

# Progression des apprentissages au secondaire

## Physique

### Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

22 août 2011

## Table des matières

<b>Progression des apprentissages au secondaire</b>	3
<b>Présentation de la discipline</b>	5
<b>Cinématique</b>	6
<b>Dynamique</b>	8
<b>Transformation de l'énergie</b>	10
<b>Optique géométrique</b>	12
<b>Techniques</b>	14
<b>Stratégies</b>	15

### **Droits de reproduction**

Les établissements d'enseignement sont autorisés à reproduire ce document, en totalité ou en partie. S'il est reproduit pour être vendu, le prix ne devra pas excéder le coût de reproduction. Ce document est accessible dans Internet à l'adresse suivante : [ [www.mels.gouv.qc.ca/progression/secondaire/](http://www.mels.gouv.qc.ca/progression/secondaire/) ]

## Progression des apprentissages au secondaire

La progression des apprentissages au secondaire constitue un complément à chaque programme disciplinaire en apportant des précisions sur les connaissances que les élèves doivent acquérir et être capables d'utiliser à chaque année du secondaire. Il s'agit d'un outil qui est mis à la disposition des enseignantes et des enseignants pour les aider à planifier leur enseignement et les apprentissages que feront leurs élèves.

### Place des connaissances dans l'apprentissage

Les connaissances qu'un jeune acquiert lui permettent de mieux comprendre l'univers dans lequel il évolue. Depuis son tout jeune âge, à l'intérieur de sa famille et par ses contacts avec ses amis et les médias, notamment, celui-ci accumule et utilise une quantité toujours croissante de connaissances, et ce sera le rôle de l'école de l'amener progressivement à les élargir, à les approfondir et à les organiser.

Connaissances et compétences sont appelées à se renforcer mutuellement. D'un côté, les connaissances se consolident à travers leur utilisation; de l'autre, l'exercice des compétences entraîne l'acquisition de nouvelles connaissances. Faire acquérir des connaissances pose toutefois le défi de les rendre utiles et durables, ce qui renvoie à la notion de compétence. En effet, on n'est véritablement assuré de l'acquisition d'une règle de grammaire, par exemple, que lorsqu'elle est utilisée de façon appropriée, dans des textes et des contextes variés qui vont au-delà de l'exercice répétitif et ciblé.

### Intervention de l'enseignante ou de l'enseignant

Le rôle de l'enseignante ou de l'enseignant dans l'acquisition des connaissances et dans le développement des compétences est essentiel et une intervention de sa part est requise tout au long de l'apprentissage. La Loi sur l'instruction publique lui donne d'ailleurs la responsabilité du choix des « modalités d'intervention pédagogique qui correspondent aux besoins et aux objectifs fixés pour chaque groupe ou chaque élève qui lui est confié » (article 19). Il appartient donc à l'enseignante ou à l'enseignant d'adapter ses interventions et de les appuyer sur une diversité de stratégies, qu'il s'agisse par exemple d'un enseignement magistral donné à l'ensemble de la classe, d'un enseignement individualisé offert à un élève ou à un petit groupe d'élèves, d'une série d'exercices à faire, d'un travail d'équipe ou d'un projet particulier à réaliser.

Afin de répondre aux besoins des élèves ayant des difficultés d'apprentissage, l'enseignante ou l'enseignant favorisera leur participation aux activités proposées à l'ensemble de la classe, mais il prévoira aussi, le cas échéant, des mesures de soutien. Ces mesures pourront prendre la forme d'un enseignement plus explicite de certaines connaissances, par exemple, ou encore celle d'interventions spécialisées.

Quant à l'évaluation des apprentissages, elle a essentiellement deux fonctions. Elle permet d'abord de porter un regard sur les apprentissages de l'élève pour le guider et le soutenir de façon appropriée. Elle sert ensuite à vérifier à quel point l'élève a fait les apprentissages attendus. Cependant, quelle qu'en soit la fonction, conformément à la Politique d'évaluation des apprentissages, l'évaluation devrait porter à la fois sur les connaissances de l'élève et sur la capacité qu'il a de les utiliser efficacement dans des contextes qui font appel à ses compétences.

### Structure

La progression des apprentissages est présentée sous forme de tableaux qui regroupent les connaissances de façon semblable à celle des programmes disciplinaires. Ainsi, pour la mathématique, par exemple, ces connaissances sont présentées par champs : arithmétique, géométrie et autres. Lorsqu'une discipline est en continuité avec le primaire, un arrimage est proposé entre la *Progression des apprentissages au primaire* et la *Progression des apprentissages au secondaire*. Chaque connaissance indiquée est par ailleurs associée à une ou à plusieurs années du secondaire au cours de laquelle ou desquelles elle constitue un objet formel d'enseignement.

Une légende commune est utilisée pour toutes les disciplines. Trois symboles composent cette légende : une flèche, une étoile et un espace grisé. Ce qui est attendu de l'élève est décrit de la façon suivante :

	L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant.
	L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire.
	L'élève réutilise cette connaissance.

La **flèche** indique que l'enseignement doit être planifié de manière à ce que l'élève entreprenne l'apprentissage de cette connaissance au cours de l'année scolaire et le poursuive ou le termine l'année suivante en bénéficiant toujours de l'intervention systématique de la part de l'enseignante ou de l'enseignant.

L'**étoile** indique que l'enseignement doit être planifié de manière à ce que la majorité des élèves aient terminé l'apprentissage de cette connaissance à la fin de l'année scolaire.

L'espace **grisé** indique que l'enseignement doit être planifié de manière à ce que cette connaissance soit réutilisée au cours de l'année scolaire.

# Physique - Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

## Présentation de la discipline

Le présent document apporte des précisions sur les connaissances inscrites dans le programme optionnel de physique de 5<sup>e</sup> secondaire. Il vise à faciliter le travail des enseignants et des enseignantes au moment de la planification.

Rappelons que l'acquisition de connaissances ne suffit pas à assurer la progression des apprentissages des élèves. Ils doivent également apprendre à les utiliser dans des contextes variés et de plus en plus complexes. C'est en mobilisant de façon appropriée les connaissances, les techniques et les stratégies précisées dans ce document qu'ils développeront les compétences visées par le programme de physique. L'exercice de ces compétences entraîne l'acquisition de nouvelles connaissances qui permettent à leur tour de pousser plus loin le développement des compétences.

Afin de chercher des réponses ou des solutions à des problèmes relevant de la physique (compétence 1), les élèves s'approprient des stratégies et des connaissances, tant conceptuelles que techniques, qui leur permettent de bien cerner un problème, de l'explorer et de justifier leurs choix méthodologiques et leurs résultats. De même, c'est en s'appuyant sur les concepts et les principes scientifiques appropriés qu'ils peuvent expliquer des phénomènes ou comprendre le fonctionnement d'objets, mettant ainsi à profit leurs connaissances scientifiques et technologiques (compétence 2). Enfin, pour être en mesure de communiquer sur des questions de physique (compétence 3), ils doivent acquérir et utiliser les connaissances qui leur permettront d'interpréter et de transmettre des messages en se servant des langages et des modes de représentation utilisés en science et en technologie.

Au premier cycle du secondaire, les connaissances portent sur des phénomènes de l'environnement naturel et construit qui rejoignent souvent les préoccupations des élèves. Au deuxième cycle, elles sont organisées autour d'applications liées à sept champs technologiques, dans le parcours de formation générale appliquée, ou de problématiques environnementales, dans le parcours de formation générale ou dans les programmes optionnels de 4<sup>e</sup> secondaire.

On trouvera dans ce document, regroupées dans quatre tableaux, les connaissances propres aux concepts généraux présentés dans le programme de physique : cinématique, dynamique, transformation de l'énergie et optique géométrique. Chaque tableau est précédé d'un texte qui résume l'apport du concept à l'apprentissage de la physique. Un encadré rappelle ensuite les principales connaissances abordées au 1<sup>er</sup> cycle du secondaire au regard de ce concept général. Enfin, ces tableaux renferment un certain nombre d'énoncés qui correspondent à des connaissances étudiées au cours du 2<sup>e</sup> cycle et qui sont utiles à l'acquisition des concepts du programme de physique<sup>1</sup>. Deux autres tableaux apportent des clarifications sur les techniques et les stratégies que les élèves doivent utiliser.

Les connaissances sont explicitées à l'aide d'énoncés qui illustrent le degré de complexité minimal visé et mettent en évidence la progression d'une année à l'autre. Dans certains cas, des précisions sur l'étendue des connaissances à aborder sont apportées entre parenthèses.

---

1. Seuls les concepts propres au programme de physique sont précédés d'un chiffre.

# Physique - Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

## Cinématique

L'étude de la cinématique offre aux élèves l'occasion d'acquérir des connaissances scientifiques et technologiques sur des phénomènes et des applications<sup>1</sup> dans lesquels des corps sont en mouvement.

Au cours du secondaire, les élèves ont étudié des phénomènes, des problématiques et des applications d'une complexité croissante. Ils se sont approprié des concepts associés à l'univers matériel, à l'univers vivant, à la Terre et à l'espace ainsi qu'à l'univers technologique. Le recours à des démarches expérimentale, d'analyse et de modélisation leur permet de décrire, comprendre et expliquer les lois et les modèles qui régissent la cinématique. Les élèves apprennent à mobiliser ces nouvelles connaissances dans divers contextes pour expliquer des phénomènes ou effectuer des prédictions. Ils acquièrent ainsi une meilleure compréhension des mouvements des corps dans le monde qui nous entoure et des applications qui en sont faites.

	Secondaire				
	ATS	ATS – SE	ST	ST – STE	PHY
	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
→ L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant.					
★ L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire.					
L'élève réutilise cette connaissance.					
<b>1<sup>er</sup> cycle du secondaire</b>					
Types de mouvements Repérer des pièces qui effectuent des mouvements spécifiques dans un objet technique (mouvement de translation rectiligne, de rotation, hélicoïdal)					
Effets d'une force Expliquer les effets d'une force dans un objet technique (modification du mouvement d'un objet ou déformation d'un matériau)					
<b>2<sup>e</sup> cycle du secondaire</b>					
Seuls les concepts propres au programme de physique sont précédés d'un chiffre. Les énoncés sur fond bleu pâle indiquent que l'élève a abordé ces connaissances en 3 <sup>e</sup> ou en 4 <sup>e</sup> secondaire.					
Relation entre la vitesse, la distance et le temps					
Décrire qualitativement la relation entre la vitesse, la distance et le temps		★			
Appliquer la relation mathématique entre la vitesse constante, la distance et le temps ( $v = d/\Delta t$ )		★			
1. Système de référence					
i. Choisir un système de référence approprié à la situation					★
2. Mouvement rectiligne uniforme					
a. Relation entre la position par rapport à l'origine, la vitesse et le temps					
i. Expliquer qualitativement et à l'aide d'un graphique la relation entre la position d'un objet par rapport à l'origine (déplacement), sa vitesse et le temps pendant lequel il est en mouvement					★
ii. Appliquer la relation mathématique entre la position par rapport à l'origine (déplacement), la vitesse et le temps ( $\Delta s = v\Delta t$ ) dans une situation donnée					★
b. Déplacement et distance parcourue					
i. Distinguer le déplacement de la distance parcourue					★
Changements de vitesse					
Utiliser des mécanismes permettant des variations de vitesse dans la conception d'objets techniques		★		★	
3. Mouvement rectiligne uniformément accéléré					
a. Relation entre l'accélération, la variation de la vitesse et le temps					

i. Expliquer qualitativement et à l'aide d'un graphique la relation entre l'accélération d'un corps, la variation de sa vitesse et le temps pendant lequel elle varie					★
ii. Appliquer la relation mathématique entre l'accélération, la variation de la vitesse et le temps ( $a = \Delta v / \Delta t$ ) dans une situation donnée					★
b. Relation entre l'accélération, la distance parcourue et le temps					
i. Expliquer qualitativement et à l'aide d'un graphique la relation entre l'accélération d'un corps, la distance qu'il a parcourue et le temps écoulé					★
ii. Appliquer la relation mathématique entre l'accélération, la distance parcourue et le temps ( $\Delta s = v_i \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$ ) dans une situation donnée					★
c. Vitesse moyenne et vitesse instantanée					
i. Déterminer la vitesse moyenne d'un objet					★
ii. Déterminer la vitesse instantanée d'un objet					★
iii. Expliquer la distinction entre vitesse moyenne et vitesse instantanée					★
d. Chute libre					
i. Expliquer qualitativement et à l'aide d'un graphique le mouvement d'un corps en chute libre (position, déplacement, vitesse moyenne, vitesse instantanée, accélération)					★
ii. Déterminer la position, le déplacement, la vitesse moyenne, la vitesse instantanée ou l'accélération d'un corps en chute libre					★
e. Mouvement d'un corps sur un plan incliné					
i. Expliquer qualitativement et à l'aide d'un graphique le mouvement d'un corps sur un plan incliné (position, déplacement, vitesse moyenne, vitesse instantanée, accélération)					★
ii. Déterminer la position, le déplacement, la vitesse moyenne, la vitesse instantanée ou l'accélération d'un corps sur un plan incliné					★
4. Mouvement des projectiles					
a. Expliquer le mouvement d'un projectile (combinaison d'un mouvement rectiligne uniforme et d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré)					★
b. Déterminer la position, le déplacement, la vitesse instantanée d'un projectile ou le temps écoulé					★

1. On entend par « application » un objet technique, un système, un produit ou un procédé.

# Physique - Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

## Dynamique

L'étude de la dynamique offre aux élèves l'occasion d'acquérir des connaissances scientifiques et technologiques sur des phénomènes et des applications<sup>1</sup> dans lesquels interviennent des forces qui s'exercent sur des corps.

Au cours du secondaire, les élèves ont étudié des phénomènes, des problématiques et des applications d'une complexité croissante. Ils se sont approprié des concepts associés à l'univers matériel, à l'univers vivant, à la Terre et à l'espace ainsi qu'à l'univers technologique. Le recours à des démarches expérimentale, d'analyse et de modélisation leur permet de décrire, comprendre et expliquer les lois et les modèles qui régissent la dynamique. Les élèves apprennent à mobiliser ces nouvelles connaissances dans divers contextes pour expliquer des phénomènes ou effectuer des prédictions. Ils acquièrent ainsi une meilleure compréhension des effets des forces sur les corps dans le monde qui nous entoure et des applications qui en sont faites.

	Secondaire				
	ATS	ATS - SE	ST	ST - STE	PHY
	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
→ L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant.					
★ L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire.					
L'élève réutilise cette connaissance.					
<b>1<sup>er</sup> cycle du secondaire</b>					
Masse					
Définir le concept de masse					
Effets d'une force					
Expliquer les effets d'une force dans un objet technique (modification du mouvement d'un objet ou déformation d'un matériau)					
Machines simples					
Repérer des roues, des plans inclinés et des leviers dans des objets techniques simples (ex. : une brouette est constituée d'un levier interrésistant et d'une roue)					
Décrire qualitativement l'avantage mécanique de différents types de leviers (interappui, intermoteur ou interforce, interrésistant) dans des applications variées					
<b>2<sup>e</sup> cycle du secondaire</b>					
Seuls les concepts propres au programme de physique sont précédés d'un chiffre.					
Les énoncés sur fond bleu pâle indiquent que l'élève a abordé ces connaissances en 3 <sup>e</sup> ou en 4 <sup>e</sup> secondaire.					
Relation entre le travail, la force et le déplacement					
Décrire qualitativement la relation entre le travail, la force appliquée sur un corps et son déplacement		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre le travail, la force efficace et le déplacement ( $W = F\Delta s$ )		★		★	
Relation entre la masse et le poids					
Décrire qualitativement la relation entre la masse et le poids		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre la masse et le poids ( $F_g = mg$ )		★		★	
Force efficace					
Définir la force efficace comme étant la composante de la force appliquée qui est exercée parallèlement au déplacement		★		★	
Déterminer graphiquement la grandeur de la force efficace dans une situation donnée		★		★	
1. Accélération gravitationnelle					
a. Comparer les valeurs moyennes de l'accélération gravitationnelle terrestre et lunaire ( $9,8 \text{ m/s}^2$ sur Terre, $1,6 \text{ m/s}^2$ sur la Lune)					★
2. Force gravitationnelle					
a. Associer la chute libre d'un corps à l'effet de la force gravitationnelle					★
b. Associer la force gravitationnelle d'un corps à son poids					★

c. Déterminer la composante de la force gravitationnelle parallèle au déplacement d'un corps (ex. : plan incliné)					★
3. Lois de Newton					
a. Décrire qualitativement le principe d'inertie (1 <sup>re</sup> loi de Newton)					★
b. Décrire qualitativement la relation entre la force appliquée sur un corps, sa masse et son accélération (2 <sup>e</sup> loi de Newton)					★
c. Appliquer la relation mathématique entre la force appliquée, la masse et l'accélération ( $F = ma$ )					★
d. Décrire qualitativement le principe d'action-réaction (3 <sup>e</sup> loi de Newton)					★
e. Expliquer un phénomène ou le fonctionnement d'un objet technique à l'aide des lois de Newton					★
Pression					
Définir la pression comme étant la force exercée par les particules lorsqu'elles entrent en collision avec une surface contraignante	★		★		
Adhérence et frottement entre les pièces					
Décrire les avantages et les inconvénients liés à l'adhérence et au frottement entre les pièces dans un objet technique		★		★	
4. Force de frottement					
a. Expliquer les effets possibles d'une force de frottement (ralentir, arrêter ou empêcher le mouvement d'un corps)					★
b. Nommer des facteurs qui modifient la grandeur de la force de frottement pour une situation donnée (ex. : nature des surfaces en contact, forme d'un corps qui se déplace dans un fluide)					★
c. Déterminer la valeur de la force de frottement dans une situation donnée <sup>2</sup> (force de frottement = force motrice - force résultante)					★
Contraintes					
Décrire les contraintes auxquelles sont soumis divers objets techniques : traction, compression, torsion (ex. : la partie supérieure d'une poutre subit des contraintes de compression)	★		★		
Décrire les contraintes auxquelles sont soumis divers objets techniques : traction, compression, torsion, flexion, cisaillement (ex. : un tremplin est soumis à des contraintes de flexion)		★		★	
5. Force centripète					
a. Expliquer qualitativement l'effet d'une force centripète sur un corps en mouvement					★
6. Diagramme de corps libre					
a. Représenter les forces qui s'exercent sur un corps à l'aide de vecteurs					★
7. Équilibre et résultante de plusieurs forces					
a. Déterminer la grandeur et l'orientation du vecteur associé à la force résultante d'un système de forces					★
b. Déterminer la grandeur et l'orientation du vecteur associé à la force équilibrante d'un système de forces					★

1. On entend par « application » un objet technique, un système, un produit ou un procédé.

2. Les calculs faits à l'aide des coefficients de frottement ne sont pas exigés.

# Physique - Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

## Transformation de l'énergie

L'étude de la transformation de l'énergie offre aux élèves l'occasion d'acquérir des connaissances scientifiques et technologiques sur des phénomènes et des applications<sup>1</sup> dans lesquels l'énergie est transformée.

Au cours du secondaire, les élèves ont étudié des phénomènes, des problématiques et des applications d'une complexité croissante. Ils se sont approprié des concepts associés à l'univers matériel, à l'univers vivant, à la Terre et à l'espace ainsi qu'à l'univers technologique. Le recours à des démarches expérimentale, d'analyse et de modélisation leur permet de décrire, comprendre et expliquer les lois et les modèles qui régissent la transformation de l'énergie. Les élèves apprennent à mobiliser ces nouvelles connaissances dans divers contextes pour expliquer des phénomènes ou effectuer des prédictions. Ils acquièrent ainsi une meilleure compréhension des transformations d'énergie dans le monde qui nous entoure et des applications qui en sont faites.

	Secondaire				
	ATS	ATS - SE	ST	ST - STE	PHY
	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
→ L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant.					
★ L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire.					
L'élève réutilise cette connaissance.					
<b>1<sup>er</sup> cycle du secondaire</b>					
Lumière					
Définir la lumière comme étant une forme d'énergie rayonnante					
Transformation de l'énergie					
Associer l'énergie à un rayonnement, à de la chaleur ou à un mouvement					
Définir la transformation de l'énergie					
Repérer des transformations d'énergie dans un objet technique ou un système technologique					
<b>2<sup>e</sup> cycle du secondaire</b>					
Seuls les concepts propres au programme de physique sont précédés d'un chiffre.					
Les énoncés sur fond bleu pâle indiquent que l'élève a abordé ces connaissances en 3 <sup>e</sup> ou en 4 <sup>e</sup> secondaire.					
Formes d'énergie					
Décrire les formes d'énergie chimique, thermique, mécanique et rayonnante	★		★		
Définir le joule comme étant l'unité de mesure de l'énergie			★		
Loi de la conservation de l'énergie					
Expliquer qualitativement la loi de la conservation de l'énergie		★		★	
Appliquer la loi de la conservation de l'énergie dans divers contextes		★		★	
Rendement énergétique					
Définir le rendement énergétique d'un appareil ou d'un système comme étant la proportion de l'énergie consommée qui est transformée en travail efficace (quantité d'énergie utile / quantité d'énergie consommée × 100)		★		★	
Relation entre le travail, la force et le déplacement					
Décrire qualitativement la relation entre le travail, la force appliquée sur un corps et son déplacement		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre le travail, la force efficace et le déplacement ( $W = F\Delta s$ )		★		★	
Relation entre l'énergie potentielle, la masse, l'accélération et le déplacement					
Décrire qualitativement la relation entre l'énergie potentielle d'un corps, sa masse, l'accélération gravitationnelle et son déplacement		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre l'énergie potentielle, la masse, l'accélération gravitationnelle et le déplacement ( $E_p = mgh$ )		★		★	
Relation entre l'énergie cinétique, la masse et la vitesse					

Décrire qualitativement la relation entre l'énergie cinétique d'un corps, sa masse et sa vitesse		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre l'énergie cinétique, la masse et la vitesse ( $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ )		★		★	
Relation entre le travail et l'énergie					
Décrire qualitativement la relation entre le travail effectué sur un corps et sa variation d'énergie		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre le travail et l'énergie ( $W = \Delta E$ )		★		★	
1. Énergie mécanique					
a. Expliquer qualitativement une transformation d'énergie mécanique dans une situation donnée (ex. : un manège en mouvement)					★
b. Appliquer les relations mathématiques associées à l'énergie cinétique, aux types d'énergie potentielle (gravitationnelle, élastique), au travail et à la chaleur					★
c. Analyser quantitativement une transformation d'énergie mécanique dans une situation donnée					★
2. Loi de Hooke					
a. Expliquer qualitativement la relation entre l'énergie d'un ressort hélicoïdal, sa constante d'élasticité et la variation de sa longueur par rapport à celle au repos, dans une situation donnée (ex. : les ressorts d'un matelas)					★
b. Appliquer la relation mathématique entre l'énergie potentielle élastique, la constante d'élasticité et la variation de longueur dans une situation donnée ( $E = \frac{1}{2}k\ell^2$ )					★
Relation entre puissance et énergie électrique					
Décrire qualitativement la relation entre l'énergie électrique consommée par un appareil, sa puissance et son temps d'utilisation		★		★	
Appliquer la relation mathématique entre l'énergie électrique consommée, la puissance d'un appareil électrique et le temps d'utilisation ( $E = P\Delta t$ )		★		★	
3. Relation entre la puissance, le travail et le temps					
a. Expliquer qualitativement la relation entre la puissance d'un système, le travail accompli et le temps pendant lequel il s'effectue					★
b. Appliquer la relation mathématique entre la puissance, le travail et le temps ( $P = W/\Delta t$ )					★

1. On entend par « application » un objet technique, un système, un produit ou un procédé.

# Physique - Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

## Optique géométrique

L'étude de l'optique géométrique offre aux élèves l'occasion d'acquérir des connaissances scientifiques et technologiques sur des phénomènes et des applications<sup>1</sup> dans lesquels les rayons lumineux subissent des déviations.

Au cours du secondaire, les élèves ont étudié des phénomènes, des problématiques et des applications d'une complexité croissante. Ils se sont approprié des concepts associés à l'univers matériel, à l'univers vivant, à la Terre et à l'espace ainsi qu'à l'univers technologique. Le recours à des démarches expérimentale, d'analyse et de modélisation leur permet de décrire, comprendre et expliquer les lois et les modèles qui régissent le comportement des rayons lumineux. Les élèves apprennent à mobiliser ces nouvelles connaissances dans divers contextes pour expliquer des phénomènes ou effectuer des prédictions. Ils acquièrent ainsi une meilleure compréhension de l'effet des trajectoires des rayons lumineux sur la façon dont on perçoit le monde qui nous entoure et des applications qui en sont faites.

	Secondaire				
	ATS	ATS – SE	ST	ST – STE	PHY
	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
→ L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant.					
★ L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire.					
L'élève réutilise cette connaissance.					
<b>1<sup>er</sup> cycle du secondaire</b>					
Lumière					
Décrire des propriétés de la lumière : propagation en ligne droite, réflexion diffuse par des surfaces					
Expliquer divers phénomènes à l'aide des propriétés de la lumière (cycle du jour et de la nuit, saisons, phases de la Lune, éclipse)					
<b>2<sup>e</sup> cycle du secondaire</b>					
Seuls les concepts propres au programme de physique sont précédés d'un chiffre.					
Les énoncés sur fond bleu pâle indiquent que l'élève a abordé ces connaissances en 3 <sup>e</sup> ou en 4 <sup>e</sup> secondaire.					
Déviation des ondes lumineuses					
Décrire la façon dont les rayons lumineux sont déviés par une surface réfléchissante plane	★		★		
Déterminer l'angle de réflexion d'un rayon lumineux à la surface d'un miroir plan	★		★		
Décrire la façon dont les rayons lumineux sont déviés lorsqu'ils traversent la surface d'une substance translucide convexe ou concave	★		★		
1. Lois de Snell-Descartes (réflexion)					
a. Rayons incident et réfléchi					
i. Définir un rayon lumineux comme étant une construction théorique indiquant la direction de la propagation de la lumière					★
ii. Identifier les rayons incident et réfléchi sur une représentation schématique ou dans une situation réelle <sup>2</sup>					★
iii. Distinguer la réflexion diffuse de la réflexion spéculaire dans diverses situations					★
b. Angles d'incidence et de réflexion					
i. Mesurer les angles d'incidence et de réflexion sur une représentation schématique ou expérimentalement					★
ii. Expliquer qualitativement et quantitativement un phénomène à l'aide de la loi de la réflexion (ex. : hauteur minimale d'un miroir nécessaire pour qu'une personne voie son corps en entier, étendue d'un champ de vision)					★
Foyer d'une lentille					
Déterminer la position du foyer d'une lentille concave et d'une lentille convexe	★		★		
Décrire le lien entre la position du foyer d'une lentille et le degré de déviation des rayons lumineux dans diverses situations (ex. : accommodation du cristallin, choix de verres correcteurs)	★		★		

Récepteurs sensoriels (Œil)					
Identifier les principales parties de l'œil impliquées dans la vision (iris, cornée, cristallin, rétine)	★		★		
Décrire la fonction des principales parties de l'œil	★		★		
2. Loi de Snell-Descartes (réfraction)					
a. Rayons incident et réfracté					
i. Identifier les rayons incident et réfracté sur une représentation schématique ou dans une situation réelle					★
b. Angles d'incidence et de réfraction					
i. Mesurer les angles d'incidence et de réfraction sur une représentation schématique ou expérimentalement					★
c. Indice de réfraction					
i. Définir l'indice de réfraction d'un milieu comme étant le rapport entre la vitesse de propagation de la lumière dans le vide et sa vitesse dans ce milieu ( $n = c/v$ )					★
ii. Déterminer expérimentalement ou mathématiquement l'indice de réfraction de divers milieux					★
iii. Expliquer qualitativement et quantitativement un phénomène à l'aide de la loi de la réfraction ( $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ) (ex. : paille dans un verre d'eau)					★
iv. Expliquer le phénomène de réflexion totale interne (ex. : mirage, fibre optique)					★
3. Images					
a. Type d'image					
i. Expliquer la distinction entre image réelle et image virtuelle					★
b. Caractéristiques de l'image					
i. Déterminer les caractéristiques de l'image obtenue dans une situation donnée (miroirs et lentilles)					★
ii. Appliquer les relations mathématiques qui permettent de déterminer la position, l'orientation et la hauteur d'un objet ou de son image dans le cas de miroirs ou de lentilles ( $G_r = h_i/h_o = -d_i/d_o = -q/p = l_i/l_f = l_f/l_o$ ; $1/l_f = 1/d_i + 1/d_o$ )					★

1. On entend par « application » un objet technique, un système, un produit ou un procédé.
2. Se limiter aux cas des miroirs plans ou sphériques.

## Techniques

Le recours aux techniques associées à la science et à la technologie abordées antérieurement<sup>1</sup> peut s'avérer utile. Les techniques prescrites en physique sont réparties en deux catégories, selon qu'elles sont liées aux manipulations ou aux mesures. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils. La sécurité dans les ateliers et les laboratoires doit demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

→ L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. ★ L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. L'élève réutilise cette connaissance.	Secondaire				
	ATS	ATS - SE	ST	ST - STE	PHY
<b>A. Techniques liées aux manipulations</b>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
1. Techniques d'utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire ou d'atelier <sup>2</sup>					
a. Utiliser le matériel de laboratoire de façon sécuritaire (ex. : ne jamais orienter un faisceau laser en direction d'un visage, s'assurer de bien fixer les montages)	→	★	→	★	
2. Techniques d'utilisation d'instruments d'observation					
a. Utiliser de façon adéquate un instrument d'observation (ex. : appareil photo, caméra vidéo, sonde)					
<b>B. Techniques liées aux mesures</b>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
1. Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure					
a. Effectuer plusieurs fois la même mesure pour vérifier la fidélité de l'instrument utilisé		★		★	
b. Effectuer les opérations requises pour s'assurer de la justesse d'un instrument de mesure (ex. : calibrer une sonde, positionner adéquatement un instrument de mesure dans un montage)		★		★	
c. Choisir un instrument de mesure en tenant compte de la sensibilité de l'instrument (ex. : utiliser un chronomètre au lieu d'une montre analogique)		★		★	
2. Interprétation des résultats de la mesure					
a. Déterminer l'erreur attribuable à un instrument de mesure (ex. : l'erreur sur la mesure effectuée à l'aide d'un dynamomètre correspond à la moitié de la plus petite graduation, celle d'un ruban à mesurer correspond à la valeur de la plus petite graduation)		★		★	
b. Estimer les erreurs associées à l'utilisateur et à l'environnement lors d'une mesure (ex. : pour un chronomètre, on estime à 0,1 seconde l'erreur attribuable au temps de réaction)		★		★	
c. Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs qui tient compte des erreurs sur la mesure (ex. : une mesure de 10,35 cm effectuée avec une règle graduée au millimètre devrait s'exprimer 10,4 cm ou 104 mm)		★		★	
d. Exprimer la valeur d'une mesure avec son incertitude absolue ou relative (ex. : 24,1 ± 0,1 cm <sup>3</sup> ou 24,1 cm <sup>3</sup> ± 0,4 %)					★

1. Voir la section *Techniques* dans les documents sur la progression des apprentissages au secondaire (de la 1<sup>re</sup> à la 4<sup>e</sup> secondaire).
2. Lorsqu'il présente une nouvelle technique, l'enseignant s'assure d'expliquer les règles de sécurité et de les rappeler fréquemment. Après plusieurs exécutions, l'élève applique les règles de façon autonome.

# Physique - Programme optionnel de 5<sup>e</sup> secondaire

## Stratégies

Les stratégies présentées ici soutiennent les démarches utilisées en science et en technologie. Elles peuvent être mobilisées dans des contextes variés et de complexité croissante et possèdent, en ce sens, un caractère inclusif. L'appropriation des stratégies déployées au primaire se poursuit tout au long du secondaire. De nouvelles stratégies s'ajoutent, dont les stratégies d'analyse, qui s'adaptent au niveau de développement cognitif des élèves.

→ L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. ★ L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. L'élève réutilise cette connaissance.	Secondaire					
	1 <sup>er</sup> cycle	ATS	ATS - SE	ST	ST - STE	PHY
<b>A. Stratégies d'exploration</b>		3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
1. Aborder un problème ou un phénomène à partir de divers cadres de référence (ex. : social, environnemental, historique, économique)						
2. Discerner les éléments pertinents à la résolution du problème						
3. Évoquer des problèmes similaires déjà résolus						
4. Prendre conscience de ses représentations préalables						
5. Schématiser ou illustrer le problème						
6. Formuler des questions						
7. Émettre des hypothèses (ex. : seul, en équipe, en groupe)						
8. Explorer diverses avenues de solution						
9. Anticiper les résultats de sa démarche						
10. Imaginer des solutions à un problème à partir de ses explications						
11. Prendre en considération les contraintes en jeu dans la résolution d'un problème ou la réalisation d'un objet (ex. : cahier des charges, ressources disponibles, temps alloué)						
12. Réfléchir sur ses erreurs afin d'en identifier la source						
13. Faire appel à divers modes de raisonnement (ex. : induire, déduire, inférer, comparer, classifier)						
14. Recourir à des démarches empiriques (ex. : tâtonnement, analyse, exploration à l'aide des sens)						
15. Vérifier la cohérence de sa démarche et effectuer les ajustements nécessaires	★					
16. Inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles éventuellement utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances		→	★	→	★	
17. Généraliser à partir de plusieurs cas particuliers structurellement semblables		→	★	→	★	
18. Élaborer divers scénarios possibles		→	★	→	★	
19. Envisager divers points de vue liés aux problématiques scientifiques ou technologiques		→	★	→	★	

<b>B. Stratégies d'instrumentation</b>		3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
1. Recourir à différentes sources d'information (ex. : livre, journal, site Web, revue, expert)						
2. Valider les sources d'information						
3. Recourir au dessin pour illustrer une solution (ex. : schéma, croquis, dessin technique)						
4. Recourir à des outils de consignation (ex. : schéma, notes, graphique, protocole, journal de bord)						
5. Recourir à des techniques ou des outils d'observation variés						
6. Sélectionner des techniques ou des outils d'observation	★					
<b>C. Stratégies d'analyse</b>		3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
1. Déterminer les contraintes et les éléments importants pour la résolution d'un problème	★					
2. Diviser un problème complexe en sous-problèmes plus simples	★					
3. Faire appel à divers modes de raisonnement pour traiter les informations (ex. : inférer, induire, déduire, comparer, classier, sérier)	★					
4. Raisonner par analogie pour traiter des informations à l'aide de ses connaissances scientifiques et technologiques		→	★	→	★	
5. Sélectionner des critères qui permettent de se positionner au regard d'une problématique scientifique ou technologique		→	★	→	★	
<b>D. Stratégies de communication</b>		3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
1. Recourir à des modes de communication variés pour proposer des explications ou des solutions (ex. : exposé, texte, protocole)						
2. Organiser les données en vue de les présenter (ex. : tableau, diagramme, graphique)						
3. Échanger des informations						
4. Confronter différentes explications ou solutions possibles à un problème pour en évaluer la pertinence (ex. : séance plénière)						
5. Recourir à des outils permettant de représenter des données sous forme de tableaux et de graphiques ou de tracer des diagrammes	★					