

PHYSIQUE

SPH4C

12^e année

Écoles secondaires catholiques de langue française de l'Ontario

Direction du projet : Claire Trépanier
Coordination : Carole Morrissette
Recherche documentaire : Céline Pilon
Équipe de rédaction : Patrick Lamon, premier rédacteur
Marc-Éric Audet
Chantal Filion
Consultation : Denise Durocher
Edith Lamontagne
Marc Lecours
Lauria Raymond
Charles Renaud
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. Les esquisses destinées aux écoles catholiques ont été réalisées en collaboration avec l'Office provincial de l'éducation de la foi catholique de l'Ontario (OPÉCO). 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.

PRÉAMBULE

L'enseignement des sciences à l'école catholique

Si on étudie l'histoire de l'Occident, on remarque un perpétuel conflit entre la science et la foi ainsi qu'entre les scientifiques et les ecclésiastiques, dont le procès de Galilée en 1633 demeure le prototype. Pourtant, la science et la foi sont à la recherche de la vérité. Comme la vérité est unique, science et foi ne devraient pas se trouver en contradiction, tant et aussi longtemps que l'on situe bien l'apport de l'une et de l'autre dans cette recherche.

L'étude des sciences à l'école catholique permet aux élèves de s'ouvrir aux merveilles de l'univers, oeuvre de Dieu. En étudiant la méthode scientifique, elles et ils apprennent à développer ce don de l'intelligence et du raisonnement qui vient de Dieu. Au moyen de la technologie, les élèves peuvent s'engager personnellement dans le développement du monde, développement voulu de Dieu. Pour toutes ces raisons, l'enseignement des sciences occupe une place importante dans le projet éducatif de l'école catholique.

Les merveilles de l'univers

L'élève catholique a un grand respect et un grand amour de l'univers dans lequel elle et il se trouve et du monde naturel dans lequel elle ou il habite puisque la foi catholique enseigne que Dieu a voulu l'univers et qu'Il le voit comme essentiellement bon. L'étude des sciences permet à l'élève d'approfondir ce respect et cet amour en découvrant à la fois la complexité et l'organicité des lois naturelles qui régissent l'univers. De la grandeur incommensurable du cosmos à la petitesse inimaginable des structures subatomiques, de la complexité des molécules organiques à la diversité fulgurante des formes de vie terrestre, l'élève est initié à l'ensemble de la recherche scientifique tout en découvrant les merveilles de l'univers. La science n'est plus seulement l'étude objective de phénomènes indifférents, elle est aussi source d'émerveillement, de louange et d'action de grâces. L'élève y découvre la dimension sacrée de tout ce qui existe, de toute vie.

L'histoire des sciences en Occident est souvent liée à des personnalités profondément croyantes qui ont interprété leur recherche scientifique comme une expression de leur foi. Des figures, comme le frère Gregor (Johann Mendel), fondateur de la génétique en Europe, ou le frère Marie-Victorin au Canada, aident à saisir l'harmonie profonde entre la science et la foi. Pierre Teilhard de Chardin, et plus récemment Hubert Reeves, sont témoins de cette recherche du sens profond inscrit dans la cosmologie et l'évolution de la vie sur Terre. En particulier, l'élève découvre la perspective écologique comme étant en profonde harmonie avec la vision chrétienne de l'univers.

La discipline intellectuelle

La foi chrétienne présente l'intelligence comme un don de Dieu. Le développement de l'intelligence par l'apprentissage de la méthode scientifique et son application s'avère une réponse juste à ce don de Dieu. Cette discipline intellectuelle permet à l'élève catholique de

développer des habitudes de pensée qui lui serviront dans tous les domaines du savoir, incluant celui des réflexions philosophique et théologique. Dans la perspective holistique du projet éducatif de l'école catholique, l'enseignement des sciences contribue au développement de la personne tout entière et aura un impact positif sur sa croissance en tant qu'enfant de Dieu et citoyen et citoyenne de la Terre.

La technologie au service du développement

Si la science pure a sa raison d'être, il faut reconnaître que l'essor de la recherche scientifique contribue au développement fulgurant des technologies, surtout au cours des derniers siècles. L'étude des sciences s'ouvre sur une réflexion concernant le développement technologique, que ce soit dans le domaine mécanique, génétique, nucléaire ou botanique (pour ne nommer que ceux-là). Voici alors que la connaissance scientifique doit se plier devant la réflexion éthique, car tout ce qui est possible n'est pas nécessairement bon.

Éviter de faire de la connaissance scientifique une idole, situer le progrès scientifique comme un service à l'humanité et évaluer les développements technologiques en fonction de leur poids éthique ou moral : voilà les objectifs visés par l'enseignement des sciences à l'école catholique. Nombreuses sont les occasions d'engager un échange informé et éclairant portant sur ces questions. Il est bon d'apporter aux sciences la lumière de la tradition catholique, par exemple lorsqu'on discute de la manipulation génétique, de la pollution qu'entraîne l'utilisation de divers processus chimiques, du développement des armes nucléaires, de l'effet dépersonnalisant de certaines technologies médicales, etc.

La foi et la raison

Tant le fidéisme (rejet de tout raisonnement au profit d'une confiance aveugle dans les révélations de la foi) que le scientisme (rejet de toute réflexion religieuse au profit d'une confiance aveugle dans le progrès des sciences) sont à éviter à l'école catholique. L'élève y découvre plutôt la distinction entre ces deux approches de la réalité et leur complémentarité :

la science cherche le comment des choses, la foi s'arrête à leur pourquoi.

En effet, si la science peut saisir les mécanismes qui dictent notre univers, elle ne peut expliquer le sens qui le pénètre. La foi chrétienne, tout en développant un regard neuf sur le monde, reconnaît la juste autonomie des réalités terrestres¹.

La reconnaissance et le respect de cette distinction et de cette complémentarité caractérisent l'enseignement des sciences à l'école catholique.

¹cf. Vatican II, *Gaudium et Spes*, n° 36.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	7
Cadre d'élaboration des esquisses de cours	9
Aperçu global du cours	11
Aperçu global de l'unité 1 : Systèmes mécaniques	17
Activité 1.1 : Force et lois de Newton	20
Activité 1.2 : Poids et force de frottement	25
Activité 1.3 : Travail et leviers	30
Activité 1.4 : Machines simples et avantage mécanique	35
Activité 1.5 : Construction d'une machine composée	39
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Lois de Newton et machines simples	42
Aperçu global de l'unité 2 : Électricité et électronique	49
Activité 2.1 : Circuits simples	52
Activité 2.2 : Analyse de circuits	56
Activité 2.3 : Circuits électroniques	62
Activité 2.4 : Conception d'un dispositif électrique simple	69
Activité 2.5 : Impact d'un dispositif électrique sur la société	71
Aperçu global de l'unité 3 : Systèmes hydrauliques et pneumatiques	79
Activité 3.1 : Caractéristiques des fluides et pression	82
Activité 3.2 : Écoulement et principe de Bernoulli	88
Activité 3.3 : Principe de Pascal et machines	92
Activité 3.4 : Recherche dirigée dans Internet	95
Activité 3.5 : Systèmes hydrauliques et pneumatiques	

.....	98
Aperçu global de l'unité 4 : Technologie des communications	105
Activité 4.1 : Systèmes de télécommunications	108
Activité 4.2 : Impact des télécommunications	112
Activité 4.3 : Propriétés des ondes	118
Activité 4.4 : Réflexion et réfraction	123
Activité 4.5 : Conception d'un système de télécommunication	128
Aperçu global de l'unité 5 : Transformations d'énergie	135
Activité 5.1 : Énergies renouvelables	138
Activité 5.2 : Transformations d'énergie	142
Activité 5.3 : Rendement énergétique	146
Activité 5.4 : Conception d'un dispositif énergétique	150
Tableau des attentes et des contenus d'apprentissage	155

INTRODUCTION

Le ministère de l'Éducation (MÉO) dévoilait au début de 1999 les nouveaux programmes-cadres de 9^e et de 10^e année et en juin 2000 ceux de 11^e et de 12^e 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 (SPH4C)

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 : 12 ^e
Type de cours : Précollégial	Code de cours de l'école :
Programme-cadre : Sciences	Date de publication : 2000
Code de cours du Ministère : SPH4C	Valeur en crédit : 1
Cours préalable : Sciences, 10 ^e année, cours théorique ou appliqué	

Description/fondement

Ce cours permet à l'élève de comprendre les concepts de base de la physique. L'élève étudie les concepts liés aux systèmes mécaniques, électriques, hydrauliques, pneumatiques et de télécommunications, ainsi que le fonctionnement d'outils et d'appareils d'usage courant. Il ou elle améliore ses compétences en matière de recherche scientifique en vérifiant les lois de la physique étudiées et apprend à résoudre les problèmes qu'on lui présente et ceux que soulèvent ses recherches. En outre, l'élève examine l'incidence des applications technologiques de la physique sur la société et l'environnement.

Titres, descriptions et durée des unités

Unité 1 : Systèmes mécaniques

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur les forces, les lois de Newton, les forces de frottement, les bras de levier, les couples, le travail et l'avantage mécanique. L'élève résout des problèmes quantitatifs, effectue une expérience sur la deuxième loi de Newton avec les forces de frottement, et conçoit et construit une machine composée. De plus, elle ou il examine plusieurs applications courantes des systèmes mécaniques.

Unité 2 : Électricité et électronique

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur les circuits électriques et électroniques simples et leurs applications. L'élève résout des problèmes quantitatifs, effectue des manipulations de circuits électriques et utilise des instruments de mesure pour les analyser. Elle ou il utilise un logiciel spécialisé pour concevoir et corriger des circuits électroniques, et conçoit et construit un dispositif

électronique simple. De plus, elle ou il évalue l'incidence d'appareils électriques sur l'économie et l'environnement.

Unité 3 : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les caractéristiques des fluides, les principes de Pascal et de Bernoulli ainsi que sur les systèmes hydrauliques et pneumatiques. L'élève résout des problèmes quantitatifs sur les systèmes hydrauliques et effectue des expériences sur les principes de Pascal et de Bernoulli. De plus, elle ou il examine des applications courantes de tous ces principes et systèmes.

Unité 4 : Technologie des communications

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les caractéristiques et la transmission des ondes, les propriétés des ondes électromagnétiques, les systèmes de télécommunications ainsi que l'impact social et environnemental des télécommunications. L'élève résout des problèmes quantitatifs et effectue des expériences sur les propriétés des ondes. De plus, elle ou il examine différents systèmes de télécommunications et conçoit son propre système.

Unité 5 : Transformations d'énergie

Durée : 18 heures

Cette unité porte sur les sources d'énergie, leurs formes, leurs conservation et les dispositifs les transformant ainsi que sur la puissance et le rendement énergétique. L'élève résout des problèmes quantitatifs, et conçoit et construit un dispositif énergétique qui transforme l'énergie. De plus, elle ou il analyse l'impact social, économique et environnemental de différentes sources d'énergie renouvelables.

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 :

- leçon magistrale
- devoir
- remue-méninges
- recherche
- enseignement par les pairs
- travail en équipe
- résolution de problèmes
- construction de graphique
- présentation multimédia
- démonstration scientifique
- manipulation
- expérience en laboratoire
- discussion
- utilisation de logiciels propres à la physique
- mémorisation
- jeux
- analyse graphique et interpolation
- analyse de texte

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^e à la 12^e 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^e à la 12^e 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., mini-test, questionnaire, discussion, exercice)

évaluation formative

- activités continues, individuelles ou de groupe (p. ex., problèmes écrits, expériences et rapports de laboratoire, présentations orales)
- objectivation : processus d'autoévaluation permettant à l'élève de se situer par rapport à l'atteinte des attentes ciblées par les activités d'apprentissage (p. ex., questionnaire, liste de vérification, étude de cas). L'énoncé qui renvoie à l'objectivation est désigné par le code (O)

évaluation sommative

- activités de façon continue, mais particulièrement en fin d'activité ou en fin d'unité, à l'aide de divers moyens (p. ex., tests, présentations orales, recherche, expériences et rapports de laboratoire)

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., *La physique et ses applications*, Montréal, Guérin, 1991, 464 p. *
- HIRSCH, Alan J., *Physique et le monde moderne*, Montréal, Guérin, 1991, 641 p. ***
- MARTINDALE, D., et al., *Élément de physique cours d'introduction, 2^e édition*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1992, 773 p. *
- NOWIKOW, Igor, et Brian HEIMBECKER, *Physique 11*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 2002, 706 p. *

*

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

- AUGER, André, Carol OUELLET, *Vibrations, ondes, optique et physique moderne*, Saint-Foy, Le Griffon d'argile, 1989, 624 p.
- BOISVERT, Camille, et Paul BOISVERT, *Physique 534, Mécanique 1 : Guide d'enseignement*, Montréal, Éditions HRW, 220 p. *
- BOISVERT, Camille, et Paul BOISVERT, *Physique 534, Mécanique 2 : Guide d'enseignement*, Montréal, Éditions HRW, 224 p. *
- BOUCHARD, Régent, *La physique et vous*, Montréal, Lidec, 1986, 200 p. *
- CASTONGUAY, Rino, et Léonard GALLANT, *$E = mc^2$ Introduction à la physique*, Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique, 1990, 510 p. ***
- CYR, Camil, et Roger LANTHIER, *Physique 534, Optique et système optique 1 : Guide d'enseignement*, Montréal, Éditions HRW, 220 p. *
- GAGNON, Jean-Marie, et Réjean GAUDETTE, *Guide pour la rédaction d'un rapport scientifique*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1998, 89 p. *

- GRIFFITH, Dave, *Manuel d'expériences à faire avec l'interface Science Workshop*, Roseville, Pasco Scientific, 1998, 155 p.
- GRIFFITH, Dave, *Manuel d'expériences à faire avec l'interface Science Workshop II*, Roseville, Pasco Scientific, 2001, 190 p.
- HABER-SCHAIM, Uri, *et al.*, *Physique PSSC, 3^e édition*, Anjou, Éditions CEC, 1994, 607 p. ***
- LEMAY, Bernadette, *La boîte à outils*, Esquisse de cours 9^e, Vanier, CFORP, 1999. *
- MARTINDALE David, *et al.*, *Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé*, Guérin, 1992, 823 p. *

Médias électroniques

Sites internet

- Académie de Bordeaux. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://www.ac-bordeaux.fr/Etablissement/LJRudel/htmru-del/sites.html>
- Académie de Nancy-Metz, Physique appliquée. (consulté le 8 septembre 2001)
http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Phys_appl/Physap.htm
- Cégep Saint-Laurent. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/physique/hist.htm>
- Cyberscol. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://galileo.cyberscol.qc.ca/Optique/accueil.html>
- La physique, c'est fantastique. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://phys.free.fr/>
- Manuel d'activités : Le club électrique. (consulté le 27 juin 2001)
www.schoolnet.ca/general/club
- Mathématique-physique. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://www.math-physique.org/>
- Multimania. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://multimania.com/bnathalieb/liens/odyframe.htm>
- Schoolnet. (consulté le 8 septembre 2001)
<http://www.schoolnet.ca/vp-pv/noeuds/f/bc01000.htm>
- Serveur académique de Toulouse (physique appliquée). (consulté le 8 septembre 2001)
<http://www.ac-toulouse.fr/pha/>

Cédéroms

- Sciensoft, *La physique par l'expérience*, Bompas, 1998

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^e à la 12^e 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 (SPH4C)

Systèmes mécaniques

Description

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur les forces, les lois de Newton, les forces de frottement, les bras de levier, les couples, le travail et l'avantage mécanique. L'élève résout des problèmes quantitatifs, effectue une expérience sur la deuxième loi de Newton avec les forces de frottement, et conçoit et construit une machine composée. De plus, elle ou il examine plusieurs applications courantes des systèmes mécaniques.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-S-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-S-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8
SPH4C-S-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SPH4C-S-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 1.1 : Force et lois de Newton	450 minutes
Activité 1.2 : Poids et force de frottement	225 minutes
Activité 1.3 : Travail et leviers	225 minutes
Activité 1.4 : Machines simples et avantage mécanique	300 minutes
Activité 1.5 : Construction d'une machine composée	165 minutes
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Lois de Newton et machines simples	75 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement 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**) au moment 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 en même temps 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.

L'enseignant ou l'enseignante doit :

- revoir avec l'élève les techniques appropriées à la manipulation d'appareils électriques;
- vérifier le matériel de laboratoire nécessaire pour assurer la sécurité;
- demander à l'élève de porter des lunettes de protection et des blouses de laboratoire;
- discuter avec l'élève d'allergies et de toute autre condition médicale susceptible d'être affectée par certaines expériences et prendre les mesures appropriées;
- revoir les procédures d'évacuation du laboratoire;
- indiquer à l'élève où se trouvent les appareils de sécurité (p. ex., extincteur d'incendie, trousse de premiers soins);
- inciter l'élève à mentionner tout incident de nature sécuritaire (p. ex., verre brisé, produit non étiqueté, blessure);
- rappeler à l'élève le comportement approprié au laboratoire (p. ex., ni boire, ni manger, pas de chahut);
- discuter avec l'élève des consignes de sécurité 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;
- inciter l'élève à nettoyer et à 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 la commencer;
- 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 qu'on ne le lui suggère;
- demander à l'élève de manier les lasers avec précaution (ne jamais les pointer directement vers les yeux de quelqu'un).

Ressources

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

Manuels pédagogiques

LECLERC, Gérard, *La physique et vous, Le travail et les machines simples*, Montréal, Lidec, 1986, 187 p. *

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

WHYMAN, Kathryn, et François CARLIER, *Forces en action, Visa pour la science*, Saint-Laurent, Trécarré, 1987, 32 p. ***

Médias électroniques

Sites internet

Académie de Grenoble. (consulté le 8 août 2001)

<http://www.ac-grenoble.fr/phychim/elev/exos/exos.htm>

Cégep Saint-Jérôme. (consulté le 8 août 2001)

<http://cours.cstj.net/203-101-r.f/partie2/chap4/section9.htm>

Cours Capsules. (consulté le 8 août 2001)

<http://sc.physiques.free.fr/htmlfiles/cours/foy/frott.htm>

La mécanique, surtout au sens... propre. (consulté le 8 août 2001)

<http://eric.cabrol.free.fr/>

Lois de Newton. (consulté le 24 septembre 2001)

<http://www.ac-orleans-tours.fr/physique/phyel/newton/loisnewton.htm>

L'histoire du concepts de gravitation. (consulté le 2 octobre 2001)

<http://elbereth.obspm.fr/~charnoz/gravitation.html>

Newtonium. (consulté le 8 août 2001)

<http://www3.sympatico.ca/fnabki/>

Multimania. (consulté le 8 août 2001)

<http://jalnilam.multimania.com/newton.html>

<http://www.multimania.com/quanthomme/MVP.htm>

Pour la Science. (consulté le 8 août 2001)

<http://www2.pourlascience.com/numeros/pls-255/anagyre.htm>

Vidéocassettes

Galilée, Radio-Canada, *Découverte*, 30 minutes.

Les lois de Newton, tfo, BPN 435306, 30 minutes.

Les remontées mécaniques, c'est pas sorcier, tfo, BPN 593420 30 minutes.

L'inertie, tfo, BPN 435304, 30 minutes.

Loi de la chute des corps, tfo, BPN 435302, 30 minutes.

Sciences, on tourne, Les machines simples, tfo, BPN 330 615, 15 minutes.

ACTIVITÉ 1.1 (SPH4C)

Force et lois de Newton

Description

Durée : 450
minutes

Cette activité porte sur les forces et lois de Newton. L'élève découvre le concept de force au moyen de démonstrations et de manipulations, et détermine les effets des forces équilibrées et non équilibrées sur un objet. De plus, elle ou il résout des problèmes quantitatifs portant sur les lois de Newton et analyse des applications des première et troisième lois de Newton portant sur des dispositifs de la vie courante.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.2 - 3 - 6 - 7

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-SM-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SM-Comp.1 - 2 - 3
SPH4C-SM-Acq.1

Notes de planification

- Se procurer le matériel nécessaire pour faire les démonstrations portant sur les forces (des ballons gonflables, un ensemble de masses, des dynamomètres).
- Préparer et photocopier un test d'évaluation diagnostique à choix multiple portant sur la mécanique (p. ex., dans *Québec Sciences*, «Êtes-vous un bon mécanicien?», septembre 1990, p. 39-40).
- Se procurer le matériel nécessaire pour appliquer la première loi de Newton (oeuf frais, oeuf dur, jeu de cartes, pièces de monnaie, mannequin style Barbie ou G.I. Joe, chariot ou planche à roulettes).
- Se procurer le matériel nécessaire pour faire les expériences portant sur la troisième loi de Newton (ballons gonflables de grosseurs et de formes différentes, pailles, rouleau de fil d'environ 40 m).
- Préparer une feuille d'exercices de chacune des trois lois de Newton.
- Photocopier, sur un transparent, un texte portant sur le port de la ceinture de sécurité (p. ex., *Éléments de physique*, p. 142).
- Se procurer des vidéos portant sur les lois de Newton (p. ex., *L'inertie* et *Les lois de Newton* de la série «Univers mécanique» de tfo).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- À l'aide de ballons gonflables, illustrer de façon concrète plusieurs forces de la vie quotidienne (gravitationnelle – laisser tomber le ballon, électrostatique – frotter le ballon sur ses cheveux, élastique – étirer le ballon dégonflé).
- Animer une séance de remue-méninges pour amener l'élève à nommer différents types de forces (p. ex., d'attraction, de répulsion, musculaire, de traction, magnétique, électrique, de frottement). **(ED)**
- Remettre à l'élève un test diagnostique humoristique à choix multiple sur la dynamique (p. ex., *Québec Sciences*, septembre 1990, p. 39-40). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Note : L'élève ayant choisi ce cours peut provenir de la filière théorique ou appliquée. Comme l'élève de la filière appliquée n'a pas étudié la notion de vecteur, les problèmes proposés sont en une dimension seulement.

Diagrammes de force

- Introduire la dynamique comme l'étude des forces, définir *force* et présenter le newton comme l'unité SI des forces.
- Montrer à l'élève l'appareil de mesure des forces, le dynamomètre, en lui permettant de le manipuler avec des masses pour mieux saisir le concept de grandeur d'une force en newtons et présenter le pèse-personne comme une forme de dynamomètre.
- Expliquer à l'élève qu'on utilise des diagrammes de forces pour représenter les forces qui agissent sur un corps (voir *Physique 11*, p. 125 à 127):
 - on représente le corps par un point qui représente le centre de masse du corps;
 - on dessine les forces qui agissent sur le corps pointant vers l'extérieur du point.
- Présenter des situations, en une dimension, dans lesquelles des objets sont en mouvement à vitesse constante et au repos, et demander à l'élève d'isoler le corps à étudier (entre parenthèses dans l'exemple), de tracer un diagramme de forces et de nommer les forces agissant sur le corps :
 - un ou une élève soutient une barre d'haltères, ses bras en extension (barre);
 - deux élèves poussent sur une machine distributrice qui ne bouge pas (machine);
 - deux élèves tirent chacun de leur côté sur un ballon (ballon);
 - un ou une élève pousse sur un palet de curling (palet);
 - un ou une élève conduit un véhicule tout-terrain qui tire une remorque remplie de bois (remorque);
 - un ou une élève portant un sac à dos se tient debout (sac à dos);
 - un ou une élève fait du ski nautique à vitesse constante (élève);
 - un ou une élève soulève la voile d'un voilier à vitesse constante en tirant vers le bas sur une corde qui tourne autour d'une poulie au haut du mât (voile);
 - un ou une élève descend une paroi d'escalade en rappel (élève).
- Demander à un ou à une élève de tracer les diagrammes de forces au tableau et de les corriger, au besoin. **(EF)**
- Introduire la notion de vecteur et d'addition de vecteurs en une dimension.
- Présenter la notion de force nette comme l'addition vectorielle de toutes les forces et faire remarquer que la force nette d'un objet, au repos ou en mouvement uniforme, est nulle.
- Demander à l'élève d'attacher deux dynamomètres de chaque côté d'un chariot, d'appliquer des forces sur le chariot à l'aide des dynamomètres et de noter les valeurs des

forces sur chacun des dynamomètres du chariot au repos, en mouvement uniforme ou en mouvement accéléré.

- Animer une mise en commun des résultats obtenus. **(EF)**
- Demander à l'élève de dessiner le diagramme de forces comportant un ou une élève en patins à roues alignées dans les situations suivantes : l'élève est immobile; l'élève se déplace à vitesse constante; l'élève ralentit; l'élève accélère. Corriger au tableau. **(EF)**
- Animer une discussion pour amener l'élève à estimer des grandeurs de forces nettes dans une variété de situations.

1^{re} loi de Newton

- Susciter une discussion avec l'élève en présentant la croyance erronée que l'on avait durant l'Antiquité : *Une force constante est nécessaire pour produire une vitesse constante.* **(AM)**
- Présenter la première loi de Newton au rétroprojecteur et la désigner comme étant la loi de l'inertie.
- Remettre à l'élève des objets de manipulation lui permettant de vérifier la première loi de Newton par la pratique :
 - distinguer un oeuf frais et un oeuf dur à l'aide de l'inertie, en les faisant tourner sur eux-mêmes et en les arrêtant. L'oeuf frais se remet à tourner, car le blanc et le jaune continuent leur rotation;
 - placer une carte à jouer sur un verre (ou un cylindre de rouleau de papier hygiénique) et y déposer un cent, donner un coup sec à la carte et observer le cent qui tombe directement dans le verre;
 - mettre un couvert pour une personne sur une nappe en soie. Tirer la nappe d'un coup sec;
 - servir du ketchup à l'aide de l'inertie en bloquant d'un coup sec le mouvement de la bouteille vers le bas, la bouteille est arrêtée, mais le ketchup continue son mouvement.
- Placer un mannequin (Barbie, GI Joe) sur un chariot ou une planche à roulettes et effectuer une collision sur un mur. Demander à l'élève d'observer ce qui advient du mannequin et de tirer des conclusions sur la sécurité en conduite automobile, le port de la ceinture de sécurité et les dispositifs de sécurité tels que les coussins gonflables.
- Assigner des exercices en devoir portant sur la première loi de Newton (p. ex., *Physique 11*, p. 143 et *La physique et ses applications*, p. 65). Corriger au tableau. **(EF)**
- Dire à l'élève de vérifier les effets de la première loi de Newton, sur sa propre personne, au cours de son retour à la maison en autobus lorsque celui-ci s'arrête, démarre et tourne.

2^e loi de Newton

- Introduire la deuxième loi de Newton en effectuant une comparaison entre l'accélération d'un camion chargé et d'un camion identique, mais vide, en insistant sur l'effet de leur masse respective.
- Présenter la deuxième loi de Newton au rétroprojecteur ou au tableau : si une force nette non nulle agit sur un objet, l'objet accélère dans la direction de cette force; l'accélération est directement proportionnelle à la force nette et inversement proportionnelle à la masse de l'objet.
- Simplifier la loi en la résumant par la formule : $\vec{F}_{nette} = m\vec{a}$.
- Résoudre des problèmes avec l'élève, à l'aide de la formule de la 2^e loi de Newton et des diagrammes de forces. Insister sur l'utilisation adéquate des unités du SI (p. ex., *Physique 11*, p. 144 à 147).
- Assigner des problèmes écrits portant sur la deuxième loi de Newton.

- Circuler et vérifier le travail de l'élève en lui fournissant une rétroaction. **(EF)**
- Remettre à l'élève le protocole d'une expérience pour vérifier expérimentalement la deuxième loi de Newton (p. ex., *Physique 11*, p. 149-150; *La physique et le monde moderne*, p. 99-100).
- Demander à l'élève de rédiger un rapport d'expérience comprenant les sections suivantes : but, matériel, méthode, schéma du montage, tableau des résultats, réponses aux questions d'analyse et conclusion. Corriger et commenter. **(EF)**

3^e loi de Newton

- Introduire la troisième loi de Newton en effectuant une course de ballons gonflables dans la salle de classe. Le but est d'obtenir la plus grande accélération possible par le principe d'action-réaction en laissant aller un ballon gonflable attaché à une paille enfilée. L'équipe gagnante est celle qui franchit l'autre côté de la classe en premier. Demander à l'élève :
 - de choisir un ballon, parmi une sélection de formes et de grosseurs variées, qui permettra d'obtenir la plus grande accélération possible. Lui demander de justifier son choix;
 - de relier un fil entre les deux extrémités de la classe en y insérant une paille au préalable;
 - de gonfler le ballon, de le coller sur la paille à l'aide de ruban gommé et d'attendre le signal de départ de la course;
 - d'analyser les résultats obtenus à la suite de la course.
- Définir la troisième loi de Newton en expliquant que, pour chaque force (action), il existe une force de grandeur équivalente (réaction), mais de direction opposée. Résumer cette loi comme le principe d'action-réaction.
- Présenter des situations courantes et demander à l'élève de déterminer l'objet qui exerce l'action et celui qui exerce la réaction. Demander à l'élève d'indiquer la direction de la force dans chaque cas (p. ex., pour un joueur ou une joueuse de soccer : action – le pied pousse le ballon vers l'avant; réaction – le ballon pousse le pied vers l'arrière) :
 - un ou une kayakiste se déplace sur le lac;
 - un ou une élève met des gants de boxe pour frapper un sac d'entraînement;
 - un ou une élève saute en jouant au basket-ball;
 - deux élèves en patins se repoussent l'un et l'autre;
 - on tire une balle avec un fusil;
 - un ou une élève attrape une balle de baseball.
- Assigner des problèmes écrits portant sur la troisième loi de Newton et les diagrammes de forces (voir *Physique 11*, p. 148). Circuler et vérifier le travail de l'élève en lui fournissant une rétroaction. **(EF)**
- Expliquer le principe des marées en relation avec la troisième loi de Newton. Demander à l'élève de nommer d'autres applications (p. ex., avion à réaction). **(EF) (AM)**

Généralisation

- Effectuer un retour sur les trois lois de Newton à l'aide du film : *Les lois de Newton* de tfo.
- Assigner la lecture d'un article sur les systèmes de retenue supplémentaire utilisés dans les moyens de transport (voir *Physique 11*, p. 140, 141).

- Demander à l'élève de donner deux exemples de l'utilisation de chacune des trois lois de Newton dans la vie courante. **(O)**

Évaluation sommative

Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.2.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'analyser des jeux électroniques où s'applique la loi de l'inertie. **(T)**
- Demander à l'élève de préparer une vidéo sur différents types de forces à l'aide d'une caméra ou d'un logiciel d'animation (p. ex., *Flash*, *Premiere*) et de la présenter à ses pairs. **(T) (AM) (AC)**
- Présenter une vidéo sur la vie de Galilée ou qui introduit Galilée comme le concepteur de la loi de l'inertie et l'inspirateur des recherches de Newton (p. ex., *Galilée*, Émission *Découverte* de Radio-Canada ou *L'inertie* de la série «Univers mécanique» de tfo).
- Inviter l'élève à consulter une encyclopédie électronique ou Internet pour en apprendre davantage sur la vie de Galilée ou de Newton (p. ex., <http://elbereth.obspm.fr/~charnoz/gravitation.html>). **(T)**
- Montrer l'utilisation des forces pour maintenir un objet à une vitesse constante, à l'aide d'un logiciel de simulation (p. ex., le jeu *Astéroïdes*, *La physique par l'expérience*). **(T)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.2 (SPH4C)

Poids et force de frottement

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur le poids et les forces de frottement. L'élève distingue le poids de la masse et applique la deuxième loi de Newton dans la résolution de problèmes écrits. De plus, elle ou il étudie les différents coefficients de frottement et effectue une expérience pour vérifier la deuxième loi de Newton en relation avec les concepts de poids et de frottement.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-SM-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SM-Comp.1 - 3
SPH4C-SM-Acq.1 - 2
SPH4C-SM-Rap.1

Notes de planification

- Se procurer des objets à laisser tomber, de différentes formes et de différentes masses.
- Apporter diverses graines de plantes (p. ex., graine ailée de l'érable, graine de pissenlit, noix du chêne).
- Se procurer un tableau comparatif de l'accélération gravitationnelle sur différentes planètes ou en construire un (p. ex., *Physique 11*, p. 158 ou *Éléments de physique*, p. 111).
- Préparer des problèmes écrits sur le poids (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 68 ou *Éléments de physique*, p. 96).
- Se procurer des objets de surfaces lisses et rugueuses pour faire une démonstration portant sur le coefficient de frottement (p. ex., planche, papier-émeri, chaussure de sport, chariot, bol en plastique lisse, quatre masses de 500 g d'huile).
- Préparer, sur un transparent, un tableau comparatif du frottement entre deux surfaces (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 72).
- Préparer et photocopier une tâche d'évaluation sommative.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de nommer l'objet qui tombera au sol en premier; son livre de physique ou une feuille de papier pliée en deux. Mettre la feuille sur le livre et les laisser tomber (les deux tombent en même temps). Demander à l'élève d'expliquer ses observations. **(ED)**
- Faire ressortir l'importance de la forme d'un objet qui tombe en relation avec la résistance de l'air, en demandant à l'élève de laisser tomber, en même temps et en partant de la même hauteur, des feuilles de papier pliées différemment.
- Laisser tomber diverses graines de plantes telles que la graine ailée de l'érable, celle du pissenlit ou la noix du chêne en partant de la même hauteur et faire noter à l'élève leur temps de chute.
- Mentionner à l'élève que la résistance de l'air est une forme de frottement et qu'au cours de cette activité elle ou il examinera, dans diverses situations, les avantages et les inconvénients du frottement.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Poids et masse

- Susciter une discussion en partant de la question suivante : Le pèse-personne mesure-t-il le poids ou la masse?
- Amener l'élève à déduire que l'unité du poids est le newton en lui expliquant que le poids représente la force gravitationnelle qui attire un corps vers le centre de la Terre (voir *Physique 11*, p. 153).
- Amener l'élève à découvrir la valeur de l'accélération gravitationnelle, en lui demandant de suivre les consignes suivantes :
 - Se procurer un dynamomètre et un ensemble de masses;
 - Mesurer le poids de chaque masse à l'aide du dynamomètre et compiler les données dans un tableau;
 - Tracer un graphique du poids en fonction de la masse;
 - Calculer la pente et ses unités. La valeur correspond à l'accélération gravitationnelle, soit $9,8 \text{ m/s}^2$.
- Distinguer le poids et la masse à l'aide d'un tableau comparatif de l'accélération gravitationnelle sur différentes planètes, en insistant sur le fait que la masse demeure constante, mais que le poids change en fonction de l'altitude, de la situation géographique et change d'une planète à l'autre (voir *Physique 11*, p. 158).
- Utiliser le tableau des valeurs de g (accélération gravitationnelle) à différents endroits sur la Terre pour introduire la notion de chiffres significatifs.
- Remettre à l'élève un ensemble de masses et un ressort, et lui demander de construire un dynamomètre.
 - Demander à l'élève de décrire les modifications qu'elle ou il pourrait apporter à son dynamomètre si elle ou il voulait l'utiliser pour effectuer des mesures sur la Lune.
 - Animer une mise en commun des réponses.
- Assigner des problèmes écrits quant au poids (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 68 ou *Éléments de physique*, p. 96). Circuler et vérifier le travail de l'élève en lui fournissant une rétroaction. **(EF)**

Forces de frottement

- Demander à l'élève d'écrire une réflexion sur la question suivante : Pourrait-on se déplacer sur une surface sans frottement? **(ED)**
- Expliquer à l'élève que nous avons besoin du frottement pour nous déplacer; par contre, le frottement d'un corps en mouvement sur une surface produit de la chaleur, ce qui amène une perte d'énergie mécanique.
- Faire la démonstration de la relation entre les types de surfaces en contact et les forces gravitationnelles et de frottement, en mettant un papier-émeri, une chaussure de sport, un chariot et un bol en plastique lisse sur une planche et en variant l'inclinaison de celle-ci.
 - Recommencer la démonstration en ajoutant une masse de 500 g sur chaque objet.
 - Recommencer la démonstration en mettant une fine couche d'huile sur la surface de la planche.
 - Recommencer la démonstration en plaçant les objets sur des pailles.
- Animer une discussion sur les facteurs qui influent sur les forces de frottement (types de surfaces en contact et poids).
- Mentionner à l'élève qu'il existe deux types de forces de frottement entre des surfaces sèches : cinétique et statique.
- À l'aide d'un tableau comparatif du frottement entre deux surfaces, présenter μ comme un indice de la rugosité entre deux surfaces et dire que l'on nomme cet indice, *coefficient de frottement*. Mentionner qu'il existe deux types de coefficient de frottement : cinétique et statique (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 72).
- Expliquer que la force de frottement agit dans la direction opposée à celle du mouvement du corps et que c'est ainsi qu'on le trace dans un diagramme de forces. La force de frottement statique oppose le glissement du corps sur la surface (p. ex. un soulier qui pousse sur le sol, les pneus d'une automobile qui roulent sur le pavé).
- Expliquer le concept de force normale (force de réaction d'une surface sur un objet; force toujours perpendiculaire à la surface).
- Donner l'équation de la force de frottement $F_f = \mu F_n$.
- Montrer à l'élève la façon de calculer la force normale dans une variété de situations en servant de la trigonométrie et des diagrammes de force (p. ex., voir *Physique 11*, p. 162-165).
- Montrer, au tableau, des problèmes écrits sur le calcul des forces de frottement et en assigner à l'élève. Corriger le travail et commenter (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 72). **(EF)**
- Distribuer à l'élève un questionnaire d'autoévaluation pour l'aider à faire un bilan de ses forces et de ses faiblesses dans la résolution de problèmes écrits :
 - je peux reconnaître tous les symboles et toutes les unités des formules vues dans ces problèmes;
 - j'ai déterminé avec succès les variables de chaque problème écrit;
 - je peux tracer des diagrammes de forces;
 - j'ai noté les problèmes qui m'ont donné le plus de difficultés et j'ai posé des questions à l'enseignant ou à l'enseignante;
 - j'ai trouvé le(s) concept(s) suivant(s) facile(s);
 - j'ai trouvé le(s) concept(s) suivant(s) difficile(s) et j'ai questionné mon enseignant ou mon enseignante ou mes pairs. **(O)**

Applications du frottement

- Demander à l'élève de déterminer des avantages et des inconvénients du frottement dans des situations courantes :

- on lève un verre de styromousse;
- on applique les freins et le système d'antiblocage entre en fonction;
- une voiture effectue un virage et roule sur une plaque de glace;
- on installe une échelle contre un mur;
- un ou une élève fait du patin à roues alignées une journée de grand vent;
- un ou une élève se promène dans un sentier en vélo de montagne;
- un nageur ou une nageuse fait des longueurs dans une piscine;
- un ou une planchiste veut descendre une pente le plus vite possible;
- quelques élèves veulent déménager un piano;
- un ou une parachutiste exécute un saut à 3 000 m d'altitude;
- un aéroglisseur amphibie passe du sable à l'eau;
- un ou une élève applique les freins en descendant une côte à bicyclette;
- un ou une élève tente d'allumer un feu en tournant un bâton à grande vitesse;
- un ou une élève échafaude un château de cartes.
- Discuter avec l'élève des méthodes utilisées pour diminuer le frottement ou pour l'augmenter dans les situations courantes vues ci-dessus (p. ex., utilisation de lubrifiants, polissage des surfaces, roulement à billes, semelles de souliers en caoutchouc, pneus larges, se mouiller les doigts pour tourner des pages ou attraper un ballon).
- Demander à l'élève de lire un article portant sur les systèmes de freinage d'une automobile (p. ex., *Physique 11*, p. 178-179).
- Animer une discussion sur les répercussions économiques et environnementales des méthodes utilisées pour augmenter le frottement entre les pneus et la route en hiver (p. ex., épandage de sel ou de sable, installation de pneus d'hiver, interdiction d'utiliser des pneus à crampons sur les routes ontariennes).

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve papier et crayon.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport aux diagrammes de forces, aux trois lois de Newton, au poids et à la force de frottement.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des concepts de force, des trois lois de Newton, du poids et des forces de frottement.
 - Recherche
 - résoudre des problèmes portant sur la deuxième loi de Newton et les forces de frottement;
 - utiliser un raisonnement approprié dans les calculs mathématiques et l'application des formules.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les unités SI dans l'analyse de situations courantes à l'aide des lois de Newton ou de la résolution de problèmes;
 - utiliser les diagrammes de forces comme forme de communication.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les trois lois de Newton, la technologie et la société;

- démontrer une compréhension des rapprochements entre les méthodes utilisées pour augmenter ou réduire le frottement, la technologie, la société et l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter une courte biographie sur Isaac Newton (p. ex., *La physique et vous, Les machines simples*, p. 128). **(AM)**
- Inviter l'élève à effectuer une expérience pour comparer des forces de frottement ou pour calculer des coefficients de frottement statique et cinétique (p. ex., *Physique 11*, p. 185-186, *La physique et ses applications*, p. 70 et 73).
- Inviter l'élève à chercher et à expliquer la variation du poids selon l'altitude, la situation géographique ou les composants du sol (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 67). **(AM)**
- Montrer à l'élève la façon d'utiliser les fonctions mathématiques d'un chiffrier électronique pour calculer son poids ou le poids d'un objet sur toutes les planètes du système solaire. Lui demander :
 - de faire un tableau à trois colonnes et 10 rangées contenant les en-têtes suivants : masse, accélération gravitationnelle d'une planète, poids correspondant;
 - d'indiquer sa masse ou la masse d'un objet dans toutes les rangées de la première colonne;
 - d'indiquer, dans la deuxième colonne, l'accélération gravitationnelle spécifique à chaque planète du système solaire en commençant par la planète la plus proche du Soleil;
 - d'effectuer le produit des deux cellules pour obtenir son poids ou le poids de l'objet sur chaque planète.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.3 (SPH4C)

Travail et leviers

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur le travail et les machines simples, mais plus particulièrement les leviers. À l'aide de formules spécifiques, l'élève résout des problèmes quantitatifs portant sur le travail mécanique et la loi des bras de levier. Elle ou il détermine les machines simples constituant des machines complexes, examine des applications des leviers dans des dispositifs courants et effectue une expérience pour constater que le travail de l'effort correspond au travail de la charge.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.2 - 6 - 7 - 8

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-SM-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SM-Comp.1 - 5 - 6
SPH4C-SM-Acq.3
SPH4C-SM-Rap.2

Notes de planification

- Se procurer deux clés à molette, une étant beaucoup plus longue que l'autre.
- Insérer deux vis dans un morceau de bois et y visser fermement un écrou à l'aide de la clé à molette la plus longue.
- Se procurer un chariot, un plan incliné et un dynamomètre.
- Préparer des transparents de schémas de machines simples et en faire une photocopie pour chaque élève.
- Apporter une variété de machines complexes ou simples en classe (p. ex., essuie-glace, unicycle, tire-bouchon, ouvre-boîte, canne à pêche, hache, brouette).
- Apporter en classe des machines ou des dispositifs utilisant les trois types de leviers ou demander à chaque élève d'en apporter (p. ex., pince, ciseaux, marteau, barre à clous, casse-noisettes, brouette, décapsuleur, pinces à épiler, bras, pelle mécanique style Tonka).
- Réserver le squelette du local de biologie.
- Préparer des problèmes écrits sur le couple et le travail (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 246-250).
- Se procurer un logiciel de mots croisés.
- Préparer, pour chaque équipe, le matériel pour faire l'expérience sur les leviers (p. ex., deux règles de un mètre, trois bandes élastiques et trois trombones).

- Se procurer quelques fiches techniques de moteurs automobiles pour faire la première activité d'enrichissement.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Animer une discussion portant sur les leviers en partant de la citation d'Archimède : «Donnez-moi un point d'appui et, à l'aide d'un levier, je soulèverai l'univers». **(AM)**
- Introduire l'importance de la longueur du bras d'un levier en demandant à un ou à une élève de desserrer, avec une courte et une longue clé à molette, un écrou préalablement vissé dans un morceau de bois. Demander à l'élève de noter ses observations et de commenter.
- Questionner l'élève sur la construction des pyramides en lui demandant la façon dont on est parvenu à les construire (p. ex., à l'aide de poulies, de leviers et de cylindres pour faire rouler les blocs; en creusant des canaux et en y faisant flotter des blocs; par une forme de lévitation magnétique connue de la civilisation atlante). **(AM)**
- Présenter le projet de la conception d'une machine composée de l'activité 1.5 et demander à l'élève d'apporter du matériel pour la construire.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Travail

- Présenter une vidéo portant sur le travail mécanique (p. ex., *Le travail* de la série «Eurêka» de tfo).
- Animer une discussion à propos de la vidéo dans le but de faire découvrir qu'un travail est effectué lorsqu'il y a une force qui déplace un objet.
- Donner la relation de définition du travail $W = F\Delta d$.
- Effectuer une démonstration :
 - Soulever un chariot à une hauteur de 1,5 m avec un dynamomètre. Calculer au tableau le travail accompli pour soulever le chariot.
 - Placer un plan incliné de telle sorte que sa hauteur maximale soit de 1,5 m. Tirer le chariot utilisé précédemment sur le plan incliné jusqu'à la hauteur de 1,5 m. Mesurer le déplacement du chariot sur le plan incliné ainsi que la force enregistrée par le dynamomètre. Le dynamomètre doit être parallèle au plan incliné.
 - Calculer le travail accompli et comparer avec celui obtenu précédemment (les valeurs de travail sont égales si le frottement est négligeable).
 - Faire remarquer à l'élève que le travail est le même, mais que la force requise pour élever le chariot est plus petite lorsqu'on utilise le plan incliné.
 - Mentionner à l'élève que le plan incliné est une machine simple.
- Analyser, avec l'élève, le travail accompli par une force appliquée dans le même sens que le mouvement de l'objet.
- Analyser, avec l'élève, le travail accompli par une force appliquée dans le sens opposé au 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 en angle par rapport à la direction du mouvement de l'objet. Donner la relation du travail spécifique à ce cas

$$W = F\Delta d \cos\theta.$$

- Résoudre, au tableau, des problèmes portant sur l'application de la formule du travail, en détaillant le raisonnement et les unités de mesure, et en assigner à l'élève (p. ex., *Physique 11*, p. 241-242; *La physique et ses applications*, p. 79; *Éléments de physique*, p. 152-153, *La physique et le monde moderne*, p. 131).
- Circuler et répondre aux questions. **(EF)**

Introduction aux machines simples

- Expliquer à l'élève qu'en physique le terme *machine* désigne n'importe quel outil qui transmet une force en modifiant son intensité ou sa direction (tiré de *Vu sciences*, p. 26).
- Animer un remue-méninges pour amener l'élève à nommer des machines simples : coin, plan incliné, vis, poulie, levier, roue et essieu, engrenage et courroie, galet de came avec axe. **(ED)**
- Présenter, à l'aide d'un transparent, un schéma de chaque machine simple. Remettre une copie des schémas à l'élève (p. ex., *Vu sciences*, p. 26-27).
- Mentionner à l'élève que le concept de travail est appliqué dans chacune des machines et qu'elle ou il en fera l'étude au cours de cette activité et des deux autres à venir.
- Signaler à l'élève qu'on combine souvent une ou plusieurs machines simples pour former une machine complexe.
- Animer un remue-méninges pour amener l'élève à nommer des machines complexes et à désigner les machines simples qu'elles combinent.
- Étaler, à cinq postes de travail de la classe, des dispositifs comprenant des machines simples. Demander à l'élève de visiter chaque poste de travail, de nommer le dispositif et de désigner les machines simples qu'elle ou il observe.
 - tire-bouchon (vis, roue et essieu, levier);
 - unicycle (roue, engrenage et courroie);
 - soc d'une charrue (trois coins);
 - ouvre-boîte (engrenage, levier, roue et essieu);
 - perceuse électrique (vis, engrenage);
 - essuie-glace (engrenage et bielle);
 - canne à pêche (levier, roue et essieu);
 - hache (coin);
 - brouette (roue et essieu, levier).
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(EF)**

Applications des leviers

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, le principe de fonctionnement des leviers.
 - Sélectionner *Grands principes*, cliquer sur *Leviers* et demander à l'élève de noter les définitions des concepts de base : force, effort, charge, pivot.
 - Examiner le fonctionnement des trois genres de leviers ainsi que celui de leviers spéciaux tels que les leviers rotatifs et les leviers à balance.
- Définir les trois types de levier :
 - levier de type 1 : Le pivot ou le point d'appui se situe entre l'effort et la charge. La charge est supérieure à l'effort, mais elle se déplace sur une distance plus courte.
 - levier de type 2 : La résistance se situe entre le pivot et l'effort. La charge est supérieure à l'effort et se déplace sur une distance plus courte.

- levier de type 3 : L'effort se situe entre le pivot et la charge. La charge est inférieure à l'effort, mais elle se déplace sur une plus grande distance.
- Étaler une variété de dispositifs comportant des leviers et demander à l'élève de les classer selon les trois types en justifiant son choix : levier de type 1 (pince, ciseaux, marteau, barre à clous); levier de type 2 (casse-noisettes, brouette, décapsuleur); levier de type 3 (pinces à épiler, bras, pelle mécanique).
- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, des applications des leviers dans une variété de machines et de dispositifs.
 - Sélectionner *Grands principes* et cliquer sur *Applications*.
 - Examiner les applications des leviers dans une variété de machines et de dispositifs tels que piano à queue, balance, pèse-personne, système d'embrayage, ouvre-boîte, système de direction d'une voiture, extincteur, cric à vis, serrure à gorge et système de suspension de voiture.
 - Demander à l'élève de prendre des notes en style télégraphique à chacune des applications.
- Faire observer l'importance des bras de levier dans le corps humain à l'aide de mouvements effectués sur un squelette de démonstration et amener l'élève à réaliser que le corps humain contient majoritairement des leviers de type 1 dont l'utilité est principalement une grande mobilité (p. ex., levier de type 1 : flexion au niveau du coude ou extension au niveau du genou, levier interappui au niveau de la vertèbre atlas).
- Demander à l'élève de produire un jeu d'associations ou une grille de mots croisés pour réviser le vocabulaire des leviers : charge, effort, pivot, force résistante, force motrice, bras de levier, interappui, intereffort, interrésistant. **(EF)**

Expérimentation sur les leviers

- Définir le couple comme le système de deux forces parallèles d'intensités égales et de sens contraire mais aussi comme le produit de la force par son bras de levier.
 - Le bras de levier étant la distance entre le point d'application de la force au point d'appui;
 - La force étant celle de la charge ou de l'effort.
- Faire remarquer à l'élève que le couple dans les leviers correspond au travail $W = F\Delta d$.
- Dériver la loi des bras de levier $\frac{F_e}{F_c} = \frac{d_c}{d_e}$ en partant du principe de base que le travail de l'effort est égal au travail de la charge, où F_e est la force de l'effort, F_c la force de la charge, d_e la longueur du bras de levier du pivot à l'effort et d_c la longueur du bras de levier de la charge au pivot.
- Montrer des exemples de résolution de problèmes écrits sur le couple et assigner des exercices à l'élève (p. ex., *La physique et vous*, *Machines simples*, p. 17-18).
- Circuler et vérifier le travail de l'élève en lui donnant une rétroaction. **(EF)**
- Demander à l'élève de constater empiriquement que le travail de l'effort est égal au travail de la résistance sur des leviers de tout genre, en lui faisant suivre des consignes telles que :
 - enrouler un élastique au centre d'un mètre et accrocher un trombone à cet endroit pour y attacher une corde qui tiendra le mètre en équilibre;
 - placer des élastiques à d'autres distances sur le mètre pour y accrocher des trombones;

- accrocher une masse d'environ 1,0 kg (la charge) à une certaine distance sur un côté du mètre et équilibrer en tirant avec un dynamomètre à une distance différente sur le côté opposé;
- noter les bras de levier (distance) et les poids correspondants (poids) dans le tableau des résultats;
- modifier l'expérience pour vérifier différents types de leviers;
- utiliser un chiffrier électronique tel que *Quattro Pro* pour recueillir les résultats et effectuer les calculs. **(T)**

Tableau 1.3 : Poids et bras de leviers

Type de levier	Essai	F_e [N]	F_c [N]	d_e [m]	d_c [m]	N.m	N.m

- Demander à l'élève de conserver son tableau des résultats pour effectuer une étude de l'avantage mécanique des leviers à l'activité 1.4.
- Demander à l'élève de représenter les trois types de leviers sous forme de croquis pour évaluer son propre apprentissage. **(O)**

Évaluation sommative

Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à étudier les couples produits par différents moteurs automobiles à l'aide des fiches techniques des voitures. **(AM)**
- Demander à l'élève de rechercher l'utilisation des leviers dans les inventions de Léonard de Vinci (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 241-242). **(AM)**
- Inviter l'élève à enquêter sur Giovanni Alphonso Borelli, en ce qui a trait à son apport en biomécanique et sur les bras de leviers humains (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 222). **(AM)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.4 (SPH4C)

Machines simples et avantage mécanique

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur les types de machines simples et l'avantage mécanique. L'élève résout des problèmes à l'aide de la formule de l'avantage mécanique et présente un projet portant sur les machines simples sous forme d'une affiche et d'une présentation orale. De plus, elle ou il construit un levier interappui et compare son avantage mécanique à celui d'autres types de leviers.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-SM-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SM-Comp.1 - 4 - 6 - 7
SPH4C-SM-Acq.4
SPH4C-SM-Rap.2 - 3

Notes de planification

- Se procurer diverses machines simples ou composées pour faire la mise en situation (p. ex., bicyclette, poulie, tire-fort, treuil, palan).
- Se procurer des vidéos sur les machines simples (p. ex., *Les remontées mécaniques, c'est pas sorcier* et *Sciences, on tourne, Les machines simples* de tfo).
- Préparer un transparent de photos de différentes machines dont l'utilité n'est pas évidente (p. ex., plusieurs machines du Moyen Âge se prêtent bien à cet effet).
- Se procurer du matériel pour fabriquer les affiches (p. ex., cartons, bâtons de colle, crayons-feutres de couleur, ruban adhésif).
- Préparer les problèmes écrits à assigner à l'élève (p. ex., *La physique et vous, Les machines simples*, p. 48-49).
- Préparer une feuille de consignes pour faire le travail de l'affiche d'une machine simple.
- Préparer le matériel ci-après pour faire l'expérience portant sur l'avantage mécanique : mètres, élastiques, trombones, ficelle et dynamomètres.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de nommer les machines simples présentées à l'activité précédente : coin, plan incliné, vis, poulie, levier, roue et essieu, engrenage et courroie, came et bielle. **(ED)**
- Expliquer à l'élève que la vis est un plan incliné enroulé autour d'un cylindre et le coin est un double plan incliné. Représenter la vis avec une feuille de papier coupée en triangle et enroulée autour d'un cylindre, tel celui d'un rouleau d'essuie-tout (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 226).
- Animer une séance de remue-méninges pour faire ressortir une liste d'appareils et d'équipement liés à une variété de métiers et comportant des machines simples. Demander à l'élève de désigner des machines simples composant ces appareils. **(PE)**
 - construction (perceuse, robinet, treuil à chaîne, grue);
 - aménagement paysager (tondeuse à gazon, arroseur oscillant);
 - technique d'ingénierie (éolienne, turbine hydroélectrique);
 - garderie (balançoire, jouets de tous genres);
 - service de prévention des incendies (extincteur, échelle);
 - mécanique automobile (cric à vis, volant, manivelle de lève-glace, levier de frein d'urgence);
 - restauration (bateur oeufs, essoreuse à salade);
 - technique dentaire (tour dentaire);
 - sport (canne à pêche, bicyclette, voilier, kayak);
 - musique (piano, tourne-disque);
 - service de déménagement (plan incliné).
- Présenter une vidéo sur les machines simples (p. ex., *Les remontées mécaniques, c'est pas sorcier* de tfo).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Avantage mécanique

- Définir gain mécanique comme un rapport entre la force produite par une machine (la résistance) et la force appliquée à la machine (la force).
- Établir la différence entre le moment du couple et le travail et préciser que les deux sont équivalents seulement dans les leviers à cause de la géométrie.
- Présenter la formule de l'avantage mécanique réel ou expérimental $A_m \text{ (réel)} = F_c/F_e$ et de l'avantage mécanique théorique $A_m \text{ (théorique)} = d_e/d_c$ (p. ex., *La physique et vous, Les machines simples*, p. 23-24).
- Demander à l'élève de noter dans le tableau 1.4 les résultats obtenus lors de l'expérience de l'activité 1.3.
- Demander à l'élève de calculer les avantages mécaniques réel et théorique de chaque type de levier.

Tableau 1.4 : Avantages mécaniques réel et théorique

Type de levier	Essai	F _e [N]	F _c [N]	d _e [m]	d _c [m]	A _m (réel)	A _m (théorique)
						F _c /F _e	d _c /d _e

- Demander à l'élève d'expliquer les écarts entre les avantages mécanique réel et théorique (p. ex., poids du levier qui doit être ajouté, flexibilité du levier).
- Assigner des exercices sur le calcul d'avantage mécanique de diverses machines simples. Circuler et aider l'élève à résoudre les problèmes, au besoin (p. ex., *La physique et vous, Les machines simples*, p. 46-49). **(EF)**

Avantage mécanique de machines simples

- Demander à l'élève de choisir, comme sujet de recherche, une machine simple parmi les suivantes : coin, plan incliné, vis, poulie, levier, roue et essieu, engrenage et courroie, galet de came avec axe.
- Inviter l'élève à travailler en équipe avec un ou une autre élève du groupe-classe ayant choisi la même machine.
- Présenter les éléments du travail à faire : produire un document d'information sur la machine simple et en faire une présentation orale au groupe-classe. Le document doit comprendre les éléments suivants :
 - schéma de la machine simple et sa définition opérationnelle;
 - photos de plusieurs appareils l'utilisant dans leur fonctionnement;
 - liste d'emplois ou de domaines de travail utilisant ce type de machine; **(PE)**
 - formules mathématiques spécifiques, signification des symboles et unités du système SI;
 - mesure, en laboratoire, du travail de l'effort et du travail de la charge;
 - mesure, en laboratoire, de l'avantage mécanique réel et de l'avantage mécanique théorique, et explication de l'écart entre les deux valeurs;
 - trois exemples de problèmes écrits concernant cette machine ainsi que leurs solutions (p. ex., *La physique et vous, Les machines simples*, p. 19-45).
- Demander à l'élève de discuter avec sa coéquipière ou son coéquipier des points forts et des points faibles de leur projet en se basant sur les descripteurs de la grille d'évaluation adaptée. **(O)**
- Dire à l'élève de faire vérifier son travail avant de le présenter au groupe-classe. **(EF)**
- Inviter l'élève à prendre des notes sur les autres machines simples pendant la présentation des autres équipes.
- Résoudre, au tableau, des problèmes concernant l'utilisation des formules spécifiques à chaque machine simple et assigner à l'élève des problèmes écrits sur les machines simples (p. ex., *La physique et vous, Les machines simples*, p. 23-43; *Phénomènes mécaniques*, p. 246-249).
- Demander à l'élève d'écrire la solution des exercices au tableau, clarifier, au besoin, les réponses de l'élève et répondre aux questions. **(EF)**
- Présenter une vidéo sur les machines simples (p. ex., *Sciences, on tourne, Les machines simples* de tfo).

Évaluation sommative

Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter sur un rétroprojecteur des engins du Moyen Âge dont l'utilité n'est pas évidente et demander à l'élève de deviner leur fonction spécifique pour susciter son intérêt (p. ex., trébuchet, catapulte). **(AM)**
- Suggérer à l'élève d'approfondir sa connaissance des machines simples en étudiant leurs applications dans des appareils liés à une profession qui l'intéresse. **(PE)**
- Inviter un ou une athlète ayant un handicap physique, nécessitant l'utilisation d'une machine, à venir discuter du fonctionnement de son appareil. **(AM)**
- Assigner une étude des différents rapports de vitesse correspondant aux engrenages sur les vélos de montagne.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.5 (SPH4C)

Construction d'une machine composée

Description

Durée : 165
minutes

Cette activité porte sur la conception et la construction d'une machine composée. L'élève applique ses connaissances des activités précédentes pour construire et analyser sa machine. Elle ou il calcule son avantage mécanique et présente son travail au groupe-classe. De plus, elle ou il utilise un logiciel de dessin graphique pour concevoir sa machine.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 3 - 4 - 5 - 8 - 9

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-SM-A.1

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SM-Comp.7 - 8
SPH4C-SM-Acq.5

Notes de planification

- Construire une machine composée ou s'en procurer une construite par un ou une élève d'une année antérieure et l'apporter en classe (p. ex., *Force en action*, *Visa pour la science*, p. 28-29 ou des exemples dans les ensembles Lego ou Mecano).
- Se familiariser avec un logiciel de dessin, s'assurer de son installation sur le réseau informatique de l'école et réserver la salle d'ordinateurs (p. ex., *AutoCad*, *Autosketch*, *Photoshop*).
- Dessiner le croquis de la machine composée construite à l'aide du logiciel de dessin.
- Préparer et photocopier une grille d'évaluation adaptée pour concevoir et construire une machine composée.
- Préparer des outils et du matériel pour construire la machine composée ou demander à l'élève d'en apporter de la maison (p. ex., ensembles Lego ou Mecano, morceaux de bois, colle, cartons, pistolets-colleurs, agrafeuses).
- Préparer un format de journal de bord à fournir à l'élève (voir **Déroulement de l'activité**).
- Afficher un carton sur les murs de la classe sur lequel apparaît la formule de l'avantage mécanique.
- Inviter un conférencier ou une conférencière à venir parler de la réparation d'appareils concernant des machines simples (p. ex., bicyclette, mouvement d'horlogerie, machine à coudre, tondeuse à gazon, piano).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer à l'élève une machine composée et son croquis et lui demander de relever des machines simples à l'intérieur du mécanisme. **(ED)**
- Remettre à l'élève la grille d'évaluation adaptée du projet de conception d'une machine composée et lui demander de donner un niveau de rendement à la machine présentée en se basant sur les critères des quatre compétences.
- Inviter l'élève à commenter et à proposer des améliorations à la machine et au plan présentés.
- Demander à l'élève la façon dont elle ou il déterminerait les avantages mécaniques réel et théorique de la machine. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Croquis de machines

- Définir une machine composée comme un agencement de machines simple (p. ex., poulies, leviers et engrenages dont les effets combinés servent à accomplir une tâche déterminée (voir *Phénomènes mécaniques*, p. 229).
- Montrer à l'élève différents croquis de machines construites à l'aide d'un logiciel graphique (p. ex., voir les démonstrations accompagnant les logiciels tels que *AutoCad* ou *Photoshop*).
- Montrer à l'élève la façon d'utiliser un logiciel de dessin graphique et lui demander de reproduire le croquis de la machine de la mise en situation. **(T)**
- Inviter l'élève à représenter le croquis d'une machine composée de son choix à l'aide du même logiciel de dessin graphique aux fins de tâche préparatoire à la tâche sommative (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 229). Évaluer et commenter le croquis de l'élève. **(EF)**

Machine composée

- Présenter la tâche d'évaluation sommative :
 - concevoir et construire une machine composée, d'un minimum de deux machines simples, qui produit un avantage mécanique réel d'au moins cinq, présenter oralement un résumé de sa construction et calculer l'avantage mécanique de celle-ci.
- Présenter la grille d'évaluation adaptée du travail et de la présentation orale.
- Demander à l'élève de choisir au moins deux machines simples qui s'agencent bien et d'expliquer les éléments de la tâche :
 - préparer un croquis de conception de la machine en utilisant un logiciel de dessin; **(T)**
 - effectuer la construction de la machine;
 - déterminer l'avantage mécanique théorique d'une des machines simples;
 - présenter trois autres exemples de machines composées, utilisées dans la vie quotidienne, qui accomplissent le même genre de tâche que la machine construite par l'élève;
 - remplir un journal de bord contenant l'évolution du travail quotidien, les obstacles rencontrés ainsi que leurs solutions spécifiques, une rétroaction sur son travail de la période, le travail de préparation à faire à la période suivante; **(O)**
 - préparer une présentation orale des résultats.
- Préciser les modalités de la tâche (p. ex., échéances, utilisation du logiciel de dessin, longueur, qualité de la langue).
- Aider l'élève et lui fournir des commentaires tout le long de sa démarche. **(EF)**

- Inviter chaque élève à présenter son travail au groupe-classe. **(ES)**

Évaluation sommative

- Évaluer le croquis de conception, la machine composée et la présentation orale en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des machines simples, des machines composées et de l'avantage mécanique.
 - Recherche
 - utiliser le matériel et l'équipement de façon sûre et correcte pendant la construction d'une machine composée;
 - utiliser un logiciel de dessin pour concevoir le croquis d'une machine composée;
 - calculer l'avantage mécanique d'une machine composée en faisant preuve d'un raisonnement mathématique adéquat;
 - construire une machine parvenant à produire un avantage mécanique d'au moins deux.
 - Communication
 - utiliser la terminologie appropriée aux machines simples;
 - communiquer l'information et les idées de façon claire et précise pendant la présentation orale.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les machines simples et la technologie.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à étudier les différentes machines utilisées dans l'espace (p. ex., station spatiale internationale, bras canadien, satellites).
- Demander à l'élève de faire une recherche dans Internet portant sur quelques constructions inexploitées (p. ex., île de Pâques, Stonehendge). **(AM) (T)**
- Demander à l'élève d'améliorer sa machine simple et de modifier sa présentation pour la présenter à une foire de sciences.
- Demander à l'élève d'apporter des modifications à sa machine pour la rendre plus complexe.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.6 (SPH4C)

Tâche d'évaluation sommative - Lois de Newton et machines simples

Description

Durée : 75
minutes

Cette activité porte sur les forces, les lois de Newton, les forces de frottement, le travail, l'avantage mécanique et les machines simples. L'élève répond à des questions à réponses courtes et à développement, et résout des problèmes. De plus, elle ou il construit une machine simple en partant de matériel fourni et évalue son avantage mécanique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 6 - 7 - 8 - 10

Domaine : Systèmes mécaniques

Attentes : SPH4C-SM-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SM-Comp.2 - 3 - 5 - 6
SPH4C-SM-Acq.5
SPH4C-SM-Rap.1

Notes de planification

- Cette tâche d'évaluation sommative couvre l'unité 1, *Systèmes mécaniques*.
- Annoncer la tâche sommative une semaine avant la date prévue et avertir l'élève que l'épreuve contient une question pratique.
- Permettre à l'élève de préparer sa propre feuille de formules et de constantes physiques pour faire l'épreuve.
- Préparer une feuille d'exercices de révision pour permettre à l'élève de vérifier ses connaissances, sa compréhension et ses habiletés à faire des rapprochements avec son expérience de vie.
- Expliquer à l'élève le processus d'évaluation sommative : matière à l'étude, longueur de l'épreuve, exigences linguistiques.
- Photocopier la grille d'évaluation adaptée et le cahier de l'élève.

Déroulement

- Remettre à l'élève une grille d'évaluation. Présenter les attentes et les contenus d'apprentissage visés par cette tâche et faire le lien avec l'unité 1, *Systèmes mécaniques*.
- Présenter les éléments sur lesquels porteront les étapes de la tâche d'évaluation et les habiletés que l'élève doit montrer dans cette tâche. L'élève doit pouvoir :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des forces, des lois de Newton, du travail, du poids, du frottement, de l'avantage mécanique et des machines simples;
 - démontrer une connaissance des faits et des termes se rapportant aux systèmes mécaniques.
 - Recherche
 - résoudre des problèmes sur les lois de Newton, le frottement, le poids, la loi des leviers et l'avantage mécanique;
 - utiliser l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles, les conventions scientifiques et les unités du SI propres aux systèmes mécaniques.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les lois de Newton et la vie courante.
- Distribuer le cahier de l'élève et le matériel nécessaire pour construire une machine simple (p. ex., ensembles Lego ou Mécano).
- Demander à l'élève de lire la tâche individuellement et lui donner le temps nécessaire pour faire l'activité.

Annexes

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

Annexe SPH4C 1.6.1 : Grille d'évaluation adaptée - Lois de Newton et machines simples

Annexe SPH4C 1.6.2 : Cahier de l'élève - Lois de Newton et machines simples

Grille d'évaluation adaptée - Lois de Newton et machines simples Annexe SPH4C 1.6.1

<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>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des forces, des lois de Newton, du travail, du poids, du frottement, de l'avantage mécanique et des machines simples. - démontre une connaissance des faits et des termes se rapportant aux systèmes mécaniques.	L'élève démontre une compréhension et une connaissance limitées des lois et des concepts.	L'élève démontre une compréhension et une connaissance partielles des lois et des concept.	L'élève démontre une compréhension et une connaissance générales des lois et des concepts.	L'élève démontre une compréhension et une connaissance approfondies des lois et des concepts.
Recherche				
L'élève : - résout des problèmes portant sur la deuxième loi de Newton, le poids, le frottement, la loi des bras de leviers, le travail et l'avantage mécanique. - utilise l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte.	L'élève applique un nombre limité d'habiletés de recherche et utilise les outils, l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte uniquement sous supervision.	L'élève applique certaines habiletés de recherche et utilise les outils, l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte avec peu de supervision.	L'élève applique la plupart des habiletés de recherche et utilise les outils, l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés de recherche et utilise les outils, l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte, et encourage les autres à faire de même.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie, les symboles, les unités du SI propres aux systèmes mécaniques.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les unités du SI avec peu d'exactitude et une efficacité limitée.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les unités du SI avec une certaine exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les unités du SI avec une grande exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les unités du SI avec une très grande exactitude et efficacité.

Rapprochements				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre les lois de Newton et la vie courante.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

Évaluation sommative - Lois de Newton et machines simples**Consignes**

- Cette épreuve comprend trois parties de 25 minutes chacune et sa durée totale est de 75 minutes.
Partie A – Expérience
Partie B – Lois de Newton
Partie C – Travail et machines simples
- Lis attentivement chacune des sections et respecte le temps suggéré pour chacune.
- Réponds à chaque question en français correct.

Partie A – Expérience**Durée : 25 minutes**

Conçois et construis une machine simple ou composée qui augmente l'intensité de la force de l'effort d'un facteur de trois.

- nomme la machine;
- trace son croquis;
- calcule son avantage mécanique théorique.

Partie B – Lois de Newton**Durée : 25 minutes**

Tu regardes la soirée du Hockey à la télévision avec ta famille.

- Un joueur, au repos, des Maple Leafs est frappé violemment de l'arrière par un joueur des Sénateurs. Décris la collision, entre les deux joueurs, à l'aide des lois de Newton.
- Un joueur des Sénateurs compte un but en effectuant un lancer frappé. Décris son jeu à l'aide des lois de Newton.
- La rondelle se déplace à vitesse constante sur la patinoire. Trace son diagramme de forces.
- Explique, en utilisant la terminologie scientifique liée au frottement, la manière dont un joueur réussit à augmenter la force de frottement entre ses patins et la patinoire pour s'arrêter.

Tu joues au curling avec un groupe d'amis.

- Pourquoi est-il plus difficile de bouger le palet de curling lorsqu'il est immobile que lorsqu'il est en mouvement?
- Le palet ralentit en se déplaçant sur la surface glacée. Trace son diagramme de forces.
- Tu estimes que la masse du palet de curling est de 10 kg et que sa décélération est de $1,0 \text{ m/s}^2$. Calcule la force s'appliquant sur lui. Quelle est l'origine de cette force?
- Calcule le coefficient de frottement cinétique de la glace à l'aide de tes estimations.

Partie C – Travail et machines simples**Durée : 25 minutes**

- Donne deux exemples où l'on exerce une force, mais où on n'effectue pas de travail.
- Un chasse-neige effectue $5,0 \times 10^3 \text{ J}$ de travail pour déplacer un tas de neige d'une hauteur de 3,0 m. Quelle force le chasse-neige a-t-il exercée pour effectuer ce travail?
- Charles tire sur la corde d'un traîneau avec une force de 50 N en skiant à vitesse constante. Il parcourt une distance de 2,0 km. La corde du traîneau forme un angle de 40° avec l'horizontale. Quelle est la quantité de travail qu'effectue Charles?

- On veut soulever un poids de 10 N d'une hauteur de 2,0 m, mais on ne peut qu'appliquer un effort de 2,5 N. Décris, le plus précisément possible, la façon dont on peut y arriver dans les trois cas suivants :
 - en utilisant un plan incliné;
 - en utilisant un levier;
 - en utilisant des poulies.

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 2 (SPH4C)

Électricité et électronique

Description

Durée : 24
heures

Cette unité porte sur les circuits électriques et électroniques simples et leurs applications. L'élève résout des problèmes quantitatifs, effectue des manipulations de circuits électriques et utilise des instruments de mesure pour les analyser. Elle ou il utilise un logiciel spécialisé pour concevoir et corriger des circuits électroniques, et conçoit et construit un dispositif électronique simple. De plus, elle ou il évalue l'incidence d'appareils électriques sur l'économie et l'environnement.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Domaine : Électricité et électronique

Attentes : SPH4C-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-E-Comp. 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
SPH4C-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SPH4C-E-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 2.1 : Circuits simples	225 minutes
Activité 2.2 : Analyse de circuits	375 minutes
Activité 2.3 : Circuits électroniques	390 minutes
Activité 2.4 : Conception d'un dispositif électrique simple	300 minutes
Activité 2.5 : Impact d'un dispositif électrique sur la société	150 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement 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**) au moment 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 en même temps 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. Elle ou il s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon sûre d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire.

(Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1.)

Ressources

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

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BOUCHARD, Régent, et Roger DIONNE, *Phénomènes électriques*, Montréal, Lidec, 1990, 161 p. *

Interactive Image Technologies, *Electronics Workbench (le laboratoire d'électronique)*, Toronto, 1995, 140 p.

LECLERC, Gérard, *La physique et vous, L'électricité*, Montréal, Lidec, 1986, 229 p. *

SERWAY, Raymond, *Électricité et magnétisme*, Laval, Études Vivantes, 1992, 483 p. *

STURRIDGE, H., *et al.*, *L'électronique*, Paris, Éditions du Pélican, 1984, 64 p. ***

Matériel

Trousse de composants électroniques et de projet (Boréal 47142-00 ou 47143-00).

Médias électroniques

Sites Internet

Académie d'Aix - Marseille. (consulté le 12 août 2001)

http://iengard.free.fr/docu/fic_html/electric/elect_4.html

Communauté scolaire Saint-Benoît. (consulté le 11 août 2001)
<http://www.stben.be/techno/electrochim/>

Cyberscol. (consulté le 11 août 2001)
<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/activites/questionscircuits.html#navigation>
<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/planche.html>

École normale supérieure de Lyon. (consulté le 29 août 2001)
<http://www.ens-lyon.fr/~bkuhlmey/nik/lexique.html>

Etronics. (consulté le 11 août 2001)
<http://etronics.free.fr/dossiers/divers/div01/circuits.htm>

Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval (lexique). (consulté le 11 août 2001)
<http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/lexique/>

Hydro-Québec. (consulté le 2 octobre 2001)
<http://www.hydroquebec.com/securite/index.html>

Infinet.com. (consulté le 11 août 2001)
<http://pages.infinet.net/savoir/genie/genie.htm>

La corporation des maîtres électriciens du Québec. (consulté le 2 octobre 2001)
<http://www.cmeq.org/info/conseils.asp>

La réception satellite, mais c'est très simple. (consulté le 29 août 2001)
http://gguenin.free.fr/theo/tv_num.htm

L'électronique facile à la portée de tous. (consulté le 3 octobre 2001)
<http://www.alternative.asso.fr/electronique/accueil.html>

L'intégrale CAO électronique. (consulté le 11 août 2001)
<http://www.alsdesign.fr/encyclopedia/encyclopedia.asp>

Ludovichi.com (Le portail de l'électronique). (consulté le 29 août 2001)
<http://ludovichi.free.fr/montage/index.php3>

Multimania. (consulté le 11 août 2001)
<http://ybnet.multimania.com/electronique.html>

Québec Science. (consulté le 29 août 2001)
<http://www.cybersciences.com/cyber/2.0/q1122.asp>

Rescol. (consulté le 27 juin 2001)
www.schoolnet.ca/general/club-electrique/f/index.html

Ville de Montréal - conseils en cas de panne électrique. (consulté le 2 octobre 2001)
<http://www.ville.montreal.qc.ca/urgence/conseils/conseils981.htm>

Cédéroms

Interactive Image Technologies, *Electronics Workbench (le laboratoire d'électronique)*
 version éducationnelle française 4.1C pour Windows 1995.

Vidéos

L'électricité, tfo, 321104 à 321106, 30 minutes.

Échec et maux, Science.com., tfo, 679403.

Les robots, C'est pas sorcier, tfo, 690120.

ACTIVITÉ 2.1 (SPH4C)

Circuits simples

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'électricité dynamique, les courants continu et alternatif et la sécurité en matière d'électricité. L'élève résout des problèmes concernant la différence de potentiel, l'intensité du courant et la résistance, et distingue le courant alternatif du courant continu. De plus, elle ou il assiste à la présentation d'un conférencier ou d'une conférencière portant sur la sécurité en matière d'électricité.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.7 - 10

Domaine : Électricité et électronique

Attentes : SPH4C-E-A.1

Contenus d'apprentissage : SPH4C-E-Comp.1 - 2 - 3
SPH4C-E-Acq.3
SPH4C-E-Rap.3

Notes de planification

- Apporter une boîte de matériel contenant des sources de courant, des piles, des ampoules, des interrupteurs ainsi que les supports nécessaires pour faire la mise en situation.
- Préparer des problèmes écrits portant sur l'électricité (p. ex., *Éléments de physique*, p. 519 et 523; *La physique et le monde moderne*, p. 449 et 451-452; *La physique et vous*, *L'électricité*, p. 47 et 73-74).
- Se procurer des moteurs à courants continu et alternatif et un galvanomètre.
- Attacher les deux extrémités d'une grande corde ou d'une chaîne pour en faire une boucle et l'apporter en classe.
- Se procurer et photocopier une variété de textes portant sur la sécurité en matière d'électricité ou sur des conseils pratiques de sécurité en cas de panne d'électricité (p. ex., <http://www.cmeq.org/info/conseils.asp>, <http://www.hydroquebec.com/securite/index.html>, <http://www.ville.montreal.qc.ca/urgence/conseils/conseils981.htm>).
- Se procurer du matériel pour faire des affiches : cartons, crayons-feutres, colle, ciseaux.
- Communiquer avec un électricien ou une électricienne, un inspecteur ou une inspectrice en bâtiment pour l'inviter à faire une courte présentation portant sur le Code ontarien de l'électricité et de discuter de l'importance de la sécurité en matière d'électricité.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Revoir le rôle de composants électriques ou d'appareils de mesure tels que source de courant, fil conducteur, résistance, ampoule, interrupteur, voltmètre, ampèremètre, potentiomètre : **(ED)**
 - à l'insu des autres élèves, montrer à un ou à une élève un composant électrique et lui demander de le dessiner au tableau;
 - demander aux autres élèves de deviner le composant dont il s'agit;

- lorsque le groupe-classe a reconnu le composant, montrer son symbole conventionnel et questionner l'élève sur son rôle.
- Remettre à l'élève une boîte de composants électriques et lui demander de monter un circuit contrôlant une ampoule électrique et de tracer son circuit à l'aide des symboles appropriés (sécurité : utiliser des piles comme source de courant ou des transformateurs qui baissent la tension). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Électricité dynamique

- Questionner l'élève sur des concepts étudiés en neuvième année : intensité du courant, différence de potentiel et résistance, et inviter l'élève à y répondre oralement (voir les questions du guide pédagogique sur l'électricité de tfo). **(ED)**
- Séparer le groupe-classe en trois équipes, assigner à chaque équipe un de ces concepts et lui demander de le représenter par un mime. Préciser que le mime doit comporter deux parties :
 - équipe 1 : intensité du courant faible vs élevée (p. ex., un courant d'intensité élevée, les élèves circulent dans un circuit deux par deux au lieu d'y circuler individuellement);
 - équipe 2 : petite différence de potentiel vs grande différence de potentiel;
 - équipe 3 : petite résistance vs résistance élevée.
- Définir *intensité du courant*, *coulomb*, *résistance*, *énergie* et *différence de potentiel*, et présenter une vidéo portant sur ces concepts (p. ex., les trois dernières émissions de la série «L'électricité» de tfo).
- Présenter les formules de l'intensité électrique ($I = \frac{Q}{t}$) et de la différence de potentiel électrique ($V = \frac{E}{Q}$) en indiquant la signification de leur symbole et de leur unité.
- Utiliser les formules pour résoudre des problèmes écrits au tableau en montrant à l'élève à utiliser le nombre approprié de chiffres significatifs (p. ex., *Éléments de physique*, p. 518 et 522).
- Assigner des problèmes écrits portant sur la différence de potentiel et l'intensité électrique, et les corriger au tableau (p. ex., *Éléments de physique*, p. 519 et 523; *La physique et le monde moderne*, p. 449 et 451-452; *La physique et vous, L'électricité*, p. 47 et 73-74). **(EF)**

Courant alternatif vs courant continu

- Distinguer le courant alternatif (CA) du courant continu (CC) en branchant des moteurs CA et CC à un galvanomètre avec des mesures positives et négatives. Faire tourner les moteurs (qui agissent alors comme des générateurs) et faire observer les variations de courant à l'élève.
- Distinguer le courant alternatif (CA) du courant continu (CC) par une analogie :
 - demander à quelques élèves de se placer en cercle et leur demander de tenir une grande corde ou une chaîne formant une boucle;
 - demander à un ou à une élève du groupe de jouer le rôle de source de courant et de faire circuler la corde dans un sens. Expliquer l'analogie avec le courant continu (CC);

- demander à l'élève-source de courant d'alterner le sens de rotation de la corde à toutes les deux secondes. Expliquer l'analogie avec le courant alternatif (CA);
- faire remarquer le mouvement et la transmission d'énergie dans les deux cas.
- Définir courant continu (CC) et courant alternatif (CA).
- Demander à l'élève d'énumérer une vingtaine d'appareils électriques et de les classer dans un tableau ayant une colonne d'utilisation avec courant continu et une colonne d'utilisation avec courant alternatif.
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(EF)**
- Faire ressortir les avantages et les inconvénients de chaque type de courant (p. ex., le transport de l'électricité à haute tension se fait avec moins de perte d'énergie avec le courant alternatif, *La physique et ses applications*, p. 295).
- Montrer à l'élève des dispositifs pour transformer un courant continu en courant alternatif et vice versa (p. ex., onduleur CC à CA se branchant dans la prise allume-cigares d'un véhicule).

Sécurité en matière d'électricité

- Présenter à l'élève une variété d'articles portant sur la sécurité en matière d'électricité, la prévention des accidents, l'entretien des rallonges électriques, les travaux à proximité d'installations électriques ou des conseils pratiques de sécurité en cas de panne d'électricité. Lui demander d'en choisir un et de le lire (p. ex., voir ces sites Internet pour trouver des textes variés concernant la sécurité dans le domaine de l'électricité : <http://www.ville.montreal.qc.ca/urgence/conseils/conseils981.htm>, <http://www.cmeq.org/info/conseils.asp>, <http://www.hydroquebec.com/securite/index.html>).
- À la suite de la lecture, animer une discussion sur des situations potentiellement dangereuses concernant l'électricité et expliquer des concepts liés à la sécurité tels que mise à la terre, fil dénudé, circuit surchargé et polarité inversée.
- Demander à l'élève de faire, en devoir, une affiche ou une bande dessinée portant sur le texte qu'elle ou il a lu sur la sécurité en matière d'électricité, la prévention des accidents, l'entretien des rallonges électriques, les travaux à proximité d'installations électriques ou des conseils pratiques de sécurité en cas de panne d'électricité. Commenter l'affiche ou la bande dessinée et la coller sur le babillard de la classe. **(EF)**
- Demander à l'élève de se regrouper en équipes de deux et de faire à tour de rôle l'exercice suivant :
 - communique les informations de cette activité qui étaient nouvelles pour toi ou que tu connaissais, mais que tu avais oubliées;
 - décris à ta ou à ton partenaire cinq situations potentiellement dangereuses concernant l'électricité;
 - indique à ta ou à ton partenaire trois mesures de sécurité qui, selon toi, s'appliqueront le plus souvent dans le contexte de ton cours de physique ou à la maison. Explique-lui les conséquences qui pourraient survenir si on négligeait de suivre ces mesures de sécurité. **(O)**
- Demander à l'élève de préparer des questions à poser à l'électricien ou à l'électricienne, à l'inspecteur ou à l'inspectrice en bâtiment avant sa visite. **(PE)**
- À la suite de la visite, demander à l'élève d'écrire une lettre de remerciement à l'invité. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 2.2.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève, qui a réussi le circuit de la mise en situation, de perfectionner son circuit afin qu'il contienne une source et deux ou trois ampoules contrôlées indépendamment.
- Réviser les symboles spécifiques aux circuits électriques à l'aide d'un jeu d'associations (p. ex., *Éléments de physique*, p. 534; *La physique et le monde moderne*, p. 455).
- Présenter un circuit domestique comprenant trois ampoules de 60 W branchées en série à une source CA de 120 V et faire observer les avantages des circuits branchés en parallèle dans une maison. Utiliser des connecteurs Mardettes et s'assurer qu'il n'y a pas de fils exposés.
- Faire connaître les différents types de fils utilisés en électricité domestique.

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.2 (SPH4C)

Analyse de circuits

Description

Durée : 375
minutes

Cette activité porte sur les lois d'Ohm et de Kirchhoff. L'élève les utilise pour analyser des circuits en série et en parallèle, et pour résoudre une variété de problèmes. De plus, elle ou il effectue une analyse quantitative de la résistance, de la différence de potentiel et de l'intensité du courant à l'aide d'un multimètre et de logiciels de simulation.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Électricité et électronique

Attentes : SPH4C-E-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-E-Comp.5
SPH4C-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 6

Notes de planification

- Se procurer des appareils électriques défectueux ou fonctionnels.
- Se procurer quelques trousseaux d'outils utilisés en électricité (p. ex., fer à souder, pinces à dénuder, sertisseurs, tournevis, connecteurs, pinces alligator, fusibles, prises électriques).
- Consulter les attentes et les contenus d'apprentissage du programme-cadre de sciences de 9^e année en électricité et préparer quelques questions de vérification des acquis.
- Préparer un questionnaire sur le fonctionnement des instruments de mesure, les définitions et les symboles des concepts tels que *courant continu*, *courant alternatif*, *différence de potentiel électrique*, *résistance*, *ampèremètre* (p. ex., *Éléments de physique*, p. 534; *La physique et le monde moderne*, p. 455).
- Préparer plusieurs schémas de circuits simples en série ou en parallèle.
- Préparer une feuille de consignes pour guider l'élève dans sa découverte du code de couleurs des résistances.
- Préparer un ensemble de résistances de différentes valeurs et un multimètre pour donner à chaque équipe, de deux ou de trois.
- Photocopier le code de couleurs des résistances (p. ex., *La physique et le monde moderne*, p. 454).
- Préparer le matériel pour construire les circuits (p. ex., interrupteurs, fils, piles, sources de courant, ampoules).
- Vérifier le bon fonctionnement des appareils de mesure avant les manipulations et les démonstrations (p. ex., ampèremètre, voltmètre ou multimètre).

- Se familiariser avec les logiciels de simulation *La physique par l'expérience* et *Electronics Workbench* (version française), s'assurer de leur installation sur le réseau informatique de l'école et réserver la salle d'ordinateurs (consulter la section sur la création d'erreurs et de défauts de circuits dans le guide de l'enseignant ou de l'enseignante du logiciel).
- Préparer cinq stations de circuits électriques en série ou en parallèle comportant un composant défectueux tel que la pile, le fil de connexion ou la résistance.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer à l'élève un appareil électrique défectueux et lui demander de déterminer les outils qu'elle ou il utiliserait et les étapes qu'elle ou il entreprendrait pour réparer l'appareil (vérifier si le courant circule, tester les composants à l'aide d'un ampèremètre, voltmètre ou multimètre).
- Montrer, un à un, des outils et composants utilisés en électricité et demander à l'élève de les nommer et d'expliquer leur fonction (p. ex., fer à souder, pinces à dénuder, sertisseurs, tournevis, connecteurs, pinces alligator, fusibles, prises électriques).
- Expliquer à l'élève qu'au cours de cette activité elle ou il aura la tâche de déterminer des causes de défauts dans des circuits électriques simulés et de trouver des solutions pour les réparer.
- Remettre à l'élève un questionnaire portant sur des contenus d'apprentissage du domaine d'électricité du cours de sciences de 9^e année. Demander à l'élève de répondre individuellement aux questions et corriger les questions au tableau (p. ex., *La physique et vous*, *L'électricité*, p. 72). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Instruments de mesure

- Présenter l'utilisation du multimètre ou d'appareils de mesure spécifiques comme l'ampèremètre et le voltmètre en les utilisant dans des exemples simples et en insistant sur la façon de les brancher dans un circuit, soit en série pour l'ampèremètre, soit en parallèle pour le voltmètre (*La physique et ses applications*, p. 280 et 282).
- Animer, en avant du groupe-classe ou à l'aide d'un rétroprojecteur, des exercices de lecture d'affichage des données sur des appareils de mesure en fonction de l'échelle utilisée (p. ex., *Éléments de physique*, p. 519-520 et 524-525; *La physique et le monde moderne*, p. 449 et 452; *La physique et ses applications*, p. 281-282).
- Remettre à l'élève un schéma d'un circuit électrique simple et lui demander de le monter. Lui demander de mesurer l'augmentation de potentiel aux bornes des piles branchées en série ou en parallèle, la diminution de potentiel aux bornes de résistance et l'intensité du courant dans les différentes branches du circuit.
- Circuler, aider l'élève à bien brancher les appareils de mesure et veiller à ce qu'elle ou il sélectionne les échelles appropriées. Vérifier ses résultats. **(EF)**
- Remettre à l'élève d'autres schémas de circuit à monter en accroissant le niveau de difficulté et lui demander de reprendre l'exercice de mesure jusqu'à ce qu'elle ou il n'ait plus de difficulté. Aider l'élève, au besoin. **(EF)**

Circuit en série et en parallèle

- Différencier les circuits en série et en parallèle à l'aide d'un modèle à grande échelle :
 - disposer les pupitres sur le bord du mur et tracer un circuit en série géant sur le plancher de la classe à l'aide de ruban adhésif (commencer avec deux résistances équivalentes);
 - demander à quelques élèves volontaires de jouer le rôle d'un coulomb de charge circulant dans le circuit;
 - remettre six jetons, à chaque élève-coulomb, représentant l'énergie de la pile à son départ. Expliquer à l'élève-coulomb qu'elle ou il ne doit avoir aucun jeton entre les mains lorsqu'elle ou il revient à la pile après son trajet dans le circuit. Faire l'analogie avec l'augmentation de potentiel aux bornes de la pile;
 - demander à l'élève-coulomb de remettre trois jetons (3 volts) à la première résistance et les trois autres jetons à la deuxième résistance. Expliquer que l'énergie transmise aux résistances est transformée en chaleur et que les élèves-coulomb ne perdent pas d'énergie dans les fils conducteurs. Faire l'analogie avec la diminution de potentiel aux bornes des résistances;
 - faire remarquer à l'élève que le débit d'élève-coulomb est le même partout dans le circuit. Faire l'analogie avec le courant;
 - modifier le circuit en y ajoutant une autre pile de six volts en série et recommencer l'exercice d'analyse de circuit;
 - reprendre l'exercice d'analyse d'un circuit avec des résistances en parallèle;
 - reprendre l'exercice d'analyse d'un circuit avec des piles en parallèle.
- Présenter, à l'aide d'un rétroprojecteur, des schémas de circuit en série ou en parallèle et en faire l'analyse qualitative (p. ex., l'intensité du courant est la même partout dans le circuit en série, la diminution de potentiel est plus élevée dans la résistance de grande valeur).
- Donner un questionnaire à l'élève sur l'analyse qualitative de circuits en série et en parallèle. Corriger au tableau. **(EF)**

Loi d'Ohm

- Remettre à l'élève une feuille de consignes pour la ou le guider à découvrir la valeur représentée par les couleurs des résistances ou la lui faire découvrir par la méthode essais et erreurs :
 - expliquer à l'élève qu'elle ou il doit déterminer la valeur représentée par les couleurs des bandes des résistances. Mentionner que chaque couleur a une valeur différente;
 - mentionner que la bande brune = 1, la bande noire = 0 et que la troisième bande représente l'exposant;
 - demander à l'élève de mesurer la résistance d'une série de résistances avec la première bande brune pour tenter de déterminer la valeur des couleurs de la deuxième bande;
 - demander à l'élève de mesurer de nouveau les résistances et de vérifier si la valeur trouvée de chaque couleur est conforme avec la valeur mesurée de l'exposant;
 - demander à l'élève de présenter son code de couleur sous forme de tableau à deux colonnes avec les chiffres de 0 à 9 dans la première colonne.
- Présenter le code des couleurs des résistances (p. ex., *La physique et le monde moderne*, p. 454) :
 - demander à l'élève de le comparer au sien; **(O)**

- demander à l'élève d'élaborer et de faire part, avec le reste du groupe-classe, un procédé mnémotechnique tel qu'une phrase débutant avec la première lettre de chaque couleur, pour retenir les valeurs de chaque couleur du code (donner en exemple «Mon vieux, tu m'as jeté sur une nouvelle planète» pour retenir l'ordre des planètes du système solaire); **(O)**
- demander à l'élève d'utiliser le code des couleurs des résistances pour trouver la valeur théorique de quelques résistances;
- l'inviter à mesurer de nouveau la valeur de chaque résistance expérimentalement et à comparer avec les valeurs théoriques obtenues à l'aide du code de couleurs.
- Revoir avec l'élève la façon d'exprimer le résultat des calculs de données empiriques en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs.
- Au moyen d'expériences, faire découvrir la loi d'Ohm à l'élève ($V = RI$) et lui mentionner d'exprimer le résultat des calculs des données empiriques en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs (p. ex., *La physique et le monde moderne*, p. 456; *Éléments de physique*, p. 559-560; *La physique et ses applications*, p. 286-287; *Les phénomènes électriques*, p. 79-86, *La physique par l'expérience*).
- Demander à l'élève de remettre un rapport d'expérience et le corriger en portant une attention particulière aux chiffres significatifs. **(EF)**
- Énoncer la loi d'Ohm en désignant chaque variable introduite et leur unité.
- Résoudre, au tableau, des problèmes concernant la loi d'Ohm en détaillant le raisonnement (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 286).
- Assigner des problèmes écrits portant sur la loi d'Ohm, circuler et aider l'élève, au besoin (p. ex., *Éléments de physique*, p. 542). **(EF)**
- Inviter l'élève à concevoir des circuits à l'aide d'un logiciel spécialisé et à les analyser avec la loi d'Ohm (p. ex., *La physique par l'expérience* et *Electronics Workbench*). **(T)**

Lois de Kirchhoff

- Faire découvrir à l'élève les lois de Kirchhoff à l'aide d'expériences (p. ex., *Éléments de physique*, p. 560-561; *La physique et le monde moderne*, p. 456-461; *La physique et ses applications*, p. 288) et l'amener à énoncer les lois des mailles et des noeuds (p. ex., *Éléments de physique*, p. 538).
- Ramasser le rapport d'expérience et le corriger. **(EF)**
- Définir les lois de Kirchhoff (p. ex., *Phénomènes électriques*, p. 87). Les résumer, les écrire sur une affiche et la placer bien en vue devant la classe. Les résumer comme suit :

Dans un circuit en série

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_n$$

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Dans un circuit en parallèle

$$V_T = V_1 = V_2 = V_n$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- Donner à l'élève des problèmes à résoudre mettant en relation la différence de potentiel, la résistance et l'intensité du courant dans des circuits (*Éléments de physique*, p. 552-553; *La physique et le monde moderne*, p. 465-466; *La physique et ses applications*, p. 291; *Physique 11*, p. 576 à 578). Corriger au tableau. **(EF)**
- À l'aide d'un logiciel de simulation de circuits, montrer à l'élève la façon d'analyser des circuits en série et en parallèle avec les lois d'Ohm et de Kirchhoff (p. ex., *La physique par l'expérience*, *Electronics Workbench*). **(T)**

- Demander à l'élève de résumer les étapes à suivre pour analyser un circuit (p. ex., désigner le type de circuit (parallèle, en série ou composé), désigner les variables données, déterminer les formules mettant ces variables en relation, trouver les inconnues, vérifier les calculs de l'ensemble du circuit). **(O)**

Résolution de problèmes

- Diviser le groupe-classe en équipes et expliquer le déroulement de la tâche : découvrir, à l'aide des instruments de mesure et de l'analyse des circuits, le composant défectueux dans divers circuits électriques en parallèle et en série.
- Expliquer à l'élève que chacune des cinq stations comporte un circuit électrique avec un composant défectueux et qu'elle ou il doit le découvrir avant de passer à une autre station.
- Inviter l'élève à comparer ses résultats avec ceux des autres équipes et à demander de l'aide pour refaire son analyse en cas de divergence des résultats. **(O)**
- À l'aide d'un logiciel de simulation, montrer à l'élève la façon de trouver et de résoudre des défauts dans des circuits (p. ex., *La physique par l'expérience, Electronics Workbench*). **(T)**

Évaluation sommative

- Présenter et expliquer la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve papier et crayon sur les circuits simples et leur analyse.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport aux types de courants à la sécurité en matière d'électricité et aux lois d'Ohm et de Kirchhoff, à l'aide d'une épreuve faite en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration SPH4C 2.1 et SPH4C 2.2.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des composants des circuits électriques;
 - démontrer une compréhension des différences et des similarités entre les courants continus et alternatifs;
 - démontrer une compréhension des lois d'Ohm et de Kirchhoff.
 - Recherche
 - résoudre des circuits selon les lois d'Ohm et de Kirchhoff;
 - déterminer des causes de défauts dans des circuits électriques et proposer une solution;
 - interpréter la lecture d'un multimètre.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles spécifiques au domaine des circuits électriques.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les circuits électriques et leur utilisation dans la vie courante;
 - proposer des mesures concrètes pour adopter un comportement sûr en matière d'électricité.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter la simulation de l'expérience d'Ohm, à l'aide d'un logiciel (p. ex., *La physique par l'expérience*) et énoncer la loi d'Ohm ($V = RI$). Désigner chaque variable ainsi que leur unité SI (p. ex., *Éléments de physique*, p. 541).
- Fournir l'occasion à l'élève de résoudre des circuits plus complexes.
- Assigner à l'élève la lecture d'un article sur le courant électrique et le corps humain (voir *Physique 11*, p. 572) et lui suggérer de chercher des renseignements supplémentaires portant sur l'électrocautérisation, l'électrocardiogramme, le défibrillateur, le polygraphe simple ou l'arme Taser.
- Expliquer les facteurs déterminant la résistance électrique (longueur, type de matériau, section transversale, température) et inviter l'élève à utiliser la formule de la résistance d'un conducteur $R = \rho \frac{L}{A}$ pour résoudre des problèmes écrits (p. ex., *Éléments de physique*, p. 552-553).

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.3 (SPH4C)

Circuits électroniques

Description

Durée : 390
minutes

Cette unité porte sur les composants et les applications des circuits électroniques. L'élève analyse les composants des circuits électroniques, distingue les circuits analogiques des circuits numériques en explorant leurs applications particulières et étudie la logique du code binaire des circuits électroniques. De plus, elle ou il conçoit des circuits électroniques en laboratoire et à l'aide d'un logiciel de simulation.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.4 - 5 - 8 - 9

Domaine : Électricité et électronique

Attentes : SPH4C-E-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-E-Comp.1 - 3 - 4 - 6 - 7
SPH4C-E-Acq.3
SPH4C-E-Rap.1

Notes de planification

- Se procurer différents appareils comportant des circuits électroniques.
- Se procurer un projecteur multimédia et le logiciel *Comment ça marche 2*.
- Se procurer une vidéo sur l'intelligence artificielle ou les robots (p. ex., *Échec et maux*, *Science.com*, *Les robots*, *C'est pas sorcier*).
- Se procurer un logiciel de mots croisés.
- Préparer une démonstration à l'aide d'un capteur branché à une interface (p. ex., *Physique expérimentale informatisée*, expérience *IP01F*).
- Trouver un article décrivant le fonctionnement d'un appareil à circuit numérique et le photocopier (*La physique et ses applications*, p. 401).
- Se procurer une unité de contrôle d'un objet familier pour faire une démonstration (p. ex., thermostat, unité de contrôle d'une pompe submersible, lampe qui s'allume au toucher).
- Se procurer des magazines scientifiques ou une liste de sites Internet contenant de l'information à propos des sous-circuits électroniques (p. ex., <http://www.cybersciences.com/cyber/3.0/n2460.asp>, http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_%5F29_%5F73.htm, <http://www.cybersciences.com/cyber/3.0/n2463.asp>, <http://www.cybersciences.com/cyber/3.0/n1618.asp>, <http://perso.easynet.fr/~chrisg/antivol.htm>).

- Se procurer de vieilles cartes informatiques percées ou en préparer pour présenter le code binaire.

Déroulement de l'activité

Mise en situation


- Ouvrir différents appareils comportant des circuits électroniques pour que l'élève puisse observer la diversité et la quantité de composants électroniques (p. ex., magnétophone, ordinateur désuet).
- Inviter l'élève à produire un compte rendu d'une journée fictive où, soudainement, aucun appareil doté de circuit électronique ne fonctionnerait. Demander à l'élève de dire comment ses activités changeraient (p. ex., transport, musique, préparation et conservation de la nourriture). Faire une mise en commun de l'exercice.
- Susciter une discussion sur les impacts sociaux et économiques de l'intelligence artificielle ou des robots, à la suite de la présentation d'une vidéo portant sur ce sujet (p. ex., *Échec et maux*, *Science.com*, *Les robots*, *C'est pas sorcier*). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Composants d'un circuit électronique

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, les composants d'un circuit électronique.
 - Sélectionner *Histoire – l'âge du silicium*, aller à 1958 et sélectionner *puce*.
 - Demander à l'élève d'écrire les fonctions des composants électroniques mentionnés : diode, condensateur, transistor, semi-conducteur, diode électroluminescente, photodiode.
 - Retourner à la page *Histoire*, aller à 1971 et sélectionner *microprocesseur*.
 - Demander à l'élève d'écrire la fonction des microprocesseurs.
- Remettre à l'élève un ensemble de composants électroniques, du carton rigide et du ruban adhésif et lui demander de consulter des livres de ressources en électronique pour remplir le tableau 2.3a.

Tableau 2.3a : Composants électroniques

Nom	Pièce	Symbole électronique
Diode		
...		

- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(EF)**
- Expliquer le fonctionnement et la fabrication de puces (p. ex., *L'électronique*, p. 18).

Tableau 2.3b : Terminologie de l'électronique

Composant ou système	Fonction
Diode	Permet au courant de passer dans une seule direction.
Diode électroluminescente	Diode émettant une énergie lumineuse.
Photodiode	Diode dont la résistance au courant électrique change lorsqu'elle est soumise à un éclairage.
Condensateur	Accumulateur de charges électriques.
Transistor	Contrôle le passage du courant électrique ou assume des fonctions telles que l'amplification, l'oscillation, la modulation ou la détection.
Résistance	Limite la quantité de courant circulant dans un circuit.
Semi-conducteur	Diminue sa propre résistance avec l'augmentation de la température.
Circuit intégré	Ensemble d'éléments électroniques tels que transistors et résistors interconnectés qui assurent une fonction électronique.
Puce	Contient un circuit intégré dans un boîtier de petite dimension (p. ex., pentium, athlon).
Microprocesseur	A plusieurs puces disposées sur un circuit et gérant le fonctionnement d'une machine.
Circuit analogique	Véhicule des informations transformées en grandeurs physiques continues vers un centre de traitement ou un appareil.
Circuit numérique	Véhicule des informations en convertissant la fréquence et l'amplitude en impulsions électriques représentées par un système binaire.
Bobine d'induction	Engendre un courant alternatif.
Transformateur	Augmente ou diminue la différence de potentiel et l'intensité du courant.
Redresseur	Change un courant alternatif en courant continu.

- Demander à l'élève de préparer une grille de mots croisés sur les définitions des composants électroniques, à l'aide d'un logiciel tel que *Crossword Creator*, de l'échanger avec celui d'un ou d'une camarade et d'en trouver les solutions pour évaluer son propre apprentissage de la terminologie de l'électronique (p. ex., terminologie et définitions dans la section **Déroulement de l'activité**). **(O) (T)**

Applications des circuits électroniques

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, des applications des circuits électroniques.
 - Sélectionner *Machines* et choisir les machines ci-dessous pour examiner le rôle des composants électroniques dans leur fonctionnement.

- Demander à l'élève de prendre des notes et, après la présentation de chaque machine, demander à l'élève de décrire les transformations énergétiques qui s'opèrent. Corriger au tableau. **(EF)**
- S'assurer de presser l'icône qui explique le fonctionnement de l'appareil, oralement ou visuellement (lorsqu'il y en a une), et demander à l'élève de prendre des notes :
 - microphone (résistance et condensateur);
 - amplificateur (transistor);
 - batterie solaire (semi-conducteur);
 - calculette (microprocesseur);
 - télécommande (diode électroluminescente, photodiode, microprocesseur);
 - robot (microprocesseur);
 - carte à puce (puce);
 - appareil photo numérique (puce, détecteur CCD);
 - montre à quartz (microprocesseur);
 - pilote automatique (microprocesseur);
 - caméscope (semi-conducteur);
 - lecteur de disque compact (photodiode, microprocesseur).
- Présenter des applications ou des utilités de certains composants électroniques (voir le tableau 2.3c).

Tableau 2.3c : Applications de composants électroniques

Composant	Application ou utilité
Résistance	Potentiomètre : contrôle du volume d'un appareil.
Diode	Transformation du CA en CC, Télécommandes (DEL, Affichage pour certains réveils).
Photodiode	Détecteur de lumière.
Condensateur	Syntonisateur d'un poste de radio.
Bobine d'induction	Transformateur et filtres qui éliminent les fréquences de signaux indésirables.
Transistor	Amplification, oscillation, modulation, détection et commutation.
Semi-conducteur	Utilisé comme conducteur dans les diodes et circuits intégrés.
Puce	Stockage ou traitement de l'information, portes logiques, RAM, ROM.

- Animer un remue-méninges en questionnant l'élève sur les formes de contrôle de l'électricité (p. ex., boutons de contrôle, rhéostats, potentiomètres).
- Présenter une unité de contrôle d'un objet familier comme une pompe submersible, des feux de circulation ou des chemins de fer, un thermocouple d'une fournaise au gaz ou à l'huile, des capteurs photosensibles ou un thermostat et analyser son fonctionnement avec l'élève.
- Inviter l'élève à trouver de l'information dans des journaux scientifiques ou dans Internet portant sur un sous-circuit électronique tel que stimulateur cardiaque, circuit intégré vivant, dispositif électronique de limite de vitesse et carte à puce, et à effectuer un collage (voir la liste de sites Internet dans la section **Notes de planification**). **(T)**
- Afficher les affiches produites dans la classe et donner une rétroaction à l'élève sous forme de commentaires. **(EF)**

- Demander à l'élève de dresser, en partant de son cahier de notes, une liste des composants des circuits électroniques et de leur fonction, de comparer cette liste avec celles de ses pairs, de la compléter et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Circuits analogiques et numériques







- Expliquer les différences entre un circuit analogique et un circuit numérique.
- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, des exemples d'appareils numériques. Sélectionner *Domaine numérique* et choisir les quatre appareils ci-dessous.
 - *Télévision numérique* : cliquer sur les termes *numérique* et *analogique*, et demander à l'élève d'écrire les définitions dans son cahier. Faire remarquer l'existence de la vidéo numérique.
 - *DVD-ROM* : cliquer sur le terme *binaire* et demander à l'élève d'écrire la définition dans son cahier.
 - *Son surround* : sélectionner *codage du son sur un film* qui montre les trois systèmes principaux pour coder le son dans un film dont le son numérique.
 - *Internet* : cliquer sur *ligne téléphonique* et faire remarquer à l'élève que les fibres optiques et les lignes RNIS transmettent des informations numériques.
- Remettre à l'élève un article portant sur l'enregistrement numérique et le transfert de données ou le fonctionnement d'un appareil à circuit numérique, lui demander de le lire, en devoir, et de répondre à des questions (p. ex., <http://www.hifi-connection.lu/camescopenumerique.htm>, <http://www.cybersciences.com/cyber/abc/fiche/6%5F0/c%5F6%5F8.htm> ou *Physique 11*, p. 508 et 509). Corriger et commenter le devoir. **(EF)**
- Animer une discussion sur les incidences sociales de l'emploi de graveurs de disques compacts qui permettent de copier de la musique ou d'autres données numériques (voir *Physique 11*, p. 509).
- Demander à l'élève d'élaborer une liste d'appareils électroniques et de les classer comme circuits analogiques (p. ex., magnétophones, magnétoscopes, téléphones portatifs analogiques) ou circuits numériques (p. ex., système GPS, appareil photo numérique, téléphone cellulaire). **(O)**
- Inviter l'élève à expliquer oralement à un pair le fonctionnement d'un appareil à circuit numérique ou analogique. **(O)**

Logique booléenne

- Faire connaître le code binaire :
 - l'introduire à l'aide de cartes percées comme 1 (percée pour représenter le passage du courant) et 0 (non percée pour représenter l'absence de courant) (p. ex., *L'électronique*, p. 14).
 - dessiner un circuit en parallèle avec des interrupteurs à chaque branche. Expliquer que l'interrupteur fermé laisse passer le courant et équivaut à 1; l'interrupteur ouvert ne laisse pas passer le courant et équivaut à 0.
- Amener l'élève à explorer les fonctions logiques de base «OU» et «ET» à l'aide d'exemples concrets :

- expliquer la table de vérité de l'interrupteur simple (dipôle) en donnant des exemples tels que l'interrupteur d'une lumière ou d'une radio;
- présenter le schéma de la porte logique OU ainsi que sa table de vérité et souligner les deux possibilités de parcours du signal électrique dans le circuit OU. Donner des exemples tels que l'interrupteur d'un ventilateur à deux vitesses ou celui d'une ampoule à deux intensités;
- présenter le schéma de la porte logique ET ainsi que sa table de vérité et souligner l'unique possibilité de parcours du signal électrique dans le circuit ET. Donner un exemple de système utilisant ce circuit (p. ex., les appareils électriques de la maison peuvent fonctionner si l'interrupteur de courant du panneau électrique est en marche).
- Demander aux élèves de se mettre en équipes et de concevoir et de monter le circuit logique OU à l'aide d'une pile de 9 V, d'une lampe, de fils et d'interrupteurs. Vérifier le montage du circuit et l'approuver avant de permettre à l'élève de vérifier son fonctionnement. **(EF)**
- Faire connaître les principales fonctions logiques des circuits intégrés (ET nécessite deux signaux d'entrée, OU donne un signal lorsqu'au moins une des entrées donne un signal, NON inverse le signal d'entrée, OU EXCLUSIF), leur terminologie anglaise couramment utilisée (AND, OR, INVERTER, XOR) et leurs symboles (voir Schéma 2.3a).

Schéma 2.3a : Symboles des fonctions logiques des circuits intégrés

NON (INVERTER)		OU EXCLUSIF(XOR)	
ET (AND)		OU (OR)	
NON ET (NAND)		NON OU (NOR)	

- Présenter les schémas des fonctions logiques de base ainsi que leur table de vérité (voir les tables de vérité de quelques portes à l'aide d'un logiciel (p. ex., voir le guide d'utilisation du logiciel de simulation *Electronics Workbench* (version française) ou http://www.alternative.asso.fr/electronique/logique_booleenne.htm)). **(T)**
- Enseigner à l'élève que chaque composant électronique joue un rôle de fonction logique dans un circuit.

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 2.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à monter un circuit logique plus complexe (p. ex., composé de plus de deux portes OU et de plus de deux portes ET).
- Suggérer à l'élève de produire, à l'aide d'un caméscope, une vidéo numérique portant sur les applications de l'électronique dans son quotidien. **(AC)**

- Suggérer à l'élève de rechercher des informations à propos des produits offerts sur le marché tels que cinéma maison, téléviseur numérique à projection, caméscope numérique haut de gamme miniaturisée, transfert musical sur disque dur et caméra numérique. **(AM)**
- Inviter l'élève à concevoir un circuit électronique simple, à l'aide des fonctions logiques et d'un logiciel de conception de circuits électroniques (p. ex., *La physique par l'expérience, Electronics Workbench*). **(T)**
- Communiquer avec un expert ou une experte francophone dans un domaine des systèmes de contrôle (p. ex., systèmes d'alarme, de chauffage), l'inviter à venir parler de son métier en classe et demander à l'élève de préparer une liste de questions à lui poser. **(PE)**
- Mentionner à l'élève que Lewis Carroll (1832-1898), connu pour son récit *Alice au pays des merveilles*, était aussi un mathématicien intéressé par la logique. Ses ouvrages sont truffés de références à ce sujet.

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.4 (SPH4C)

Conception d'un dispositif électrique simple

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la conception d'un dispositif électrique simple. L'élève suit des consignes pour monter, en équipe, un premier circuit électrique à l'aide d'un ensemble commercial. Ensuite l'élève monte, individuellement, un circuit commercial et, finalement, elle ou il trouve un montage d'un dispositif qui transforme l'énergie électrique en une autre forme, se procure les composants nécessaires, effectue sa construction et vérifie son bon fonctionnement.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 3 - 4 - 8 - 9 - 11

Domaine : Électricité et électronique

Attentes : SPH4C-E-A.2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-E-Acq.2 - 3 - 5
SPH4C-E-Rap.1 - 3

Notes de planification

- Construire un dispositif électrique et l'apporter en salle de classe (p. ex., Boréal 4674800).
- Se procurer une trousse de projets électroniques et des piles pour donner à chaque équipe de deux et assigner une expérience différente à chaque équipe (p. ex., Boréal 47142-00 ou 47143-00).
- Préparer et photocopier la grille d'évaluation adaptée pour concevoir un dispositif électrique simple qui transforme l'énergie électrique en une autre forme.
- Trouver des circuits préconçus à reproduire en classe (antivol à carte à puce, <http://perso.easynet.fr/~chrisg/antivol.htm>, multitude de montages, <http://ludovichi.free.fr/montage/index.php3>, trucs de montage, <http://perso.libertysurf.fr/spt06/truc.htm>).
- Préparer le matériel nécessaire au projet (p. ex., ensembles de composants électroniques, fers à souder, fils à souder, pinces à dénuder, sertisseurs, fils conducteurs, sources de courant).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer à l'élève un dispositif électrique construit pour lui fournir un exemple du projet qu'elle ou il aura à accomplir au cours de cette activité (p. ex., Boréal 4674800).
- Remettre à l'élève la grille d'évaluation adaptée du projet de construction d'un dispositif électrique et lui demander d'évaluer le dispositif présenté en désignant ses points forts et les aspects à améliorer.
- Présenter sur un écran un schéma et des consignes pour monter un circuit simple. Demander à l'élève de résumer, en ses propres mots, la façon dont elle ou il s'y prendrait pour monter ce circuit. **(ED)**
- Expliquer à l'élève qu'elle ou il concevra et construira un dispositif transformant l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Montage d'un circuit commercial

- Demander à l'élève de se mettre en équipe de deux et lui expliquer que sa tâche consiste à monter un circuit électrique simple en utilisant les techniques et l'équipement appropriés.
- Remettre à chaque équipe une expérience différente à effectuer en laboratoire à l'aide de composants électroniques (p. ex., utiliser des ensembles de circuits électroniques vendus dans les catalogues de sciences tel que Boréal 47142-00, 47143-00 ou 4674800).
- Rappeler à l'élève les consignes de sécurité à respecter en manipulant les composants et les instruments liés à l'électricité.
- Circuler et aider l'élève à suivre les consignes pour monter son circuit. **(EF)**
- Demander à l'élève d'écrire, sur une feuille, la fonction de son circuit ainsi que les transformations d'énergie s'y produisant (p. ex., électrique → thermique → lumineuse).
- Lorsque la construction du circuit est terminée, demander à l'élève de circuler dans la classe pour prendre des notes sur le projet des autres équipes pour avoir un aperçu des différents montages possibles.

Conception d'un dispositif électrique

- Présenter les attentes et la grille d'évaluation adaptée pour concevoir un dispositif électrique simple qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie. Discuter du plan de travail et des échéances. **(ES)**
- Pour mener à bien son projet, donner à l'élève les instructions suivantes :
 - trouver des schémas et des consignes pour monter un circuit (p. ex., les sites Internet <http://ludovichi.free.fr/montage/index.php3> ou [http://www.alternative.asso.fr/electronique/d %E9tecteur_lum_son.htm](http://www.alternative.asso.fr/electronique/d%E9tecteur_lum_son.htm)); **(T)**
 - choisir un dispositif qui transforme l'énergie électrique en une autre forme telle que :
 - stroboscope;
 - détecteur de métaux;
 - avertisseur d'incendie;
 - clignotant sonore;
 - détecteur de lumière sonore;
- Décrire la fonction du circuit.
- Déterminer les composants nécessaires à la construction du dispositif et résumer la méthode à suivre pour le monter.

- Reproduire le plan du circuit construit à l'aide d'un logiciel spécialisé. **(T)**
- Effectuer le montage et vérifier son bon fonctionnement.
- Présenter des applications dans des appareils courants du dispositif conçu.
- Nommer et décrire deux emplois liés à l'utilisation d'un circuit de ce genre. **(PE)**
- Rencontrer l'élève individuellement pour discuter de son progrès dans la construction de son circuit et la ou le guider dans l'objectivation de son apprentissage. **(EF) (O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour concevoir un dispositif électrique simple qui transforme l'énergie électrique en une autre forme.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport aux composants électriques et électroniques de sa construction.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des composants des circuits électriques;
 - démontrer une connaissance des transformations énergétiques qui s'opèrent dans le dispositif conçu.
 - Recherche
 - utiliser les outils, l'équipement et le matériel de façon sûre et adéquate.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles électriques appropriés.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre le dispositif conçu et ses applications dans la vie courante.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Encourager l'élève à produire un dispositif qui accomplit plus d'une tâche ou plus d'une transformation énergétique, ou lui suggérer de créer un dispositif de contrôle d'un jeu d'enfant.

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.5 (SPH4C)

Impact d'un dispositif électrique sur la société

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur l'évolution de la technologie électrique et électronique. L'élève analyse un dispositif électrique en enquêtant sur son évolution et en évaluant son incidence sur l'économie et l'environnement. Elle ou il transmet le résultat de ses recherches sous la forme d'un dépliant. De plus, elle ou il explore différents types de métiers relatifs aux domaines de l'électricité et de l'électronique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.4 - 5 - 8 - 11

Domaine : Électricité et électronique

Attentes : SPH4C-E-A.3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-E-Rap.2

Notes de planification

- Composer des sujets d'improvisation ayant pour thème *La vie sans électricité* (p. ex., improvisation comparée ayant pour thème *on gèle icitte!*, nombre de joueurs : trois, durée : 30 secondes).
- Emprunter douze dossards de deux couleurs différentes du département d'éducation physique et fabriquer des cartons de vote à deux couleurs pour faire le jeu d'improvisation.
- Trouver des métiers dans le domaine de l'électricité ou de l'électronique et leur description (p. ex., <http://youth.hrhc-drhc.gc.ca/ythlink/sec2indx.shtml>, <http://www.ecarrieres.com/>, http://www.councils.org/1office/memdetails_f.cfm?id=26).
- Se procurer un logiciel de choix de carrières et l'installer dans les ordinateurs de la classe.
- Photocopier une feuille de consignes pour faire la tâche d'évaluation sommative (voir **Déroulement de l'activité**).
- Se procurer le matériel pour produire des dépliants (p. ex., imprimante couleur, papier glacé).
- Préparer de la documentation et une liste des sites Internet pour aider l'élève dans la préparation de son dépliant.
- Se procurer quelques dépliants relatifs aux choix énergétiques (p. ex., se les procurer auprès de compagnies d'électricité ontariennes).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander des volontaires pour former deux équipes d'improvisation et un ou une autre volontaire pour jouer le rôle de maîtresse ou de maître de cérémonie. Donner un dossard aux couleurs de son équipe à chaque joueur ou joueuse.
- Expliquer que toutes les improvisations auront pour thème *La vie sans électricité*.
- Distribuer des cartons de vote à deux couleurs au reste du groupe-classe et expliquer les règles du jeu (s'informer des règles du jeu auprès d'un enseignant ou d'une enseignante en art dramatique si celles-ci ne vous sont pas familières).
- Demander à la maîtresse ou au maître de cérémonie de piger le premier sujet d'improvisation. Rappeler à tous que le thème du jeu est *La vie sans électricité* (p. ex., improvisation mixte ayant pour titre *Qu'est-ce qu'on mange pour déjeuner?*, nombre de joueurs : illimité, durée : 2 minutes). **(AC)**
- Après 20 minutes de jeu, animer une mise en commun des résultats de l'exercice en amenant l'élève à réaliser l'impact des technologies de l'électricité et de l'électronique sur son quotidien.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Carrières et métiers

- Animer un jeu de devinette en utilisant une liste de choix de carrière en électricité ou en électronique. Lorsque l'élève a découvert la carrière, lui demander de dire ce qu'elle ou il connaît au sujet de ce métier. Compléter les informations, au besoin (p. ex., voir Tableau 2.5 et <http://www.electricite.ch/metiers.html>). **(ED) (PE)**

Tableau 2.5 Métiers en électricité ou en électronique

Métier	Description
Monteur ou monteuse de matériel électronique	Elle ou il exécute des travaux de montage d'appareils électroniques et effectue le câblage (circuits imprimés, conducteurs électriques) sur la base de modèles ou de plans détaillés. Il procède également à des travaux de contrôle, de mesure et d'équilibrage d'appareils, d'instruments ou de groupes électroniques.
Ingénieur ou ingénieure en électrotechnique	Elle ou il traite tous les problèmes concernant la production et l'utilisation de l'électricité au moyen du réglage et de la commande électronique des processus. Il est chargé de dimensionner les machines, de mettre en service les machines et installations électriques, et d'exploiter les systèmes de production.
Électronicien ou électronicienne	Elle ou il construit et fait fonctionner tous les circuits, appareils et installations que l'on trouve dans le domaine de l'électronique : ordinateurs, dispositifs de commandes ou de contrôles, centraux téléphoniques, instruments de mesure, appareils électroménagers, moteurs et machines divers équipés de microprocesseurs, équipements d'aéronautique, chronomètres.
Automaticien ou automaticienne	Elle ou il installe, monte, met en service, entretient et répare des robots industriels et des éléments d'installations automatisées. Ses activités s'exercent principalement dans le domaine de la mesure, de la commande et de la régulation électrique, électronique, hydraulique ou pneumatique.

Dessinateur ou dessinatrice	Elle ou il établit les projets et réalise les dessins nécessaires à la planification et à l'exécution d'installations électriques à courant fort et à courant faible. Et ce, dans différents domaines d'application : locaux d'habitation, usines, réseaux de distribution ou de télécommunications, postes de couplage et de transformation. Elle ou il prépare des plans que le monteur électricien ou la monteuse électricienne utilise pour exécuter l'installation électrique.
Électricien ou électricienne de réseaux	Elle ou il construit, exploite et entretient des installations et des réseaux destinés au transport et à la distribution d'énergie électrique : lignes aériennes, câbles souterrains, stations de couplage et de transformation, éclairage public.
Mécanicien ou mécanicienne	Elle ou il fabrique des pièces des machines électriques et des dispositifs électrotechniques et fabrique des moteurs, des transformateurs, des pupitres de commande, des tableaux de distribution. Elle ou il assure également le contrôle des installations, des appareils et des machines électriques, se charge de leur entretien, détecte les pannes et les répare.

- Demander à l'élève de trouver et de décrire cinq métiers ou carrières en électricité ou en électronique, à l'aide du logiciel de choix de carrières. **(AM)**
- Afficher sur le babillard de la classe les métiers trouvés par l'élève et leur définition.

Évolution et fonctionnement d'un dispositif électrique ou électronique

- Présenter la tâche d'évaluation sommative : produire un dépliant issu d'une recherche sur le fonctionnement et l'évolution d'un dispositif électrique ou électronique. **(ES)**
- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour évaluer le dépliant.
- Demander à l'équipe de choisir un appareil ou un dispositif électrique ou électronique (p. ex., calculatrice, perceuse électrique, cinéma maison, enseigne au néon, ventilateur, machine à sous, ordinateur portatif, téléphone cellulaire, système d'alarme, lecteur de DC, four à micro-ondes, télévision, voiture électrique, réfrigérateur, GPS, montre, radio).
- Expliquer les éléments de la tâche :
 - relater l'historique de l'appareil;
 - décrire son fonctionnement (p. ex., en consultant le logiciel *Comment ça marche 2*); **(T)**
 - évaluer l'utilisation quotidienne, la sécurité, le coût et la disponibilité de l'appareil;
 - établir le lien entre l'évolution de l'appareil et ses répercussions sur l'environnement;
 - analyser la création ou l'abolition d'emplois dues au développement de l'appareil;
 - présenter les résultats sous la forme d'un dépliant d'information créé à l'aide d'un logiciel de traitement de texte. **(T)**
- Préciser les modalités de la tâche (p. ex., échéances, utilisation du logiciel de traitement de texte, format du dépliant, qualité de la langue).
- Distribuer de la documentation et une liste de sites Internet pour aider l'élève à la préparation de son dépliant et allouer du temps pour faire de la recherche. **(T)**
- Accompagner l'élève dans sa démarche en vérifiant un journal de bord entretenu par l'élève (évolution du travail quotidien, obstacles rencontrés et leur solution précise, préparation de la période suivante) et les commentaires fournis à chaque étape du travail. **(EF)**
- Ramasser les dépliants pour les évaluer, les photocopier et en remettre une copie à chaque élève du groupe-classe. **(ES)**
- Demander à l'élève de nommer les difficultés qu'elle ou il a dû surmonter lors de cette activité et d'expliquer la façon dont elle ou il s'y est pris pour les résoudre. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée du dépliant issu d'une recherche concernant le fonctionnement et l'évolution d'un appareil ou d'un dispositif électrique ou électronique.
- Évaluer le dépliant en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance du fonctionnement et de l'historique de l'appareil;
 - Recherche
 - avoir des renseignements provenant des imprimés et des médias électroniques et les interpréter;
 - analyser le fonctionnement d'un appareil électrique.
 - Communication
 - utiliser la terminologie appropriée;
 - utiliser le dépliant comme une forme de communication.
 - Rapprochements
 - évaluer l'impact de l'évolution d'un appareil électrique ou électronique sur l'environnement;
 - analyser les répercussions, sur les emplois, liées au développement de l'appareil.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Animer une discussion sur les méthodes de production d'électricité les plus utilisées en Ontario.
- Faire ressortir les changements et l'évolution de l'électricité durant les dix dernières années.
- Sensibiliser l'élève à l'économie d'énergie en lui demandant de comparer les coûts associés à l'utilisation de divers appareils électriques.
- Inviter l'élève à effectuer une lecture sur les supraconducteurs et leur utilité (*Phénomènes électriques*, p. 45; *Éléments de physique*, p. 543).

Annexes

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

Annexe SPH4C 2.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Impact d'un dispositif électrique

Grille d'évaluation adaptée - Impact d'un dispositif électrique

Annexe SPH4C 2.5.1

<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>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une connaissance de l'historique et du fonctionnement de l'appareil.	L'élève démontre une connaissance limitée des faits.	L'élève démontre une connaissance partielle des faits.	L'élève démontre une connaissance générale des faits.	L'élève démontre une connaissance approfondie des faits.
Recherche				
L'élève : - a des renseignements provenant des imprimés et des médias électroniques et les interprète. - analyse le fonctionnement d'un appareil électrique.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie appropriée. - utilise le dépliant comme une forme de communication.	L'élève utilise la terminologie avec peu d'exactitude et une efficacité limitée et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie avec une certaine exactitude et efficacité et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie avec une grande exactitude et efficacité et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie avec une très grande exactitude et efficacité et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .

Rapprochements

L'élève :
- évalue l'impact de l'évolution d'un appareil électrique ou électronique sur l'environnement.
- analyse les répercussions, sur les emplois, liées au développement de l'appareil.

L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité **limitée** et évalue l'impact sur l'environnement avec une compétence **limitée**.

L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une **certaine** efficacité et évalue l'impact sur l'environnement avec une **certaine** compétence.

L'élève analyse les questions sociales et économiques simples avec une **grande** efficacité et évalue l'impact sur l'environnement avec une **grande** compétence.

L'élève analyse les questions sociales et économiques complexes avec une **très grande** efficacité et évalue l'impact sur l'environnement avec une **très grande** compétence.

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 3 (SPH4C)

Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les caractéristiques des fluides, les principes de Pascal et de Bernoulli ainsi que sur les systèmes hydrauliques et pneumatiques. L'élève résout des problèmes quantitatifs sur les systèmes hydrauliques et effectue des expériences sur les principes de Pascal et de Bernoulli. De plus, elle ou il examine des applications courantes de tous ces principes et systèmes.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Attentes : SPH4C-SH-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SH-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8
SPH4C-SH-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SPH4C-SH-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 3.1 : Caractéristiques des fluides et pression	300 minutes
Activité 3.2 : Écoulement et principe de Bernoulli	300 minutes
Activité 3.3 : Principe de Pascal et machines	225 minutes
Activité 3.4 : Recherche dirigée dans Internet	225 minutes
Activité 3.5 : Systèmes hydrauliques et pneumatiques	270 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement 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) au moment 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 en même temps 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. Elle ou il s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon sûre d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire.

(Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1.)

Ressources

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

Manuels pédagogiques

BOUCHARD, Régent, *La physique et vous, La statiques des fluides*, Montréal, Lidec, 1985, 172 p. *

REMY, François, et Léonard J. Smith, *L'énergie des fluides hydrauliques cahiers 1 et 2*, Montréal, Lidec, 1980, 153 p. *

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

HAGENE, Bernard, *La grande encyclopédie Fleurus Science*, Paris, Fleurus, 1999, 350 p. *
Omnisciences 8, Montréal, Éditions de la Chenelière *

RITTER, Bob, Nora L. ALEXANDER *et al.*, *Science et technologie 8*, Québec, Beauchemin, 2000, 429 p. *

Matériel

Tube de venturi (p. ex., Boréal 4623600)

Appareil pour vérification expérimentale du principe de Pascal (p. ex., Boréal 45517-00)

Médias électroniques

Sites Internet

- Archimèdes - nage des dauphins. (consulté le 4 octobre 2001)
<http://www.arte-tv.com/hebdo/archimed/plus/archimede000404.html>
- Aérodynamisme et principe de Bernoulli. (consulté le 20 août 2001)
<http://sfa.univ-poitiers.fr/commedia/meca99/profaile/synthese.html>
- Aventures en sciences et technologie - boomerang. (consulté le 5 septembre 2001)
<http://collections.ic.gc.ca/science/francais/phys/boomerang.html>
- Biographie, Blaise Pascal. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.astrosurf.com/a-astrophysique/01Pascal.html>
- Cybersciences. (consulté le 4 octobre 2001)
http://cybersciences.com/cyber/4.0/1999/02/decouv_9.htm
- Ford. (consulté le 4 octobre 2001)
<http://www.ford.ca/francais/LearnAbout/ConsumerEd/Environment/Commit.../DriveGreen.as>
- Frottement fluide. (consulté le 4 octobre 2001)
<http://www.odysee.net/louism/projectile/friction.html>
- La mécanique des fluides. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.acri.fr/French/Activites/Fluide/fluide.html>
- La mécanique des Fluides. (consulté le 20 août 2001)
<http://scio.free.fr/mecaflu/>
- Les forces aérodynamiques. (consulté le 4 octobre 2001)
<http://www.sxb.rte.fr/FFP-manuel/MV03.htm>
- Notions de physique. (consulté le 20 août 2001)
<http://diving.citeweb.net/physique.htm>
- Pression. (consulté le 20 août 2001)
http://www.sarc-bcb.org/ventil/v4_3p.htm
- Pour la science. (consulté le 4 octobre 2001)
<http://pouirlascience.com/numeros/pls-268/physique.htm>
- Principe d'Archimède. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.hydro-net.com/pages/Hydphy.html>
- Principe d'Archimède et plongée. (consulté le 20 août 2001)
<http://users.swing.be/nemo.diving/archimed.htm>
- Simulation du principe d'Archimède. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.bpchamp.com/part/jvoyenne/archimede.htm>
- Urgence. (consulté le 4 octobre 2001)
<http://www.urgence.com/sp/form/sec/synthese/sep/sep/sep/doc.html>;

Vidéocassettes

- Archimède*, Science Point Com, Eurêka 679416, 30 minutes.
C'est pas sorcier - Les robots, 690120, 30 minutes.
Sons et phénomènes vibratoires, Classroom Video, 20 minutes.

ACTIVITÉ 3.1 (SPH4C)

Caractéristiques des fluides et pression

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur les caractéristiques des fluides. L'élève effectue des expériences et résout des problèmes quantitatifs portant sur la masse volumique et la pression. Elle ou il mesure la pression en utilisant diverses méthodes, résout des problèmes quantitatifs sur la pression et effectue des conversions d'unités.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-SH-Ag.3 - 6 - 7 - 8 - 10

Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Attente : SPH4C-SH-A.1

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SH-Comp. 1 - 2

Notes de planification

- Se procurer une vidéo sur le tai-chi ou la danse (ballet, break dancing).
- Pour effectuer les expériences sur la masse volumique, se procurer une source de CO₂ (du vinaigre et du bicarbonate de sodium ou avoir accès à une bouteille de CO₂), de l'huile, des cubes de glace, de l'eau chaude et glacée, des bougies et des bouteilles, des bechers et des erlenmeyer.
- Se procurer un densimètre et divers liquides.
- Pour faire la démonstration de la mise en situation, se procurer une bouteille vide de deux litres et la percer à trois hauteurs différentes sur le même axe vertical.
- Se procurer une feuille de styromousse ou de liège, une planche mesurant environ 10 cm sur 30 cm et un bloc d'alphabet.
- Pour faire la mise en situation, se procurer un bâton en pin de 0,5 cm x 3 cm x 60 cm, une feuille de papier journal et cinq ballons gonflables.
- Se procurer sphygmomanomètre.
- Préparer l'équipement pour faire la démonstration sur l'interface avec un capteur de pression.
- Préparer un carton à afficher aux murs de la classe montrant la conversion des différentes unités de pression (p. ex., 760 mm Hg = 1 atm = 101.3 kPa).
- Se procurer un manomètre ou le matériel nécessaire pour en fabriquer un (voir *Hirsch*, p. 192, fig. 8.10).
- Préparer des exercices de calcul touchant la pression exercée par des colonnes de divers liquides de hauteurs différentes.
- Se procurer une cannette de boisson gazeuse vide et propre, et une plaque chauffante; se procurer une grosse cannette de jus et un bac.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de définir les concepts de *fluidité* et de *fluide*. Noter les définitions provisoires au tableau (p. ex., gaz, liquide, tendance d'un gaz ou d'un liquide à changer de forme à l'application d'une force; qualité d'un corps qui s'écoule facilement). **(ED)**
- Présenter un film de tai-chi ou de break dancing et faire participer l'élève pour lui faire ressentir le concept de fluidité. **(AM)**
- Mettre un bâton de bois de 0,5 cm x 3 cm x 60 cm sur une table en le laissant dépasser de 15 cm. Frapper fermement le morceau de bois pour qu'il s'envole dans les airs. (S'assurer que le bâton ne peut frapper personne.) Recommencer en couvrant le bâton d'une page de journal dépliée de sorte qu'elle soit bien à plat sur la table et sur le bâton. Peser sur le bout découvert du bâton en augmentant la force lentement jusqu'à ce que le papier soit soulevé. Recouvrir le bâton de la feuille de papier, mais, cette-fois ci, frapper le bâton fermement (le bâton va se briser au bout de la table parce que la pression atmosphérique exercée sur le journal maintient l'autre extrémité du bâton en place).
- Mettre environ 20 ml d'eau dans une cannette de boisson gazeuse et la placer sur une plaque chauffante jusqu'à ce que l'eau bouille et remplisse la cannette de vapeur d'eau. Prenant la cannette avec des pinces à becher, la renverser rapidement dans un bac d'eau froide.
- Placer une bouteille percée à différentes hauteurs dans une grande cuve et la remplir d'eau. Demander à l'élève d'expliquer ses observations (le liquide s'échappe en jets plus puissants si le trou est bas, c'est-à-dire que la colonne d'eau qui le surmonte est plus haute. À l'intérieur d'une colonne d'eau de forme quelconque, la pression ne dépend que de la hauteur du liquide).
- Ne pas expliquer ces phénomènes à l'élève; lui annoncer plutôt qu'elle ou il examinera leur cause au cours de cette activité et qu'elle ou il pourra les expliquer de manière scientifique.
- Demander à l'élève de nommer des fluides et de donner les caractéristiques qui lui permettent de classer ces matières comme étant des fluides.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Fluide

- Définir *fluide* (p. ex., corps dont les molécules ont peu d'adhésion et peuvent glisser librement les uns sur les autres (liquides) ou se déplacer indépendamment les uns des autres (gaz), de façon qu'il prenne la forme du vase qui le contient; les liquides sont des fluides incompressibles et les gaz sont des fluides compressibles. En pratique, les fluides sont les liquides, gaz, poudres et pâtes; les lois régissant leur équilibre et leur déplacement (écoulement) constituent la mécanique des fluides; faciles à déplacer, à vaporiser et à condenser, les fluides sont d'un emploi général dans les machines thermodynamiques. (définition tirée de <http://granddictionnaire.com>)).

Masse volumique

- Présenter le concept de masse volumique :
 - mettre des cubes (ou objets) de volumes égaux, mais de masse différentes sur une balance à double fléaux et demander à l'élève d'expliquer le déséquilibre;
 - mettre un cube de glace dans l'eau et un autre cube de glace dans l'huile. Demander à l'élève de noter ses observations (la glace flotte sur l'eau, mais elle coule dans l'huile);
 - remplir un erlenmeyer de gaz carbonique (on peut remplir le flacon de CO₂ en y faisant brûler une bougie jusqu'à ce qu'elle s'éteigne - le CO₂ remplira le flacon

jusqu'à la hauteur de la bougie) ou verser du vinaigre dans une bouteille jusqu'à ce qu'il couvre le quart de la bouteille et y ajouter du bicarbonate de sodium (la réaction entre le vinaigre et le bicarbonate de sodium produit du gaz carbonique). Placer une bougie dans un becher et l'allumer. Tenir l'erenmeyer incliné au-dessus de la bougie; le CO₂ coulera au fond du becher et éteindra la bougie, car la masse volumique du gaz carbonique est plus grande que celle de l'air et il déplace l'air situé au-dessus de la flamme, la privant d'oxygène.

- Définir *masse volumique* comme étant la masse par unité de volume d'une substance et montrer sa formule ($\rho = m/V$) en précisant les symboles et les unités.
- Utiliser la formule pour résoudre des exemples de problèmes écrits portant sur la masse volumique et assigner des problèmes à l'élève (p. ex., *Éléments de physique*, p. 239; *La physique et le monde moderne*, p. 187; *La physique et vous, Statique des fluides*, p. 36).
- Corriger au tableau. **(EF)**

Viscosité

- Présenter trois différents liquides (eau, huile d'automobile et mélasse) et verser une petite quantité de chacune. Demander à l'élève ce qu'elle ou il a observé et de proposer une définition de *viscosité*. Donner la bonne définition.

Compressibilité

- Remettre à l'élève une seringue fermée remplie d'air et une deuxième remplie d'eau, lui demander de peser sur les deux pistons avec la même force et de noter l'effet de la force sur le volume. Animer une mise en commun des résultats de l'exercice (la seringue remplie d'air est facile à comprimer, tandis que celle remplie d'eau conserve le même volume).
- Définir *compressibilité* et demander à l'élève les fluides qui sont compressibles. **(ED)**
- Animer un remue-ménages pour faire ressortir des exemples de gaz comprimé (p. ex., butane dans les briquets, extincteur à base de gaz comprimé, bouteille d'air pour faire de la plongée sous-marine, air dans les pneus pour amortir les cahots de la route, gaz dans une bouteille de champagne). **(ED)**

Introduction à la pression

- Montrer la notion de pression à l'aide de ballons gonflables : gonfler cinq ballons et en faire éclater un avec une aiguille, un autre avec le talon du pied et renverser une table sur les trois autres ballons (la surface d'application est plus grande, ce qui amène une force plus faible; ainsi les ballons n'éclatent pas).
- Placer une planche de styromousse ou de liège sur le plancher et mettre un petit bloc d'alphabet par-dessus.
 - Demander à un ou à une élève de petite masse de mettre tout son poids sur le bloc d'alphabet avec son talon. Faire noter la profondeur de l'impression laissée par le bloc.
 - Demander à un ou à une élève de plus grosse masse de mettre tout son poids sur la planche de styromousse.
 - Faire comparer la profondeur des impressions à l'élève.
- Définir *pression* : force exercée perpendiculairement à une surface par un fluide ou un corps, préciser son unité; définir *pascal* : force de 1 N exercée sur une surface de 1 m²; mentionner à l'élève que le kilopascal est couramment utilisé et correspond à 1 000 Pa.
- Afficher un tableau de valeurs typiques de pression tel que le tableau 3.2a.

Tableau 3.2a : Valeurs typiques de pression

Location	Pression [kPa]
Centre du Soleil	2×10^{13}
Centre de la Terre	4×10^8
Plancher océanique profond	$1,1 \times 10^5$
Pneu de voiture	200
Pression atmosphérique normale	100
Pression sanguine	16
Son fort	0.03
Enceinte sous vide	1×10^{-15}
Feuille de papier	
Talon haut	

- Présenter la formule de pression ($P = F/A$) où P est la pression (en pascals), F est la force (en newtons) et A est la surface (en m^2).
- Demander à chaque élève de préparer un tableau à quatre colonnes pour y noter les valeurs de la masse, de l'aire et de la pression. Demander à l'élève :
 - de mesurer la masse et l'aire d'une feuille de papier journal;
 - de calculer la pression exercée par cette feuille sur la table;
 - de plier la feuille en deux et de recalculer la pression;
 - de plier de nouveau la feuille en deux et de recalculer la pression;
 - de reprendre l'exercice à deux autres reprises.
- Demander à l'élève d'émettre une hypothèse sur la valeur de la pression qu'elle ou il exerce sur le plancher lorsqu'elle ou il se tient debout sur un seul pied et lui demander de la vérifier à l'aide de la formule de la pression en suivant les étapes suivantes :
 - mesurer son poids en newtons;
 - tracer le contour de son pied et dessiner un rectangle couvrant environ la même surface; calculer l'aire de la surface du rectangle en m^2 ;
 - calculer la pression qu'elle ou il exerce sur le plancher à l'aide de la formule $P = F/A$;
 - demander à l'élève d'estimer la pression exercée par une personne qui se tient debout sur un talon coquille d'acier, sur un ski et sur une raquette à neige.
- Utiliser la formule pour résoudre des exemples de problèmes écrits spécifiques à la pression (p. ex., *Éléments de physique*, p. 244; *La physique et le monde moderne*, p. 187; *La physique et vous, Statique des fluides*, p. 41).
- Assigner des problèmes écrits portant sur la pression, les corriger et commenter (p. ex., *Éléments de physique*, p. 245; *La physique et le monde moderne*, p. 188-189; *La physique et vous, Statique des fluides*, p. 43-44). (EF)

Mesures de pression

- Présenter un manomètre et demander à l'élève d'expliquer la différence de hauteur des colonnes lorsqu'on souffle dans un des tubes.

- Demander à l'élève de calculer le poids de diverses colonnes d'un même fluide étant donné sa masse volumique, sa hauteur et le diamètre de la colonne et de calculer, en partant de ces données, la pression exercée par la colonne, et d'observer que la pression dépend de la hauteur de la colonne (poids = mg et $m = \rho V$, alors poids = ρgV ; pour une colonne dont l'aire de la base est $A = l \times L$ et la hauteur est h , le volume est $l \times L \times h$, de cela, la pression est donnée par $P = F \div A = \rho gh$).
- Demander à l'élève de calculer le poids de diverses colonnes de différents fluides étant donné leur masse volumique, leur hauteur et le diamètre de la colonne, de calculer, en partant de ces données, la pression exercée par chaque colonne et de constater que la même pression peut être exercée par différents fluides et que la pression dépend de la masse volumique.
- Présenter la formule de pression exercée par une colonne de fluide ($P = \rho gh$) et demander à l'élève de calculer la hauteur d'eau, de mercure et d'air qui donneraient une pression équivalente à la pression atmosphérique. Demander à l'élève de faire des exercices assignés (p. ex., Quelle est la profondeur de l'océan qui donne la pression au tableau 3.2a?).
- Définir *pression absolue*, *pression relative* et *pression atmosphérique*, et expliquer leur relation : pression absolue = pression atmosphérique + pression relative.

Tableau 3.2b : Définitions des types de pressions

Type de pression	Définition
Absolue	Somme de la pression effective et de la pression atmosphérique
Atmosphérique	Pression de l'air ambiant
Relative	Différence de pression entre la pression absolue et la pression atmosphérique

- Expliquer le rôle et le fonctionnement d'un baromètre et présenter un baromètre à mercure, si disponible.
- Montrer à l'élève comment convertir des unités de pression en millimètres de mercure (mm Hg), en atmosphère (atm) ou en pascal (Pa) (p. ex., 760 mm Hg = 1 atm = 101.3 kPa).
- Inviter l'élève à faire prendre sa pression artérielle.
- Demander à l'élève d'expliquer, en termes scientifiques, ses observations de la mise en situation à l'aide des connaissances acquises dans cette section. (O)

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 3.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à lire un texte décrivant la prise de pression artérielle, une technique qui repose sur l'écoulement laminaire et turbulent (p. ex., <http://www.urgence.com/sp/form/sec/synthesepa/doc.html>).
- Retracer l'évolution des instruments pour mesurer la pression et inviter l'élève à construire un instrument pour mesurer la pression.
- Demander à l'élève de mesurer la hauteur maximale à laquelle elle ou il peut aspirer de l'eau avec une paille ou un tube.

- Présenter la pression artérielle (diastolique lorsque le coeur est au repos et systolique lorsque le coeur se contracte) en discutant des problèmes de l'artériosclérose et en présentant les valeurs normales de pression d'une personne en santé : 120 mm de Hg/80 mm de Hg (16 kPa/11 kPa) (p. ex., *La physique et le monde moderne*, p. 193).
- Expliquer les problèmes d'infiltration d'air dans les systèmes de freins d'automobile.
- Expliquer le lien entre la théorie atomique et la masse volumique.
- Montrer à l'élève un densimètre ou aéromètre et montrer son utilité en mesurant la masse volumique de certaines substances. Mentionner à l'élève qu'on utilise des densimètres dans une variété de domaines : densimètre de sirop ou de sève d'érable; densimètre de solution saline utilisé par les fabricants de condiments; densimètre de sols pour mesurer la densité des suspensions; lacto-densimètre de Quévenne recommandé par le département d'agriculture des États-Unis; densimètre pour produits pétroliers; densimètre pour urine.
- Demander à l'élève de mesurer la masse volumique de certains fluides à l'aide d'un densimètre.

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.2 (SPH4C)

Écoulement et principe de Bernoulli

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur l'écoulement des fluides. L'élève construit un viscosimètre à bille pour comparer la viscosité d'une variété d'huiles et observe divers types d'écoulement. Elle ou il analyse des applications de la traînée, résout des problèmes quantitatifs à l'aide de la formule de Bernoulli et présente un travail d'équipe portant sur les applications de ce principe.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 10

Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Attentes : SPH4C-SH-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SH-Comp.3 - 7
SPH4C-SH-Acq.1
SPH4C-SH-Rap.3

Notes de planification

- Se procurer le matériel pour monter les quatre postes de travail de la mise en situation.
- Préparer le questionnaire de l'évaluation diagnostique et faire des photocopies pour remettre à l'élève.
- Se procurer un projecteur multimédia et installer, sur l'ordinateur de la classe, un logiciel comportant une simulation du principe de Bernoulli (p. ex., *Le flux de l'écoulement, La physique par l'expérience*).
- Se procurer différents textes portant sur les applications du principe de Bernoulli (p. ex., *Science express*, p. 32-33; *Phénomènes mécaniques*, p. 207-211; *Phénomènes mécaniques*, p. 155-160).
- Se procurer des huiles autos neuves (5W30, 10W30, 10W40, synthétique).
- Se procurer plusieurs articles traitant de la traînée dans une variété de situations (voir **Objets en mouvement dans un fluide** du **Déroulement de l'activité** pour références).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Préparer quatre postes de travail dans la classe pour permettre à l'élève de vivre les expériences suivantes :
 - poste 1 : souffler entre deux balles de styromousse, près l'une de l'autre, accrochées à un fil de nylon (elles se rapprochent et émettent un son clair lorsqu'elles se frappent).
 - poste 2 : souffler, dans une paille, à côté de la flamme d'une bougie (la flamme bouge en direction de la paille).
 - poste 3 : souffler, en un seul souffle, sous une languette de papier placée au-dessus de deux livres écartés (la languette ne bouge pas si on souffle en-dessous).
 - poste 4 : en utilisant d'abord une paille et, ensuite le tube d'un stylo, souffler fort au-dessus d'un tube de verre placé dans un becher, contenant de l'eau, jusqu'à ce que l'eau monte dans le tube.
- Lorsque l'élève entre en classe, lui demander de suivre les consignes énoncées à chacun des postes de travail.
- Remettre un questionnaire à l'élève pour vérifier ses connaissances du principe de Bernoulli. **(ED)**
 - Pourquoi les deux balles de styromousse se rapprochent-elles lorsqu'on souffle entre les deux?
 - Pourquoi la flamme bouge-t-elle en direction de la paille?
 - Pourquoi la feuille entre les livres ne s'envole-t-elle pas lorsqu'on souffle sous elle?
 - Pourquoi les ailes d'un avion ont-elles une forme non symétrique?
 - Qu'est-ce qui fait avancer les bateaux à voile?
 - Comment la pression affecte-t-elle la vitesse d'écoulement?
 - Pourquoi la fumée provenant d'une cheminée monte-t-elle mieux lorsqu'il vente?
 - Comment peut-on faire courber une balle de volley-ball, de baseball ou de tennis?
 - Qu'est-ce que tous les phénomènes ci-dessus ont en commun?

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Principe de Bernoulli

- Énoncer le principe de Bernoulli sous la forme suivante : Lorsque la vitesse d'un fluide est faible, la pression est élevée et lorsque la vitesse est élevée, la pression est faible (*La physique et ses applications*, p. 160).
- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia, une simulation sur un logiciel du principe de Bernoulli (p. ex., *Le flux de l'écoulement*, *La physique par l'expérience*).
- Inviter l'élève à lire un article portant sur les effets produits sur une balle de baseball (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 207-211) ou portant sur la technologie de la course automobile (p. ex., *Phénomènes mécaniques*, p. 155-160).
- Faire la démonstration du tube de Venturi (p. ex., Boréal 4623600).
- Placer l'élève en équipe de deux et assigner à chaque équipe une application du principe de Bernoulli (p. ex., boule de commande, pistolet à peinture, ailes d'un avion, vaporisateurs à parfum, cheminée, saut de ski, voile).
- Demander à l'élève de faire un schéma de l'application et de montrer la façon dont le principe de Bernoulli s'y applique. **(EF)**

- Suggérer aux équipes de comparer leurs notes pour vérifier leur compréhension des applications faites par les autres équipes et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Fluides en mouvement

- Donner des exemples d'écoulement de fluides (rivière, tuyau d'alimentation d'eau, tuyau de fluides dans l'auto) ou demander d'en trouver.
- Faire le lien entre *différence de pression* et *écoulement*, et définir les différents types d'écoulement.

Tableau 3.1 : Définitions et types d'écoulement

Écoulement	Mouvement d'un fluide créé par des différences de pression ou de niveau.
Écoulement laminaire	Écoulement dans lequel les filets de fluide glissent les uns sur les autres en restant parallèles; la vitesse réelle du fluide est suffisamment faible pour que le phénomène de turbulence soit négligeable.
Écoulement turbulent	Écoulement dans lequel les forces de viscosité insuffisantes ne réussissent pas à empêcher les inévitables perturbations engendrées par une multitude de petits tourbillons qui se superposent à l'écoulement global.

Objets en mouvement dans un fluide

- Donner des exemples d'objets se déplaçant dans un fluide (auto, avion, bateau) ou demander d'en trouver.
- Présenter les facteurs qui influent sur l'aérodynamisme comme la section transversale, la densité de l'air et la forme (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 158).
- Définir *traînée* : force qui s'oppose au mouvement d'un corps dans un fluide.
- Demander à l'élève de se mettre en équipe de deux et de choisir un texte portant sur la diminution de la traînée dans une situation qui l'intéresse :
 - nage des dauphins : <http://www.arte-tv.com/archimed/plus/archimede000404.html>;
 - véhicules propres : <http://www.ford.ca/francais/LearnAbout/ConsumerEd/Environnement/Commit.../DriveGreen.as>;
 - arbres et vent : <http://pouirlascience.com/numeros/pls-268/physique.htm>;
 - vol parfait : http://cybersciences.com/cyber/4.0/1999/02/decouv_9.htm;
 - traînée : <http://www.sxb.rte.fr/FFP-manuel/MV03.htm>.
- Lui demander de résumer le texte choisi en un paragraphe, de faire corriger son texte et de l'écrire au tableau pour permettre aux autres élèves de le prendre en note. **(EF)**

Viscosité

- Définir *viscosité* : résistance à l'écoulement sans turbulence d'un liquide dont les molécules adhèrent entre elles; la viscosité est en fait la grandeur inverse de la fluidité (voir <http://granddictionnaire.com> pour d'autres définitions).
- Inviter l'élève à proposer une méthode pour mesurer la viscosité et définir *viscosimètre* (on mesure la viscosité en déterminant la vitesse d'écoulement d'une quantité d'huile donnée à travers un orifice donné, à une température donnée).
- Demander à l'élève de se mettre en équipe de deux, de construire un viscosimètre à bille et de l'utiliser pour comparer la viscosité :
 - de différents types d'huiles autos (p. ex., 5W30, 10W30, 10W40, synthétique) et de déterminer ensuite l'utilisation particulière de chaque type d'huile;

- d'huile à la température de la pièce, dans un bain-marie de glace ou refroidie au réfrigérateur et dans un bain-marie d'eau bouillante et de déduire ensuite l'effet des changements de température sur la viscosité.
- Donner des consignes à l'élève pour disposer de l'huile de manière appropriée.

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 3.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à construire un cerf-volant ou un boomerang (p. ex., site <http://collections.ic.gc.ca/science/francais/phys/boomerang.html>).
- Faire un lien entre le principe de Bernoulli et l'écoulement sanguin dans les capillaires.
(AM)
- Suggérer à l'élève de créer un instrument à vent à l'aide du principe de Bernoulli (p. ex., un tube Pitot sur un avion).
- Assigner un travail de recherche portant sur le nombre Reynolds et l'utilisation des souffleries géantes.
- Présenter la formule du principe de Bernoulli, aussi connue sous le nom d'équation de continuité ($A_1v_1 = A_2v_2$), en précisant les symboles et les unités.

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.3 (SPH4C)

Principe de Pascal et machines

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur le principe de Pascal. L'élève vérifie expérimentalement le principe de Pascal et examine ses applications dans des dispositifs tels que les vérins hydrauliques et les pompes.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Attentes : SPH4C-SH-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SH-Comp.4 - 5 - 7
SPH4C-SH-Acq.3
SPH4C-SH-Rap.3

Notes de planification

- Se procurer des longueurs de tubes de verre et de tubes en caoutchouc compatible par connexion, des tubes à entonnoir et des ballons en caoutchouc pour fabriquer des manomètres (voir *Hirsch*, p. 194).
- Se procurer des appareils pour faire la vérification expérimentale du principe de Pascal (p. ex., Boréal 45517-00) et préparer le protocole expérimental à remettre à l'élève.
- Se procurer du matériel pour montrer des applications du principe de Pascal : vérin hydraulique; punaise; vieilles pièces de systèmes de freins.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer différents appareils utilisant le principe de Pascal comme le vérin hydraulique, les freins, la punaise (p. ex., pompe, amortisseur de voiture, presse hydraulique, pompe à bélier hydraulique, manoeuvre de Heimlich).
- Demander à l'élève de se mettre en équipe et de tenter d'expliquer leur fonctionnement.
(ED)

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Principe de Pascal

- Présenter un appareil de démonstration du principe de Pascal (p. ex., Boréal 4551700)
- Demander à l'élève de concevoir un protocole d'expérience pour vérifier la façon dont la pression dans un liquide varie à différentes profondeurs et la façon dont elle demeure constante à une profondeur donnée, indépendamment de l'orientation de l'ouverture du manomètre (p. ex., Hirsch, p. 194).
- Demander à l'élève d'effectuer une mesure qualitative de la pression en utilisant une sonde connectée à une seringue (p. ex., *Physique expérimentale informatisée*, C07F1-4).
- Préciser le principe de Pascal : pression exercée sur un liquide confiné qui se transmet également en tous points de ce liquide et sur les parois du contenant (*La physique et ses applications*, p. 146).
- Présenter la formule du principe de Pascal en précisant les symboles et les unités.
- Utiliser la formule pour résoudre, au tableau, des exemples de problèmes écrits et donner des problèmes écrits portant sur le principe de Pascal (p. ex., *La physique et ses applications* p. 147; *Éléments de physique*, p. 251; *La physique et le monde moderne*, p. 196; *La physique et vous, Statique des fluides*, p. 43-45).
- Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de se remémorer le concept d'avantage mécanique vu à l'activité 1.4 : rapport de la force de la charge sur la force de l'effort.
- Utiliser la formule pour résoudre, au tableau, des exemples de problèmes écrits touchant l'avantage mécanique et donner des exercices à l'élève (*La physique et vous, Statique des fluides*, p. 41 et 42).

Expérience sur le principe de Pascal

- Remettre à l'élève le protocole d'une expérience ayant pour but de vérifier quantitativement le principe de Pascal, lui demander de l'effectuer et de remettre un rapport d'expérience comprenant les sections suivantes : but, hypothèse, matériel, méthode, tableau des résultats et conclusion (p. ex., Boréal 45517-00). **(EF)**
 - Relier deux seringues de sections transversales différentes à l'aide d'un tube.
 - Déterminer la section transversale de chaque seringue.
 - Verser de l'eau dans le système jusqu'à ce que la grosse seringue soit vide et la petite soit remplie. Placer un poids de 2,0 N sur le poussoir de la grosse seringue. Ajoutez des poids sur la petite seringue jusqu'à ce qu'elle déplace le poussoir.
 - Mesurer le déplacement (D) correspondant de chaque seringue.
 - Calculer le travail total en partant de la formule $W = F\Delta d$.
 - Répéter l'expérience en utilisant des poids différents sur la grosse seringue.
 - Écrire les données dans un tableau tel que le Tableau 3.3a.

Tableau 3.3a : Vérification du principe de Pascal

Essai	F_1 [N]	d_1 [m]	W_1 [J]	F_2 [N]	d_2 [m]	W_2 [J]	A_1 [m]	A_2 [m]	$\frac{F_2}{F_1}$	$F_1 \times A_2$	$F_2 \times A_1$

- Répondre aux questions d'analyse suivantes :

- Calcule le rapport des aires des seringues $\frac{A_1}{A_2}$ et le déplacement des pressoirs d_2/d_1 .
- Quels sont les avantages mécaniques réel et théorique de cette presse hydraulique?
- Comment peux-tu expliquer la différence?
- Compare les produits $F_1 \times A_2$ et $F_2 \times A_1$. Quelle conclusion peux-tu tirer?
- Quel est le pourcentage de différence entre les valeurs des deux produits calculés précédemment?
- Comment peux-tu expliquer la différence?
- Montrer différents appareils utilisant le principe de Pascal comme le vérin hydraulique, les freins, la punaise et inviter l'élève à nommer d'autres applications en déterminant leur utilité spécifique (p. ex., pompe, amortisseur de voiture, presse hydraulique, pompe à béliet hydraulique, manoeuvre de Heimlich).
- Afficher une affiche aux murs de la classe montrant la conversion des différentes unités de pression ($760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa}$), la formule $p = \frac{F}{A}$, $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ et l'avantage mécanique = F_c/F_e , dire à l'élève de l'examiner, de s'assurer qu'elle ou il peut utiliser chaque formule aisément et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 3.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter la biographie de Pascal (p. ex., *La physique et vous, Statique des fluides*, p. 112-113, <http://www.astrosurf.com/a-astrophysique/01Pascal.html>).
- Inviter l'élève à rechercher l'utilisation de pression élevée pour produire des diamants artificiels.
- Vérifier les principes de Pascal et des bras de levier à l'aide d'un vérin hydraulique.
- Organiser une visite à l'atelier de mécanique automobile pour se faire expliquer le mécanisme des vérins hydrauliques ou des systèmes hydrauliques des voitures. **(PE)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.4 (SPH4C)

Recherche dirigée dans Internet

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur une révision des concepts de l'unité à l'aide d'une recherche dirigée. L'élève utilise Internet pour approfondir sa connaissance des principes de Bernoulli et de Pascal et du concept de la traînée. Elle ou il examine des machines hydrauliques et pneumatiques qui pourront servir de modèles pour faire la prochaine activité et énumère des emplois utilisant ces machines.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Attentes : SPH4C-SH-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SH-Comp.4
SPH4C-SH-Acq.2
SPH4C-SH-Rap.3

Notes de planification

- Réserver la salle d'ordinateurs.
- Préparer et photocopier une feuille de consignes et de questions pour effectuer la recherche dirigée de l'élève dans Internet.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève à quoi sert Internet dans le contexte scolaire. **(ED)**
- Animer un remue-méninges sur les méthodes utilisées pour effectuer une recherche dans Internet.
- Demander à l'élève d'élaborer une liste de mots clefs qu'elle ou il a étudiés durant cette unité, en s'assurant d'inclure les mots suivants : *viscosité, Pascal, Bernoulli (Daniel), pression, écoulement, écoulement laminaire, écoulement turbulent, aérodynamique, hydrodynamique, traînée, vérin hydraulique, robotique.* **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Recherche dirigée

- Présenter les éléments de la tâche : répondre aux questions données portant sur les systèmes hydrauliques et pneumatiques à l'aide d'une recherche dirigée dans Internet. (T)
- Mentionner à l'élève d'utiliser un traitement de texte pour répondre aux questions et d'écrire un court paragraphe décrivant chaque site consulté.
- Demander à l'élève de suivre les consignes données et de visiter la liste de sites suggérés.
- Remettre à l'élève les questions associées à chaque site pour faire sa recherche dirigée.

Site 1 : <http://sfa.univ-poitiers.fr/commedia/meca99/profaile/synthese.html>

Questions :

- Lisez les sections concernant la portance et la traînée. Où se trouve le flux laminaire sur une aile? Et le flux turbulent?
- Qu'est-ce que la traînée? Comment la réduit-on?
- Comment le principe de Bernoulli explique-t-il que la pression au-dessus de l'aile est plus petite que la pression en dessous? Comment cela explique-t-il le vol d'un avion?
- Cliquez sur le mot *aile* et lisez jusqu'au mot *aérodynamique* (schéma) et *aérodynamique* (simulation). Cliquez pour accéder au lien et aux diagrammes. Comment la traînée est-elle mise en évidence dans ces diagrammes?

Site 2 : <http://scio.free.fr/mecaflu/>

Questions :

- Cliquez sur la loi de Bernoulli. Avez-vous bien répondu?
- Cliquez sur *Donner de l'effet à une balle*. Expliquez la façon dont on peut lancer une courbe. Dans combien de sports cet effet est-il utilisé?

Site 3 : http://wwwp.ac-orleans-tours.fr/techno/levage/vv_201.html

Question :

- Pourquoi le vérin est-il une application de la loi de Pascal?

Site 4 : http://collections.ic.gc.ca/waterway/ov_fr_i/peterfr.htm

Question :

- Sur quel canal se trouve l'écluse de Peterborough et dans quelle province?
- Quelle est la pression qui permet au sas élevé de descendre? Quel est l'avantage de cette machine?
- Dans un garage d'entretien d'automobile, on doit souvent soulever les automobiles. Quelle sorte de machine est utilisée?

Sites 5 <http://www.webnet.qc.ca/~petedan/apprend/apprend.htm>

<http://www.cacir.com/4.html>

<http://www.island.net/~ldillon/index.html>

Question :

- Quelle est la différence entre une pompe et un compresseur? Nommez trois systèmes qui utilisent des compresseurs.

Site 6 : <http://dmig.uqar.quebec.ca/dmig/walking.htm>

Question :

- À quoi servait la composante pneumatique du robot des élèves de Rimouski? Que faisaient les vérins? Comment étaient-ils contrôlés?

Site 7 : <http://www.lamaisondelentreprise.com/html/fiches-metiers/bureauetudes.html#hydrau>
http://www.fibro.de/auto/page_f.html
http://pages.infinet.net/profmec/command_ind.htm

Question :

- Trouvez au moins cinq domaines qui utilisent des connaissances d'hydraulique et de pneumatique. **(PE)**
- Demander à l'élève d'expliquer, en un paragraphe, ce qui a changé dans sa conception des systèmes pneumatiques et hydrauliques depuis le début de l'unité. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter et expliquer la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve sur les caractéristiques des fluides et les principes de Pascal et de Bernoulli.
- Évaluer les connaissances de l'élève, à l'aide d'une épreuve, en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration SPH4C 3.1, 3.2., 3.3 et 3.4.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des caractéristiques des fluides telles que compressibilité, fluidité, viscosité et masse volumique;
 - démontrer une compréhension de la pression;
 - démontrer une compréhension des principes de Pascal et de Bernoulli.
 - Recherche
 - résoudre des problèmes sur les principes de Pascal et de Bernoulli.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les unités SI spécifiques au domaine des fluides.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les principes de Pascal et de Bernoulli et la technologie dans la vie courante.
 - évaluer l'importance de la mécanique des fluides sur l'industrie, le transport et la vie courante.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de trouver d'autres sites Internet pertinents aux systèmes hydrauliques et pneumatiques, et de trouver d'autres questions à poser et à répondre. **(T)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.5 (SPH4C)

Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Description

Durée : 270
minutes

Cette activité porte sur l'étude des composantes des systèmes hydrauliques et pneumatiques. L'élève analyse les symboles, applications et circuits des systèmes hydrauliques et pneumatiques, et effectue des calculs sur ces systèmes. De plus, elle ou il conçoit, dessine et construit son propre système hydraulique ou pneumatique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 10

Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques

Attentes : SPH4C-SH-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-SH-Comp.1 - 6 - 7 - 8
SPH4C-SH-Acq.4 - 5 - 6
SPH4C-SH-Rap.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Préparer, sur une feuille, un résumé des symboles des systèmes hydrauliques et pneumatiques et en faire des photocopies (p. ex., *L'énergie des fluides* - cahier 1).
- Préparer des cartes représentant les diverses composantes des systèmes (p. ex., cylindre, valve, connecteur, pompe, soupape, filtre).
- Se procurer le matériel pour faire les démonstrations : *Supersoaker* (pistolet à eau), différentes composantes des systèmes hydrauliques et pneumatiques, selon la disponibilité.
- Se procurer une vidéo sur la machinerie lourde ou inviter un conférencier ou une conférencière du ministère de la Formation et des Collèges et Universités de l'Ontario (consulter les pages bleues de votre municipalité) par rapport à la machinerie lourde.
- Se procurer différents ensembles de démonstration : pompe avec piston (p. ex., Northwest - Force Pump 244381), ensemble de démonstration des systèmes hydrauliques et pneumatiques (p. ex., Northwest - Hydraulic Pump Kit 244382).
- Se procurer une vidéo sur les robots hydrauliques (p. ex., *Les robots* de la série «C'est pas sorcier» de tfo).
- Réserver la salle d'ordinateurs pour utiliser un logiciel comme *PowerPoint* ou *Corel Presentation*.
- Visiter le site de LEGO (<http://www.lego.com/flash/default.asp>) pour se familiariser avec la variété de composantes disponibles et en commander, si possible.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Apporter un pistolet à eau pour montrer les systèmes hydrauliques et pneumatiques (p. ex., *Supersoaker*).
- Faire un remue-méninges sur les systèmes hydrauliques et pneumatiques de la vie courante à l'aide de différentes applications telles que toilettes, système de freins, montagnes russes, coeur humain et vérin hydraulique.
- Demander à l'élève de distinguer les systèmes hydrauliques des systèmes pneumatiques. **(ED)**
- Distinguer les systèmes pneumatiques des systèmes hydrauliques en donnant des exemples, tels les systèmes de freins des camions (air) et les systèmes de freins des voitures (huile).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Introduction aux systèmes

- Définir *système hydraulique* : système comportant des circuits qui renferment des liquides sous pression en mouvement; et *système pneumatique* : système renfermant un gaz comprimé comme l'air ou le dioxyde de carbone.
- Montrer la différence entre une pompe hydraulique et une pompe pneumatique à l'aide d'un ensemble commercial (p. ex., Northwest - Hydraulic Pump Kit 244382; Force Pump 244381).
- Présenter une liste d'une quinzaine de systèmes hydrauliques et pneumatiques, et demander à l'élève de les classer.
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(EF)**
- Présenter les composantes des systèmes hydrauliques et pneumatiques par l'entremise d'un jeu de cartes représentant les composantes des systèmes pneumatique et hydraulique.
 - se procurer diverses composantes des systèmes (p. ex., cylindre, valve, connecteur, pompe, soupape, filtre);
 - donner la définition ou le rôle du dispositif à un ou à une élève pour qu'elle ou il l'écrive en ses mots;
 - demander à deux autres élèves de deviner la définition ou le rôle du dispositif et de l'écrire;
 - lire les trois définitions;
 - demander aux autres élèves d'essayer de deviner la bonne réponse;
 - recommencer pour toutes les différentes composantes;
 - avoir un système de pointage, au besoin.
- Revoir les définitions et les fonctions des termes en les écrivant au tableau (*L'énergie des fluides - hydrauliques - cahier 1*).
- Présenter les trois grandes parties d'un circuit (p. ex., *L'énergie des fluides - cahier 1*, p. 5).
 - source d'énergie : pompe ou énergie mécanique extérieure transformée en énergie hydraulique ou pneumatique;
 - contrôle de l'énergie : contrôle de la pression, du débit et de la direction;
 - travail : énergie hydraulique ou pneumatique reconvertie en énergie mécanique.
- Remettre à l'élève des symboles hydrauliques et pneumatiques de base.

- Examiner avec l'élève des plans de quelques circuits simples pour mieux comprendre l'utilisation des symboles des systèmes hydrauliques et pneumatiques (p. ex., *L'énergie des fluides* - cahier 1).
- Utiliser un jeu comme *Fais-moi un dessin* pour permettre à l'élève d'améliorer sa connaissance des symboles des systèmes hydrauliques et pneumatiques simples. **(O)**

Application des systèmes

- Faire visionner une vidéo sur les systèmes robotiques de la vie courante (p. ex., *C'est pas sorcier - Les robots*).
- Diriger une discussion portant sur les avantages et les inconvénients des systèmes hydrauliques et pneumatiques dans la vie courante ainsi que leurs effets sur la société et l'environnement.
- Résumer la discussion, au tableau en style télégraphique, demander à l'élève de compléter les informations et lui demander de prendre le tout en notes dans son cahier.
- Présenter différents systèmes, leurs composantes et leur utilité (p. ex., pinces de désincarcération, pelle mécanique, échelle hydraulique, sablage au jet avec compresseur, freins hydrauliques ou pneumatiques, déplacement de maquette pour faire les films au cinéma, charnière de sécurité pour les voitures et camions, système d'écluses).
- Demander à l'élève de se regrouper en équipe de deux ou de trois, de choisir un système et de suivre les consignes suivantes :
 - faire ressortir les principes de Pascal et de Bernoulli du système choisi;
 - décrire des avantages et des désavantages du système choisi;
 - représenter l'évolution du système par un montage de son choix (p. ex., affiche, *Corel Presentation*);
 - faire connaître le système au reste du groupe-classe en écrivant des notes de cours au tableau.
- Commenter le travail de l'élève. **(EF)**

Calculs liés aux systèmes

- Revoir avec l'élève la définition de la formule du travail ($W = F\Delta d$). **(ED)**
- Présenter la formule de la puissance comme étant $P = E/t$, où P est la puissance en watts, E l'énergie en joules et t le temps en secondes.
- Résoudre, au tableau, des problèmes sur la puissance, le travail et le temps et en donner à faire à l'élève. Discuter des solutions avec les élèves (p. ex., *Énergie des fluides* - cahier 1, p. 11-14). **(EF)**
- Présenter, en ce qui concerne les fluides en mouvement, le lien entre puissance, pression, volume et temps : $P = \frac{p \times V}{t}$ où P est la puissance en watts, p la pression en pascal, V le volume en m^3 et t le temps en secondes.
- Faire, au tableau, des exemples de résolution de problèmes concernant cette formule et en donner à faire à l'élève (p. ex., *Énergie des fluides* - cahier 1, p. 76-78). **(EF)**
- Demander aux élèves de se regrouper en équipes de deux pour concevoir et construire une machine hydraulique ou pneumatique simple qui aura la fonction de soulever un poids, de faire les calculs pour déterminer les relations entre la force, l'aire, la pression, le volume et le temps de leur système hydraulique ou pneumatique et de faire un plan utilisant les symboles appropriés. **(EF)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve sur la conception, la construction et l'évaluation d'un système hydraulique ou pneumatique simple et l'expliquer (p. ex., ensemble LEGO).
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport à l'utilisation des systèmes hydrauliques et pneumatiques en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des composantes d'un système hydraulique ou pneumatique et de leurs trois parties;
 - démontrer une compréhension des rapports entre les principes de Pascal et de Bernoulli et les systèmes hydrauliques et pneumatiques.
 - Recherche
 - concevoir un système hydraulique ou pneumatique et le dessiner à l'aide d'un logiciel;
 - utiliser l'équipement et le matériel de façon sûre et efficace.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles des systèmes hydrauliques et pneumatiques.
 - Rapprochements
 - Proposer des solutions pour augmenter l'efficacité énergétique du système et régler les problèmes qui surviennent;
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les systèmes hydrauliques et leurs applications dans la vie courante.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter une vidéo sur la machinerie lourde et demander à l'élève de déterminer les différents appareils hydrauliques ou pneumatiques.
- Inviter un conférencier ou une conférencière travaillant dans le domaine de l'hydraulique ou de la pneumatique. (PE)
- Comparer avec l'élève des outils électriques et des outils à air comprimé pour en trouver les avantages et les inconvénients.

Annexes

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

Annexe SPH4C 3.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Systèmes hydrauliques et pneumatiques
Grille d'évaluation adaptée - Systèmes hydrauliques et pneumatiques Annexe SPH4C 3.5.1

<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>
<i>Connaissance et compréhension</i>				

L'élève : - démontre une connaissance des composantes d'un système hydraulique ou pneumatique et de leurs trois parties. - démontre une compréhension des rapports entre les principes de Pascal et de Bernoulli et les systèmes.	L'élève démontre une connaissance limitée des concepts, des principes, des lois et des théories et une compréhension limitée des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance partielle des concepts, des principes, des lois et des théories et une compréhension partielle des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance générale des concepts, des principes, des lois et des théories et une compréhension générale des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance approfondie et subtile des concepts, des principes, des lois et des théories et une compréhension approfondie et subtile des rapports entre les concepts.
Recherche				
L'élève : - conçoit un système hydraulique ou pneumatique et le dessine à l'aide d'un logiciel. - utilise l'équipement et le matériel de façon sûre et efficace.	L'élève applique les habiletés et procédés techniques avec une compétence limitée et utilise l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte, uniquement sous supervision.	L'élève applique les habiletés et procédés techniques avec une certaine compétence et utilise l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte, avec peu de supervision.	L'élève applique les habiletés et procédés techniques avec une grande compétence et utilise l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte.	L'élève applique les habiletés et procédés techniques avec une très grande compétence et utilise l'équipement et le matériel de façon sûre et correcte, et encourage les autres à faire de même.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie et les symboles des systèmes hydrauliques et pneumatiques.	L'élève utilise la terminologie et les symboles avec peu d'exactitude et une efficacité limitée.	L'élève utilise la terminologie et les symboles avec une certaine exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie et les symboles avec une grande exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie et les symboles avec une très grande exactitude et 115 efficacité.

Rapprochements

L'élève :
- propose des solutions pour augmenter l'efficacité énergétique du système et régler les problèmes qui surviennent.
- démontre une compréhension des rapprochements entre les systèmes et leurs applications dans la vie courante.

L'élève démontre une **compétence limitée** à proposer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers et démontre une **compréhension limitée** des rapprochements dans des contextes familiers.

L'élève démontre une **certaine compétence** à proposer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers et démontre une **certaine compréhension** des rapprochements dans des contextes familiers.

L'élève démontre une **grande compétence** à proposer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers et démontre une **compréhension générale** des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers.

L'élève démontre une **très grande compétence** à proposer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers et peu familiers, et démontre une **compréhension approfondie** des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers.

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 (SPH4C)

Technologie des communications

Description

Durée : 22
heures

Cette unité porte sur les caractéristiques et la transmission des ondes, les propriétés des ondes électromagnétiques, les systèmes de télécommunications ainsi que l'impact social et environnemental des télécommunications. L'élève résout des problèmes quantitatifs et effectue des expériences sur les propriétés des ondes. De plus, elle ou il examine différents systèmes de télécommunications et conçoit son propre système.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Domaine : Technologie des communications

Attentes : SPH4C-TC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TC-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
SPH4C-TC-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
SPH4C-TC-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 4.1 : Systèmes de télécommunications	225 minutes
Activité 4.2 : Impact des télécommunications	225 minutes
Activité 4.3 : Propriétés des ondes	300 minutes
Activité 4.4 : Réflexion et réfraction	300 minutes
Activité 4.5 : Conception d'un système de télécommunication	270 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement 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**) au moment 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 en même temps 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. Elle ou il s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon sûre d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire.

(Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1.)

Ressources

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

Manuels pédagogiques

CÔTÉ, Gérald, et Jean-W. LAROCHELLE, *La physique et vous, Les ondes et l'acoustique (guide pédagogique)*, Montréal, Lidec, 1988, 130 p. *

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BINGHAM, John, *Le livre des expériences*, Londres, Usborne, 1993, 64 p.

CÔTÉ, Gérald, et Jean-W. LAROCHELLE, *La physique et vous, Les ondes et l'acoustique (guide pédagogique)*, Montréal, Lidec, 1988, 130 p. *

IRVINE, Mat, et Louis MORZAC, *Satellites de communications*, Saint-Laurent, Gamma-Trécarré, 1991, 32 p.

Médias électroniques

Sites Internet

Cabani Soft. (consulté le 23 août 2001)

<http://site.ifrance.com/ajst/>

Commissariat à l'énergie atomique. (consulté le 23 août 2001)

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

Commission des études sur la formation d'ingénieurs (CEFI). (consulté le 23 août 2001)

<http://cefi.org/fra/motcle.413.html>

CRTC. (consulté le 23 août 2001)

<http://www.crtc.gc.ca/>

IFrance. (consulté le 23 août 2001)

<http://www.ifrance.com/scientix/index.htm>

Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (consulté le 23 août 2001)

<http://www.inrs.fr/actualites/pointsur4.html>

Institut national des télécommunications. (consulté le 23 août 2001)

<http://www.int-evry.fr/index.html>

Les télécommunications à l'ère de l'information. (consulté le 23 août 2001)

<http://usinfo.state.gov/francais/pubs/frtelecom/frhome.htm>

Telecom. (consulté le 23 août 2001)

<http://perso.wanadoo.fr/laurent.duriez/>

Vidéos

Interférence de la lumière, Classroom Video, 1991, 18 minutes.

Sons et phénomènes vibratoires, Classroom Video, 1992, 20 minutes.

ACTIVITÉ 4.1 (SPH4C)

Systemes de télécommunications

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur les composantes d'un système de télécommunication. L'élève retrace le parcours d'un signal et décrit ses transformations dans une variété de situations. Elle ou il examine les divers modes de transmission d'un signal. De plus, elle ou il évalue un appareil ou un dispositif de télécommunication de son choix en vue d'en recommander l'achat.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.4 - 5 - 8 - 9

Domaine : Technologie des communications

Attentes : SPH4C-TC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TC-Comp.1 - 10
SPH4C-TC-Acq.6
SPH4C-TC-Rap.1

Notes de planification

- Se procurer deux émetteurs-récepteurs portatifs ou téléphones cellulaires pour faire la mise en situation.
- Se procurer un projecteur multimédia et le logiciel *Comment ça marche 2*.
- Se procurer des catalogues, des journaux et des magazines tels que *Protégez-vous*.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Remettre à un ou à une élève un téléphone cellulaire ou un émetteur-récepteur portatif ainsi que la définition du mot *télécommunication*, écrite sur une feuille : toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature, par fil, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques.
- Demander à l'élève d'aller dans le corridor ou à la cantine et d'appeler un ou une autre élève du groupe-classe et de lui dicter la définition de *télécommunication* afin que celle-ci ou celui-ci puisse l'écrire au tableau.

- Remettre à un ou à une autre élève volontaire un autre téléphone cellulaire ou émetteur-récepteur portatif, lui demander de recevoir l'appel de l'élève qui est en dehors de la classe et d'écrire la définition de télécommunication au tableau.
- À la suite de l'exercice, questionner l'élève. **(ED)**
 - Quel système de communication le système présenté représente-t-il? (télécopieur)
 - Quelle est la forme du message émis? (message écrit sur papier)
 - Quelle est la forme du message transmis? (message écrit au tableau)
 - Quelles transformations le message a-t-il subies? (message écrit $\dot{\bar{y}}$ signal sonore $\dot{\bar{y}}$ signal électrique $\dot{\bar{y}}$ onde radio $\dot{\bar{y}}$ signal électrique $\dot{\bar{y}}$ signal sonore $\dot{\bar{y}}$ message écrit)
 - S'agit-il d'un système de télécommunication? (oui, parce que le message est transmis par un signal électromagnétique)
 - Comment pourrait-on faire parvenir le message du corridor à la classe en utilisant un autre système de télécommunication (p. ex., courrier électronique, interphone, vidéo, image numérique sur ordinateur, télécopieur, téléphone)?

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Composantes d'un système de télécommunication

- Expliquer à l'élève qu'un système de télécommunication comprend trois composantes principales en plus du message envoyé et reçu : l'émetteur, le mode de transmission du signal et le récepteur.
- Préciser à l'élève que les images et les sons ne peuvent être transmis sous leur forme originale et qu'on utilise des transducteurs pour transformer des signaux d'une forme à une autre.
- Définir *transducteur* : un appareil permettant de modifier la nature physique d'un signal (p. ex., un transducteur peut convertir une onde sonore en un signal électrique numérique ou en impulsions lumineuses numériques).
- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, des applications variées des télécommunications.
 - Sélectionner *Grands principes* et cliquer de nouveau sur *Les grands principes* en bas, à droite de l'écran lorsque le curseur se transforme en flèche.
 - Sélectionner *Télécommunication* et examiner les trois procédés de transmission : câbles électriques, ondes radio et fibres optiques.
 - Demander à l'élève de tracer, dans les trois cas, le schéma du parcours d'un signal du microphone au haut-parleur.
 - Sélectionner ensuite diverses applications des télécommunications et demander à l'élève de noter le parcours d'un signal et de décrire ses transformations : magnétoscope, radiotélescope, téléphone, satellites, téléviseur, récepteur radio, émetteur radio, téléphone cellulaire, Internet, télécommande.
- Mentionner à l'élève qu'un appel téléphonique peut emprunter différents réseaux durant sa transmission : un appel de la maison rejoint un centre local, par fil de cuivre, d'où il est commuté vers un centre de transit par une fibre optique; transformé en signaux radio, il est expédié vers une grande parabole orientée vers un satellite qui le retransmet à un autre satellite jusqu'à ce qu'il soit reçu par une autre parabole sur la Terre, et ainsi de suite.
- Demander à l'élève de retracer le parcours d'un signal musical et de décrire ses transformations en partant de la station radio jusqu'au récepteur radio de la voiture.
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(EF)**

Transmission

- Mentionner à l'élève qu'en communication, on appelle bande passante la capacité d'une voie de communication à transmettre des données.
- Expliquer à l'élève qu'on peut élargir la bande passante de deux façons :
 - en augmentant le nombre de données transmises en même temps que l'on compresse les données avant de les transmettre et en les décompressant à la réception;
 - en augmentant la vitesse de transmission en choisissant un meilleur mode de transmission (p. ex., une fibre optique au lieu d'un câble électrique).
- Expliquer à l'élève que les procédés de transmission utilisés en communication font de plus en plus appel aux ondes électromagnétiques qui se propagent toutes à une vitesse de 3×10^8 m/s.
- Demander à l'élève de classer les ondes électromagnétiques de la fréquence la plus basse à la plus élevée : ondes radio, micro-ondes, infrarouges, spectre visible, ultraviolets, rayons X, rayons gamma. **(ED)**
- Demander à l'élève de désigner les ondes utilisées :
 - entre les satellites de communication et les stations terrestres des domaines suivants : téléphonie mobile (ondes radio); télévision par satellites (ondes radio); GPS (ondes radio); météorologie (ondes radio, infrarouges); applications militaires (ondes radio, infrarouges); communications entre satellites et sous-marins (spectre visible; on utilise les lasers qui fonctionnent selon la longueur d'onde du bleu-vert pouvant pénétrer l'eau);
 - dans les fibres optiques (spectre visible; les impulsions numériques sont émises par des lasers et transmises dans les fibres optiques);
- Demander à l'élève de retracer le parcours d'un signal et de décrire ses transformations dans les situations suivantes : **(O)**
 - liaison côte-navire;
 - télécommunications sous-marines;
 - télécommunication intercontinentale par satellites;
 - communication mobile (signaux émis ou reçus en partant d'appareils mobiles);
 - télécommunication optique (transmission d'informations sous forme lumineuse);
 - télécommunication sans fil;
 - télécommunication sur fils électriques.
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice.

Achat d'un système de télécommunication

- Demander à l'élève de choisir un appareil ou un dispositif de télécommunication qu'elle ou il aimerait se procurer (p. ex., téléphone cellulaire, DVD, cinéma maison, système GPS, ordinateur, haut-parleur, graveur de disques, numériseur).
- Préciser à l'élève la tâche à accomplir :
 - préciser des critères à évaluer;
 - consulter des annonces publicitaires, des chroniques d'information dans les journaux et des magazines tels que *Protégez-vous* pour comparer, selon les critères précisés, différents appareils offerts sur le marché;
 - recommander l'appareil qu'elle ou il juge le meilleur à la suite de ses recherches et de son analyse.
- Demander à l'élève de remettre le résultat de son étude sous forme d'un article style *Protégez-vous*.

- Commenter le travail de l'élève et sélectionner des articles pour les publier dans le journal ou le site Web de l'école. **(T)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 4.4

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Organiser une visite à une station de radio de la communauté. **(PE)**
- Se procurer une carte du réseau cellulaire de la région et l'afficher dans la classe.
- Organiser une activité d'orientation ou de chasse au trésor à l'extérieur avec un système GPS. **(AM)**
- Demander à l'élève de produire une page Web présentant différents systèmes de télécommunications canadiens. **(T) (AM)**
- Suggérer à l'élève d'étudier différents types d'encodage et de décodage utilisés dans les systèmes de télécommunications dans Internet (p. ex., différentes versions d'*Explorer* ou de *Netscape* des activités financières dans Internet). **(T)**
- Inviter l'élève à établir une correspondance par Internet avec des élèves d'autres pays francophones. **(AM)**
- Déterminer des bandes de fréquence des systèmes de communications.
 - 500 kHz à 1600 kHz pour les stations AM;
 - 88 Mhz à 108 Mhz pour les stations FM;
 - 54 Mhz à 216 Mhz pour VHF (télévision);
 - 470 Mhz à 890 MHz pour UHF (télévision).

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.2 (SPH4C)

Impact des télécommunications

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur l'impact des télécommunications sur la société. L'élève participe à une discussion dirigée sur des questions éthiques et des répercussions liées à l'utilisation de certaines technologies de communication. De plus, elle ou il recherche les mérites et les dangers de quelques technologies, et évalue la contribution canadienne à leur développement pour se préparer à un débat.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-TC-Ag.4 - 5 - 8 - 9 - 11

Domaine : Technologie des communications

Attente : SPH4C-TC-A.3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TC-Rap.2 - 3

Notes de planification

- Se procurer des textes, dans Internet, précisant l'effet des ondes électromagnétiques sur le corps humain ou l'émission *Découverte : Effets des ondes électromagnétiques sur la santé*.
- Se procurer un projecteur multimédia, télécharger le site du Musée des sciences et de la technologie du Canada (<http://www.science-tech.nmstc.ca/francais/about/index.cfm>) et sélectionner Le panthéon.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Organiser un débat informel : Pour ou contre le téléphone cellulaire dans la voiture?
- Diviser le groupe-classe en deux équipes et désigner à chacune d'elles une position, soit pour, soit contre l'utilisation des téléphones cellulaires dans les voitures.
- Permettre aux équipes de discuter de la stratégie à suivre et des arguments à développer pour défendre leur position en considérant une variété de facteurs : financiers, éthiques, technologiques, environnementaux, politiques, effets sociaux, perspective d'emploi, dangers pour la santé, sécurité. **(ED)**

- Amorcer le débat en apportant des points tels que les dangers d'accident, les coûts élevés et la sécurité accrue.
- À la suite de l'exercice, mentionner à l'élève que cette activité porte sur les impacts sociaux et économiques et les questions éthiques liés à quelques technologies de communications.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Télécommunications et société

- Animer une discussion sur les répercussions sociales, environnementales et économiques ainsi que sur les questions éthiques liées à l'utilisation des technologies de communication dans une variété de domaines : **(PE) (AM) (AC) (T)**
 - la police emploie des caméras vidéo cachées et des logiciels de reconnaissance des visages dans des endroits publics;
 - il existe des caméras vidéo dotées d'une fonction NightShot^{MD} qui décèlent la chaleur telle que celle dégagée par les corps ou le signal infrarouge d'une télécommande. Les premières versions du modèle NightShot^{MD} étaient si sensibles que la caméra permettait de voir à travers les vêtements d'été légers (tiré de *Physique 11*, p. 342);
 - on utilise les caméras vidéo dotées d'une fonction NightShot^{MD} pour faire de la surveillance diurne et nocturne parce qu'elles permettent de voir à travers les glaces teintées des voitures et des verres fumés (tiré de *Physique 11*, p. 342);
 - depuis le 11 septembre 2001, on investit des milliards de dollars pour se protéger contre le cyberterrorisme. Une cyberattaque pourrait s'en prendre aux réseaux électriques, aux feux de circulation, aux systèmes de communication, à la distribution de gaz et d'huile ou à tout autre système dépendant des réseaux informatiques. L'impact économique d'une cyberattaque serait énorme (tiré de *La Presse*, le samedi 24 novembre 2001);
 - les terroristes risquent d'utiliser Internet comme outil de collecte d'information pour examiner les points faibles des infrastructures informatiques et physiques (tiré de *La Presse*, le samedi 24 novembre 2001);
 - la Convention sur la cybercriminalité tente de contrôler et de punir les sites qui offrent du contenu à caractère haineux ou se rapportant à la pornographie infantile (tiré de la chronique *Multimédia et Internet* du site Internet <http://www.cyberpresse.ca>);
 - Internet occupe une place grandissante dans la vie sociale des gens. Certains internautes communiquent avec des gens à l'autre bout du monde ou utilisent Internet dans le but d'organiser des rencontres de quartier, des activités sportives ou de bienfaisance et pour entrer en contact avec des groupes culturels ou religieux, des mouvements politiques et des associations professionnelles;
 - l'apprentissage en ligne, *eLearning*, se propage à une vitesse folle et a déjà séduit les entreprises, les universités et même les écoles élémentaires grâce à son approche interactive et novatrice;
 - le physicien britannique Stephen Hawking se sert d'un synthétiseur vocal lié à un ordinateur. L'ordinateur prononce les mots que le professeur Hawking désigne sur l'écran. Ce système fixé à son fauteuil roulant lui permet de faire des discours et de donner des conférences;
 - on prévoit qu'il y aura de 420 à 450 millions de téléphones cellulaires vendus dans le monde en 2002;
 - depuis novembre 2001, il existe en Ontario un nouveau programme de protection aux victimes qui leur offre un téléphone cellulaire programmé avec le numéro 911;

- en novembre 2001, la première pièce de théâtre exclusivement conçue pour Internet a été présentée par le site e-toile;
- le pape Jean-Paul II a consacré son premier courrier électronique, le 22 novembre 2001, à demander pardon aux victimes d'abus sexuels commis par des membres du clergé;
- le marché offre aux audiophiles et aux cinéphiles, cinéma maison, téléviseur numérique à projection, caméscope numérique haut de gamme miniaturisé, transfert musical sur disque dur et caméra numérique;
- les journalistes assignés à la couverture d'un conflit se rendent au front armés simplement d'un stylo, d'un calepin et d'un ordinateur portable. On montre maintenant aux journalistes à détecter des mines et des pièges, à déjouer des tireurs embusqués, à connaître la protection accordée par des gilets pare-balles, à faire face à des ravisseurs et à prodiguer des premiers soins;
- les journalistes s'inquiètent de la liberté d'informer correctement les citoyennes et les citoyens depuis le renforcement des mesures de sécurité, conséquence des attentats du 11 septembre 2001;
- le bouclier antimissiles américain (National Missile Defense Program) sera doté d'un radar au sol qui suivra les missiles et enverra des renseignements à des satellites en orbite qui serviront de relais entre le radar et les missiles d'interception. Un tel système est difficile à réaliser et très coûteux (tiré de *Physique 11*, p. 428);
- on équipe des animaux d'un appareil radio émetteur pour permettre aux scientifiques d'étudier leur comportement;
- en Ontario, on peut accéder à plusieurs services gouvernementaux par Internet : les élèves peuvent faire une demande de prêts étudiants et envoyer leurs demandes aux collègues; les conducteurs et conductrices peuvent faire valider leur permis de conduire, obtenir des rapports d'accident ou effectuer des changements d'adresse; on peut aussi rechercher des banques de données sur les emplois, le tourisme, l'économie et autres;
- dans plusieurs municipalités, il existe un programme de téléphonie informatique qui appelle les personnes seules (souvent des personnes âgées) à la maison tous les matins pour s'assurer de leur sécurité et de leur santé. Si une personne ne répond pas à l'appel, des policières et des policiers sont envoyés à leur domicile;
- le Canada a participé, avec les États-Unis, la France et la Russie, à la mise sur pied d'un nouveau système maritime global de détresse et de sécurité non basé sur les ondes courtes comme le Morse, mais sur la technologie des satellites;
- Présenter une vidéo portant sur l'effet des ondes électromagnétiques sur la santé et demander à l'élève de répondre à des questions sur son contenu (p. ex., *Effets des ondes électromagnétiques sur la santé*, Émission *Découverte* de Radio-Canada). Animer une mise en commun des réponses. **(EF)**

Contribution canadienne

- Animer un remue-méninges concernant le nom de scientifiques ou d'organismes canadiens ayant contribué au domaine de la télécommunication. **(ED)**
- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia, le site du *Musée des sciences et de la technologie du Canada* à l'adresse <http://www.science-tech.nmstc.ca/francais/about/index.cfm>, sélectionner Le panthéon et naviguer pour découvrir des scientifiques canadiens ayant apporté une contribution au domaine des télécommunications.

- Écrire, au tableau, les noms de scientifiques ou d'organismes canadiens concernés dans le domaine des télécommunications :
 - Reginald Fessenden : Modulation d'amplitude et diffusion de la voix humaine pour la première fois en 1906;
 - Len Burton : Téléphone à tonalité;
 - James Gooling : Satellite d'information;
 - Kenneth Hill : Communication par fibres optiques;
 - Demetri Terzopoulos : Systèmes de téléconférences;
 - Alexander Graham Bell : Téléphone;
 - Télésat : Chef de file mondial dans le domaine des communications par satellite.

Télécommunications : vers un avenir meilleur?

- Demander à l'élève de se préparer en vue de tenir un débat en s'acquittant des tâches suivantes :
 - se mettre en équipe de deux et prendre position sur la question suivante : Les nouvelles technologies des télécommunications ouvrent-elles le monde à de nouvelles possibilités ou nous réservent-elles un avenir sombre?;
 - choisir quelques nouvelles technologies dans le domaine des communications pour appuyer son point de vue;
 - rassembler ses arguments en considérant une variété de facteurs : financiers, éthiques, technologiques, environnementaux, politiques, effets sociaux, perspectives d'emploi, dangers pour la santé, sécurité; **(AM) (PE)**
 - étudier le rôle et la responsabilité du gouvernement canadien par rapport à cette technologie (p. ex., CRTC, GRC, vente d'espace pour les satellites, allocation de fréquences);
 - évaluer la contribution canadienne au développement de cette technologie (compagnie, scientifique, institut universitaire, gouvernement).
- Présenter la tâche d'évaluation sommative : rédiger un rapport de recherche en équipe pour se préparer à un débat portant sur la question suivante : Les nouvelles technologies des télécommunications ouvrent-elles le monde à de nouvelles possibilités ou nous réservent-elles un avenir sombre? **(ES)**
- Présenter et expliquer la grille d'évaluation adaptée pour évaluer le travail de recherche.
- Si possible, montrer un produit de haute qualité d'un ou d'une élève d'une année précédente pour mieux montrer le niveau de travail attendu. Demander à l'élève de trouver les points forts et les points à améliorer de ce produit.
- Préciser les paramètres de la recherche (organisation, aides visuelles, longueur de texte, ressources variées, qualité de langue). Insister sur l'utilisation d'un logiciel de traitement de texte pour rédiger le texte final. **(T)**
- Suggérer à l'élève de mettre à jour un journal de bord dans lequel elle ou il peut écrire les tâches accomplies durant les périodes de travail, ses succès, les problèmes qu'elle ou il surmonte ainsi que les solutions adoptées pour résoudre ces problèmes. **(O)**
- Amener l'élève à entreprendre sa recherche et lui allouer du temps en classe. Lui demander de présenter l'ébauche de sa recherche et l'annoter selon le plan approuvé. **(EF)**
- Organiser le débat en opposant deux équipes à la fois et ramasser le travail de recherche pour l'évaluer. **(ES)**
- Publier des extraits des meilleurs projets dans le journal de l'école ou le site Internet de l'école. **(AC)**

Évaluation sommative

- Évaluer le travail de recherche, avant le débat, en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de la contribution canadienne au domaine des télécommunications.
 - Recherche
 - appliquer les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique.
 - Communication
 - communiquer de l'information et des idées sur les télécommunications;
 - utiliser le débat comme forme de communication.
 - Rapprochements
 - analyser des questions sociales et économiques liées à un dispositif technologique de télécommunication;
 - évaluer l'impact d'un dispositif technologique de télécommunication sur l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter quelques-unes des premières formes de communication (peintures dans les grottes préhistoriques, hiéroglyphes égyptiens, tablettes babyloniennes, tam-tams des pays d'Afrique et signaux de fumée des Indiens d'Amérique); **(AM)**
- Présenter une chronologie de l'évolution des télécommunications en parallèle avec les grands événements sociaux de la société (p. ex., *L'année des sciences*, p. 237); **(AM)**
- Assigner la rédaction d'une nouvelle fictive sur les télécommunications de l'avenir. **(AC) (AM)**
- Présenter une vidéo ou un article sur l'évolution de la communication dans l'avenir (p. ex., ordinateur quantique).
- Suggérer à l'élève de se renseigner sur les organismes canadiens de télé-éducation et de télémédecine qui fournissent des services à distance (p. ex., voir <http://www.cst-sct.org/>). **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de rechercher la contribution canadienne au programme international de satellites de recherche et de sauvetage (p. ex., le Canada fournit des répéteurs de recherche et de sauvetage installés à bord des satellites; ces appareils permettent de capter des messages des bateaux et de les retransmettre aux stations terrestres (voir *Le roman de la science en 1998*, p. 69 à 71). **(AM) (T)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.3 (SPH4C)

Propriétés des ondes

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur les caractéristiques et la transmission des ondes. L'élève distingue les types d'ondes, résout des problèmes quantitatifs et étudie le concept d'interférence, en l'appliquant aux ondes AM et FM. De plus, elle ou il observe la relation entre les variables influant sur la propagation d'une onde mécanique et effectue des analogies avec les ondes électromagnétiques utilisées en télécommunication.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Technologie des communications

Attentes : SPH4C-TC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TC-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
SPH4C-TC-Acq.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Se procurer un oscilloscope, un microphone et des instruments de musique tels que trombone, guitare électrique et saxophone.
- Photocopier le tableau 4.3a.
- Préparer un transparent présentant une onde dont les composantes sont désignées.
- Préparer le matériel des postes de travail tels que guitare, tambour, deux cuves à ondes, deux ressorts à boudins, deux haut-parleurs et un générateur de fréquence branché à un amplificateur, une cloche à vide, un réveil et un laser.
- Se procurer un projecteur multimédia et le logiciel *Comment ça marche 2*.
- Préparer des transparents à propos de la modulation d'amplitude (ondes radio AM) et la modulation de fréquence (ondes radio FM) démontrant l'addition d'une onde à la porteuse (voir http://www.andorra.ad/lycee_comte_de_foix/modem/modem.htm).
- Apporter une radio à antenne en salle de classe.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter un oscilloscope à l'élève et lui expliquer qu'on peut se servir de cet instrument pour visualiser des ondes sonores. Montrer le fonctionnement de l'appareil.
- Introduire un son dans un microphone lié à l'oscilloscope et demander à l'élève d'observer, à l'écran, l'onde du son produit.
- Inviter l'élève à venir produire des sons au microphone et à observer les ondes produites.
- Définir *amplitude* et *longueur d'onde* à l'aide du dessin, au tableau, d'une onde transversale. Demander à l'élève de noter les explications dans son cahier de notes.
- Remettre à l'élève une photocopie du tableau 4.3a.

Tableau 4.3a : Caractéristiques d'une onde

instrument (intensité constante)	tonalité	dessin de l'onde	longueur d'onde (mm)
voix son «a» soutenu	aiguë		
	grave		
trombone	aiguë		
	grave		
instrument (tonalité constante)	intensité	dessin de l'onde	amplitude (mm)
guitare électrique	forte		
	faible		
saxophone	forte		
	faible		

- Inviter l'élève à revenir à l'oscilloscope et à noter les résultats observés dans son tableau 4.1a à la suite des étapes suivantes :
 - demander à un ou à une élève volontaire de maintenir un son «a» aigu. Pendant ce temps, demander à l'élève de reproduire le plus fidèlement possible la forme de l'onde produite et de mesurer la longueur d'onde à l'aide des carreaux ou de l'échelle de l'oscilloscope (signaler que la longueur de l'onde sur l'écran de l'oscilloscope ne correspond pas à la longueur d'onde réelle du son);
 - demander à l'élève volontaire de maintenir un son grave «a» de même intensité que le son précédent. Pendant ce temps, demander à l'élève de reproduire le plus fidèlement possible la forme de l'onde produite et de mesurer la longueur d'onde à l'aide des carreaux ou de l'échelle de l'oscilloscope;
 - répéter avec les autres instruments;
 - répéter en modifiant l'intensité du son plutôt que sa tonalité.
- À la suite de l'expérience, aider l'élève à rédiger sa conclusion en lui remettant des phrases à compléter telles que : **(EF)**
 - plus le son est grave, plus _____ (la longueur d'onde est grande);
 - plus le son est aigu, plus _____ (la longueur d'onde est courte);

- plus le son est fort, plus _____ (l'amplitude est grande);
- plus le son est faible, plus _____ (l'amplitude est petite);
- la forme de l'onde dépend _____ (du son produit ou de l'instrument utilisé);
- la forme de l'onde d'un bruit _____ (n'a pas de forme précise, c'est une multitude d'ondes différentes émises presque en même temps).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Caractéristiques des ondes périodiques

- Distinguer les ondes transversales des ondes longitudinales :
 - produire les deux types d'ondes dans un ressort à boudins;
 - dessiner au tableau un schéma d'une onde transversale et demander à l'élève de déterminer ses composantes (amplitude, longueur d'onde, fréquence, crête, creux); corriger; **(ED)**
 - dessiner au tableau un schéma d'une onde longitudinale et déterminer ses composantes;
 - mentionner à l'élève que les ondes électromagnétiques (lumière, ondes radio et rayons infrarouges) utilisées pour transmettre les informations sont des ondes transversales et que les ondes sonores sont longitudinales;
- Demander à l'élève de classer des ondes selon leur type. Corriger (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 11). **(EF)**

Équation d'onde

- Définir *période* et *fréquence*, et présenter la relation entre fréquence et période ($T = 1/f$) en précisant les variables et les unités (p. ex., utiliser un métronome pour expliquer les variables).
- Présenter des exemples de problèmes écrits portant sur la période et la fréquence et en assigner à l'élève (p. ex., *La physique et le monde moderne*, p. 228; *Éléments de la physique*, p. 276).
- Corriger au tableau. **(EF)**
- Présenter ou développer l'équation d'onde $v = f\lambda$ et l'expliquer, à l'aide d'exemples, en précisant les variables et les unités.
- Assigner des exercices, en devoir, et corriger au tableau (p. ex., *Éléments de physique*, p. 283; *La physique et le monde moderne*, p. 236-237). **(EF)**

Transmission d'une onde

- Diviser le groupe-classe en équipes et expliquer le déroulement de la tâche : découvrir les conditions de transmission des ondes électromagnétiques utilisées en télécommunication à l'aide d'analogies avec les ondes mécaniques.
- Expliquer à l'élève que chacun des six postes de travail installés dans la classe comporte l'observation d'une onde mécanique visible ou sonore se propageant. Lui demander de noter ses observations et d'extrapoler les résultats obtenus des ondes électromagnétiques utilisées en télécommunication (p. ex., infrarouge, lumière visible, ondes radio).
 - Poste 1 : Observer l'origine des ondes sonores dans une guitare ou un tambour. Faire un lien avec l'origine d'une onde électromagnétique comme étant l'oscillation d'une charge électrique.

- Poste 2 : Observer la diminution de l'amplitude d'une onde circulaire se propageant dans un bac à ondes. Faire un lien avec l'intensité d'un signal radio qui diminue en se propageant.
- Poste 3 : Noter la réflexion d'une impulsion transversale dans un ressort à boudins sur une extrémité libre. Faire un lien avec la réflexion d'un signal radio sur l'ionosphère.
- Poste 4 : Mesurer, à l'aide de la formule $v = d/t$, la vitesse d'un train d'ondes de basse fréquence et d'un train d'ondes de haute fréquence dans un bac à ondes ou dans un ressort à boudins. Noter que la fréquence d'une onde n'affecte pas sa vitesse et que toutes les ondes du spectre électromagnétique voyagent à la même vitesse, soit 3×10^8 m/s.
- Poste 5 : Observer, à l'aide d'une cloche à vide, d'un réveil et d'un laser, qu'une onde sonore ne peut pas se propager dans le vide, alors que la lumière le peut. Faire un lien avec les autres ondes du spectre électromagnétique qui peuvent se propager dans le vide.
- Poste 6 : Noter les changements dans l'intensité du son en se déplaçant devant deux haut-parleurs disposés un à côté de l'autre et émettant un son de même fréquence. Faire un lien avec l'interférence des ondes radio que l'on note lorsqu'on se déplace en automobile (voir *Éléments de physique*, p. 341).
- Demander à l'élève de résumer, en phrases précises et concises, les propriétés et les caractéristiques des ondes électromagnétiques utilisées en télécommunication qu'elle ou il a noté à l'aide des analogies.
- Inviter l'élève à comparer ses résultats avec ceux des autres équipes et à demander de l'aide pour refaire son analyse en cas de divergence. **(O)**

Interférence des ondes

- Distribuer à l'élève une épreuve diagnostique. **(ED)**
 - Nomme des appareils qui utilisent des ondes électromagnétiques.
 - Quelle est la différence entre une onde AM et une onde FM?
 - Pourquoi les éclairs font-ils de l'interférence en AM et non en FM?
 - Pourquoi y a-t-il des interférences dans le signal radio lorsqu'on se déplace en voiture?
- Montrer l'interférence des ondes à l'aide d'une machine à ondes ou d'un ressort à boudins.
- Expliquer à l'élève que les ondes radio AM et FM résultent de l'addition de deux ondes. On additionne, à une onde porteuse, l'onde qu'on veut envoyer, comme celle d'une chanson. On n'a ensuite qu'à syntoniser la radio sur le signal de la porteuse pour entendre la chanson (pour récupérer le signal musical sur la porteuse, il faut démoduler).
- Présenter à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2* la modulation des ondes AM et FM. **(T)**
 - Sélectionner Machines, cliquer sur Radio (émetteur), choisir modulation et cliquer sur les fenêtres modulation d'amplitude et modulation de fréquence.
 - Demander à l'élève de noter les explications et de reproduire les schémas.
- Présenter, à l'aide de transparents, la modulation d'amplitude (ondes radio AM) et la modulation de fréquence (ondes radio FM) démontrant l'addition d'une onde à la porteuse (voir http://www.andorra.ad/lycee_comte_de_foix/modem/modem.htm).
- Utiliser une calculatrice graphique pour montrer l'interférence entre deux ondes (p. ex., $y_1 = \sin \theta$, $y_2 = \cos \theta$, $y_3 = \sin \theta + \cos \theta$). **(T) (AM)**

- Démontrer la modulation de la fréquence et de l'amplitude à l'aide d'un appareil du type Agent secret de Boréal 4710700.
- Expliquer à l'élève qu'un des problèmes de la modulation d'amplitude est la présence de parasites. Ce sont des variations d'amplitudes non contrôlées de la porteuse dues à différentes perturbations électriques telles que appareils électroménagers, outils, gradateur d'intensité, éclair, moteur électrique et transformateur électrique. Mentionner que l'avantage le plus important des ondes FM est leur grande tolérance aux interférences puisque l'interférence affecte l'amplitude et non la fréquence.
- Montrer une radio à l'élève. Lui demander de donner la signification des numéros (signal de l'onde porteuse) et des différences entre les deux postes AM et FM. Corriger. **(EF)**
- Résumer à l'élève les étapes de la transmission et de la réception des ondes radio par modulation (de l'onde d'origine à l'onde modulée au démodulateur pour revenir à l'onde d'origine) (p. ex., *La technologie d'aujourd'hui et de demain*, p. 109).
- Distribuer de nouveau le test diagnostique à l'élève pour lui permettre d'évaluer son apprentissage. **(O)**

Évaluation sommative

Voir **Évaluation sommative** à l'activité 4.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Montrer le phénomène de superposition des ondes par des exemples tels que les harmoniques et la production de battements (voir *Éléments de physique*, p. 347).
- Présenter une analogie entre la propagation des ondes sonores dans un gaz, un liquide ou un solide à l'aide de trois chaînes de dominos placées côte à côte (gaz – dominos éloignés, liquide – dominos plus rapprochés, solides – dominos très rapprochés); et déduire la différence de la vitesse de transmission de l'onde dans les trois milieux.
- Montrer l'écroulement du pont Tacoma à l'aide d'une vidéo (p. ex., *La résonance* de la série «Univers mécanique», de tfo).
- Inviter un musicien ou une musicienne un technicien ou une technicienne de son pour discuter de l'application de la physique dans son domaine d'expertise. **(PE)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.4 (SPH4C)

Réflexion et réfraction

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la réflexion et la réfraction des ondes électromagnétiques. L'élève examine la réflexion de la lumière dans des miroirs plan et concave et explore ses applications en télécommunication. Elle ou il effectue une expérience sur la loi de Snell-Descartes et résout des problèmes quantitatifs la concernant. De plus, elle ou il analyse les applications de la réflexion totale en télécommunication.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.1- 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Technologie des communications

Attentes : SPH4C-TC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TC-Comp.1 - 8 - 9
SPH4C-TC-Acq.4 - 5

Notes de planification

- Se procurer un ensemble de modulation au laser qui change un signal sonore en signal lumineux; l'ensemble est constitué de microphone, de laser à modulation, d'émetteur, de récepteur, de haut-parleur. L'installer dans la classe en faisant passer le rayon laser dans une fibre optique et en le faisant réfléchir dans un miroir avant de le convertir en onde sonore.
- Préparer le matériel pour chaque équipe de deux : boîte à rayon, miroirs plan, concave et convexe, lentilles divergente et convergente, laser, cuve à réfraction.
- Préparer une révision du rapport trigonométrique sinus et son inverse pour utiliser la loi de Snell-Descartes.
- Tracer la formule $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ sur un carton et coller celui-ci à un mur de la salle de classe.
- Verser de l'eau et un peu de lait dans une cuve de réfraction et se procurer un laser pour montrer la réfraction.
- Se procurer une bouteille de 2 L en plastique transparent et un laser. Mettre les deux sur la table et diriger le faisceau laser sur la bouteille. Marquer l'endroit sur la bouteille où le faisceau apparaît et perforer un trou de 5 mm de diamètre à ce point.
- Se procurer un laser par équipe de quatre et des fibres optiques de diamètres variés ou une décoration de Noël dotée de fibres optiques.

- Préparer de l'information d'une compagnie canadienne engagée dans le domaine de la fibre optique (JDS Uniphase, Nortel).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Accueillir l'élève qui entre en salle de classe en lui demandant de dire quelques mots aux autres élèves. Le haut-parleur qui émet sa voix est en arrière de la classe.
- Lui demander de s'asseoir à sa place sans déranger l'arrangement de miroirs et des fibres optiques transmettant le message par le faisceau laser.
- Lui demander de décrire le plus précisément possible les étapes de transmission en commençant par sa voix et en passant par le faisceau laser, le capteur, le haut-parleur et ses oreilles (p. ex., vibration des cordes vocales ÷ énergie sonore ÷ transformation du son en signal électrique ÷ transformation du signal électrique en énergie lumineuse ÷ réflexion du faisceau dans un miroir plan ÷ réfraction du faisceau à travers une lentille ÷ réflexion totale du faisceau dans une fibre optique ÷ capteur ÷ transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique ÷ transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique dans le haut-parleur ÷ transformation de l'énergie mécanique en son ÷ vibration du tympan ÷ amplification du signal dans l'oreille moyenne ÷ transformation en signal électrique transmis par les nerfs au cerveau). **(ED)**
- Animer une mise en commun d'idées et expliquer à l'élève qu'au cours de cette activité elle ou il examinera les propriétés de réflexion et de réfraction des ondes électromagnétiques telles qu'elles ont été observées lors de la mise en situation.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Réflexion

- Faire la démonstration de la loi de la réflexion à l'aide d'un miroir plan, un faisceau laser et une feuille quadrillée pour montrer que l'angle d'incidence = l'angle de réflexion et que le rayon incident, la normale et le rayon réfléchi se trouvent dans un même plan.
- Faire la démonstration de la réflexion spéculaire et diffuse à l'aide de la réflexion sur un papier d'aluminium non froissé, puis le froisser et noter la différence.
- Présenter différents miroirs concaves et convexes, et faire ressortir les différences. Signaler à l'élève que les lois de la réflexion s'appliquent dans ces miroirs et le montrer à l'aide d'une boîte à rayons et d'un seul rayon incident se réfléchissant.
- Dessiner, au tableau, un miroir concave et un miroir convexe. Tracer le rayon incident, la normale et le rayon réfléchi pour chacun des miroirs en faisant noter à l'élève que l'angle d'incidence = l'angle de réflexion.
- Demander à l'élève d'observer la réflexion d'un faisceau de rayons parallèles dans des miroirs concave et convexe.
- Animer une mise en commun des résultats obtenus et faire remarquer à l'élève les appellations *miroir convergent* et *miroir divergent*.
- Définir les concepts de *distance focale*, *foyer*, *centre de courbure* et *sommet*.
- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia et du logiciel *Comment ça marche 2*, l'utilisation de la forme parabolique dans l'émission ou la transmission des ondes.
 - Sélectionner Machines, cliquer sur Satellites et choisir Satellite météorologique. Faire noter à l'élève la forme des réflecteurs de transmission (paraboliques).

- Sélectionner Radiotélescope et faire remarquer le réflecteur parabolique à l'élève.
- Effectuer, au tableau, une révision des concepts.

Réfraction

- À l'occasion d'une démonstration, faire apparaître une pièce de monnaie en utilisant les propriétés de la réfraction. Placer une pièce de monnaie dans un pot et regarder à un angle où on ne la voit pas. Ajouter de l'eau et noter que, grâce à la réfraction, on peut observer la pièce de monnaie.
- Montrer, à l'aide d'un rayon laser et d'une cuve de réfraction contenant de l'eau laiteuse, qu'un rayon lumineux est dévié lorsqu'il passe d'un milieu à un autre selon un angle d'incidence différent de zéro. Définir qualitativement le terme *réfraction*.
- Présenter la formule de la loi de Snell-Descartes ($n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$) et l'expliquer à l'aide d'exemples, en détaillant les variables et leurs unités de mesures spécifiques (p. ex., *Éléments de physique*, p. 425-427).
- Demander à l'élève d'effectuer une expérience pour vérifier la loi de Snell-Descartes et de remettre un rapport comprenant but, matériel, démarche, tableau des résultats, réponses aux questions de discussion et conclusion (p. ex., *Physique 11*, p. 397). Corriger et commenter. **(EF)**
- Assigner des exercices concernant la loi de Snell-Descartes et les corriger ensemble en classe (p. ex., *Physique 11*, p. 393-394). **(EF)**
- Demander à l'élève de déterminer expérimentalement l'action des lentilles concaves et convexes sur des rayons lumineux parallèles. Discuter des résultats obtenus.

Réflexion interne totale

- Faire passer le rayon du laser de l'eau à l'air et montrer la réflexion totale d'un rayon dont l'angle d'incidence est plus grand que l'angle critique.
- Définir qualitativement l'expression *réflexion totale*.
- Présenter une autre démonstration de la réflexion totale :
 - Remplir d'eau une bouteille de plastique transparent (p. ex., une bouteille de 2 L de boisson gazeuse) percée au côté bas et dont le trou est bouché avec un bouchon de liège ou de la pâte à modeler.
 - Placer la bouteille juste au-dessus d'un évier de manière que l'eau puisse s'écouler dans celui-ci. Laisser le bouchon en place.
 - Éteindre les lumières et diriger le faisceau laser afin qu'il soit aligné avec le trou du côté de la bouteille.
 - Enlever le bouchon (le rayon laser est réfléchi à l'intérieur du jet d'eau rouge qui s'écoule).
- Présenter le concept de l'angle limite. Montrer la façon de le calculer en donnant des exemples et en détaillant les variables et leurs unités de mesure (p. ex., *Éléments de physique*, p. 428).
- Assigner des problèmes écrits sur l'angle limite. Corriger au tableau (p. ex., *La physique et le monde moderne*, p. 342; *Éléments de physique*, p. 429). **(EF)**
- Amener l'élève à faire le lien entre la démonstration de la réflexion totale et la transmission du signal dans des fibres optiques en lui permettant de manipuler, avec des lasers, des fibres optiques de grosseurs différentes.
- Mentionner à l'élève qu'une fibre optique est un fil de verre très pur, pas plus épais qu'un cheveu, qui transporte les informations sous forme de signaux lumineux. Une seule fibre peut transmettre jusqu'à 2000 conversations téléphoniques simultanément.

Généralisation

- Animer un remue-méninges :
 - sur les applications actuelles et futures des fibres optiques en télécommunication.
 - sur les types d'emploi liés à l'installation d'un nouveau réseau de télécommunication tel que les fibres optiques ou les systèmes de télévision par satellites (p. ex., JDS Uniphase, Nortel, Lucent). **(PE)**
- Remettre à l'élève une liste des concepts vus dans cette activité (p. ex., les lois de la réflexion et de la réfraction), lui demander de l'examiner et d'indiquer les concepts sur lesquels elle ou il croit avoir besoin d'aide. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve sur la mécanique ondulatoire et les ondes électromagnétiques.
- Évaluer les connaissances de l'élève, par rapport à la mécanique ondulatoire et aux ondes électromagnétiques, à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration SPH4C 4.3 et 4.4.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des propriétés des ondes;
 - démontrer une compréhension des rapports entre les propriétés des ondes mécaniques et des ondes électromagnétiques.
 - Recherche
 - prédire l'onde résultant de l'interférence de deux ondes;
 - résoudre des problèmes concernant l'équation universelle des ondes, la loi de Snell-Descartes et de l'angle limite.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les unités des ondes.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre la réflexion totale interne et ses applications en télécommunication.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'étudier en laboratoire la réflexion interne totale et de calculer l'angle critique (p. ex., *Physique 11*, p. 398).
- Demander à l'élève d'étudier en laboratoire les caractéristiques d'une lentille convexe (p. ex., *Physique 11*, p. 399).
- Demander à l'élève de s'informer s'il existe un réseau de fibres optiques dans sa municipalité.
- Suggérer à l'élève de lire un texte sur les applications des fibres optiques (p. ex., <http://telcite.fr>) ou sur les télécommunications par fibre optique (p. ex., <http://eee.ensta.fr/~lelan/IN101/page.html>). **(T)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.5 (SPH4C)

Conception d'un système de télécommunication

Description

Durée : 270
minutes

Cette activité porte sur les systèmes de télécommunications. L'élève conçoit et construit un système de télécommunication simple qui ne possède qu'une fonction simple. De plus, elle ou il étudie et explique le fonctionnement des composantes de son système de télécommunication et compare son système avec celui de ses pairs.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.1 - 2 - 5 - 8 -9

Domaine : Technologie des communications

Attente : SPH4C-D-A.2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-D-Acq.6 - 7

Notes de planification

- Se procurer une copie du code Morse (p. ex., *La technologie d'aujourd'hui et de demain* ou <http://cafe.rapidus.net/sdube/morseabc.html>).
- Préparer, sur une feuille, une phrase écrite en code Morse (p. ex., traducteur morse au site <http://c.perrigueux.free.fr/morse.htm>).
- Télécharger des plans de construction d'un télégraphe (p. ex., le site du Conseil canadien des ingénieurs au www.new-sng.com/morsetext_f.htm).
- Se procurer deux piles de 6 V, des fils électriques, deux ampoules ou diodes électroluminescentes, une sonnette électrique, un interrupteur et deux planchettes de bois, par équipe.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de nommer des systèmes de communications qui utilisent la transmission par fil et les ondes électromagnétiques (radiocommunication). **(ED)**
- Au moyen d'un remue-méninges, inviter l'élève à ressortir les composantes de tous les systèmes de communications énumérés. Les écrire au tableau. **(ED)**
- Demander à l'élève de déterminer des transducteurs utilisés dans des systèmes de télécommunications. **(ED)**

- Expliquer à l'élève qu'au cours de cette activité elle ou il construira un système simple de télécommunication, à savoir un télégraphe.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Code Morse

- Demander à l'élève de dire ce qu'elle ou il connaît du code Morse. (Inventé en 1832 par Samuel Morse et adopté comme signal universel de détresse après la catastrophe du Titanic en 1912. Le 1^{er} février 1999, le signal S.O.S. de *Save Our Ship* est complètement abandonné par la communauté internationale. Le Canada a participé, avec les États-Unis, la France et la Russie, à la mise sur pied d'un nouveau système maritime global de détresse et de sécurité, non basé sur les ondes courtes comme le Morse, mais sur la technologie des satellites.) **(ED)**
- Distribuer à l'élève une copie du code Morse et expliquer le principe d'utilisation de points et de lignes pour représenter chaque lettre de l'alphabet (p. ex., le site <http://cafe.rapidus.net/sdube/morseabc.html>).
- Distribuer une phrase en code Morse et demander à l'élève de la déchiffrer. Procéder à une mise en commun d'idées lorsque l'élève a eu suffisamment de temps pour décoder la phrase.
- Expliquer à l'élève que la communication en code Morse peut se faire par signaux lumineux ou sonores.
- Expliquer à l'élève que le signal Morse est créé simplement par une interruption du courant électrique et que les points sont représentés par des petites interruptions de lumière et que les lignes sont des interruptions de lumière un peu plus longues.

Télégraphe

- Demander à l'élève de se mettre en équipe et lui expliquer le but de la tâche : construire un poste émetteur et un poste récepteur pour transmettre un message en code Morse.
 - remettre à l'élève une feuille de consignes et l'inviter à améliorer le plan du système proposé (p. ex., le site du *Conseil canadien des ingénieurs* au www.new-sng.com/morsetext_f.htm).
 - demander à l'élève de faire approuver son plan avant de commencer la construction.
 - mettre à la disposition de l'élève du matériel tel que piles, fils électriques, ampoules, sonnette électrique, interrupteur, planchettes de bois, ruban électrique (laser, fibre optique).
 - rappeler à l'élève les règles de sécurité à suivre en matière d'électricité.
 - lorsque son système de télécommunication est terminé, demander à l'élève de s'exercer à l'utiliser en écrivant un court message, en le traduisant en code Morse et en l'envoyant, par le poste émetteur, à sa coéquipière ou à son coéquipier afin qu'elle ou il le traduise après la réception.
- Demander à l'élève de répondre à quelques questions telles que :
 - Pourquoi le télégraphe a-t-il été inventé et quelles sont les limites de la télégraphie?
 - Décris les transformations d'énergie en partant de l'émission du signal jusqu'à la réception du message.
 - Explique la façon dont tu pourrais perfectionner ton système de télécommunication pour répondre à différents besoins tels que la distance accrue entre l'émission et la réception ou un message comportant plusieurs pages.

- Quel est le contenu du premier message transmis par Morse à l'aide du télégraphe?
- Que furent les premières entreprises concernées dans le développement du télégraphe?
- Remettre secrètement un message à l'élève et lui demander de le faire parvenir à sa coéquipière ou à son coéquipier qui doit le décoder. Demander à l'équipe de comparer les deux messages. **(EF)**

Évaluation sommative

- Évaluer le système de télécommunication simple en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des composantes d'un système de télécommunication simple comme le télégraphe;
 - démontrer une compréhension des fonctions des différents types de transducteurs.
 - Recherche
 - utiliser le matériel et l'équipement de façon efficace et sûre;
 - appliquer les habiletés de planification et de résolution propres à la recherche scientifique.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles d'un système de télécommunication;
 - communiquer l'information et les idées pendant une présentation orale.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre le développement des technologies de télécommunications et l'abandon du code Morse comme mode de communication.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Ajouter des éléments de compétition au projet pour motiver l'élève (clarté du message, distance du message).
- Suggérer à l'élève de se renseigner sur le télégraphe optique de Chappe. **(AM)**
- Organiser une visite dans une compagnie de télécommunication. **(PE)**
- Inviter un conférencier ou une conférencière spécialiste dans les satellites de la télévision (style Express Vu ou Star Choice). **(PE)**
- Demander à l'élève de rechercher la contribution canadienne au programme international de satellites de recherche et de sauvetage (p. ex., le Canada fournit des répéteurs de recherche et de sauvetage installés à bord des satellites, ces appareils permettant de capter des messages des bateaux et de les retransmettre aux stations terrestres (voir *Le roman de la science en 1998*, p. 69 à 71). **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de consulter des sites Internet pour obtenir plus d'informations sur les systèmes de télécommunications (p. ex., <http://www-mo.enst-bretagne.fr/permanen/duflot/histoire/histor3.html>). **(T)**
- Demander à l'élève de monter un autre système de télécommunication (p. ex., caméra branchée à l'ordinateur, interphone).

Annexes

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

Annexe SPH4C 4.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Système de télécommunication

<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>
<i>Connaissance et compréhension</i>				
L'élève : - démontre une connaissance des composantes d'un système de télécommunication simple comme le télégraphe. - démontre une compréhension des fonctions des différents types de transducteurs.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories.
<i>Recherche</i>				
L'élève : - utilise le matériel et l'équipement de façon efficace et sûre. - applique les habiletés de planification et de résolution propres à la recherche scientifique.	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une compétence limitée .	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une certaine compétence .	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une grande compétence .	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une très grande compétence .
<i>Communication</i>				
L'élève : - utilise la terminologie et les symboles d'un système de télécommunication. - communique l'information et les idées pendant une présentation orale.	L'élève utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .

Rapprochements

L'élève :
- démontre une compréhension des rapprochements entre le développement des technologies de télécommunications et l'abandon du code Morse comme mode de communication.

L'élève démontre **une compréhension limitée** des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.

L'élève démontre **une certaine compréhension** des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.

L'élève démontre **une compréhension générale** des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.

L'élève démontre **une compréhension approfondie** des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.

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 (SPH4C)

Transformations d'énergie

Description

Durée : 18 heures

Cette unité porte sur les sources d'énergie, leurs formes, leur conservation et les dispositifs les transformant ainsi que sur la puissance et le rendement énergétique. L'élève résout des problèmes quantitatifs, et conçoit et construit un dispositif énergétique qui transforme l'énergie. De plus, elle ou il analyse l'impact social, économique et environnemental de différentes sources d'énergie renouvelables.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Domaine : Transformations d'énergie

Attentes : SPH4C-TE-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TE-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SPH4C-TE-Acq.1 - 2
SPH4C-TE-Rap.1 - 2

Titres des activités

Durée

Activité 5.1 : Énergies renouvelables	225 minutes
Activité 5.2 : Transformations d'énergie	375 minutes
Activité 5.3 : Rendement énergétique	180 minutes
Activité 5.4 : Conception d'un dispositif énergétique	300 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement 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) au moment 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 en même temps 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. Elle ou il s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon sûre d'utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire.

(Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1.)

Ressources

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

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BOUCHARD, Régent, *La physique et vous, L'énergie*, Outremont, Lidec, 1983, 285 p. *

CAULDERWOOD, Carol, Craigh JOHNSON *et al.*, *Science 10, notions et applications*, Montréal, Guérin, 1990, 414 p. *

GRIFFITH, Dave, *Manuel d'expériences à faire avec l'interface*, Science Workshop II, Roseville, Pasco Scientific, 2001, 180 p.

HAGENE, Bernard, *La grande encyclopédie Fleurus Science*, Paris, Fleurus, 1999, 350 p. *

LANDON, Valérie, *et al.*, *L'année des sciences*, France, Circonflexe, 1997, 320 p. ***

WOLFE, Elgin, *et al.*, *Omnisciences 9*, Montréal, Édition de la Chenelière, 2000, 628 p. *

Matériel

Appareil de transformation d'énergie (Northwest 242295)

Pile électrochimique (Boréal 69601-06).

Médias électroniques

Sites Internet

CERESP de Dijon. (consulté le 25 août 2001)

http://www.ac-dijon.fr/pedago/physique/Documents/Mecanique/OVNI_C/energie.htm

CIELE - énergie et environnement. (consulté le 25 août 2001)

<http://www.ciele.org/>

Cybersciences. (consulté le 25 août 2001)
http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_562_578.htm

Cyberscol. (consulté le 25 août 2001)
<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/multiples/chap9q.htm>

Gouvernement du Canada - énergie. (consulté le 25 août 2001)
<http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Thesaurus/francais/00000095.htm>

Industrie Canada. (consulté le 25 août 2001)
<http://strategis.ic.gc.ca/SSGF/es00001f.html>

Micro-énergies. (consulté le 4 décembre 2001)
<http://www.micro-energies.qc.ca>

Ministère des Ressources naturelles. (consulté le 25 août 2001)
<http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/map/french/>
<http://www.super-e.com/francais/>
<http://oee.nrcan.gc.ca/houses-maisons/francais/f53.cfm>

Ministère des Ressources naturelles. (consulté le 25 août 2001)
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/2/20/201/intro.asp>

Régénénergie. (consulté le 25 août 2001)
<http://www.homepage.swissonline.ch/pfj/pfj/index.htm>

Vidéos

Conservation de l'énergie, tfo, BPN 435313, 30 minutes.
Énergie potentielle, tfo BPN 435314, 30 minutes.
Formes et transformation d'énergie, Science on tourne!, tfo, BPN 330616.
Le concept du flux de l'énergie, tfo, BPN 247101.
Le grand débat, Science Point Com, BPN 679406.
L'énergie au Canada, Énergie Canada, BPN 406104.
Un dernier coup de coeur, Science Point Com, BPN 679426.

ACTIVITÉ 5.1 (SPH4C)

Énergies renouvelables

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur les énergies renouvelables. L'élève analyse les incidences sociales, économiques et environnementales de dispositifs qui transforment l'énergie renouvelable. Elle ou il examine des moyens d'économiser l'énergie et effectue une étude comparative de divers dispositifs transformant l'énergie renouvelable en énergie électrique, dans le but d'équiper un chalet isolé.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.4 - 5 - 8 - 9

Domaine : Transformations d'énergie

Attente : SPH4C-TE-A.3

Contenu d'apprentissage : SPH4C-TE-Rap.2

Notes de planification

- Trouver des photos de barrages hydroélectriques et de personnes faisant du canot, du kayak ou de la pêche dans une rivière.
- Se procurer une vidéo portant sur la production d'énergie au Canada (p. ex., *L'énergie au Canada*, Énergie Canada, 406104; *Un dernier coup de coeur*, Science Point Com, 679426; *Le grand débat*, Science Point Com, 679406).
- Se procurer un projecteur multimédia et télécharger la page interactive concernant les énergies renouvelables de l'adresse <http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/map/french/>.
- Photocopier un article sur la fusion nucléaire (p. ex., <http://cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/chimiweb/webchimi/deugsm/dor01/fusion.html>).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Afficher, devant le groupe-classe, des photos de barrages hydroélectriques et de personnes faisant du canot, du kayak ou de la pêche dans une rivière.
- Demander à un ou à une élève de lire l'extrait adapté d'un article tiré du magazine *géo plein air* (volume 13, numéro 5, automne 2001, p. 8).
«Le ministère des ressources naturelles a autorisé, en mai 2001, la construction de quelque 36 petites centrales hydroélectriques privées sur 25 rivières québécoises.

Plusieurs de ces rivières sont des rivières à saumon, à canot et à rafting et font partie de régions écotouristiques. Le ministre parle de *sécurité d'approvisionnement, de conditions compétitives, de profit pour les régions et de source énergétique propre et renouvelable*. Côté consultations publiques, le ministère des Ressources naturelles n'a fait appel qu'aux constructeurs de barrages. À aucun moment, il n'a interrogé les utilisateurs de rivières. La nouvelle a eu l'effet d'une bombe dans le monde du plein air et de l'environnement. Une conférence de presse, à laquelle participaient des organismes et associations mus par des intérêts écologiques, a été organisée en un temps record par Aventure Écotourisme Québec, la Coalition Eau Secours!, la Fédération québécoise de canot et de kayak et Greenpeace. Objectif : dénoncer la *boulimie énergétique nord-américaine* et rendre public le *Plaidoyer pour des rivières libres*.»

- Demander à l'élève de se mettre en équipe et de discuter du cas présenté. Demander à un ou à une élève, par groupe, de prendre en note les opinions échangées.
- Inviter l'élève à faire le rapport de la discussion dans une mise en commun d'idées au groupe-classe. **(ED)**
- Inviter l'élève, à la suite de la mise en commun d'idées, à écrire une courte réflexion personnelle à ce sujet dans son cahier de notes.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Énergie au Canada

- Questionner l'élève sur ses connaissances dans le domaine de la production d'énergie électrique au Canada à l'aide de questions telles que : **(ED)**
 - Quelle forme de production d'énergie électrique est la plus utilisée au Canada?
 - À quel endroit, au Canada, trouve-t-on un parc d'éoliennes?
 - À quel endroit, au Canada, trouve-t-on des centrales nucléaires?
 - À quel endroit, au Canada, trouve-t-on des centrales thermiques au charbon?
 - Quelle forme d'énergie est utilisée pour produire de l'électricité dans ta région?
- Présenter une vidéo sur l'énergie au Canada (p. ex., *L'énergie au Canada*, Énergie Canada, 406104; *Un dernier coup de coeur*, Science Point Com, 679426; *Le grand débat*, Science Point Com, 679406).

Énergies renouvelables

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia, la page interactive sur les énergies renouvelables de l'adresse <http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/map/french/>. **(T)**
- Sélectionner, sur la page interactive, des énergies renouvelables telles que méthaniseur, éthanol E10, copeaux de bois de chauffage, énergie des déchets municipaux, pompe à chaleur géothermique et demander à l'élève de prendre en note les descriptions données.
- Mentionner à l'élève que les énergies renouvelables ont leurs avantages et désavantages en donnant des exemples concrets.
 - Le Danemark a été le premier pays à construire des parcs éoliens en mer, un exemple que suivent maintenant plusieurs nations. Les écologistes anticipent des dangers environnementaux pour la faune, la flore et les fonds marins.
 - En Allemagne, des dizaines d'actions en justice sont intentées par des citoyennes et des citoyens qui n'apprécient pas la construction de parcs éoliens dans leur voisinage.
- Demander à l'élève de se regrouper en équipes, de choisir une énergie renouvelable parmi celles qui sont mentionnées plus bas et d'évaluer ses avantages et ses inconvénients sur les plans social, économique et environnemental : énergie des déchets municipaux, énergie marée motrice, énergie des vagues, méthaniseur, petite éolienne, parc d'éoliennes,

pompe à chaleur géothermique, chauffe-eau solaire, centrale hydroélectrique, éthanol E10, chauffage de l'air par l'énergie solaire, copeaux de bois de chauffage, bois de chauffage.

- Demander à l'élève de présenter oralement le résultat de ses recherches au groupe-classe. Commenter la présentation de l'élève. **(EF)**
- Remettre à l'élève un court texte sur la fusion nucléaire et lui demander de le lire, en devoir. À la suite de la lecture, susciter une réflexion, animer une mise en commun de l'information retenue et écrire les points importants au tableau (p. ex., <http://cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/chimiweb/webchimi/deugsm/dor01/fusion.html>).

Économies d'énergie

- Inviter l'élève à faire part de ses réflexions sur la devise des écologistes : «L'énergie la moins chère et la moins polluante à produire est celle que nous économisons.»
- Inviter l'élève à établir une liste des dix moyens les plus efficaces pour diminuer la consommation de l'énergie.
- Discuter de solutions de rechange pour économiser l'énergie dans le domaine du transport (p. ex., promotion du transport en commun et du covoiturage, recours à d'autres modes de transport y compris le vélo et la marche, autobus scolaire pédestre; voir http://ec.gc.ca/eco/mec_2000/ccresult2f.htm).
- Présenter à l'élève une liste des véhicules de l'année les plus éconergétiques (p. ex., http://autosmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm).
- Présenter la maison de concept R-2000 ou Super E (<http://www.super-e.com/francais/build-07-f.html>).
- Discuter des chaudières à haute efficacité au gaz naturel, à l'huile ou au bois pour augmenter l'apport d'énergie (p. ex. économie de ressources non renouvelables et réduction de particules contribuant à la formation de smog).

Étude de cas

- Demander à l'élève de se regrouper en équipe de trois et lui présenter une étude de cas : «Tu possèdes un chalet au nord de l'Ontario sur une île isolée du lac Supérieur. Tu comptes aller y vivre pendant un hiver complet. Tu n'as pas accès à une source d'alimentation électrique extérieure. Tu dois faire fonctionner au moins les éléments suivants : une pompe à eau, des lumières, une radio de communication.»
- Demander à l'élève de comparer des dispositifs de production d'énergie et de choisir le plus approprié en tenant compte du coût d'achat, de l'efficacité, des coûts d'entretien, de l'impact sur l'environnement et d'autres avantages et désavantages.
- Dire à l'élève de consulter le site Internet www.micro-energies.qc.ca pour commencer sa recherche (ce site propose une gamme de produits de transformation d'énergie pour répondre aux besoins de particuliers et de petites entreprises).
- Demander à l'élève de rédiger un texte de 200 mots pour présenter le résultat de ses recherches, de son étude comparative et de son choix d'un dispositif. **(ES)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire la rédaction d'un texte comprenant des résultats de recherche, d'une étude comparative et d'un choix d'un dispositif transformant l'énergie renouvelable.
- Évaluer les connaissances de l'élève, par rapport aux dispositifs qui transforment l'énergie renouvelable, en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.

- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des différents dispositifs de transformation d'énergie renouvelable.
 - Recherche
 - compiler, analyser et interpréter des renseignements provenant d'imprimés et de médias électroniques pour appuyer sa position.
 - Communication
 - utiliser la terminologie spécifique à l'énergie et aux ressources renouvelables;
 - utiliser une étude comparative comme forme de communication.
 - Rapprochements
 - évaluer les impacts environnementaux et économiques de plusieurs dispositifs énergétiques.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à se renseigner sur l'efficacité énergétique en ce qui a trait à l'utilisation de véhicules (p. ex., transformation des véhicules publics et commerciaux en flottes écologiques; voir http://fleetsmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm). (T)
- Inviter l'élève à consulter le site de l'*Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada* pour trouver des façons d'économiser l'énergie dans des domaines tels que la rénovation résidentielle, le transport, le chauffage et la climatisation (p. ex., site Internet <http://oe.nrcan.gc.ca/francais/index.cfm?Text=N>). (T) (AM)
- Présenter une carte géographique montrant la distribution des centrales nucléaires au monde et discuter des aspects positifs et négatifs de la production d'énergie nucléaire (p. ex., des arguments contre le nucléaire au site du *Regroupement pour la surveillance du nucléaire* à l'adresse http://www.ccnr.org/index_f.html et des arguments pour le nucléaire au site de l'*Énergie atomique du Canada* à l'adresse http://www.aecl.ca/french/energy/energy_f.html). (T) (AM)
- Présenter l'importance d'une bonne isolation à l'aide d'un concours de fabrication du thermos le plus efficace.
- Organiser un débat sur les avantages et les inconvénients d'une centrale nucléaire pour produire l'électricité.

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.2 (SPH4C)

Transformations d'énergie

Description

Durée : 375
minutes

Cette activité porte sur les formes et les transformations d'énergie. L'élève résout des problèmes quantitatifs à l'aide des formules de l'énergie potentielle gravitationnelle et de

l'énergie cinétique et effectue une expérience sur la conservation de l'énergie. De plus, elle ou il analyse diverses transformations énergétiques dans le fonctionnement d'une variété de dispositifs courants.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Transformations d'énergie

Attentes : SPH4C-TE-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TE-Comp.1 - 2 - 3
SPH4C-TE-Rap.1

Notes de planification

- Se procurer des dispositifs transformant l'énergie et les disposer aux postes de travail dans la classe : calculatrice solaire, thermocouple, sonnette électrique branchée dans un circuit, petite éolienne branchée à un galvanomètre placée devant un ventilateur, balle, séchoir à cheveux, ampoule électrique branchée dans un circuit, appareil de transformation d'énergie (Northwest 242295), haltères, pendule.
- Se procurer la vidéo *Énergie potentielle* de tfo, 435314.
- Se procurer le matériel nécessaire à chaque équipe pour faire l'expérience sur la conservation de l'énergie mécanique : chariot, rail, barrière photoélectrique et accessoire pour mesurer la vitesse, mètre, balance.
- Photocopier le protocole pour faire l'expérience sur la conservation de l'énergie mécanique.
- Se procurer les vidéos : *Formes et transformation d'énergie, Science on tourne!*, tfo, 330616 et *Conservation de l'énergie*, tfo, 435313.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Animer un remue-méninges sur les différentes formes d'énergies : rayonnante, thermique, électrique, nucléaire, sonore, potentielle chimique, cinétique, potentielle élastique, potentielle gravitationnelle (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 77). **(ED)**
- Définir chaque forme d'énergie.
- Représenter des transformations d'énergie dans un dispositif à l'aide d'une série nominative telle que : énergie rayonnante ÿ énergie électrique ÿ énergie cinétique ÿ énergie sonore.
- Demander à l'élève de circuler aux dix postes de travail de la classe et de noter, à l'aide d'une série nominative, les transformations d'énergie des dispositifs installés.
Poste 1 : Calculatrice solaire.
Poste 2 : Thermocouple (dispositif générant un courant électrique lorsque ses deux bandes de métaux différents sont mises dans de l'eau à différente température).
Poste 3 : Sonnette électrique branchée dans un circuit.
Poste 4 : Petite éolienne branchée à un galvanomètre placée devant un ventilateur.
Poste 5 : Balle (l'élève fait rebondir la balle sur le plancher).
Poste 6 : Séchoir à cheveux.
Poste 7 : Ampoule électrique branchée dans un circuit.
Poste 8 : Appareil de transformation d'énergie (Northwest 242295).
Poste 9 : Haltères (l'élève soulève les haltères).
Poste 10 : Pendule.
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Énergie potentielle gravitationnelle

- Définir *énergie potentielle gravitationnelle*.
- Placer un livre sur une table et indiquer que le livre possède de l'énergie, car il a le potentiel de tomber et d'effectuer un travail.
- Demander à l'élève de donner des exemples courants de transformation d'énergie en énergie potentielle (p. ex., névoplanchiste dans un remonte-pente, élève pratiquant l'escalade, chariot de manège au début de sa course, lancer d'une balle vers le haut).
- Présenter une vidéo portant sur l'énergie potentielle gravitationnelle (p. ex., *Énergie potentielle* de tfo).
- Présenter la formule de l'énergie potentielle gravitationnelle $E = mg\Delta h$ et l'expliquer à l'aide d'exemples, en détaillant les variables et leurs unités (p. ex., *Physique 11*, p. 243; *La physique et ses applications*, p. 80; *La physique et le monde moderne*, p. 134).
- Assigner des problèmes écrits à l'élève et les corriger ensemble au tableau (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 81; *La physique et le monde moderne*, p. 136; *Éléments de physique*, p. 161). **(EF)**

Énergie cinétique

- Définir *énergie cinétique*.
- Demander à l'élève de donner des exemples courants de transformation d'énergie en énergie cinétique (p. ex., bicyclette, automobile, ski, tir à l'arc, voilier, sonde spatiale).
- Présenter la formule de l'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ et l'expliquer à l'aide d'exemples, en détaillant les variables et leurs unités (p. ex., *Physique 11*, p. 242; *La physique et ses applications*, p. 82; *La physique et le monde moderne*, p. 137).
- Assigner des problèmes écrits sur l'énergie cinétique et les corriger ensemble au tableau (p. ex., *La physique et ses applications*, p. 82; *La physique et le monde moderne*, p. 138; *Éléments de physique*, p. 164). (EF)

Conservation de l'énergie mécanique

- Expliquer le principe de conservation de l'énergie mécanique.
- Expliquer à l'élève le but de l'expérience : vérifier la conservation de l'énergie mécanique.
- Remettre à l'élève les consignes de l'expérience et le matériel nécessaire (chariot, rail, barrière photoélectrique et accessoire pour mesurer la vitesse, mètre, balance) :
 - effectuer le montage du schéma 5.2;
 - mesurer la masse du chariot, la convertir en kilogrammes et la noter dans le tableau 5.2;
 - mesurer la hauteur aux points A, B, C, D et E, la convertir en mètres et la noter dans le tableau 5.2;
 - calculer l'énergie potentielle gravitationnelle du chariot aux points A, B, C, D et E et la noter dans le tableau 5.2;
 - noter l'énergie cinétique du chariot au point A lorsque sa vitesse est nulle;
 - installer la barrière photoélectrique au point B et la programmer pour mesurer la vitesse du chariot. Laisser rouler le chariot du haut de la pente (point A) et noter la vitesse enregistrée par la barrière photoélectrique. Convertir la vitesse en mètres par seconde et noter dans le tableau 5.2;
 - déplacer la barrière photoélectrique au point C, laisser rouler le chariot du haut de la pente et noter la vitesse du chariot au point C;
 - mesurer, de cette façon, la vitesse du chariot aux points D et E;
 - calculer l'énergie cinétique aux points A, B, C, D et E à l'aide des valeurs de vitesse obtenues et noter dans le tableau 5.2;
 - calculer l'énergie mécanique totale aux points A, B, C, D et E à l'aide de la formule $E_{\text{totale}} = E_c + E_p$ et noter dans le tableau 5.2;
 - analyser les résultats obtenus et élaborer une conclusion.

Schéma 5.2

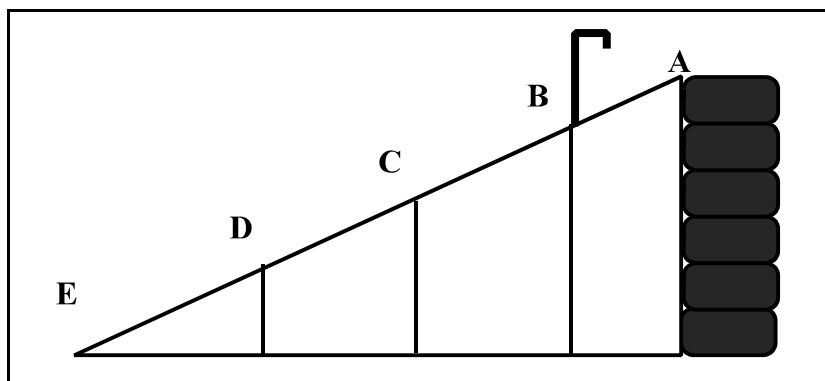


Tableau 5.2 : Conservation de l'énergie mécanique

Masse du chariot (kg)					
	Hauteur (m)	Énergie potentielle (J)	Vitesse (m/s)	Énergie cinétique (J)	Énergie totale (J)
A					
...					

- Regrouper les élèves en équipes de deux, leur demander de comparer leur rapport d'expérience et d'échanger les résultats de leur expérience. **(O)**
- Demander à l'élève de remettre un rapport d'expérience comprenant : but, hypothèse, matériel, méthode, tableau des résultats, analyse des résultats et conclusion. **(EF)**
- Présenter une vidéo sur la conservation de l'énergie (p. ex., *Conservation de l'énergie*, tfo, 435313).
- Présenter des exemples de problèmes concernant la conservation de l'énergie mécanique et en assigner à l'élève. Corriger au tableau (p. ex., *Physique 11*, p. 243; *La physique et ses applications*, p. 85).

Fonctionnement de dispositifs énergétiques

- Demander à l'élève de se rendre à la salle d'ordinateurs et de consulter le logiciel *Comment ça marche 2* pour examiner le fonctionnement de dispositifs transformant l'énergie d'une forme à une autre. **(T)**
- Demander à l'élève de montrer, à l'aide de diagrammes, le fonctionnement de trois dispositifs de son choix et de remettre ses diagrammes. Corriger et commenter. **(EF)**

Évaluation sommative

Voir **Évaluation sommative** à l'activité 5.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de construire une forme de véhicule ou de machine qui transforme l'énergie mécanique en utilisant seulement du matériel recyclé. **(EF)**
- Inviter l'élève à calculer les coûts de la consommation de l'électricité domestique. **(AM)**
- Discuter du calorimètre, un appareil de mesure énergétique utilisé en chimie. **(AM)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.3 (SPH4C)

Rendement énergétique

Description

Durée : 180
minutes

Cette activité porte sur la puissance et le rendement énergétique. L'élève résout des problèmes quantitatifs à l'aide des formules de puissance et de rendement. De plus, elle ou il effectue une expérience sur le rendement et détermine des causes de perte d'énergie.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-D-Ag.2 - 3 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Transformations d'énergie

Attentes : SPH4C-TE-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TE-Comp.1 - 4 - 5
SPH4C-TE-Acq.1

Notes de planification

- Se procurer une ampoule à incandescence et un tube fluorescent et les allumer.
- Se procurer une vidéo sur le concept du flux de l'énergie (p. ex., *Le concept du flux de l'énergie*, tfo, 247101).
- Préparer une photocopie d'une facture d'électricité pour en faire ressortir le coût du kilowatt-heure de votre municipalité.
- Préparer le matériel et le protocole pour faire l'expérience sur le rendement : chariot, dynamomètre, rail, briques, mètres.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer la perte en chaleur d'énergie utile en demandant à l'élève d'approcher sa main d'une ampoule à incandescence et d'un tube fluorescent, sans les toucher. Poser des questions à l'élève. **(ED)**
 - Pourquoi l'ampoule dégage-t-elle plus de chaleur?
 - Quelles retombées énergétiques suggère cette différence de dégagement de chaleur?
- Présenter une vidéo sur le concept du flux de l'énergie et demander à l'élève de répondre à des questions sur son contenu (p. ex., *Le concept du flux de l'énergie* de tfo).

- Animer une mise en commun d'idées. **(EF)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Puissance énergétique

- Définir *puissance*.
- Présenter la formule de la puissance énergétique $P = W/\Delta t$ et l'expliquer, à l'aide d'exemples, en détaillant les variables et leurs unités (p. ex., *Physique 11*, p. 222, 223; *La physique et ses applications*, p. 85; *La physique et le monde moderne*, p. 143).
- Assigner des problèmes écrits et les corriger ensemble au tableau. **(EF)**
- Présenter la formule du calcul du coût énergétique $\text{Coût} = \text{Tarif} \times \text{Énergie}$. Appliquer cette formule à un appareil à l'aide du coût par kilowatt-heure d'une facture d'électricité (*La physique et le monde moderne*, p. 476-478).

Rendement

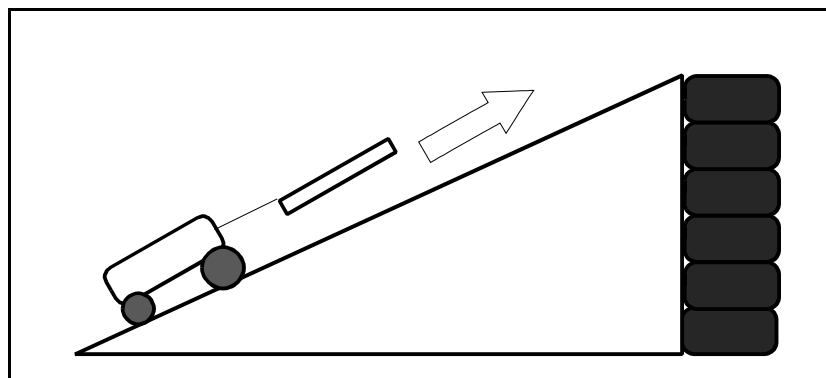
- Définir *rendement*.
- Présenter la formule du rendement énergétique :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Énergie utile de sortie}}{\text{Énergie d'alimentation}} \times 100 \%$$
et l'expliquer, à l'aide d'exemples, en

détaillant les variables et leurs unités (formule tirée de *Physique 11*, p. 235, 236).

- Assigner des exercices, en devoir (p. ex., *Physique 11*, p. 244; *Phénomènes mécaniques*, p. 236; *Éléments de physique*, p. 172). **(EF)**
- Remettre à l'élève le protocole d'une expérience pour calculer le rendement d'un plan incliné utilisé pour faire monter un chariot (voir *Physique 11*, p. 249) :
 - accrocher une masse à la ficelle qui permettra de faire monter le chariot à une vitesse constante;
 - préparer un tableau de données des valeurs à mesurer;
 - mesurer la hauteur et la longueur du plan incliné ainsi que le poids du chariot;
 - accrocher le dynamomètre au chariot et noter la force moyenne requise;
 - refaire les étapes en renversant le chariot (roues vers le haut);
 - refaire les étapes en ajoutant du sable à la surface du rail;
 - assigner des questions d'analyse et de discussion telles que :
 - Calcule l'énergie utile de sortie (travail nécessaire pour faire monter le chariot verticalement jusqu'à la hauteur h).
 - Calcule l'énergie d'alimentation (travail effectué pour faire monter le chariot sur le plan incliné).
 - Calcule le rendement.
 - Compare le rendement obtenu dans tous les cas étudiés.

Schéma 5.3



- Demander à l'élève de remettre un rapport d'expérience comprenant : but, hypothèse, matériel, méthode, tableau des résultats, analyse des résultats et conclusion. **(EF)**
- Demander à l'élève de dresser, en partant de son cahier de notes, une liste des connaissances et des habiletés développées dans cette activité. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve sur les formes et les transformations d'énergie, les dispositifs énergétiques, la puissance et le rendement.
- Évaluer les connaissances de l'élève en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration SPH4C 5.2 et 5.3.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des formes et des transformations d'énergie, des dispositifs énergétiques, de la puissance et du rendement.
 - Recherche
 - résoudre des problèmes sur l'énergie potentielle et cinétique, la conservation de l'énergie, la puissance et le rendement;
 - analyser, à l'aide de diagrammes, le fonctionnement de dispositifs qui transforment l'énergie.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les unités SI liés aux transformations d'énergie.
 - Rapprochements
 - proposer des solutions concrètes pour diminuer les pertes en chaleur d'énergie utile dans divers dispositifs énergétiques.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter des essais de machines qui sont à mouvement perpétuel et discuter de l'éventualité de la création d'un tel appareil (*La physique et vous, L'énergie*, p. 102, Dessin de M.C. Escher; *La physique et le monde moderne*, p. 142; *Phénomènes mécaniques*, p. 235).
- Demander à l'élève d'effectuer une expérience pour calculer sa puissance en montant un escalier (voir *Physique 11*, p. 250).
- Inviter l'élève à lire une étude comparative du rendement énergétique de différents moteurs d'automobiles : diesel, à essence, hybride, à cellule d'hydrogène, électrique (*La physique et vous, L'énergie*, p. 116).

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.4 (SPH4C)

Conception d'un dispositif énergétique

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la conception d'un dispositif énergétique. L'élève conçoit et construit un dispositif énergétique qui accomplit au moins quatre transformations énergétiques. De plus, elle ou il détermine le rendement énergétique de son dispositif et présente son projet oralement devant la classe.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SPH4C-Ag.1 - 2 - 5 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Domaine : Transformations d'énergie

Attentes : SPH4C-TE-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SPH4C-TE-Comp.3
SPH4C-TE-Acq.2

Notes de planification

- Se procurer une machine Rube Goldberg ou en construire une.
- Préparer et photocopier une feuille de consignes pour concevoir et réaliser une machine effectuant quatre transformations énergétiques.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Animer un remue-méninges sur des inventeurs célèbres et leur réalisation (p. ex., Edison, Franklin, Leonardo de Vinci). **(ED)**
- Montrer une machine Rube Goldberg, une machine complexe servant à accomplir une tâche simple.
- Expliquer les étapes à suivre pour faire la tâche sommative sur la conception et la construction du dispositif de transformation d'énergie.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

- Présenter la tâche d'évaluation sommative à l'élève : concevoir et construire un dispositif énergétique qui effectue au moins quatre transformations énergétiques pour accomplir une tâche.
- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour évaluer le dispositif énergétique.
- Demander à l'élève de déterminer une tâche précise pour son dispositif énergétique.
- Expliquer les éléments de la tâche :
 - entretenir un journal de bord, élaborant tout le travail accompli, tant sur le plan de la recherche que de la construction du dispositif;
 - concevoir un organigramme pour montrer les transformations d'énergie de l'appareil;
 - se procurer le matériel nécessaire;
 - construire le dispositif énergétique qui accomplit une tâche en effectuant un minimum de quatre transformations énergétiques;
 - effectuer un croquis du dispositif à l'aide d'un logiciel de dessin; **(T)**
 - déterminer le fonctionnement des composantes du dispositif énergétique et l'expliquer au moyen d'une présentation vidéo ou orale faite devant le groupe-classe. **(AM)**
- Préciser les modalités de la tâche (p. ex., échéances, qualité de la langue, format de la présentation).
- Distribuer de la documentation et une liste de sites Internet pour aider l'élève dans la conception de son dispositif.
- Accompagner l'élève dans sa démarche et lui fournir des commentaires à chaque étape de la conception et de la construction de son dispositif énergétique en vérifiant son journal de bord. **(EF)**
- Ramasser les dispositifs énergétiques pour les évaluer. **(ES)**
- Évaluer la présentation orale concernant le dispositif énergétique et l'explication du fonctionnement des composantes. **(ES)**
- Demander à l'élève d'évaluer ses pairs. **(EF)**

Évaluation sommative

- Évaluer le système de dispositif énergétique en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des types de transformations d'énergie.
 - Recherche
 - utiliser le matériel et l'équipement de façon efficace et sûre.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles d'un dispositif énergétique;
 - communiquer l'information et les idées de façon claire et précise.
 - Rapprochements
 - proposer des mesures concrètes aux problèmes liés à la construction d'une machine.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à préparer une vidéo pour vendre son dispositif énergétique (p. ex., infopublicité) à l'aide d'un logiciel d'édition vidéo ou d'une table de montage vidéo. **(T)**
(AM)
- Inviter un inventeur ou une inventrice de la communauté.
- Étudier l'invention et la production de membres artificiels et l'importance de leurs transformations énergétiques spécifiques.
- Demander à l'élève de créer une simulation à l'ordinateur de la construction d'un dispositif énergétique. **(T)**

Annexes

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

Annexe SPH4C 5.4.1 : Grille d'évaluation adaptée - Dispositif énergétique

<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>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des types de transformations d'énergie.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories.
Recherche				
L'élève : - utilise le matériel et l'équipement de façon efficace et sûre.	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une compétence limitée .	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une certaine compétence .	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une grande compétence .	L'élève applique les habiletés et les stratégies propres à la recherche scientifique avec une très grande compétence .
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie et les symboles d'un dispositif énergétique. - communique l'information et les idées de façon claire et précise.	L'élève utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .
Rapprochements				
L'élève : - propose des mesures concrètes aux problèmes liés à la construction d'une machine.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.
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

PHYSIQUE		Unités				
		1	2	3	4	5
Attentes génériques						
SPH4C-Ag.1	sélectionner, utiliser et ranger l'équipement et les composantes électriques en respectant notamment le code ontarien de l'électricité, et manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (p. ex., porter des lunettes de protection lors d'expériences impliquant des liquides sous pression).	1.2 1.4 1.5 1.6	2.2 2.4	3.2 3.3 3.4 3.5	4.3 4.4 4.5	5.2 5.4
SPH4C-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).	1.1 1.2 1.3	2.2	3.2 3.3 3.4 3.5	4.3 4.4 4.5	5.2 5.3 5.4
SPH4C-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 (p. ex., déterminer les facteurs qui influent sur la pression des fluides).	1.1 1.2 1.4 1.5	2.2 2.4	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.3 4.4	5.2 5.3
SPH4C-Ag.4	effectuer des recherches sur les concepts à l'étude à la bibliothèque et sur Internet.	1.5	2.3 2.4 2.5		4.1 4.2	5.1
SPH4C-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.	1.5	2.3 2.5		4.1 4.2 4.5	5.1 5.4
SPH4C-Ag.6	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 1.6	2.2	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.3 4.4	5.2 5.3
SPH4C-Ag.7	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 1.6	2.1 2.2	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.3 4.4	5.2 5.3 5.4
SPH4C-Ag.8	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 vectoriels, diagrammes de rayons, courbes, programmes d'affichage graphique, feuilles de calcul électronique).	1.2 1.3 1.4 1.5 1.6	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

PHYSIQUE		Unités				
		1	2	3	4	5
SPH4C-Ag.9	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 1.4 1.5	2.2 2.3 2.4	3.3 3.4	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	5.1 5.2 5.3 5.4
SPH4C-Ag.10	exprimer le résultat des calculs de données empiriques en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs ou de chiffres décimaux.	1.2 1.4 1.6	2.1 2.2	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.3 4.4	5.2 5.3 5.4
SPH4C-Ag.11	recenser et décrire des professions qui requièrent des connaissances en physique (p. ex., installateur d'équipement de télécommunications, technicienne des systèmes informatiques, électricienne de construction).	1.4	2.4 2.5		4.2	5.4

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : <i>Systèmes mécaniques</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SPH4C-SM-A.1	démontrer qualitativement et quantitativement sa compréhension des forces, des lois de Newton, du frottement statique et cinétique, des machines simples, du couple et de l'avantage mécanique.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6				
SPH4C-SM-A.2	analyser, mathématiquement et expérimentalement, divers concepts physiques tels que les forces, les coefficients de frottement et l'avantage mécanique de machines simples.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.6				
SPH4C-SM-A.3	identifier et analyser des exemples de forces appliquées, du frottement et de machines simples dans des systèmes naturels et mécaniques.	1.2 1.4 1.6				
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SPH4C-SM-Comp.1	définir les concepts et les unités des systèmes mécaniques (p. ex., travail, force, coefficients de frottement, moment d'inertie, avantage mécanique).	1.1 1.2 1.3 1.4				
SPH4C-SM-Comp.2	énoncer les trois lois du mouvement de Newton et expliquer leur application dans des systèmes mécaniques (p. ex., l'appuie-tête d'une voiture qui offre une protection contre les blessures au cou lorsque l'auto est emboutie par l'arrière est une application de la première loi de Newton).	1.1 1.6				
SPH4C-SM-Comp.3	analyser qualitativement et quantitativement les forces (p. ex., la force de gravitation, les forces de frottement) agissant sur un corps dans diverses situations et décrire le mouvement qui en résulte.	1.1 1.2 1.6				
SPH4C-SM-Comp.4	décrire et illustrer les types de machines simples, soit le levier et le plan incliné ainsi que les modifications de ceux-ci, et la poulie, le treuil, la vis, la roue et l'essieu.	1.4				
SPH4C-SM-Comp.5	expliquer et appliquer quantitativement la relation entre le couple, la force et le déplacement du bras de charge et du bras de travail des leviers.	1.3 1.6				
SPH4C-SM-Comp.6	énoncer la loi des leviers et l'appliquer quantitativement aux trois genres de leviers dans diverses situations.	1.3 1.4 1.6				
SPH4C-SM-Comp.7	expliquer le fonctionnement des machines simples et leur avantage mécanique (p. ex., dispositif changeant la direction de la force appliquée pour effectuer un travail).	1.4 1.5				
SPH4C-SM-Comp.8	déterminer l'avantage mécanique de diverses machines composées et de systèmes biomécaniques.	1.5				
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : <i>Systèmes mécaniques</i>		1	2	3	4	5
SPH4C-SM-Acq.1	vérifier expérimentalement la deuxième loi du mouvement de Newton et résoudre divers problèmes qualitatifs et quantitatifs fondés sur les trois lois de Newton.	1.1 1.2				
SPH4C-SM-Acq.2	déterminer expérimentalement les facteurs qui influent sur le frottement statique et cinétique ainsi que sur les coefficients de frottement.	1.2				
SPH4C-SM-Acq.3	choisir et utiliser efficacement et précisément des appareils pour trouver expérimentalement la relation entre le couple, la force et le déplacement du bras de charge et du bras de travail des leviers.	1.3				
SPH4C-SM-Acq.4	identifier et analyser, en fonction de leur avantage mécanique, diverses machines simples incorporées dans un système technologique domestique (p. ex., bicyclette, horloge, arrosoir à gazon, perceuse, ouvre-boîte, machine à écrire, piano).	1.4				
SPH4C-SM-Acq.5	concevoir et construire une machine simple ou composée et déterminer son avantage mécanique (p. ex., système de poulies, appareil d'entraînement par courroies ou engrenages, prothèse).	1.5 1.6				
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SPH4C-SM-Rap.1	déterminer les avantages et les inconvénients du frottement dans diverses situations et décrire des moyens pour l'augmenter ou le réduire (p. ex., les pneus ont des rayures pour déplacer l'eau et un lubrifiant dans le roulement et l'essieu pour réduire la friction; les pneus des automobiles de course n'ont pas de rayures car les courses ont lieu sur un pavé sec; le roulement à billes réduit le frottement grâce au lubrifiant et à la surface lisse des billes).	1.2 1.6				
SPH4C-SM-Rap.2	analyser la structure et la dynamique de dispositifs technologiques et de systèmes naturels qui reposent sur les principes des machines simples (p. ex., un escalier mécanique est un plan incliné bâti sur une chaîne continue qui tourne autour d'un axe à l'aide d'un moteur électrique; la prothèse d'une hanche consiste en une balle de métal jointe au fémur et insérée dans le pelvis qui sert de douille).	1.3 1.4				
SPH4C-SM-Rap.3	présenter des exemples de l'influence sur la société et l'environnement des progrès scientifiques et technologiques dans le domaine de la mécanique (p. ex., les jeux de poulies, les systèmes de leviers).	1.4				

PHYSIQUE		Unités				
<i>Domaine : Electricité et électronique</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SPH4C-E-A.1	démontrer sa compréhension des applications courantes de circuits électriques et électroniques ainsi que de la fonction et de la configuration de leurs composantes.		2.1 2.2 2.3			
SPH4C-E-A.2	construire, analyser et dépanner des circuits électriques simples en utilisant des logiciels, des schémas, des outils électriques et des appareils de mesure et en examinant des dispositifs électriques familiers.		2.2 2.3 2.4			
SPH4C-E-A.3	examiner l'application et l'évolution de technologies électriques et évaluer leur incidence sur l'économie locale et mondiale et sur l'environnement.		2.4 2.5			
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SPH4C-E-Comp.1	définir les concepts et les unités des systèmes électriques et électroniques (p. ex., courant continu, courant alternatif, tension, résistance, puissance électrique, puce, circuit intégré).		2.1 2.3			
SPH4C-E-Comp.2	comparer qualitativement le courant continu et le courant alternatif et déterminer les usages de chacun.		2.1			
SPH4C-E-Comp.3	décrire la fonction des composantes fondamentales des circuits (p. ex., résistances, diodes électroluminescentes, fusibles, condensateurs, divers types de transistors).		2.1 2.3			
SPH4C-E-Comp.4	décrire et analyser le fonctionnement de dispositifs de commande électriques et électroniques de systèmes (p. ex., contrôle de la pression dans les pompes à eau; contrôle de la température par les thermostats programmables).		2.3			
SPH4C-E-Comp.5	appliquer les lois d'Ohm et de Kirchhoff pour résoudre des problèmes qui mettent en relation la tension, la résistance et le courant.		2.2			
SPH4C-E-Comp.6	distinguer les circuits analogiques des circuits numériques, illustrer par des exemples leur application dans des systèmes technologiques domestiques (p. ex., examiner un dispositif dont le fonctionnement requiert un circuit analogique, tel un amplificateur audio ou un magnétophone, ainsi qu'un dispositif dont le fonctionnement requiert un circuit numérique, tel un circuit d'alarme, un disque compact ou un vidéodisque numérique), et justifier le choix du circuit.		2.3			
SPH4C-E-Comp.7	décrire des exemples de sous-circuits électroniques qui sont microminiaturisés et utilisés dans l'équipement électronique (p. ex., les nouvelles cartes de guichet sont équipées de puces électroniques qui emmagasinent environ 8 000 bits d'information; un stimulateur cardiaque est un implant électronique qui permet de maintenir un rythme cardiaque normal).		2.3			

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : <i>Electricité et électronique</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SPH4C-E-Acq.1	utiliser les appareils de mesure appropriés (analogiques ou numériques) pour mesurer précisément la tension, le courant et la résistance des circuits électriques (p. ex., multimètres, ponts de Wheatstone, oscilloscopes, sondes).		2.2			
SPH4C-E-Acq.2	utiliser les techniques et l'équipement appropriés pour monter des circuits électriques simples (p. ex., fer à souder, pinces à dénuder, sertisseurs, tournevis et divers connecteurs).		2.2 2.4			
SPH4C-E-Acq.3	tracer des schémas de circuits électriques réels manuellement ou à l'ordinateur.		2.1 2.2 2.3 2.4			
SPH4C-E-Acq.4	analyser des circuits réels, ou simulés à l'ordinateur, pour démontrer quantitativement les lois d'Ohm et de Kirchhoff.		2.2			
SPH4C-E-Acq.5	concevoir et construire un dispositif électrique simple qui transforme l'énergie électrique en énergie sonore, lumineuse, thermique ou mécanique, et évaluer ce dispositif selon des critères spécifiés (p. ex., concevoir un circuit de feux de signalisation à l'aide de diodes électroluminescentes).		2.4			
SPH4C-E-Acq.6	déterminer les causes de défauts dans des circuits électriques réels ou simulés à l'ordinateur et trouver des solutions pour les réparer (p. ex., analyser le fonctionnement d'un petit appareil ménager défectueux et trouver la cause de ce qui fait défaut).		2.2			
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SPH4C-E-Rap.1	présenter des applications communes des circuits électriques et électroniques dans des appareils courants et décrire les transformations énergétiques qui s'opèrent (p. ex., un clavier électronique est un ordinateur qui synthétise, mélange et compose de la musique; les amplificateurs sont équipés de transistors qui amplifient le signal sonore).		2.3 2.4			
SPH4C-E-Rap.2	examiner le fonctionnement et l'évolution d'un appareil ou d'un dispositif électrique ou électronique en fonction de critères tels que l'usage quotidien, la sécurité, le coût, la disponibilité et les répercussions sur l'environnement (p. ex., les transistors inventés en 1947 régissent pratiquement tout ce qu'accomplissent les ordinateurs : commandes dictées par la souris, entreposage des données, suppression d'information, calculs arithmétiques).		2.5			

PHYSIQUE		Unités				
<i>Domaine : Electricité et électronique</i>		1	2	3	4	5
SPH4C-E-Rap.3	décrire les consignes de sécurité à respecter lors de l'utilisation de circuits électriques et repérer des situations dangereuses à l'école ou à la maison (p. ex., couper le courant avant d'entamer tout travail sur une prise électrique; remplacer les fusibles par des fusibles de même valeur dans tout dispositif électrique).		2.1 2.4			

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques		1	2	3	4	5
Attentes						
SPH4C-SH-A.1	démontrer sa compréhension des principes scientifiques qui sous-tendent la statique et la dynamique des fluides ainsi que les systèmes hydrauliques et pneumatiques.			3.1 3.2 3.3 3.4 3.5		
SPH4C-SH-A.2	concevoir et effectuer des recherches sur les principes scientifiques de la statique et de la dynamique des fluides et analyser le fonctionnement des systèmes pneumatiques et hydrauliques de base.			3.2 3.3 3.4 3.5		
SPH4C-SH-A.3	analyser les répercussions sociales et économiques de la technologie qui repose sur la statique et la dynamique des fluides.			3.2 3.3 3.5		
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SPH4C-SH-Comp.1	définir les concepts et les unités des fluides et des systèmes hydrauliques et pneumatiques (p. ex., fluides, masse volumique, densité, pression absolue, pression relative, puissance).			3.1 3.4 3.5		
SPH4C-SH-Comp.2	déterminer les facteurs qui influent sur l'écoulement laminaire et décrire son effet dans diverses situations (p. ex., la texture des balles de golf, de la peau de requin et de certaines coques de bateaux réduisent la traînée; les coureurs cyclistes réduisent la traînée en adoptant une position aérodynamique).			3.1		
SPH4C-SH-Comp.3	énoncer le théorème de Bernoulli et expliquer quelques-unes de ses applications technologiques (p. ex., la différence de pression entre les deux côtés de l'aile d'un avion est accrue par l'ajout de volets qui augmentent l'écoulement d'air au-dessus de l'aile et le diminuent en dessous; on donne un effet à une balle en la frappant de façon à la faire tourner sur elle-même).			3.2		
SPH4C-SH-Comp.4	déterminer les facteurs qui influent sur la hauteur manométrique et expliquer leurs effets sur les liquides et les gaz (p. ex., l'augmentation de l'épaisseur des barrages en profondeur est due à la pression élevée de l'eau; l'élévation des réservoirs d'eau accroît la pression que l'eau fournit).			3.3		
SPH4C-SH-Comp.5	énoncer le principe de Pascal et expliquer son importance dans la compréhension du fonctionnement des systèmes hydrauliques et pneumatiques (p. ex., freins, monte-charge, presse hydraulique).			3.3		
SPH4C-SH-Comp.6	décrire et expliquer la fonction des composantes principales des systèmes hydrauliques et pneumatiques (p. ex., cylindre, valve, connecteur, pompe).			3.5		

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques		1	2	3	4	5
SPH4C-SH-Comp.7	appliquer quantitativement les relations entre la force, l'aire, le volume, la pression et le temps dans des systèmes pneumatiques et hydrauliques (p. ex., calculer la force exercée par un patin de frein hydraulique sur une roue d'un cyclomoteur; calculer le temps que met un système robotique pour accomplir un cycle).			3.2 3.3 3.5		
SPH4C-SH-Comp.8	analyser quantitativement la relation entre le travail, la puissance et le temps dans les circuits hydrauliques et pneumatiques.			3.5		
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SPH4C-SH-Acq.1	vérifier expérimentalement le théorème de Bernoulli et identifier les facteurs qui influent sur l'aérodynamique de divers objets (p. ex., démonstrations en soufflerie, balles de ping-pong en suspension, soufflement entre des feuilles de papier).			3.2		
SPH4C-SH-Acq.2	déterminer en laboratoire les facteurs qui influent sur la hauteur manométrique des fluides, comparer les valeurs empiriques et théoriques et justifier les écarts (p. ex., expliquer, d'après ses observations d'un ballon gonflé immergé dans l'eau, l'effet de la profondeur sur la pression dans un fluide; expliquer l'effet de la température sur la pression en soumettant un contenant de plastique scellé à des changements de température).			3.4		
SPH4C-SH-Acq.3	vérifier expérimentalement le principe de Pascal.			3.3		
SPH4C-SH-Acq.4	dessiner des systèmes hydrauliques ou pneumatiques simples en utilisant les symboles appropriés.			3.5		
SPH4C-SH-Acq.5	effectuer une expérience pour déterminer les relations entre la force, l'aire, la pression, le volume et le temps dans un système hydraulique ou pneumatique (p. ex., déterminer la force de sortie d'après ses mesures de la force initiale et des surfaces des pistons d'entrée et de sortie).			3.5		
SPH4C-SH-Acq.6	concevoir, construire et évaluer un système hydraulique ou pneumatique, proposer des solutions pour augmenter son efficacité énergétique et régler les problèmes qui surviennent (p. ex., concevoir un système de frein; construire le modèle d'un robot industriel ou d'un monte-charge).			3.5		

PHYSIQUE		Unités				
<i>Domaine : Systèmes hydrauliques et pneumatiques</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SPH4C-SH-Rap.1	retracer l'évolution d'une technologie hydraulique, pneumatique ou aérodynamique en analysant les facteurs qui en ont déterminé les progrès (p. ex., les locomotives bruyantes et polluantes des années 1900 requéraient 3 tonnes de charbon et 4 000 gallons d'eau pour maintenir la vapeur à une pression assez élevée pour appliquer une force sur les pistons pendant un temps donné).			3.5		
SPH4C-SH-Rap.2	déterminer les avantages et les inconvénients, sur le plan social et économique, de l'accomplissement de certaines tâches par des systèmes robotiques (p. ex., machines d'assemblage automatique; véhicules télécommandés pour la manutention d'objets dangereux ou l'exploration marine et spatiale; usinage par commandes numériques sur ordinateur).			3.5		
SPH4C-SH-Rap.3	identifier diverses applications des systèmes hydrauliques et pneumatiques dans la vie quotidienne et évaluer leur incidence sur la qualité de la vie.			3.2 3.3 3.4 3.5		

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Technologie des communications		1	2	3	4	5
Attentes						
SPH4C-TC-A.1	démontrer sa compréhension des principes scientifiques et des applications technologiques en jeu dans la conception, le développement et le fonctionnement des systèmes de télécommunications.				4.1 4.3 4.4	
SPH4C-TC-A.2	concevoir et effectuer des expériences pour démontrer les principes fondamentaux de fonctionnement des systèmes de télécommunications et de leurs composantes.				4.1 4.3 4.4 4.5	
SPH4C-TC-A.3	évaluer l'incidence de la technologie des communications sur la communauté et l'économie mondiales et souligner la contribution canadienne dans ce domaine.				4.1 4.2	
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SPH4C-TC-Comp.1	définir les concepts et les unités des systèmes de télécommunications (p. ex., ondes électromagnétiques, distance focale, foyer, angle d'incidence, angle de réfraction, indice de réfraction, transmission, absorption).				4.1 4.3 4.4	
SPH4C-TC-Comp.2	décrire l'origine des ondes sonores et électromagnétiques ainsi que les conditions essentielles à leur transmission (p. ex., les ondes radio FM et les signaux de télévision se propagent presque parallèlement à la surface terrestre et sont retransmis par des tours de relais).				4.3	
SPH4C-TC-Comp.3	analyser qualitativement et quantitativement le mouvement périodique d'un objet vibrant (p. ex., l'oscillation d'un pendule; la détente d'un ressort; la vibration d'un diapason).				4.3	
SPH4C-TC-Comp.4	décrire les caractéristiques des ondes et appliquer l'équation d'onde pour expliquer le comportement des ondes dans divers milieux.				4.3	
SPH4C-TC-Comp.5	expliquer, et illustrer par des exemples, le principe de superposition des ondes (p. ex., décrire le son produit par un instrument de musique en fonction de la fréquence fondamentale et des harmoniques associées).				4.3	
SPH4C-TC-Comp.6	expliquer comment on utilise la modulation de la fréquence, de l'amplitude et de la phase des ondes en télécommunications [p. ex., on transmet un signal radio en faisant varier sa fréquence (les fréquences de l'ordre de 50 MHz à 120 MHz sont réservées aux signaux FM) ou en faisant varier son amplitude (les fréquences de l'ordre de 600 kHz à 1 000 kHz sont réservées aux signaux AM)].				4.3	

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Technologie des communications		1	2	3	4	5
SPH4C-TC-Comp.7	expliquer qualitativement comment on utilise la réflexion des ondes en télécommunications (p. ex., les ondes courtes sont réfléchies sur l'ionosphère et sur la surface terrestre; les radiotélescopes et les antennes paraboliques réfléchissent le signal obtenu vers un dispositif de réception).				4.3	
SPH4C-TC-Comp.8	expliquer et prédire quantitativement la réfraction des ondes électromagnétiques à l'aide de la loi de Snell-Descartes.				4.4	
SPH4C-TC-Comp.9	décrire, et illustrer par des exemples, la réflexion totale et en expliquer l'importance dans les systèmes de télécommunications (p. ex., les fibres optiques peuvent transporter des milliers de conversations téléphoniques transformées en impulsions lumineuses).				4.4	
SPH4C-TC-Comp.10	analyser et décrire les séquences de transformations et de transmission dans les systèmes de télécommunications couramment utilisés (p. ex., dans un télécopieur, un faisceau lumineux balaie le texte ou l'image et une image des portions foncées et pâles est réfléchi sur un arrangement de cellules photoélectriques qui convertissent l'information en courant électrique, lequel est amplifié et envoyé à travers les lignes téléphoniques au télécopieur visé qui rassemble l'image et l'imprime une ligne à la fois).				4.1	
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SPH4C-TC-Acq.1	déterminer, en partant d'expériences, les propriétés des variables importantes d'un objet vibrant et les relations entre ces variables (p. ex., effectuer une expérience pour vérifier les facteurs qui influent sur la fréquence d'un pendule).				4.3	
SPH4C-TC-Acq.2	démontrer en laboratoire, ou à l'aide de simulations à l'ordinateur, les caractéristiques des ondes mécaniques transversales et longitudinales et extrapoler les résultats obtenus pour les ondes électromagnétiques (p. ex., en utilisant des ressorts, des machines génératrices d'ondes, des cuves à ondes).				4.3	
SPH4C-TC-Acq.3	démontrer et expliquer le principe de superposition des ondes (p. ex., ondes stationnaires, harmoniques dans des instruments de musique, production des battements, modulation d'amplitude et de fréquence des ondes radioélectriques).				4.3	
SPH4C-TC-Acq.4	vérifier expérimentalement la loi de Snell-Descartes et préciser les conditions nécessaires à la réflexion totale.				4.4	
SPH4C-TC-Acq.5	déterminer expérimentalement l'action des surfaces réfléchissantes et des lentilles concaves et convexes sur des rayons lumineux parallèles.				4.4	

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Technologie des communications		1	2	3	4	5
SPH4C-TC-Acq.6	expliquer le fonctionnement des transducteurs couramment utilisés dans les systèmes de télécommunications et décrire qualitativement les transformations énergétiques qui s'opèrent (p. ex., haut-parleur, microphone, télécommande).				4.1 4.5	
SPH4C-TC-Acq.7	concevoir et construire un système simple de télécommunications et expliquer le fonctionnement de chacune de ses principales composantes (p. ex., construire un interphone en assemblant un microphone, un amplificateur et un haut-parleur).				4.5	
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SPH4C-TC-Rap.1	recommander, suite à une évaluation d'un ensemble de critères spécifiés, un appareil ou un dispositif de télécommunications (p. ex., définir des critères pour l'achat d'un téléphone cellulaire ou d'un système de localisation GPS).				4.1	
SPH4C-TC-Rap.2	décrire des exemples de la contribution canadienne au domaine des télécommunications (p. ex., Alexander Graham Bell, Willard Boyle, Len Bruton, Reginald A. Fessenden, Kenneth Hill, l'industrie canadienne des télécommunications).				4.2	
SPH4C-TC-Rap.3	évaluer les répercussions sociales et environnementales d'une nouvelle technologie dans le domaine des communications (p. ex., mondialisation de l'information grâce à l'autoroute électronique; protection des données informatisées contre la fraude et les virus; envoi des satellites inactifs à des orbites élevées pour parer à l'encombrement du corridor géostationnaire).				4.2	

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Transformations d'énergie		1	2	3	4	5
Attentes						
SPH4C-TE-A.1	démontrer sa compréhension des formes, des sources, des transformations et des pertes d'énergie, du rendement et du fonctionnement de dispositifs courants de transformation énergétique.					5.2 5.3 5.4
SPH4C-TE-A.2	construire, analyser et évaluer des dispositifs transformant l'énergie et calculer leur rendement.					5.3 5.4
SPH4C-TE-A.3	décrire et analyser le fonctionnement de diverses technologies qui utilisent le principe de transfert d'énergie et évaluer l'utilisation de technologies qui fonctionnent en partant de sources d'énergie renouvelables.					5.1 5.2
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SPH4C-TE-Comp.1	définir les concepts et les unités des transformations d'énergie (p. ex., énergie cinétique, énergie potentielle, énergie thermique, énergie éolienne, énergie géothermique, joule, puissance, rendement).					5.2 5.3
SPH4C-TE-Comp.2	décrire et comparer diverses transformations énergétiques (p. ex., les transformations entre l'énergie mécanique, l'énergie thermique, l'énergie électromagnétique, l'énergie gravitationnelle et l'énergie nucléaire).					5.2
SPH4C-TE-Comp.3	décrire, à l'aide de diagrammes, le fonctionnement de dispositifs qui transforment l'énergie (p. ex., cellules photoélectriques, moteurs, générateurs).					5.2 5.4
SPH4C-TE-Comp.4	analyser et décrire, en partant de diagrammes de flux énergétique, le rendement de diverses sources d'énergie et les rapports entre ces diverses sources (p. ex., Soleil, gaz naturel, huile, charbon, eau en mouvement), leurs transformations (p. ex., de l'énergie thermique à l'énergie potentielle électrique), leur transmission (p. ex., celle de l'énergie électrique) et leurs pertes (p. ex., pertes résultant d'une résistance électrique).					5.3
SPH4C-TE-Comp.5	déterminer quantitativement la puissance énergétique et analyser la relation entre le rendement, l'énergie d'entrée et l'énergie utile de sortie de divers dispositifs transformant l'énergie, et expliquer les pertes d'énergie (p. ex., la transformation de l'énergie potentielle électrique en énergie thermique et son transfert sous forme de chaleur; la perte d'énergie potentielle électrique due à une résistance).					5.3

PHYSIQUE		Unités				
Domaine : Transformations d'énergie		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SPH4C-TE-Acq.1	calculer, après expérimentation, le rendement d'une transformation énergétique simple (p. ex., étirement d'un élastique qui propulse une voiture miniature; moteur électrique qui soulève un objet).					5.3
SPH4C-TE-Acq.2	concevoir, construire et expliquer, en équipe, le fonctionnement d'un dispositif qui effectue au moins quatre transformations énergétiques pour accomplir une tâche (p. ex., construire une machine Rube Goldberg pour accomplir une tâche simple; fabriquer un aéroglisseur mû par l'énergie solaire; concevoir un robot industriel télécommandé à distance).					5.4
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SPH4C-TE-Rap.1	décrire et analyser des exemples de dispositifs qui fonctionnent en partant de diverses combinaisons de transfert et de transformation énergétiques (p. ex., les gilets pare-balles dispersent l'énergie de l'impact d'une balle sur toute leur surface; le mouvement linéaire d'avant en arrière des bras des locomotives à vapeur est converti en un mouvement rotatif des roues).					5.2
SPH4C-TE-Rap.2	évaluer, sur le plan social et économique, les avantages et les inconvénients de dispositifs qui transforment l'énergie renouvelable (p. ex., des industries de pays en voie de développement utilisent des écailles d'arachides pour alimenter leurs fours; on utilise de petites éoliennes pour produire de l'électricité dans des régions isolées et sur des bateaux).					5.1