la limaille de fer et :
  - d'un aimant;
  - de deux aimants dont les pôles se repoussent;
  - de deux aimants dont les pôles s'attirent.
- Expliquer à l'élève les caractéristiques du champ magnétique (p. ex., A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 492 et 493).
- Visionner avec l'élève la bande vidéo sur le magnétisme tirée de la série *L'électromagnétisme* de tfo.
- Animer une discussion de classe sur le contenu de la bande vidéo.
- Assigner quelques exercices de compréhension des concepts de champ magnétique.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

#### *Électromagnétisme*

- Distribuer le matériel pour faire une expérience qui déterminera et décrira les propriétés du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne.
- Demander à l'élève de faire l'expérience, de la résumer dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion, de le comparer avec celui de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Présenter la règle de la main droite et l'expliquer.
- Donner des exemples d'application de la règle de la main droite.
- Assigner un exercice sur la règle de la main droite et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**
- Expliquer la formation d'un champ magnétique produit par un solénoïde parcouru par un courant.
- Demander à l'élève de faire une expérience pour illustrer et comprendre le champ magnétique produit par un solénoïde parcouru par un courant.
- Demander à l'élève de résumer l'expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

- Assigner des problèmes sur le magnétisme et l'électromagnétisme, et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

### *Généralisations*

- Présenter le jeu d'association ou de chasse aux trésors.
- Expliquer le déroulement du jeu au moyen d'exemples d'association des termes du lexique avec les dessins, les schémas, les photographies, la démonstration ou les objets.
- Distribuer une liste de termes à associer.
- Regrouper les élèves en équipes de trois.
- Faire associer, par les équipes, les dessins, les schémas, les photographies ou la démonstration avec les termes du lexique du magnétisme et de l'électromagnétisme. **(EF)**  
**(AC) (T)**
- Demander à l'élève de comparer ses associations des définitions et des dessins avec celles de ses pairs. **(O)**
- Inviter l'élève à résumer les concepts du magnétisme et de l'électromagnétisme dans un tableau synoptique et à comparer ce tableau avec celui de ses pairs. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer une épreuve à livre ouvert sur le magnétisme et l'électromagnétisme, et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet du magnétisme et de l'électromagnétisme à l'aide d'une épreuve à livre ouvert en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - montrer sa compréhension des concepts, des lois et de la théorie du champ magnétique, et de la règle de la main droite;
    - appliquer les connaissances se rapportant au champ magnétique et à la règle de la main droite à de nouveaux concepts tels que le sens et la direction du champ magnétique produit par un solénoïde parcouru par un courant lorsqu'on change sa direction.
  - Recherche
    - appliquer des habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique;
    - utiliser correctement l'équipement et le matériel de mesure tels que voltmètre et ampèremètre.
  - Communication
    - utiliser correctement la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques;
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.
  - Rapprochement
    - montrer sa compréhension du rapprochement entre les expériences et la technologie des transports.

## Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de choisir une des options ci-dessous :
  - effectuer une recherche dans Internet ou au centre de ressources sur les applications du magnétisme et de l'électromagnétisme dans la vie courante; **(T)**
  - comparer la qualité des matériaux utilisés pour fabriquer les aimants modernes avec ceux utilisés dans les vieux aimants; **(T)**
  - se renseigner sur des bactéries telles que l'aquaspirillum et la magnétotacticum qui se trouvent dans des champs magnétiques; **(AM)**
  - construire des électroaimants simples et analyser leur champ magnétique; **(T)**
  - étudier les facteurs qui affectent la force des électroaimants (p. ex., courant, nombre de tours, noyau de fer); **(AM) (T)**
  - faire une recherche sur les carrières en électromagnétisme; **(AM) (T) (PE)**
  - étudier les changements du champ magnétique de la Terre depuis sa formation (p. ex., fréquence et évidence de ces changements); **(AM)**
  - s'informer sur le phénomène des aurores boréales et sur le rôle du champ magnétique dans la formation de la ceinture de Van Allen; **(AM)**
  - étudier l'utilisation de champs magnétiques forts pour confiner du plasma (p. ex., Tokamak). **(T)**

## Annexes

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 5.2 (SPH3U)

### Principe du moteur

#### Description

**Durée :** 320 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse les parties du moteur (c. a. et c. c.) et visualise les concepts de champs magnétiques agissant sur un fil. Il ou elle découvre les applications du moteur dans la vie courante.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 9

**Domaine :** Électricité et magnétisme

**Attente :** SPH3U-ÉI-A.1

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-ÉI-Comp.6  
SPH3U-ÉI-Acq.4

#### Notes de planification

##### *Principe du moteur*

- Rédiger un questionnaire pour revoir les caractéristiques du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne et la règle de la main droite, vus dans l'activité 5.1.
- Se procurer un petit moteur (p. ex., jouet fonctionnant à l'aide de piles électriques).
- Rédiger des notes de présentation des diagrammes sur le principe du moteur et sur la règle de la main droite (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 498 et 507 à 510).
- Préparer une expérience montrant le principe du moteur et assembler le matériel pour la faire (p. ex., aimants en forme de U, piles sèches, interrupteurs, fils de connexions; voir D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 584).
- Préparer la marche à suivre pour faire l'expérience montrant la construction et le principe du moteur :
  - faire le montage;
  - prédire le sens du mouvement du conducteur;
  - prédire le sens du mouvement du conducteur lorsqu'on change l'aimant de côté;
  - prédire le sens du mouvement du conducteur lorsqu'on change la direction du courant dans le fil conducteur;
  - prédire les facteurs influençant la force qui s'exerce sur le conducteur;
  - vérifier les prédictions.

- Se procurer un oscilloscope, des aimants, des pailles et de la pâte à modeler pour montrer la règle de la main droite.
- Préparer des diagrammes d'explication du principe du moteur (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 504 et 505).

#### *Moteurs c. a. et c. c.*

- Trouver et photocopier des diagrammes de moteurs c. a. et c. c. ayant des flèches vides pour nommer les parties (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 513).
- Choisir des problèmes liés au principe du moteur (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 513).
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources.
- Rédiger une épreuve sur le principe du moteur.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer l'épreuve.

## **Déroulement de l'activité**

### **Mise en situation**

- Placer un jouet équipé d'un petit moteur devant la classe et demander à l'élève d'expliquer son fonctionnement.
- Demander à l'élève de formuler une hypothèse au sujet du fonctionnement du moteur. **(ED)**
- Demander à l'élève de formuler une hypothèse au sujet des parties du moteur. **(ED)**
- Animer une discussion au sujet du moteur, de ses parties et de son fonctionnement.

### **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

#### *Principe du moteur*

- Demander à l'élève de répondre à un questionnaire pour revoir les caractéristiques du champ magnétique autour d'un conducteur rectiligne et de la règle de la main droite. **(ED)**
- Présenter le principe du moteur en y incluant un peu d'historique (p. ex., Faraday).
- Montrer le principe du moteur à l'aide d'un montage (voir D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 584).
- Demander à l'élève de faire une expérience sur le principe du moteur :
  - changer la direction du champ magnétique;
  - changer la direction du courant;
  - changer la force du champ magnétique (ajouter deux ou trois aimants);
  - changer l'intensité du courant;
  - prédire la grandeur et la direction de la force pour chacun des essais;
  - faire un diagramme de chacun des montages.
- Demander à l'élève de résumer l'expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion. Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Présenter quelques applications du principe du moteur (p. ex., galvanomètre, haut-parleur).
- Faire des exemples de problèmes liés au principe du moteur.
- Assigner des exercices sur le moteur et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

### *Moteurs c. a. et c. c.*

- Présenter la différence entre un moteur courant continu (c. c.) et un moteur courant alternatif (c. a.) et donner des exemples.
- Analyser, avec l'élève, le fonctionnement d'un moteur c. a.
- Distribuer des photocopies de diagrammes de moteurs non annotés (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 508, ou D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 599).
- Demander à l'élève de nommer les parties d'un moteur c. c. et celles d'un moteur c. a.
- Demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs. **(EF)**
- Demander à l'élève d'expliquer le fonctionnement d'un moteur c. c. et le fonctionnement d'un moteur c. a., et corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**

### *Généralisations*

- Demander à l'élève d'effectuer une recherche sur les moteurs c. c. et c. a., sur leurs applications dans la vie courante et sur l'impact de l'utilisation des moteurs électriques dans la société, de résumer sa recherche dans un rapport dactylographié et de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**
- Inviter l'élève à résumer les concepts du moteur, à dessiner ses parties et à faire une comparaison entre le moteur c. c. et le moteur c. a. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un travail sur le principe du moteur et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet du principe du moteur à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer la direction du champ magnétique dans un fil parcouru par un courant;
    - expliquer la règle de la main droite;
    - appliquer les concepts de champ magnétique au principe du moteur;
    - nommer les parties du moteur.
  - Recherche
    - résoudre des problèmes de moteur;
    - utiliser les instruments de mesure (p. ex., voltmètre et ampèremètre) de façon sûre et correcte.
  - Communication
    - communiquer les composants du moteur en utilisant la terminologie précise;
    - expliquer clairement le fonctionnement du moteur;
    - utiliser le vocabulaire approprié aux moteurs;
    - utiliser un français correct dans les communications écrites.
  - Rapprochement
    - montrer l'impact des moteurs électriques dans la société en présentant des exemples concrets.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Suggérer à l'élève de construire un moteur au moyen de fils électriques, de clous, de crayons et d'une source de courant, et de déterminer les variables qui contrôlent le fonctionnement d'un moteur. **(T)**
- Demander à l'élève d'effectuer une recherche sur l'utilisation d'un moteur électrique pour démarrer un moteur à combustion. **(T)**
- Demander à l'élève d'analyser le rendement mécanique d'un moteur et de suggérer des moyens pour améliorer ce rendement. **(T)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 5.3 (SPH3U)

### Induction électromagnétique

#### Description

**Durée :** 400 minutes

Dans cette activité, l'élève analyse les lois de Faraday et de Lenz et fait une expérience pour déterminer les facteurs affectant le courant induit. Il ou elle résout des problèmes en utilisant la loi de Faraday et celle de Lenz, et détermine l'efficacité des transformateurs de courants à la maison.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SHP3U-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9

**Domaine :** Électricité et magnétisme

**Attentes :** SPH3U-ÉI-A.1 - 2

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-ÉI-Comp.7  
SPH3U-ÉI-Acq.3  
SPH3U-ÉI-Rap.1

#### Notes de planification

##### *Lois de Faraday et de Lenz*

- Se procurer des solénoïdes, des aimants, des fils conducteurs et des galvanomètres.
- Préparer un exercice (p. ex., une série de diagrammes) portant sur les lois de Lenz et de Faraday ainsi que sur leur application aux générateurs et aux transformateurs.
- Réserver la vidéo sur l'induction et la loi de Lenz (voir *L'électromagnétisme : l'induction*, tfo, BPN 317301 à 317306).
- Préparer une présentation de la loi de Faraday au moyen d'un transparent et d'une démonstration de cette loi (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p 515 à 518).
- Préparer une présentation de la loi de Lenz au moyen d'un transparent et d'une démonstration de cette loi (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p 518 à 520).
- Rédiger une marche à suivre pour faire une expérience sur les facteurs affectant le courant induit (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 516, D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 639). Les variables de l'expérience peuvent être le nombre de tours de la bobine, la vitesse de déplacement du champ par rapport à la bobine, la force de l'aimant.

- Préparer des problèmes d'application de la loi de Lenz (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 519, D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 620).

### *Générateurs électriques*

- Préparer une démonstration à l'aide d'un générateur ou réserver une bande vidéo sur le sujet (voir *L'électromagnétisme : l'induction*, tfo, BPN 317301 à 317306).
- Préparer des diagrammes étiquetés de générateurs ou d'alternateurs.
- Préparer une activité de discussion portant sur l'identification des parties d'un générateur ou d'un moteur (p. ex., un générateur ou un moteur peut être apporté et démonté dans la classe afin d'amener l'élève à en nommer les composants).

### *Transformateurs*

- Animer une discussion portant sur des appareils électriques ou électroniques qui fonctionnent à piles ou branchés sur un courant de 120 V (p. ex., un jouet à moteur électrique, un lecteur de disque magnétique, un lecteur de cassette).
- Préparer une présentation par écrit incluant des diagrammes portant sur la définition et le rôle des transformateurs élévateurs (survolteur) et des transformateurs abaisseurs (dévolteur) (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 528, ou D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 631).
- Préparer des exemples de transformateurs pour faire suite à la discussion en se basant sur l'expérience de l'élève (p. ex., transformateur installé sur un poteau de téléphone).
- Préparer la formule du transformateur ( $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$ ), des exemples de problèmes utilisant cette formule et des problèmes à effectuer en classe et en devoir, à la maison (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 532 à 534, D. Martindale, *et al.*, *Éléments de physique, cours d'introduction*, 2<sup>e</sup> éd., p. 633 et 645).
- Trouver des textes à lire et des questions auxquelles répondre sur ces textes, au sujet de l'utilisation du c. a. quant aux transformateurs et au transport de l'énergie électrique (p. ex., trouver de l'information dans Internet, dans des encyclopédies, de Hydro-Québec ou de Hydro-Ontario).
- Préparer un montage d'un transformateur de démonstration afin de prendre des mesures de  $V_p$ ,  $I_p$ ,  $V_s$  et  $I_s$  et de calculer les puissances d'entrée et de sortie (voir A. J. Hirsch, *La physique et le monde moderne*, p. 526 à 532).
- Préparer une discussion en équipe portant sur l'efficacité des transformateurs courants disponibles à la maison (p. ex., le transformateur d'un jouet ou d'une calculatrice, qui transforme le courant alternatif en courant continu, de 120 V à 6 V).
- Rédiger un travail de classe sur l'induction électromagnétique.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour faire le travail de classe.

## Déroulement de l'activité

### Mise en situation

- Former des équipes de deux.
- Remettre, à chaque équipe, un solénoïde, un aimant, deux fils conducteurs et un galvanomètre.
- Offrir un prix à la première équipe capable d'induire un courant électrique.
- Visionner, avec l'élève, la bande vidéo *L'électromagnétisme : l'induction* portant sur l'induction et la loi de Lenz.
- Distribuer un questionnaire sur la bande vidéo et demander à l'élève de répondre aux questions.
- Animer une discussion de classe sur la vidéo et sur les réponses au questionnaire. **(ED)**

### Expérimentation/Exploration/Manipulation

#### *Lois de Faraday et de Lenz*

- Définir *induction* et l'expliquer à l'aide d'exemples.
- Présenter, par écrit, la loi de Faraday et l'expliquer en donnant des exemples.
- Présenter, par écrit, la loi de Lenz et l'expliquer en donnant des exemples.
- Résoudre, au tableau, certains problèmes de la loi de Faraday et de la loi de Lenz.
- Demander à l'élève de résoudre quelques problèmes en détaillant le raisonnement. Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Assigner un exercice sur les lois de Faraday et de Lenz.
- Demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une expérience pour déterminer les facteurs affectant le courant induit, de résumer son expérience dans un rapport incluant les résultats, l'analyse des résultats et la conclusion et de remettre son rapport pour que l'enseignant ou l'enseignante puisse en faire l'évaluation formative. **(EF)**

#### *Générateurs électriques*

- Présenter une démonstration sur un générateur et expliquer son fonctionnement.
- Distribuer des diagrammes étiquetés de générateurs ou d'alternateurs.
- Demander à l'élève d'analyser les parties et le fonctionnement d'un générateur.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

#### *Transformateurs*

- Animer une discussion sur des appareils électriques ou électroniques, qui fonctionnent à la fois à piles et à c. c., ou branchés sur une source de courant de 120 V (c. a.) (p. ex., demander à l'élève d'expliquer la raison pour laquelle l'appareil peut fonctionner branché sur n'importe lequel des deux potentiels).
- Placer un transformateur sur la table et demander à l'élève d'expliquer brièvement ses fonctions.
- Demander à l'élève de faire une hypothèse sur le fonctionnement et sur les parties d'un transformateur.

- Placer un transformateur ouvert sur la table et demander à l'élève d'examiner ses parties.
- Expliquer les différentes parties d'un transformateur et la fonction de chacune.
- Présenter, à l'aide de diagrammes, la définition et le rôle des transformateurs élévateurs (survolteurs) et des transformateurs abaisseurs (dévolteurs).
- Présenter des exemples de transformateurs (p. ex., transformateur installé sur un poteau de téléphone).
- Présenter, par écrit, la formule du transformateur ( $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$ ) et faire des exemples de problèmes au tableau, en détaillant le raisonnement, les variables et l'unité de mesure de chaque variable, et en demandant à l'élève de participer à la solution des problèmes analysés. **(EF)**
- Assigner les problèmes utilisant la formule du transformateur et demander à l'élève de comparer ses réponses avec celles de ses pairs et de demander de l'aide, au besoin. **(EF)**
- Assigner la lecture d'un texte et des questions auxquelles répondre sur le texte, au sujet de l'utilisation du c. a., quant aux transformateurs et au transport de l'énergie électrique.
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Présenter le montage d'un transformateur de démonstration.
- Demander à l'élève d'apporter un vieux transformateur de la maison pour l'analyser. **(EF)**
- Présenter l'efficacité du transformateur et l'expliquer à l'aide d'exemples.
- Animer une discussion sur l'amélioration de l'efficacité des transformateurs.

### *Généralisations*

- Demander à l'élève de donner des exemples de transformateurs utilisés dans la vie courante. **(EF)**
- Inviter l'élève à dresser une liste des concepts d'induction électromagnétique, à résumer les lois de Faraday et de Lenz et à faire une synthèse des concepts vus dans cette activité. **(O)**

### **Évaluation sommative**

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer un travail de classe sur l'induction électromagnétique et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises au sujet de l'induction électromagnétique à l'aide d'un travail de classe en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - expliquer les lois de Lenz et de Faraday et les conventions de signes;
    - appliquer ces connaissances à des situations nouvelles;
    - expliquer le rapport entre le changement du flux magnétique et le courant induit et vice versa.
  - Recherche
    - résoudre des problèmes d'induction électromagnétique;
    - analyser le fonctionnement d'un générateur et d'un transformateur.

- Communication
  - utiliser correctement les termes et les conventions des signes et des directions des lignes de forces magnétiques;
  - utiliser le vocabulaire approprié à l'induction électromagnétique;
  - utiliser un français correct dans les communications écrites.
- Rapprochement
  - montrer l'impact de l'induction électromagnétique dans la société en présentant des exemples concrets.

### **Activités complémentaires/Réinvestissement**

- Demander à l'élève d'effectuer une recherche dans Internet sur l'induction électromagnétique, ses applications et l'impact de son utilisation sur la vie courante, et de résumer les résultats de sa recherche dans un rapport dactylographié ou sur le rôle des BPC dans le fonctionnement des transformateurs, et sur les dangers qui leur sont associés. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de construire un transformateur et d'étudier les facteurs qui déterminent son efficacité. **(T)**
- Inviter l'élève à faire une recherche sur le rôle des moteurs dans la technologie. **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à présenter un projet, à l'occasion de l'Expo-sciences, sur l'induction électromagnétique et ses applications. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de s'informer sur les trains à lévitation magnétique. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de trouver les dangers de santé associés aux champs électromagnétiques. **(AM)**

### **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

## ACTIVITÉ 5.4 (SPH3U)

### Construction d'un prototype d'appareil électromagnétique

#### Description

**Durée :** 500 minutes

Dans cette activité, l'élève fait une recherche sur un dispositif dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique. Il ou elle en construit un prototype, vérifie son fonctionnement, l'améliore en conséquence et le présente à ses pairs.

#### Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

**Attentes génériques :** SPH3U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 9 - 12

**Domaine :** Électricité et magnétisme

**Attentes :** SPH3U-ÉI-A.2 - 3

**Contenus d'apprentissage :** SPH3U-ÉI-Comp.6 - 8 - 9  
SPH3U-ÉI-Acq. 4  
SPH3U-ÉI-Rap.1

#### Notes de planification

- Rédiger un questionnaire pour revoir les activités 5.1 à 5.3.
- Dresser une liste de dispositifs dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique.
- Rédiger les consignes pour construire un prototype.
- Déterminer le calendrier et les modalités de la tâche de construction.
- Réserver la salle d'informatique et le centre de ressources pour permettre à l'élève d'effectuer sa recherche.
- Préparer une grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer le prototype, le rapport et la présentation.

#### Déroulement de l'activité

##### Mise en situation

- Distribuer un questionnaire pour revoir les activités 5.1 à 5.3, demander à l'élève d'y répondre et corriger ses réponses en classe. **(ED)**

- Présenter la tâche : faire une recherche sur un dispositif dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique, en construire un prototype et le présenter à la classe.
- Expliquer le but de ce travail (p. ex., faire une synthèse de l'unité, lire et s'informer, montrer ses capacités de comprendre, lire et comprendre, résumer, présenter, prendre position, présenter et défendre des idées, communiquer oralement et par écrit dans un français correct).
- Demander à l'élève de se créer un cahier de bord dans lequel il ou elle décrira le progrès et les améliorations de l'appareil pendant la construction.

## **Expérimentation/Exploration/Manipulation**

### *Construction d'un prototype*

- Distribuer une liste de dispositifs dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique.
- Distribuer la marche à suivre pour construire le prototype et l'expliquer.
- Faire lire les consignes de construction.
- Expliquer les exigences, le calendrier et la modalité de la tâche de recherche.
- Demander à l'élève :
  - de choisir un dispositif;
  - de préparer un plan de travail;
  - de faire sa recherche d'une façon indépendante, à l'extérieur des heures de classe;
  - d'informer, de façon régulière, l'enseignant ou l'enseignante de son progrès;
  - de maintenir son cahier de bord à jour en y plaçant des informations;
  - de respecter les échéances;
  - de rédiger un rapport qui contient :
    - le sujet choisi;
    - les informations recueillies;
    - l'analyse et l'interprétation des informations;
    - son opinion personnelle;
  - de remettre avec son rapport :
    - son cahier de bord;
    - son prototype. **(ES)**
- Demander à l'élève :
  - de conceptualiser son prototype;
  - d'assembler le matériel nécessaire;
  - de dresser une liste des problèmes de sécurité;
  - d'essayer son prototype;
  - de dresser une liste de plusieurs critères pour juger l'efficacité de son appareil;
  - de déterminer son efficacité;
  - de suggérer des moyens pour en améliorer l'efficacité;
  - de faire un dessin de chaque étape principale de construction ou d'en prendre une photo;
  - d'étiqueter, sur le dessin ou la photo, les parties de l'appareil;
  - de présenter son prototype oralement à la classe, dans un français oral correct et en utilisant le vocabulaire approprié. **(ES) (AC)**

## Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation sommative adaptée pour évaluer la construction et la présentation orale d'un prototype d'un dispositif et inviter l'élève à s'autoévaluer en se basant sur les critères d'évaluation. **(O)**
- Évaluer les connaissances acquises sur l'électromagnétisme à l'aide d'un prototype construit par l'élève et de la présentation orale du prototype, en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration des activités 5.1 à 5.4.
- Utiliser une grille d'évaluation sommative adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
  - Connaissance et compréhension
    - montrer une compréhension des concepts de l'électromagnétisme et de l'induction, qui s'appliquent au dispositif choisi;
    - expliquer et utiliser les termes propres au dispositif choisi;
    - appliquer les connaissances de l'électromagnétisme à l'explication du dispositif.
  - Recherche
    - appliquer, à la construction du dispositif, les habiletés et les stratégies de recherche, de planification, de réalisation, de compilation d'informations, d'interprétation, d'évaluation et de résolution de problèmes;
    - appliquer les compétences et procédés techniques aux mesures;
    - utiliser les outils et l'équipement de façon sûre et correcte.
  - Communication
    - décrire le progrès de la fabrication de son dispositif et des changements effectués pour son amélioration;
    - communiquer selon l'auditoire ciblé (ses pairs, élèves d'une année d'études inférieure, adultes);
    - utiliser correctement le journal de bord;
    - utiliser un français correct dans les communications orales et écrites.
  - Rapprochement
    - montrer sa compréhension de l'importance du dispositif choisi dans le contexte de la vie moderne;
    - évaluer la nécessité d'améliorer l'efficacité de l'appareil afin de réduire l'impact de l'utilisation excessive de l'électricité sur l'environnement.

## Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de construire un autre appareil électromagnétique et de déterminer son efficacité. **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de créer une simulation à l'ordinateur de la construction d'un appareil électromagnétique. **(AM) (T)**
- Suggérer à l'élève de rencontrer son conseiller ou sa conseillère en orientation pour déterminer les carrières et les emplois dans le domaine de l'électromagnétisme. **(PE) (AM) (T)**
- Inviter l'élève à présenter un projet, à l'occasion de l'Expo-sciences, sur la construction d'un appareil électromagnétique ou sur l'électromagnétisme et ses applications. **(AM) (T)**

## **Annexes**

**(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)**

Annexe SPH3U 5.4.1 : Grille d'évaluation adaptée - Construction d'un prototype d'appareil électromagnétique

## Grille d'évaluation adaptée - Construction d'un prototype d'appareil électromagnétique

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
<b>Connaissance et compréhension</b>				
L'élève : - montre une compréhension des concepts, des principes et des lois du magnétisme et de l'induction. - montre une connaissance des termes qui s'appliquent au dispositif choisi.	L'élève montre <b>une compréhension limitée</b> des concepts, des principes et des lois et montre <b>une connaissance limitée</b> des termes.	L'élève montre <b>une compréhension partielle</b> des concepts, des principes et des lois et montre <b>une connaissance partielle</b> des termes.	L'élève montre <b>une compréhension générale</b> des concepts, des principes et des lois et montre <b>une connaissance générale</b> des termes.	L'élève montre <b>une compréhension approfondie</b> des concepts, des principes et des lois et montre <b>une connaissance approfondie</b> des termes.
<b>Recherche</b>				
L'élève : - planifie et réalise un prototype d'un appareil électromagnétique - applique des procédés techniques de mesure.	L'élève applique <b>un nombre limité</b> des habiletés et des stratégies de recherche scientifique et applique les procédés techniques de mesure avec <b>une compétence limitée</b> .	L'élève applique <b>certaines</b> des habiletés et des stratégies de recherche scientifique et applique les procédés techniques de mesure avec <b>une certaine compétence</b> .	L'élève applique <b>la plupart</b> des habiletés et des stratégies de recherche scientifique et applique les procédés techniques de mesure avec <b>une grande compétence correcte</b> .	L'élève applique <b>toutes ou presque toutes</b> les habiletés et des stratégies de recherche scientifique et applique les procédés techniques de mesure avec <b>une très grande compétence</b> .
<b>Communication</b>				
L'élève : - décrit le progrès de la fabrication de son appareil et des changements effectués dans un journal de bord. - fait un dessin de son prototype. - présente oralement son prototype.	L'élève communique l'information et les idées <b>avec peu de clarté et une précision limitée</b> et utilise le journal de bord et le dessin avec <b>une compétence limitée</b> .	L'élève communique l'information et les idées <b>avec une certaine clarté et précision</b> et utilise le journal de bord et le dessin avec <b>une certaine compétence</b> .	L'élève communique l'information et les idées <b>avec une grande clarté et précision</b> et utilise le journal de bord et le dessin avec <b>une grande compétence</b> .	L'élève communique l'information et les idées <b>avec une très grande clarté et précision</b> et utilise le journal de bord et le dessin avec <b>une très grande compétence</b> .

<b><i>Rapprochements</i></b>				
L'élève : - montre sa compréhension de l'importance de l'appareil choisi dans le contexte de la vie moderne.	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec <b>une compétence limitée.</b>	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec <b>une certaine compétence.</b>	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec <b>une grande compétence.</b>	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec <b>une très grande compétence.</b>
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				



## TABLEAU DES ATTENTES ET DES CONTENUS D'APPRENTISSAGE

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Attentes génériques</b>						
SPH3U-Ag.1	utiliser des méthodes de manutention et des procédures sans risque [p. ex., appliquer les règles de manipulation et d'entreposage des substances de laboratoire conformément aux consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT)] et prendre les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui.	1.2 1.3 1.4	2.1 2.3	3.1 3.2 3.3 3.4	4.1 4.2 4.3 4.4	5.1 5.2 5.3 5.4
SPH3U-Ag.2	faire des observations et recueillir des données à l'aide d'instruments qu'il ou elle a choisis sciemment, et les utiliser correctement et prudemment (p. ex., interfaces et sondes, cellules photoélectriques, balances, oscilloscopes, multimètres).	1.2 1.3 1.4	2.1 2.3	3.1 3.2 3.3 3.4	4.1 4.2 4.3 4.4	5.1 5.2 5.3 5.4
SPH3U-Ag.3	concevoir et effectuer rigoureusement des expériences pour démontrer ou déduire les concepts à l'étude, en contrôlant les variables importantes et en modifiant au besoin les techniques utilisées.	1.2 1.3 1.4	2.1 2.3	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.1 4.2 4.3 4.4	5.1 5.2 5.3 5.4
SPH3U-Ag.4	effectuer des recherches sur les concepts à l'étude à la bibliothèque et sur Internet.	1.4 1.5	2.1 2.2 2.3 2.4	3.1 3.3 3.5	4.1 4.4 4.5	5.1 5.2 5.4
SPH3U-Ag.5	recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (p. ex., revues scientifiques, Internet), les interpréter et les présenter sous diverses formes appropriées (p. ex., diagrammes, tableaux, graphiques), produites manuellement ou à l'ordinateur.	1.3 1.4 1.5	2.1 2.2 2.3 2.4	3.1 3.3 3.4 3.5	4.2 4.5	5.1 5.4
SPH3U-Ag.6	utiliser des modèles scientifiques (théories, lois et moyens explicatifs) pour expliquer et prédire le comportement de phénomènes naturels (p. ex., à l'aide de diagrammes de rayons, prédire la position et la nature des images créées par les lentilles; expliquer l'énergie thermique en utilisant le modèle cinétique de la matière).	1.2 1.3 1.4 1.5	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	5.1 5.2 5.3 5.4
SPH3U-Ag.7	analyser et synthétiser les renseignements provenant d'énoncés de problèmes et résoudre ceux-ci en employant les méthodes appropriées.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5	2.1 2.3 2.4 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4	4.1 4.2 4.3	5.2 5.3
SPH3U-Ag.8	choisir et utiliser les unités SI appropriées, et appliquer les techniques de conversion et d'analyse d'unités appropriées.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5	2.1 2.3 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4	4.1 4.3	5.3

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
SPH3U-Ag.9	communiquer ses idées, ses projets et ses résultats en utilisant la terminologie exacte et les présenter en recourant à des moyens graphiques, numériques et symboliques qu'il ou elle a choisis sciemment (p. ex., équations algébriques, diagrammes de forces, diagrammes de rayons, courbes, programmes d'affichage graphique, feuilles de calcul électronique).	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	5.1 5.2 5.3 5.4
SPH3U-Ag.10	expliquer avec exactitude ses méthodes de recherche et ses résultats à l'aide de rapports de laboratoire, de tableaux d'observations et d'exposés, et évaluer la fiabilité de ses données en identifiant les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures.	1.2 1.3 1.4 1.5	2.1 2.2 2.4	3.1 3.4	4.2 4.3 4.4 4.5	
SPH3U-Ag.11	exprimer le résultat des calculs de données empiriques en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs ou de chiffres décimaux.	1.4 1.5	2.1 2.2 2.3 2.5	3.1 3.2 3.4	4.2	
SPH3U-Ag.12	recenser et décrire des professions qui requièrent des connaissances en physique (p. ex., technicien en électronique, ingénieur civil, technicienne de laboratoire).	1.3		3.2 3.3 3.5	4.3	5.1 5.4

PHYSIQUE		Unités				
<i>Domaine : Dynamique</i>		1	2	3	4	5
<b>Attentes</b>						
SPH3U-D-A.1	démontrer sa compréhension de la relation entre la force résultante et l'accélération d'un objet se déplaçant selon un mouvement rectiligne.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5				
SPH3U-D-A.2	expliquer le mouvement rectiligne d'un objet d'après ses observations en laboratoire et ses analyses quantitatives des forces appliquées.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5				
SPH3U-D-A.3	présenter la contribution de Galilée et de Newton dans l'avancement des connaissances sur les forces et le mouvement et évaluer l'incidence sociale de la compréhension de la dynamique par rapport aux technologies des transports, y compris la composante sécurité.	1.1 1.5				
<b>Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts</b>						
SPH3U-D-Comp.1	définir les concepts et les unités de la cinématique et de la dynamique (p. ex., vecteurs, scalaires, déplacements, vitesses moyenne et instantanée, accélérations uniforme et moyenne, forces appliquées, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficients de frottement).	1.1 1.2 1.5				
SPH3U-D-Comp.2	décrire et expliquer les mouvements rectilignes uniforme et uniformément accéléré et exprimer quantitativement les relations entre le déplacement, le vecteur vitesse, l'accélération et le temps.	1.1 1.5				
SPH3U-D-Comp.3	analyser, à l'aide de diagrammes vectoriels, des mouvements uniformes dans le plan horizontal.	1.1 1.5				
SPH3U-D-Comp.4	identifier et décrire les forces fondamentales de la nature.	1.2 1.5				
SPH3U-D-Comp.5	décrire et analyser la force de gravitation qui agit sur un objet près de la surface de la Terre et à une certaine distance de celle-ci.	1.2 1.5				
SPH3U-D-Comp.6	déduire, à l'aide d'un diagramme de forces, le mouvement d'un objet en analysant les forces appliquées sur cet objet.	1.2 1.5				
SPH3U-D-Comp.7	énoncer et appliquer les trois lois de Newton et présenter des exemples pour les illustrer (p. ex., au football, la masse d'un bloqueur déterminera la force requise pour le déplacer et la masse d'un receveur affectera sa capacité d'accélérer).	1.3 1.4 1.5				

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Dynamique</b>		1	2	3	4	5
<b>Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication</b>						
SPH3U-D-Acq.1	concevoir et effectuer une expérience pour identifier les variables qui influent sur le mouvement d'un corps (p. ex., déterminer les facteurs qui influent sur le mouvement d'un objet glissant sur une surface).	1.2 1.3 1.5				
SPH3U-D-Acq.2	vérifier, en laboratoire, la deuxième loi du mouvement de Newton.	1.4 1.5				
SPH3U-D-Acq.3	interpréter, en les représentant graphiquement, des données expérimentales de relations linéaires et non linéaires pour déduire le mouvement d'un objet (p. ex., interpréter le graphique déplacement-temps obtenu à l'aide d'une sonde et d'une interface pour déterminer si le mouvement est uniforme ou accéléré).	1.1 1.5				
SPH3U-D-Acq.4	analyser le mouvement d'un objet dans une variété de situations en utilisant les lois de Newton, les diagrammes de forces, les diagrammes vectoriels et les équations sur le mouvement uniformément accéléré.	1.5				
<b>Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et la société l'environnement</b>						
SPH3U-D-Rap.1	expliquer comment les théories et les découvertes de Galilée et de Newton ont révolutionné les connaissances scientifiques de leur époque et ont fourni les bases nécessaires pour comprendre la relation entre un mouvement et une force.	1.3 1.5				
SPH3U-D-Rap.2	Présenter et évaluer des exemples tirés du quotidien qui illustrent des conceptions ou des solutions technologiques reposant sur les principes de la dynamique (p. ex., utilisation de cires différentes pour la glisse et pour la poussée en ski de fond; modification des bandes de roulement des pneus de vélo).	1.2 1.3 1.4 1.5				
SPH3U-D-Rap.3	décrire et évaluer les répercussions économiques, environnementales et sociales de procédés et de technologies dans les systèmes de transports, y compris les dispositifs de sécurité, et dans les loisirs (p. ex., l'emprunt des vents ou des courants marins dominants diminue la durée d'un voyage aérien ou maritime et économise l'énergie; l'insertion d'un accéléromètre dans une balle de base-ball permet de mesurer avec précision l'accélération).	1.1 1.5				

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Énergie, travail et puissance</b>		1	2	3	4	5
<b>Attentes</b>						
SPH3U-É-A.1	démontrer qualitativement et quantitativement sa compréhension du travail, de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle gravitationnelle et de l'énergie thermique ainsi que des transformations énergétiques, du rendement énergétique et de la puissance.		2.1 2.3 2.4 2.5			
SPH3U-É-A.2	vérifier les transformations énergétiques et la loi de la conservation de l'énergie à partir d'expériences et d'analyses quantitatives.		2.2 2.4 2.5			
SPH3U-É-A.3	analyser les répercussions sociales et économiques de divers procédés de transformations énergétiques et citer des exemples de progrès qui découlent de la connaissance du concept de l'énergie.		2.1 2.2 2.4 2.5			
<b>Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts</b>						
SPH3U-É-Comp.1	définir les concepts et les unités d'énergie, de travail et de puissance (p. ex., énergie, travail, puissance, énergie potentielle gravitationnelle, énergie cinétique, énergie thermique, rendement).		2.1 2.3 2.4			
SPH3U-É-Comp.2	préciser les conditions nécessaires à l'exécution d'un travail et appliquer quantitativement la relation entre le travail, la force et le déplacement dans la direction de la force.		2.1 2.4			
SPH3U-É-Comp.3	analyser qualitativement et quantitativement, à l'aide de la loi de la conservation de l'énergie, diverses situations en examinant la relation entre le travail réalisé par la résultante des forces appliquées sur un objet et ses variations d'énergie cinétique, potentielle gravitationnelle ou thermique.		2.2 2.4 2.5			
SPH3U-É-Comp.4	appliquer quantitativement la relation entre la puissance, l'énergie et le temps.		2.3 2.4			
SPH3U-É-Comp.5	analyser quantitativement la relation entre le rendement, l'énergie d'alimentation et l'énergie utile de sortie pour diverses transformations énergétiques.		2.3 2.4			
<b>Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes en recherche scientifique et en communication</b>						
SPH3U-É-Acq.1	concevoir et effectuer des expériences pour vérifier la loi de la conservation de l'énergie, en contrôlant les variables importantes (p. ex., vérifier la conservation de l'énergie d'un pendule effectuant un mouvement périodique simple).		2.2 2.4			

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Énergie, travail et puissance</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
SPH3U-É-Acq.2	analyser et interpréter les données de ses expériences ou de ses simulations à l'ordinateur impliquant un travail, une énergie cinétique, une énergie potentielle gravitationnelle, une énergie thermique et le rendement de la transformation énergétique (p. ex., comparer l'énergie cinétique initiale d'un chariot montant un plan incliné à l'énergie potentielle du chariot à sa position la plus élevée à partir d'un graphique vitesse-temps obtenu à l'aide d'une sonde et d'une interface).		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5			
SPH3U-É-Acq.3	communiquer de façon appropriée ses méthodes de recherche, ses données et la conclusion de ses expériences ou de ses simulations à l'ordinateur impliquant un travail, une énergie cinétique, une énergie potentielle gravitationnelle, une énergie thermique, un rendement, une puissance ou la loi de la conservation de l'énergie (p. ex., déterminer le rendement du transfert d'énergie produit lorsque le plomb d'un pendule écarté de sa position d'équilibre frappe un chariot).		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5			
<b>Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement</b>						
SPH3U-É-Rap.1	analyser l'utilisation de diverses sources d'énergie et de processus de transformations énergétiques en considérant la qualité de la vie, l'économie et l'environnement (p. ex., les eaux usées des résidences sont évacuées à l'aide de l'énergie potentielle gravitationnelle; l'énergie cinétique du vent est transformée en électricité par les éoliennes).		2.1 2.2 2.4 2.5			
SPH3U-É-Rap.2	recenser et analyser des exemples de l'amélioration du rendement sportif en appliquant des principes de la mécanique (p. ex., suivre son coup au tennis ou au golf accroît le travail effectué sur la balle en augmentant la distance de l'application de la force; l'énergie cinétique d'un sauteur à la perche influe sur l'énergie potentielle élastique emmagasinée dans la perche).		2.3 2.4 2.5			

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Ondes mécaniques</b>		1	2	3	4	5
<b>Attentes</b>						
SPH3U-O-A.1	démontrer sa compréhension des caractéristiques et des propriétés des ondes mécaniques, y compris la production, la propagation, l'interaction et la réception, en relevant les similarités entre les ondes mécaniques visibles et les ondes sonores.			3.1 3.2 3.3 3.4 3.5		
SPH3U-O-A.2	expliquer les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques, y compris les ondes sonores, d'après ses observations en laboratoire et des modèles conceptuels et mathématiques, et comparer les valeurs théoriques aux valeurs empiriques.			3.1 3.2 3.3 3.4 3.5		
SPH3U-O-A.3	décrire et expliquer des phénomènes naturels relevant des ondes mécaniques et présenter des applications technologiques qui découlent de la connaissance scientifique de ces ondes.			3.2 3.3 3.4 3.5		
<b>Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts</b>						
SPH3U-O-Comp.1	définir les concepts et les unités des ondes (p. ex., vibration, fréquence, période, longueur d'onde, amplitude, interférences constructive et destructive, onde longitudinale, onde transversale, onde stationnaire).			3.1 3.5		
SPH3U-O-Comp.2	décrire et illustrer les propriétés des ondes transversales et longitudinales et préciser la direction et la vitesse du mouvement de leurs particules.			3.2 3.4 3.5		
SPH3U-O-Comp.3	préciser la source des ondes mécaniques, les conditions essentielles à leur transmission et les facteurs responsables de leur vitesse de déplacement, notamment la température, dans divers milieux et appliquer rigoureusement l'équation d'onde universelle (p. ex., la vitesse du son dépend de la température, la vitesse d'une vague dépend de la profondeur de l'eau, la vitesse d'une onde dans un ressort dépend de l'extension du ressort).			3.2 3.4 3.5		
SPH3U-O-Comp.4	expliquer et illustrer graphiquement le principe de superposition et présenter des exemples d'interférences constructives et destructives (p. ex., le son produit par un instrument est une superposition de sa fréquence fondamentale et de ses harmoniques).			3.3 3.5		
SPH3U-O-Comp.5	reconnaître et analyser les conditions requises pour qu'il y ait résonance mécanique, y compris la résonance acoustique, dans divers milieux (p. ex., la vibration en résonance d'ondes sonores d'intensité élevée peut faire éclater un verre).			3.3 3.5		

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Ondes mécaniques</b>		1	2	3	4	5
SPH3U-O-Comp.6	identifier les propriétés des ondes stationnaires et expliquer les conditions dans lesquelles elles se produisent (p. ex., une modification de la tension ou de la longueur de la corde d'un violon produit une onde stationnaire et un son différents).			3.2 3.5		
SPH3U-O-Comp.7	expliquer l'effet Doppler et prédire qualitativement la variation de fréquence dans diverses situations.			3.2 3.5		
SPH3U-O-Comp.8	présenter divers exemples de résonance dans un tuyau sonore et analyser quantitativement les rapports entre la longueur d'une colonne d'air ouverte ou fermée, la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse du son (p. ex., en déplaçant le piston d'une trompette, on change la longueur de la colonne d'air pour accéder à un tube supplémentaire).			3.3 3.5		
<b>Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication</b>						
SPH3U-O-Acq.1	illustrer, mesurer, analyser et interpréter les propriétés des ondes mécaniques qui se propagent dans un seul milieu, qui se propagent d'un milieu à un autre ou qui interagissent avec un corps (p. ex., illustrer l'interférence de deux ondes transversales; déterminer la fréquence de résonance d'un système d'ondes stationnaires).			3.1 3.2 3.5		
SPH3U-O-Acq.2	concevoir et effectuer une expérience pour déterminer la vitesse d'ondes mécaniques dans un milieu et comparer les valeurs théoriques aux valeurs empiriques en identifiant les sources d'erreur ou d'incertitude.			3.3 3.4 3.5		
SPH3U-O-Acq.3	effectuer des expériences afin d'analyser, de prédire et de vérifier les conditions requises pour produire une résonance dans un objet ou dans une colonne d'air comprise dans un tuyau sonore ouvert ou fermé (p. ex., quelles longueurs d'une colonne d'air fermée résonneront en réponse à un diapason d'une fréquence connue?).			3.3 3.5		
<b>Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement</b>						
SPH3U-O-Rap.1	expliquer certains phénomènes naturels en recourant aux caractéristiques et aux propriétés des ondes et décrire des applications technologiques qui découlent de ces caractéristiques et propriétés (p. ex., on peut comparer le vortex d'une tornade à une colonne d'air ouverte puisque la fréquence des infrasons est plus élevée lorsque le vortex est petit et plus basse lorsque le vortex est large).			3.1 3.2 3.4 3.5		

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b><i>Domaine : Ondes mécaniques</i></b>		1	2	3	4	5
SPH3U-O-Rap.2	évaluer, selon des critères spécifiés, un appareil acoustique (p. ex., haut-parleurs, écouteurs, prothèse auditive, téléphone cellulaire).			3.3 3.5		
SPH3U-O-Rap.3	identifier des sources de bruits excessifs dans divers milieux et expliquer les mesures possibles pour réduire la pollution sonore (p. ex., règlements obligeant les avions commerciaux à voler à des vitesses subsoniques; murs antibruit placés en bordure des autoroutes).			3.3 3.5		

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Lumière et optique géométrique</b>		1	2	3	4	5
<b>Attentes</b>						
SPH3U-L-A.1	démontrer sa compréhension des caractéristiques et des propriétés de la lumière lorsqu'elle se propage dans un seul milieu et lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre.				4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	
SPH3U-L-A.2	vérifier expérimentalement les propriétés de la lumière traversant des milieux adjacents et prédire le comportement de rayons lumineux à l'aide de diagrammes de rayons et d'équations algébriques.				4.2 4.3 4.4 4.5	
SPH3U-L-A.3	évaluer l'incidence des connaissances scientifiques dans ce domaine sur la vie quotidienne et les progrès technologiques.				4.2 4.3 4.4 4.5	
<b>Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts</b>						
SPH3U-L-Comp.1	définir les concepts et les unités de la lumière (p. ex., réflexion, réfraction, réflexion totale, réflexion partielle, angle limite, distance focale, foyer, image).				4.2 4.3 4.4 4.5	
SPH3U-L-Comp.2	décrire le modèle scientifique de la lumière et l'utiliser pour expliquer des phénomènes optiques naturels tels que la profondeur apparente de l'eau, le miroitement, les mirages ou les arcs-en-ciel (p. ex., la glace noire est causée par la réflexion totale des rayons lumineux entre la surface de la glace et l'air).				4.1 4.5	
SPH3U-L-Comp.3	identifier les facteurs de la réfraction des rayons lumineux et analyser qualitativement et quantitativement le rapport entre la vitesse de la lumière dans deux milieux adjacents selon la loi de Snell-Descartes.				4.5	
SPH3U-L-Comp.4	expliquer, à l'aide de diagrammes de rayons, les conditions essentielles à la réflexion totale et analyser des exemples de celle-ci.				4.2 4.5	
SPH3U-L-Comp.5	décrire et expliquer, à l'aide de diagrammes de rayons, les caractéristiques et la position des images formées par les lentilles convergente et divergente.				4.4 4.5	
SPH3U-L-Comp.6	comparer l'effet d'une lentille convergente et celui d'une lentille divergente sur des rayons lumineux parallèles et expliquer l'utilisation de chacune d'elles dans des appareils d'optique.				4.4 4.5	
SPH3U-L-Comp.7	analyser quantitativement les caractéristiques et la position des images formées par les lentilles convergente et divergente à l'aide d'équations des lentilles et du agrandissement d'une image.				4.4 4.5	

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : Lumière et optique géométrique</b>		1	2	3	4	5
<b>Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication</b>						
SPH3U-L-Acq.1	démontrer expérimentalement, et illustrer à l'aide de diagrammes de rayons, la réfraction, la réflexion partielle, l'angle limite et la réflexion totale de la lumière dans divers milieux.				4.2 4.3 4.5	
SPH3U-L-Acq.2	vérifier expérimentalement la loi de Snell-Descartes.				4.3 4.5	
SPH3U-L-Acq.3	prédire, à partir de diagrammes de rayons et d'équations algébriques, les caractéristiques et la position d'une image produite par une lentille convergente et vérifier ses prédictions au laboratoire.				4.4 4.5	
SPH3U-L-Acq.4	effectuer des expériences sur la propagation de la lumière, comparer les résultats obtenus aux prédictions théoriques et expliquer les écarts (p. ex., mesurer l'angle limite dans divers milieux adjacents; déterminer l'indice de réfraction dans divers milieux adjacents; mesurer la distance focale d'une lentille).				4.1 4.4 4.5	
SPH3U-L-Acq.5	construire le prototype d'un appareil d'optique, le vérifier et l'améliorer au besoin (p. ex., télescope, microscope, périscope, jumelles, appareil de transmission du signal lumineux d'un laser, mécanisme démontrant les effets de miroitement ou de mirage).				4.5	
<b>Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement</b>						
SPH3U-L-Rap.1	décrire de quelle façon on conçoit et reproduit des images pour satisfaire à des besoins de la vie quotidienne (p. ex., les caméras sont dotées de prismes, de miroirs et de lentilles qui dirigent et transforment le signal lumineux pour produire une image claire).				4.2 4.3 4.4 4.5	
SPH3U-L-Rap.2	évaluer, selon des critères spécifiés, l'efficacité d'appareils d'optique ou de procédés destinés à améliorer la vision (p. ex., les endoscopes munis de fibres optiques reliées à un oculaire permettent à un chirurgien de mieux voir les détails d'une opération; les masques de plongée sous-marine permettent que la réfraction de la lumière se produise entre l'air et la cornée plutôt qu'entre l'eau et la cornée où l'indice de réfraction est différent).				4.1 4.4 4.5	

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b><i>Domaine : Lumière et optique géométrique</i></b>		1	2	3	4	5
SPH3U-L-Rap.3	décrire, analyser et expliquer le fonctionnement de divers appareils d'optique (p. ex., les lecteurs de disques compacts sont dotés d'une lentille qui converge le rayon laser sur le disque, le rayon étant ensuite réfléchi vers une lentille divergente qui envoie le signal lumineux divergé sur des cellules photoélectriques qui le convertissent en électricité).				4.5	

PHYSIQUE		Unités				
<i>Domaine : Électricité et magnétisme</i>		1	2	3	4	5
<b>Attentes</b>						
SPH3U-ÉI-A.1	démontrer sa compréhension des propriétés, des quantités physiques et des lois de l'électromagnétisme et de l'induction électromagnétique.					5.1 5.2 5.3
SPH3U-ÉI-A.2	démontrer expérimentalement les caractéristiques et les propriétés des champs magnétiques et de l'induction électromagnétique, et construire le prototype d'un dispositif.					5.1 5.3 5.4
SPH3U-ÉI-A.3	présenter l'évolution des technologies dans le domaine de l'électromagnétisme et souligner des exemples de dispositifs ménagers ou industriels qui découlent des connaissances scientifiques dans ce domaine.					5.4
<b>Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts</b>						
SPH3U-ÉI-Comp.1	définir les concepts et les unités de l'électromagnétisme (p. ex., courant, tension, champ, dipôle, domaine, solénoïde, aimant induit, perméabilité magnétique, champ induit, champ inducteur, génératrice).					5.1
SPH3U-ÉI-Comp.2	distinguer le flux du courant (mouvement d'ions positifs) et le flux d'électrons (mouvement de charges négatives) et reconnaître qu'en électromagnétisme le flux du courant est utilisé par convention.					5.1
SPH3U-ÉI-Comp.3	décrire les caractéristiques des champs magnétiques, dont la nature tridimensionnelle.					5.1
SPH3U-ÉI-Comp.4	décrire et illustrer le champ magnétique produit par un long conducteur rectiligne et un solénoïde parcourus par un courant électrique.					5.1
SPH3U-ÉI-Comp.5	énoncer la règle de la main droite et l'appliquer pour déterminer la direction du flux du courant ou du champ magnétique d'un long conducteur rectiligne et d'un solénoïde parcourus par un courant électrique.					5.1
SPH3U-ÉI-Comp.6	expliquer le principe du moteur et préciser l'influence de divers facteurs sur la grandeur et la direction de la force agissant sur le conducteur.					5.2 5.4
SPH3U-ÉI-Comp.7	énoncer et analyser la loi de l'induction électromagnétique de Faraday et la loi de Lenz, et les appliquer pour prédire le sens du courant induit.					5.3
SPH3U-ÉI-Comp.8	comparer qualitativement le courant continu et le courant alternatif et expliquer l'importance du courant alternatif dans la transmission de l'énergie électrique.					5.4

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b>Domaine : <i>Électricité et magnétisme</i></b>		1	2	3	4	5
SPH3U-ÉI-Comp.9	expliquer, qualitativement et quantitativement, comment les transformateurs augmentent ou diminuent le potentiel électrique et le courant en analysant la fonction de chacune de leurs composantes (p. ex., décrire les composantes fondamentales et les opérations des transformateurs élévateurs et des transformateurs abaisseurs).					5.4
<b>Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication</b>						
SPH3U-ÉI-Acq.1	effectuer une expérience pour identifier et décrire les propriétés des champs magnétiques (p. ex., tracer les lignes du champ magnétique qui entourent un aimant droit, deux aimants droits rapprochés et un aimant en U).					5.1
SPH3U-ÉI-Acq.2	interpréter et illustrer, à partir d'expériences en laboratoire, le champ magnétique produit par un long conducteur rectiligne et un solénoïde parcourus par un courant.					5.1
SPH3U-ÉI-Acq.3	effectuer une expérience sur l'induction électromagnétique en contrôlant les variables importantes pour déterminer les facteurs qui influent sur la grandeur et la direction de la différence de potentiel induite.					5.3
SPH3U-ÉI-Acq.4	construire, vérifier et améliorer le prototype d'un dispositif dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique (p. ex., moteur simple à courant continu, sonnerie électrique, amplificateur, génératrice, galvanomètre).					5.2 5.4
<b>Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement</b>						
SPH3U-ÉI-Rap.1	décrire et analyser le fonctionnement de divers appareils industriels et domestiques fondés sur les principes de l'électromagnétisme (p. ex., le principe du moteur est utilisé pour faire avancer les bateaux à propulsion magnétique, lesquels fonctionnent grâce à deux électrodes fixées sous la coque qui génèrent un courant dans l'eau salée de l'océan agissant comme électrolyte, alors que simultanément des aimants supraconducteurs produisent un puissant champ magnétique perpendiculaire à la direction du courant, ce qui produit une force vers l'arrière sur l'eau salée conductrice, la réaction propulsant le bateau vers l'avant).					5.1 5.2 5.3 5.4

<b>PHYSIQUE</b>		<b>Unités</b>				
<b><i>Domaine : Électricité et magnétisme</i></b>		1	2	3	4	5
SPH3U-ÉI-Rap.2	retracer l'évolution de technologies fondées sur les principes de l'électromagnétisme (p. ex., moteur électrique, génératrice, écran cathodique, appareils médicaux, haut-parleurs).					5.1