

**Programme d'études :**  
**Physique 51311/51312**

**Ministère de l'Éducation**  
**Direction des services pédagogiques**  
*(version provisoire février 2006)*

# Table des matières

---

---

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CADRE THÉORIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Orientations du système scolaire .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Mission de l'éducation .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Objectifs et normes en matière d'éducation .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Composantes pédagogiques .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Principes directeurs .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Résultats d'apprentissage transdisciplinaires.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Modèle pédagogique .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Orientations du programme .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Présentation de la discipline .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Domaines conceptuels et résultats d'apprentissage         généraux.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Principes didactiques liés aux sciences .....</b>	<b>28</b>
<b>PLAN D'ÉTUDES .....</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>56</b>
<b>Annexe 1 – Processus d'enquête .....</b>	<b>56</b>
<b>Annexe 2 – Suggestions de stratégies pour initier le processus         d'enquête.....</b>	<b>57</b>
<b>Annexe 3 – Grille d'intervention sur les habiletés liées à         l'enquête.....</b>	<b>60</b>
<b>Annexe 4 – Grille pour réguler les apprentissages du processus         d'enquête.....</b>	<b>62</b>
<b>Annexe 5 – Attitudes et valeurs .....</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>66</b>



# INTRODUCTION

---

Le programme d'études comprend deux parties : le cadre théorique et le plan d'études. Le cadre théorique (*sections 1 et 2*) constitue un ensemble de référence et est destiné aux professionnels de l'enseignement; il sert essentiellement à expliciter les intentions pédagogiques qui rejoignent les visées du système d'éducation. Quant au plan d'études, il précise les attentes reliées aux savoirs, savoir-faire et savoir-être que réalisera l'élève. La structure du programme d'études offre donc une vision globale et intégrée des intentions éducatives, tout en maintenant la spécificité, la « couleur », des différentes disciplines.

**Note :** *Dans le but d'alléger le texte, lorsque le contexte de rédaction l'exige, le genre masculin est utilisé à titre épïcène.*



# CADRE THÉORIQUE

---

## 1. Orientations du système scolaire

### 1.1 Mission de l'éducation

« Guider les élèves vers l'acquisition des qualités requises pour apprendre à apprendre afin de se réaliser pleinement et de contribuer à une société changeante, productive et démocratique. »

Le système d'instruction publique est fondé sur un ensemble de valeurs dont **l'opportunité, la qualité, la dualité linguistique, l'engagement des collectivités, l'obligation de rendre compte, l'équité et la responsabilité.**

Dans ce contexte, la mission de l'éducation publique de langue française favorise le développement de personnes autonomes, créatrices, compétentes dans leur langue, fières de leur culture et désireuses de poursuivre leur éducation toute leur vie durant. Elle vise à former des personnes prêtes à jouer leur rôle de citoyennes et de citoyens libres et responsables, capables de coopérer avec d'autres dans la construction d'une société juste fondée sur le respect des droits humains et de l'environnement.

Tout en respectant les différences individuelles et culturelles, l'éducation publique favorise le développement harmonieux de la personne dans ses dimensions intellectuelle, physique, affective, sociale, culturelle, esthétique et morale. Elle lui assure une solide formation fondamentale. Elle a l'obligation d'assurer un traitement équitable aux élèves et de reconnaître que chacun d'eux peut apprendre et a le droit d'apprendre à son plein potentiel. Elle reconnaît les différences individuelles et voit la diversité parmi les élèves en tant que source de richesse.

L'éducation publique vise à développer la culture de l'effort et de la rigueur. Cette culture s'instaure en suscitant le souci du travail bien fait, méthodique et rigoureux; en faisant appel à l'effort maximal; en encourageant la recherche de la vérité et de l'honnêteté intellectuelle; en développant les capacités d'analyse et l'esprit critique; en développant le sens des responsabilités intellectuelles et collectives, les sens moral et éthique et en incitant l'élève à prendre des engagements personnels.

Toutefois, l'école ne peut, à elle seule, atteindre tous les objectifs de la mission de l'éducation publique. Les familles et la communauté sont des partenaires à part entière dans l'éducation de leurs enfants et c'est seulement par la coopération que pourront être structurées toutes les occasions d'apprentissage dont ont besoin les enfants afin de se réaliser pleinement.

## **1.2 Objectifs et normes en matière d'éducation**

L'apprentissage qui se fait dans les écoles est important, voire décisif, pour l'avenir des enfants d'une province et d'un pays. L'éducation publique doit avoir pour but le développement d'une culture de l'excellence et du rendement caractérisée par l'innovation et l'apprentissage continu.

Les objectifs de l'éducation publique sont d'aider chaque élève à :

1. développer la culture de l'effort et de la rigueur intellectuelle, ainsi que le sens des responsabilités;
2. acquérir les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être nécessaires pour comprendre et exprimer des idées à l'oral et à l'écrit dans la langue maternelle d'abord et ensuite, dans l'autre langue officielle;
3. développer les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être nécessaires à la compréhension et à l'utilisation des concepts mathématiques, scientifiques et technologiques;
4. acquérir les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être nécessaires pour se maintenir en bonne santé physique et mentale et contribuer à la construction d'une société fondée sur la justice, la paix et le respect des droits humains;

5. acquérir les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être reliés aux divers modes d'expression artistique et culturelle, tout en considérant sa culture en tant que facteur important de son apprentissage; et
6. reconnaître l'importance de poursuivre son apprentissage tout au long de sa vie afin de pouvoir mieux s'adapter au changement.

L'ensemble de ces objectifs constitue le principal cadre de référence de la programmation scolaire. Ils favorisent l'instauration du climat et des moyens d'apprentissage qui permettent l'acquisition des compétences dont auront besoin les jeunes pour se tailler une place dans la société d'aujourd'hui et de demain.



## 2. Composantes pédagogiques

### 2.1 Principes directeurs

1. Les approches à privilégier dans toutes les matières au programme sont celles qui donnent un **sens** aux apprentissages de part la pertinence des contenus proposés.
2. Les approches retenues doivent permettre **l'interaction** et la **collaboration** entre les élèves, expérience décisive dans la construction des savoirs. Dans ce contexte l'élève travaille dans une atmosphère de socialisation où les talents de chacun sont reconnus.
3. Les approches préconisées doivent reconnaître dans l'élève un acteur **responsable** dans la réalisation de ses apprentissages.
4. Les approches préconisées en classe doivent favoriser l'utilisation des médias parlés et écrits afin d'assurer que des liens se tissent entre la matière apprise et l'actualité d'un monde en changement perpétuel. Tout enseignement doit tenir compte de la présence et de l'utilisation des **technologies** modernes afin de préparer l'élève au monde d'aujourd'hui et, encore davantage, à celui de demain.
5. L'apprentissage doit se faire en **profondeur**, en se basant sur la réflexion, plutôt que sur une étude superficielle des connaissances fondée sur la mémorisation. L'enseignement touche donc les savoirs, les savoir-faire, les savoir-être et les stratégies d'apprentissage. Le questionnement fait appel aux opérations intellectuelles d'ordre supérieur.
6. L'enseignement doit favoriser **l'interdisciplinarité** et la **transdisciplinarité** en vue de maintenir l'habitude chez l'élève de procéder aux transferts des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être.
7. L'enseignement doit respecter les **rythmes** et les **styles** d'apprentissage des élèves par le biais de différentes approches.
8. L'apprentissage doit doter l'élève de **confiance** en ses habiletés afin qu'il s'investisse pleinement dans une démarche personnelle qui lui permettra d'atteindre un haut niveau de compétence.

9. L'élève doit développer le goût de **l'effort intellectuel** avec ce que cela exige d'imagination et de créativité d'une part, d'esprit critique et de rigueur d'autre part, ces exigences étant adaptées en fonction de son avancement. À tous les niveaux et dans toutes les matières, l'élève doit apprendre à appliquer une méthodologie rigoureuse et appropriée pour la conception et la réalisation de son travail.
10. L'enseignement doit tenir compte en tout temps du haut niveau de **littératie\*** requis dans le monde d'aujourd'hui et s'assurer que l'élève développe les stratégies de lecture nécessaires à la compréhension ainsi que le vocabulaire propre à chacune des disciplines.
11. L'enseignement doit transmettre **la valeur des études postsecondaires** qui contribuent véritablement à préparer l'élève aux défis et perspectives de la société d'aujourd'hui et de demain.
12. Tous les cours doivent être pour l'élève l'occasion de développer son sens de **l'éthique** personnelle et des valeurs qui guident les prises de décision et l'engagement dans l'action, partant du fait que la justice, la liberté et la solidarité sont la base de toute société démocratique.
13. **L'évaluation**, pour être cohérente, se doit d'être en continuité avec les apprentissages. Elle est parfois sommative, mais est plus souvent formative. Lorsqu'elle est formative, elle doit porter aussi bien sur les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être, alors que l'évaluation sommative se concentre uniquement sur les savoirs et les savoir-faire.

## 2.2 Résultats d'apprentissage transdisciplinaires

Un **résultat d'apprentissage transdisciplinaire** est une description sommaire de ce que l'élève doit savoir et être en mesure de faire dans toutes les disciplines. Les énoncés présentés dans les tableaux suivants décrivent les apprentissages attendus de la part de tous les élèves à la fin de chaque cycle.

---

\* Plus que la lecture, la **littératie** est l'aptitude à comprendre et à utiliser de l'information orale, écrite, visuelle ou sonore dans toutes les situations de la vie courante.

## La communication

*Communiquer clairement dans une langue juste et appropriée selon le contexte.*

<b>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ démontrer sa compréhension de messages oraux variés en réagissant de façon appropriée ou en fournissant une rétroaction orale, écrite ou visuelle acceptable à son niveau de maturité;</li> <li>➤ exprimer spontanément ses besoins immédiats, ses idées et ses sentiments de façon adéquate et acceptable à son niveau de maturité;</li> <li>➤ utiliser le langage approprié à chacune des matières scolaires;</li> <li>➤ prendre conscience de l'utilité des textes écrits, des chiffres, des symboles, des graphiques et des tableaux pour transmettre de l'information et commencer à discerner le sens de certains gestes, pictogrammes, symboles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ démontrer sa compréhension de messages oraux variés en réagissant de façon appropriée ou en fournissant une rétroaction orale, écrite ou visuelle acceptable à son niveau de maturité;</li> <li>➤ exprimer avec une certaine aisance ses besoins sur les plans scolaire, social et psychologique en tenant compte de son interlocuteur;</li> <li>➤ poser des questions et faire des exposés en utilisant le langage spécifique de chacune des matières;</li> <li>➤ comprendre les idées transmises par les gestes, les symboles, les textes écrits, les médias et les arts visuels et les utiliser dans sa vie courante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ démontrer sa compréhension de messages oraux variés en réagissant de façon appropriée ou en fournissant une rétroaction orale, écrite ou visuelle acceptable à son niveau de maturité;</li> <li>➤ exprimer ses pensées avec plus de nuances, défendre ses opinions et justifier ses points de vue avec clarté;</li> <li>➤ utiliser le langage approprié à chacune des disciplines pour poser des questions et rendre compte de sa compréhension;</li> <li>➤ interpréter et évaluer les faits et les informations présentés sous forme de textes écrits, de chiffres, de symboles, de graphiques et de tableaux, et y réagir de façon appropriée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ démontrer sa compréhension de messages oraux variés en réagissant de façon appropriée ou en fournissant une rétroaction orale, écrite ou visuelle acceptable à son niveau de maturité;</li> <li>➤ défendre ses opinions, justifier ses points de vue et articuler sa pensée avec clarté et précision, qu'il traite de choses abstraites ou de choses concrètes;</li> <li>➤ démontrer sa compréhension de diverses matières à l'oral et à l'écrit par des exposés oraux, des comptes rendus, des rapports de laboratoire, des descriptions de terrain, etc. en utilisant les formulations appropriées et le langage spécifique aux différentes matières;</li> <li>➤ transcoder des textes écrits en textes schématisés tels que des organisateurs graphiques, des lignes du temps, des tableaux, etc. et vice versa, c'est-à-dire de verbaliser l'information contenue dans des textes schématisés.</li> </ul>

## Les technologies de l'information et de la communication

*Utiliser judicieusement les technologies de l'information et de la communication (TIC) dans des situations variées.*

<p><b>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</b></p>	<p><b>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</b></p>	<p><b>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</b></p>	<p><b>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ utiliser l'ordinateur de façon responsable en respectant les consignes de base;</li>   <li>➤ utiliser les principales composantes de l'ordinateur et les fonctions de base du système d'exploitation;</li>   <li>➤ commencer à naviguer, à communiquer et à rechercher de l'information à l'aide de support électronique;</li>   <li>➤ s'exprimer en utilisant un logiciel de dessin et de traitement de texte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ utiliser le matériel informatique de façon responsable en respectant les consignes de base;</li>   <li>➤ utiliser l'ordinateur et son système d'exploitation de façon appropriée, et se familiariser avec certains périphériques <i>et la position de base associée à la saisie de clavier</i>;</li>   <li>➤ naviguer, communiquer et rechercher de l'information à l'aide de support électronique;</li>   <li>➤ s'exprimer en utilisant un logiciel de dessin, de traitement de texte et se familiariser avec un logiciel de traitement d'image;</li>   <li>➤ commencer à présenter l'information à l'aide de support électronique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ utiliser le matériel informatique et l'information de façon responsable et démontrer un esprit critique envers les TIC;</li>   <li>➤ utiliser l'ordinateur, son système d'exploitation et différents périphériques de façon autonome <i>et utiliser une position de base appropriée pour la saisie de clavier</i>;</li>   <li>➤ naviguer, communiquer et rechercher des informations pertinentes, de façon autonome, à l'aide de support électronique;</li>   <li>➤ s'exprimer en utilisant un logiciel de dessin et de traitement de texte de façon autonome et se familiariser avec certains logiciels de traitement d'image, de sons ou de vidéos;</li>   <li>➤ utiliser un logiciel de présentation électronique de l'information et se familiariser avec un logiciel d'édition de pages Web.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ utiliser le matériel informatique et l'information de façon responsable et démontrer une confiance et un esprit critique envers les TIC;</li>   <li>➤ utiliser l'ordinateur, son système d'exploitation et différents périphériques de façon autonome et efficace <i>et démontrer une certaine efficacité au niveau de la saisie de clavier</i>;</li>   <li>➤ naviguer, communiquer et rechercher des informations pertinentes, de façon autonome et efficace, à l'aide de support électronique;</li>   <li>➤ s'exprimer en utilisant un logiciel de dessin et de traitement de texte de façon autonome et efficace et utiliser différents logiciels afin de traiter l'image, le son ou le vidéo;</li>   <li>➤ utiliser un logiciel de présentation électronique de l'information et d'édition de page Web de façon autonome et se familiariser avec un logiciel d'analyse ou de gestion de données.</li> </ul>

## Pensée critique

*Manifester des capacités d'analyse critique et de pensée créative dans la résolution de problèmes et la prise de décision individuelles et collectives.*

<b>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ prendre conscience des stratégies qui lui permettent de résoudre des problèmes en identifiant les éléments déterminants du problème et en tentant de déterminer des solutions possibles;</li> <li>➤ reconnaître les différences entre ce qu'il pense et ce que les autres pensent;</li> <li>➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ déterminer, par le questionnement, les éléments pertinents d'un problème et de discerner l'information utile à sa résolution;</li> <li>➤ comparer ses opinions avec celles des autres et utiliser des arguments pour défendre son point de vue;</li> <li>➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ résoudre des problèmes en déterminant les éléments pertinents par le questionnement, en discernant l'information utile à sa résolution, en analysant les renseignements recueillis et en identifiant une solution possible;</li> <li>➤ discerner entre ce qu'est une opinion et un fait. Fonder ses arguments à partir de renseignements recueillis provenant de multiples sources;</li> <li>➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites en se donnant des stratégies pour pallier ses faiblesses.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ résoudre des problèmes en déterminant les éléments pertinents par le questionnement, en discernant l'information utile à sa résolution, en analysant les renseignements recueillis, en proposant diverses solutions possibles, en évaluant chacune d'elles et en choisissant la plus pertinente;</li> <li>➤ discerner entre ce qu'est une opinion, un fait, une inférence, des biais, des stéréotypes et des forces persuasives. Fonder ses arguments à partir de renseignements recueillis provenant de multiples sources;</li> <li>➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites en se donnant des stratégies pour pallier ses faiblesses.</li></ul>

## Développement personnel et social

*Construire son identité, s'approprier des habitudes de vie saines et actives et s'ouvrir à la diversité, en tenant compte des valeurs, des droits et des responsabilités individuelles et collectives.*

<b>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</b>	<b>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ identifier quelques-unes de ses forces et quelques-uns de ses défis et reconnaître qu'il fait partie d'un groupe avec des différences individuelles (ethniques, culturelles, physiques, etc.);</li> <li>➤ reconnaître l'importance de développer des habitudes de vie saines et actives;</li> <li>➤ faire preuve de respect, de politesse et de collaboration dans sa classe et dans son environnement immédiat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ décrire un portrait général de lui-même en faisant part de ses forces et de ses défis et s'engager dans un groupe en acceptant les différences individuelles qui caractérisent celui-ci;</li> <li>➤ expliquer les bienfaits associés au développement d'habitudes de vie saines et actives;</li> <li>➤ démontrer des habiletés favorisant le respect, la politesse et la collaboration au sein de divers groupes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ évaluer sa progression, faire des choix en fonction de ses forces et de ses défis et commencer à se fixer des objectifs personnels, sociaux, scolaires et professionnels;</li> <li>➤ développer des habitudes de vie saines et actives;</li> <li>➤ élaborer des stratégies lui permettant de s'acquitter de ses responsabilités au sein de divers groupes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ démontrer comment ses forces et ses défis influencent la poursuite de ses objectifs personnels, sociaux et professionnels, et faire les ajustements ou améliorations nécessaires pour les atteindre;</li> <li>➤ valoriser et pratiquer de façon autonome des habitudes de vie saines et actives;</li> <li>➤ évaluer et analyser ses rôles et ses responsabilités au sein de divers groupes et réajuster ses stratégies visant à améliorer son efficacité et sa participation à l'intérieur de ceux-ci.</li> </ul>

## Culture et patrimoine

*Savoir apprécier la richesse de son patrimoine culturel, affirmer avec fierté son appartenance à la communauté francophone et contribuer à son essor.*

<p><b>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ prendre conscience de son appartenance à la communauté francophone au sein d'une société culturelle diversifiée;</li> <li>➤ découvrir les produits culturels francophones de son entourage;</li> <li>➤ contribuer à la vitalité de sa culture en communiquant en français dans la classe et dans son environnement immédiat.</li> </ul>	<p><b>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ prendre conscience de son appartenance à la francophonie des provinces atlantiques au sein d'une société culturelle diversifiée;</li> <li>➤ valoriser et apprécier les produits culturels francophones des provinces atlantiques;</li> <li>➤ contribuer à la vitalité de sa culture en communiquant en français dans sa classe et dans son environnement immédiat;</li> <li>➤ prendre conscience de ses droits en tant que francophone et de sa responsabilité pour la survie de la francophonie dans son école et dans sa communauté.</li> </ul>	<p><b>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ approfondir sa connaissance de la culture francophone et affirmer sa fierté d'appartenir à la francophonie nationale;</li> <li>➤ apprécier et comparer les produits culturels francophones du Canada avec ceux de d'autres cultures;</li> <li>➤ contribuer à la vitalité de sa culture en communiquant dans un français correct en salle de classe et dans son environnement immédiat;</li> <li>➤ prendre conscience de ses droits et responsabilités en tant que francophone, participer à des activités parascolaires ou autres en français et choisir des produits culturels et médiatiques dans sa langue.</li> </ul>	<p><b>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ prendre conscience de la valeur de son appartenance à la grande francophonie mondiale et profiter de ses bénéfices ;</li> <li>➤ apprécier et valoriser les produits culturels de la francophonie mondiale;</li> <li>➤ contribuer à la vitalité de sa culture en communiquant à l'orale et à l'écrit dans un français correct avec divers interlocuteurs;</li> <li>➤ faire valoir ses droits et jouer un rôle actif au sein de sa communauté.</li> </ul>
---	---	--	---

## Méthodes de travail

Associer objectifs et moyens, analyser la façon de recourir aux ressources disponibles et évaluer l'efficacité de sa démarche.

<p><b>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ utiliser des stratégies afin de : comprendre la tâche à accomplir, choisir et utiliser les ressources dans l'exécution de sa tâche, faire part de ses réussites et de ses défis;</li><li>➤ s'engager dans la réalisation de sa tâche et exprimer une satisfaction personnelle du travail bien accompli.</li></ul>	<p><b>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ utiliser des stratégies afin de : organiser une tâche à accomplir, choisir et utiliser les ressources appropriées dans l'exécution de sa tâche, évaluer et faire part de ses réussites et de ses défis;</li><li>➤ démontrer de l'initiative et de la persévérance dans la réalisation de sa tâche et exprimer une satisfaction personnelle du travail bien accompli.</li></ul>	<p><b>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ faire preuve d'une certaine autonomie en développant et en utilisant des stratégies afin de : planifier et organiser une tâche à accomplir, choisir et gérer les ressources appropriées dans l'exécution de sa tâche, analyser, évaluer et faire part de ses réussites et de ses défis;</li><li>➤ démontrer de l'initiative, de la persévérance et de la flexibilité dans la réalisation de sa tâche et exprimer une satisfaction personnelle du travail bien accompli.</li></ul>	<p><b>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ développer et utiliser, de façon autonome et efficace, des stratégies afin de : anticiper, planifier et gérer une tâche à accomplir, analyser, évaluer et gérer les ressources appropriées dans l'exécution de sa tâche, analyser, évaluer et faire part de ses réussites et de ses défis;</li><li>➤ démontrer de l'initiative, de la persévérance et de la flexibilité dans la réalisation de sa tâche de façon autonome et exprimer une satisfaction personnelle du travail bien accompli.</li></ul>
--	---	---	---



## **2.3 Modèle pédagogique**

### ***2.3.1 L'enseignement***

Tout professionnel à l'intérieur d'un projet éducatif, qui vise un véritable renouvellement, doit être à la fine pointe de l'information sur les théories récentes du processus d'apprentissage. Il doit aussi être conscient du rôle que joue la motivation de l'élève dans la qualité de ses apprentissages ainsi que le rôle que joue le personnel enseignant dans la motivation de l'élève. Dans le cadre de la motivation de l'élève, il faut intervenir non seulement au niveau de l'importance de l'effort, mais aussi du développement et de la maîtrise de diverses stratégies cognitives. Il importe que le personnel enseignant propose aux élèves des activités pertinentes dont les buts sont clairs. L'élève doit aussi être conscient du degré de contrôle qu'il possède sur le déroulement et les conséquences d'une activité qu'on lui propose de faire.

Il est nécessaire qu'une culture de collaboration s'installe entre tous les intervenants de l'école afin de favoriser la réussite de tous les élèves. Cette collaboration permet de créer un environnement qui favorise des apprentissages de qualité. C'est dans cet environnement que chacun contribue à l'atteinte du plan d'amélioration de l'école. L'élève est au centre de ses apprentissages. C'est pourquoi l'environnement doit être riche, stimulant, ouvert sur le monde et propice à la communication. On y trouve une communauté d'apprenants où tous les intervenants s'engagent, chacun selon ses responsabilités, dans une dynamique d'amélioration des apprentissages. Le modèle pédagogique retenu doit viser le développement optimal de tous les élèves.

En effet, le renouvellement se concrétise principalement dans le choix d'approches pédagogiques cohérentes avec les connaissances du processus d'apprentissage. L'enseignant construit son modèle pédagogique en s'inspirant de différentes théories telles celles humaniste, behavioriste, cognitiviste et constructiviste.

Diverses approches pédagogiques peuvent être appliquées pour favoriser des apprentissages de qualité. Ces approches définissent les interactions entre les élèves, les activités d'apprentissage et l'enseignant. Ce dernier, dans sa démarche de croissance pédagogique, opte pour les stratégies d'enseignement qui permettent aux élèves de faire des apprentissages de

qualité. Il utilise également des stratégies d'évaluation de qualité qui l'informent et qui informent les élèves du progrès dans leurs apprentissages.

Outre le but ultime d'assurer des apprentissages de qualité, deux critères doivent guider le choix d'approches pédagogiques : la cohérence pédagogique et la pédagogie différenciée.

### 1. La cohérence pédagogique

Les approches choisies traduisent une certaine philosophie de l'éducation dont les intervenants scolaires se doivent d'être conscients.

Toute approche pédagogique doit respecter les principes directeurs présentés au début de ce document.

### 2. La pédagogie différenciée

La pédagogie différenciée s'appuie sur la notion que tous les élèves peuvent apprendre. Sachant que chaque élève apprend à sa manière et que chacun présente tout à la fois des compétences et des difficultés spécifiques, l'enseignant qui pratique une pédagogie différenciée cherche à évaluer les produits ainsi que les processus d'apprentissage des élèves. Cette démarche permet de connaître les forces et les difficultés individuelles et d'intervenir en fonction des caractéristiques de chacun.

La pédagogie différenciée n'est pas un enseignement individualisé, mais un enseignement personnalisé qui permet de répondre davantage aux besoins d'apprentissage de chaque élève et de l'aider à s'épanouir par des moyens variés. L'utilisation de plusieurs approches pédagogiques permet ainsi de respecter le style et le rythme d'apprentissage de chacun et de créer des conditions d'apprentissage riches et stimulantes.

Par ailleurs, même lorsque la pédagogie différenciée est utilisée, il sera parfois nécessaire d'enrichir ou de modifier les attentes des programmes d'études à l'intention d'un petit nombre d'élèves qui présentent des forces et des défis cognitifs particuliers.

Peu importe les approches pédagogiques appliquées, celles-ci doivent respecter les trois temps d'enseignement, c'est-à-dire la préparation, la réalisation et l'intégration.

### **2.3.2 L'évaluation des apprentissages**

Tout modèle pédagogique est incomplet sans l'apport de l'évaluation des apprentissages. Processus inhérent à la tâche professionnelle de l'enseignement, l'évaluation des apprentissages est une fonction éducative qui constitue, avec l'apprentissage et l'enseignement, un trio indissociable. Cette relation se veut dynamique au sein de la démarche pédagogique de l'enseignant. L'évaluation s'inscrit dans une culture de responsabilité partagée qui accorde un rôle central au jugement professionnel de l'enseignant et fait place aux divers acteurs concernés.

La conception des divers éléments du trio et de leur application en salle de classe doit tenir compte des récentes recherches, entre autres, sur le processus d'apprentissage. Ce processus est complexe, de nature à la fois cognitive, sociale et affective. L'évaluation dans ce contexte doit devenir *une intervention régulatrice* qui permet de comprendre et d'infléchir les processus d'enseignement et d'apprentissage. Elle a également pour but d'amener une action indirecte sur les processus d'autorégulation de l'élève quant à ses apprentissages.

L'école privilégie l'évaluation formative qui a pour but de soutenir la qualité des apprentissages et de l'enseignement, et par le fait même de les optimiser. Elle reconnaît aussi le rôle important et essentiel de l'évaluation sommative. Peu importe le mode d'évaluation utilisé, Herman, Aschbacher et Winters (1992) affirment qu'il n'y a pas qu'une seule bonne façon d'évaluer les élèves. Il est cependant essentiel de représenter le plus fidèlement possible la diversité des apprentissages de l'élève au cours d'un module, d'un semestre, d'une année. À ce titre, plusieurs renseignements de type et de nature différents doivent être recueillis.

L'évaluation des apprentissages ainsi que les moyens utilisés pour y arriver doivent refléter les valeurs, les principes et les lignes directrices tels que définis dans la *Politique provinciale d'évaluation des apprentissages*.

1. L'évaluation formative: *régulation de l'apprentissage et de l'enseignement*

Plusieurs auteurs s'entendent pour dire que l'évaluation formative est la plus apte à améliorer la qualité des apprentissages des élèves (Black et Wiliam, 1998, Daws et Singh, 1996, Fuchs et Fuchs, 1986; Perrenoud, 1998). Selon Scallon (2000), l'évaluation formative a comme fonction exclusive la régulation des apprentissages pendant un cours ou une séquence d'apprentissage. Elle vise des apprentissages précis et relève d'une ou de plusieurs interventions pédagogiques. Elle permet à la fois à l'élève et à l'enseignant de prendre conscience de l'apprentissage effectué et de ce qu'il reste à accomplir. Elle se fait pendant la démarche d'enseignement et le processus d'apprentissage et se distingue par sa contribution à la régulation de l'apprentissage et de l'enseignement.

*En ce qui concerne l'élève,*

- L'évaluation formative a comme avantage de lui fournir une rétroaction détaillée sur ses forces et ses défis en lien avec les résultats attendus. Cette rétroaction sert à réguler les apprentissages. Elle doit être parlante et aidante dans le sens qu'elle identifie pour l'élève *ce qui lui reste à apprendre* et lui suggère des *moyens de l'apprendre*.
- L'évaluation formative doit aussi lui permettre de développer des habiletés d'auto-évaluation et de métacognition. Pour y arriver, il doit avoir une conception claire de ce qu'il doit savoir et être capable de faire, de ce qu'il sait et peut déjà faire, et des moyens pour arriver à combler l'écart entre la situation actuelle et la situation visée.

*En ce qui concerne l'enseignant,*

- L'évaluation formative le renseigne sur les activités et les tâches qui sont les plus utiles à l'apprentissage, sur les approches pédagogiques les plus appropriées et sur les contextes favorables à l'atteinte des résultats d'apprentissage.
- L'évaluation formative l'aide à déceler les conceptions erronées des élèves et à choisir des moyens d'intervention pour les corriger.

Un enseignement cohérent suite à une rétroaction de qualité appuie l'élève dans son travail et lui offre de nouvelles occasions de réduire l'écart entre la situation actuelle et la situation désirée. Que l'évaluation formative soit formelle ou informelle, elle porte toujours sur deux objets : l'élève dans sa progression et la pédagogie envisagée dans un contexte d'enseignement et d'apprentissage. C'est une dynamique qui doit permettre à l'élève de mieux cibler ses efforts et à l'enseignant de mieux connaître le rythme d'apprentissage de l'élève.

## 2. L'évaluation sommative : sanction des acquis

Le rôle de l'évaluation sommative est de sanctionner ou certifier le degré de maîtrise des résultats d'apprentissage des programmes d'études. Elle a comme fonction l'attestation ou la reconnaissance sociale des apprentissages.

L'évaluation sommative survient au terme d'une période d'enseignement consacrée à une partie de programme ou au programme entier. Elle doit être au reflet des apprentissages visés par le programme d'études.

L'évaluation sommative place chaque élève dans les conditions qui lui permettront de fournir une performance se situant le plus près possible de son véritable niveau de compétence. (voir Annexe 1)

## Des composantes de l'évaluation

Démarche évaluative	Évaluation formative	Évaluation sommative
INTENTION (Pourquoi?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ découvrir les forces et les défis de l'élève dans le but de l'aider dans son cheminement</li> <li>▪ vérifier le degré d'atteinte des résultats d'apprentissage</li> <li>▪ informer l'élève de sa progression</li> <li>▪ objectivation cognitive</li> <li>▪ objectivation métacognitive</li> <li>▪ réguler l'enseignement et l'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ informer l'élève, l'enseignant, les parents, les administrateurs et les autres intervenants du degré d'atteinte des résultats d'apprentissage, d'une partie terminale ou de l'ensemble du programme d'études</li> <li>▪ informer l'enseignant et les administrateurs de la qualité du programme d'études</li> </ul>
OBJET D'ÉVALUATION (Quoi?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être visés par les résultats d'apprentissage du programme</li> <li>▪ des stratégies</li> <li>▪ des démarches</li> <li>▪ des conditions d'apprentissage et d'enseignement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vérifier le degré d'atteinte des résultats d'apprentissage d'une partie terminale, d'un programme d'études ou de l'ensemble du programme</li> </ul>
MOMENT D'ÉVALUATION (Quand?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ avant l'enseignement comme diagnostic</li> <li>▪ pendant l'apprentissage</li> <li>▪ après l'étape</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ à la fin d'une étape</li> <li>▪ à la fin de l'année scolaire</li> </ul>
MESURE (Comment?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ grilles d'observation ou d'analyse</li> <li>▪ questionnaires oraux et écrits</li> <li>▪ échelles d'évaluation descriptive</li> <li>▪ échelles d'attitude</li> <li>▪ entrevues individuelles</li> <li>▪ fiches d'auto-évaluation</li> <li>▪ tâches pratiques</li> <li>▪ dossier d'apprentissage (portfolio)</li> <li>▪ journal de bord</li> <li>▪ rapports de visites éducatives, de conférences</li> <li>▪ travaux de recherches</li> <li>▪ résumés et critiques de l'actualité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tests et examens</li> <li>▪ dossier d'apprentissage (portfolio)</li> <li>▪ tâches pratiques</li> <li>▪ enregistrements audio/vidéo</li> <li>▪ questionnaires oraux et écrits</li> <li>▪ projets de lecture et d'écriture</li> <li>▪ travaux de recherches</li> </ul>
MESURE (Qui?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ enseignant</li> <li>▪ élève</li> <li>▪ élève et enseignant</li> <li>▪ élève et pairs</li> <li>▪ ministère</li> <li>▪ parents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ enseignant</li> <li>▪ ministère</li> </ul>

<b>Démarche évaluative</b>	<b>Évaluation formative</b>	<b>Évaluation sommative</b>
JUGEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ évaluer la compétence de l'élève tout au long de son apprentissage</li> <li>▪ évaluer les conditions d'enseignement et d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ évaluer la compétence de l'élève à la fin d'une étape ou à la fin d'une année scolaire</li> <li>▪ évaluer le programme d'études</li> </ul>
DÉCISION ACTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ proposer un nouveau plan de travail à l'élève</li> <li>▪ prescrire à l'élève des activités correctives, de consolidation ou d'enrichissement</li> <li>▪ rencontrer les parents afin de leur proposer des moyens d'intervention</li> <li>▪ poursuivre ou modifier l'enseignement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ confirmer ou sanctionner les acquis</li> <li>▪ orienter l'élève</li> <li>▪ classer les élèves</li> <li>▪ promouvoir et décerner un diplôme</li> <li>▪ rectifier le programme d'études au besoin</li> </ul>

## La relation entre la démarche d'enseignement et le processus d'apprentissage

	<b>Préparation</b>	<b>Réalisation</b>	<b>Intégration</b>
<b>Démarche d'enseignement (Rôle de l'enseignant)</b>	Identifier les résultats d'apprentissage	Faire la mise en situation et actualiser l'intention	Analyser la démarche et les stratégies utilisées
	Formuler une intention d'activité complexe pour éveiller le questionnement tenant compte des antécédents des élèves	Utiliser des stratégies d'enseignement, démarches, matériels, outils et autres ressources	Faire l'objectivation du vécu de la situation par rapport aux savoir-être (attitudes), aux savoir-faire (habiletés) et aux savoirs (connaissances)
	Sélectionner des stratégies d'enseignement et des activités d'apprentissage permettant le transfert de connaissances	Faire découvrir à l'élève diverses stratégies d'apprentissage	Prendre conscience des progrès accomplis et de ce qu'il reste à accomplir
	Choisir du matériel, des outils et d'autres ressources	Faire l'évaluation formative en cours d'apprentissage	Formuler de nouveaux défis
	Anticiper des problèmes et formuler des alternatives	Assurer le transfert de connaissances chez l'élève	
<b>Processus d'apprentissage (Rôle de l'élève)</b>	Prendre conscience des résultats d'apprentissage et des activités proposées	Sélectionner et utiliser des stratégies pour réaliser les activités d'apprentissage	Faire l'objectivation de ce qui a été appris
	Prendre conscience de ses connaissances antérieures	Proposer et appliquer des solutions aux problèmes rencontrés	Décontextualiser et recontextualiser ses savoirs
	Objectiver le déséquilibre cognitif (questionnement), anticiper des solutions et établir ses buts personnels	Faire la cueillette et le traitement des données	Faire le transfert des connaissances
	Élaborer un plan et sélectionner des stratégies d'apprentissage	Analyser des données	Évaluer la démarche et les stratégies utilisées
	Choisir du matériel, des outils et d'autres ressources	Communiquer l'analyse des résultats	Faire l'objectivation et l'évaluation du vécu de la situation par rapport aux savoir-être (attitudes), aux savoir-faire (habiletés) et aux savoirs (connaissances)
		Prendre conscience des progrès accomplis et de ce qu'il reste à accomplir	
		Formuler de nouveaux défis et identifier de nouvelles questions	

↕  
Note : Il y a interdépendance entre les différents éléments de la démarche d'enseignement et du processus d'apprentissage ; leur déroulement n'est pas linéaire.





## **3. Orientations du programme**

### **3.1 Présentation de la discipline**

Dans ce programme d'études, les sciences et les technologies désignent les disciplines de formation générale qui, dans un premier temps, considèrent l'univers comme système de représentations du vivant et du non-vivant et, dans un deuxième temps, utilisent les techniques, les outils et les processus permettant à l'être humain d'aborder divers problèmes.

Les technologies sont cet ensemble de procédés ayant à la base un objet ou un concept technique : elles accompagnent le développement des connaissances scientifiques. Parfois l'objet ou le concept technique est précurseur à une découverte scientifique, parfois l'objet ou le concept technique découle d'une nouvelle connaissance. Toutes deux, connaissances scientifiques et technologies, présupposent des modes de raisonnement appropriés faisant appel à l'utilisation d'un langage qui est tantôt courant et tantôt symbolique, pour traduire des phénomènes et présenter des solutions liées aux événements de l'univers vivant et non-vivant.

Notre compréhension de cet univers a des ramifications dans le monde des technologies et, par le fait même, influe sur la société et l'environnement. Plusieurs outils et procédés dans le domaine des technologies ont donné lieu à de nouvelles connaissances et explications en sciences qui exercent de l'influence sur la société et l'environnement. Pour bien comprendre les enjeux qui se dessinent, l'individu doit pouvoir apprécier pleinement l'apport des sciences et des technologies. En contrepartie, l'individu se doit de réaliser que, par ses attentes, la société façonne aussi les développements scientifiques et technologiques.

Les sciences jouent un rôle de premier plan dans le développement global de l'individu, car apprendre les sciences signifie se donner les outils pour comprendre son monde et les moyens d'agir sur lui. Issues de la pensée et de la créativité humaines, les sciences jouent un rôle fondamental dans l'éducation. Elles développent chez l'élève non seulement une meilleure compréhension de son univers mais aussi des capacités de raisonnement, l'affinement des habiletés de résolution de problèmes et le maintien d'une forme de questionnement.

La mission de l'école étant de permettre à l'élève de se réaliser pleinement et de contribuer à son monde, il faut alors lui laisser place à peaufiner ses représentations de ce monde. C'est justement ce monde que les sciences décrivent et que la technologie façonne : il est en constante évolution, en constant changement. Par conséquent, les sciences exercent une action privilégiée au niveau de la mission de l'école en touchant les dimensions suivantes.

1. **Dimensions humaine et sociale** - Pour doter l'élève des compétences nécessaires au marché du travail en lui donnant une formation générale qui permet d'exercer une citoyenneté responsable, érudite et libre, l'école doit inclure dans sa formation des éléments qui caractérisent la société actuelle et celle de demain. Cette société dans laquelle nous sommes est façonnée en partie par des développements technico-scientifiques, tant au niveau des mutations sociales qui s'y produisent que par ces innovations industrielles qui la caractérisent. Pour une compréhension des enjeux, un accès au marché du travail et une participation aux décisions sociétales, l'individu doit avoir des compétences rattachées aux domaines scientifique et technologique.
2. **Dimensions éthique et culturelle** - Développer des personnes autonomes et responsables, capables de réfléchir présuppose leur donner des éléments qui leur permettent de discerner le mythe de la réalité et de poser des gestes fondés sur des arguments justes. Le monde dans lequel nous vivons est en partie expliqué par les sciences et la technologie et vivre dans ce monde passe par des savoirs communs.

Les sciences sont aussi un moyen d'apprécier à sa pleine valeur les merveilles de l'univers. En ce sens, il appartient au cours de sciences de donner à l'élève, dès la maternelle, une ouverture sur le monde, de nourrir sa curiosité naturelle et son esprit de découverte. Les sciences et la technologie sont des outils de conscientisation, car elles influent sur la formation des attitudes et des habitudes de vie, notamment celles liées aux responsabilités individuelles et collectives vis-à-vis de la personne et de son environnement.

Au centre d'un monde de communications, l'élève doit apprendre très tôt à organiser la multiplicité de renseignements avec méthode et ordre en construisant des savoirs fiables, durables et transférables aux domaines des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être. Par le biais des sciences, l'élève approfondit non seulement l'origine des connaissances mais apprend aussi à exiger une explication rationnelle du pourquoi et du comment des objets, des événements, des phénomènes et des outils.

### **3.2 Domaines conceptuels et résultats d'apprentissage généraux**

Dans son parcours scolaire, l'élève doit être amené à comprendre les phénomènes courants et décoder son environnement commun. Ayant été initié depuis la maternelle à l'étude du monde qui l'entoure, l'élève connaît de manière générale les structures de l'univers vivant et de l'univers non vivant; il comprend les principes qui régissent ces structures et peut expliquer les mécanismes par lesquels s'effectuent les changements de ces deux univers dans le temps. Son niveau de compétence s'exprime alors à travers l'interaction des résultats d'apprentissage généraux et se traduit par une appréciation globale de la nature des sciences et des enjeux complexes qui se dessinent par son interaction avec les technologies, la société et l'environnement. Les résultats d'apprentissage généraux précisent le comportement global de l'élève dans le développement de ses savoirs scientifiques et technologiques en fin de parcours. Les divers résultats d'apprentissage spécifiques correspondent aux diverses composantes de la nature et les manifestations qui décrivent explicitement ces savoirs sont présentées au cours des années de scolarisation.

Les connaissances scientifiques sont issues d'un **processus d'enquête** (voir Annexe 1) effectuée au sujet du quoi et du comment en ce qui a trait à l'univers du monde vivant et à celui du non-vivant. Les sciences sont reconnues non seulement pour les idées qu'elles génèrent mais pour les modes de raisonnement qu'elles développent. L'enquête en sciences est ce genre de processus qui met en action des procédés et des modes de raisonnement caractéristiques de ces domaines d'études. Elle représente aussi un moyen à privilégier pour l'enseignement et l'apprentissage. C'est en recourant au processus d'enquête sur les phénomènes de la nature que les enseignants et les enseignantes sont en mesure d'accompagner les élèves dans leur construction des savoirs scientifiques. C'est en s'interrogeant sur un problème en particulier que les objets et les concepts

techniques se concrétisent. À leur tour, les connaissances, les objets et les concepts techniques susciteront de nouvelles enquêtes, de nouvelles interrogations. Pour trouver des éléments de réponse lors des enquêtes, le scientifique et le technologue font appel à diverses stratégies, habiletés, processus, outils, procédés et connaissances. Ainsi, l'enseignement est davantage centré sur le processus d'enquête comme point d'ancrage des interventions et crée l'environnement propice à l'appropriation optimale des résultats d'apprentissage généraux.

Le programme de sciences permet à l'élève de développer des savoir-être en ce qui a trait aux enjeux d'ordre scientifique, technologique, sociétal et environnemental (STSE). Ces dispositions pourront être développées en abordant des questions puisées dans ces contextes. Pour aborder des questions STSE de façon compétente, l'élève devra développer des stratégies et des habiletés liées au processus d'enquête, à la communication et au travail d'équipe.

Selon cette interprétation, il est évident qu'enseigner uniquement des connaissances sans les contextes STSE pourrait empêcher le développement d'une culture scientifique générale riche chez l'élève. C'est ainsi que les différents plans d'études du programme de sciences incluent tous des contextes STSE comme *moteur* pour des unités proposées. Pour être en mesure d'aborder des questions de cette nature, les élèves devront faire appel à plusieurs habiletés et faire intervenir un ensemble de connaissances scientifiques et technologiques.

L'enseignement des sciences a donc pour but d'amener l'élève à établir des rapports intelligents avec son univers pour qu'on développe une société d'individus capables de comprendre les fondements qui la gouvernent et l'évolution qui la propulse. Par conséquent, le but ultime de ce programme de sciences est de développer les habiletés de décrire et d'expliquer les univers du vivant et du non-vivant et celles liées à l'enquête scientifique ou technologique.

De par son champ d'activité, le programme de sciences permet à l'élève d'explorer son univers immédiat. Par des activités d'apprentissage liées à son milieu naturel et construit, l'élève aura l'occasion de satisfaire sa curiosité naturelle tout en apprenant à agir avec discernement. Grâce à la stimulation créée par le cours et les activités d'enquête proposées, on lui permettra d'agrandir son champ d'intervention et de questionnement.

Ainsi, l'élève sera à même de dégager des notions et des concepts qu'il affinera et qu'il remettra en question tout au long de son apprentissage, les explications trouvées antérieurement ne le satisfaisant plus.

### **Résultats d'apprentissage généraux**

Le programme d'études de Physique 51311/51312 (Physique I) présente les savoirs sous forme de quatre résultats d'apprentissage généraux (RAG) :

1. découvrir la **nature des sciences et de la technologie**, les interactions entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent;
2. acquérir les **habiletés** requises pour mener des recherches scientifiques en utilisant un processus d'enquête dans le but de résoudre des problèmes, de communiquer des idées et des résultats scientifiques, de travailler en équipe et de prendre des décisions éclairées;
3. construire des **connaissances et une compréhension** des concepts liés aux sciences physiques et appliquer sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances;
4. développer des **attitudes et des valeurs** qui favorisent l'acquisition et l'application responsable des connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et de l'environnement.

Ces savoirs seront explicités davantage au niveau du plan d'études pour signifier à l'enseignant et à l'enseignante la portée à donner à chacun des résultats d'apprentissage. Les thèmes suivants seront présentés :

- **Cinématique**
- **Dynamique**
- **Travail, énergie et puissance**
- **Ondes et son**
- **Processus d'enquête (projet scientifique)**

### 3.3 Principes didactiques liés aux sciences

L'acquisition d'un certain fondement scientifique et technologique s'appuie sur l'existence d'un milieu pédagogique favorisant chez l'élève le désir de réaliser des recherches scientifiques, de résoudre des problèmes technologiques et de prendre des décisions. Diverses expériences d'apprentissage consistent à concevoir des activités s'inscrivant dans des contextes pertinents et signifiants. C'est grâce à de tels contextes que l'élève découvre la place des sciences et de la technologie dans sa vie et arrive à prendre conscience de la nature des interactions qui existent entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Par conséquent, le programme de sciences repose sur les principes suivants.

#### ➤ **Le processus d'enquête**

Le processus d'enquête est à la fois **l'essence** de l'entreprise scientifique et technologique et une **stratégie d'enseignement et d'apprentissage** des sciences. Il est alors essentiel qu'il soit partie prenante de la planification de l'enseignement et de l'apprentissage. Dans un premier temps, s'en servir pour mettre en lumière les conceptions initiales des élèves. Ceci signifie questionner l'élève ou le placer dans un contexte d'exploration.

Dans un deuxième temps, pour un processus actif d'enquête, il serait de mise de mettre en action un ensemble d'habiletés intellectuelles et manuelles en lien avec un ensemble d'attitudes et de valeurs aptes à aider l'élève à la construction du savoir scientifique et technologique.

#### ➤ **Les dispositions affectives**

Les savoir-être guident les activités et les perceptions de l'élève. Un climat qui favorise une approche de découverte permet de développer, entre autres, l'esprit critique, la créativité, la patience, la discipline personnelle, l'aisance dans l'ambiguïté, l'ouverture d'esprit, l'honnêteté et l'acceptation de preuves. Ce ne sont que quelques-unes des dispositions visées quand l'enseignant et l'enseignante planifieront leurs cours. La liste en annexe (voir Annexe 5) explicite davantage les grandes orientations de la dimension affective dans les cours de sciences.

## ➤ **L'environnement et la société**

Toute exploration de l'univers implique la **connaissance**, **l'appréciation** et la **critique** de l'environnement et de ses ressources écologiques et économiques. Ainsi, l'élève prendra conscience des bienfaits du milieu naturel et de la présence des problèmes environnementaux liés aux développements scientifiques et technologiques. Par la même occasion, on favorise l'émergence des dispositions nécessaires à une contribution active qui amène des solutions conformes aux principes reconnus du **développement responsable**.

L'enseignement des sciences doit donc proposer des tâches d'apprentissage ayant pour fondement les processus d'enquête, **d'interrogation et de problèmes à résoudre** susceptibles de faciliter la restructuration des concepts, des outils et des techniques. Pour l'élève, l'acquisition d'une bonne culture générale suppose l'existence d'un milieu pédagogique qui éveille son désir de réaliser des enquêtes, de résoudre des problèmes et de prendre des décisions. Diverses expériences d'apprentissage consistent à concevoir des activités complexes s'inscrivant dans des contextes significatifs. L'enquête pourra être **dirigée, guidée** ou **autonome**. Grâce à de tels contextes, l'élève découvre la place des sciences de la nature et de la technologie dans sa vie, développe divers modes de raisonnement et prend conscience de la nature des interactions qui existent entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.





# PLAN D'ÉTUDES

---

## Aperçu du thème – Cinématique

Tout ce qui nous entoure est en mouvement : les automobiles sur la rue, les enfants dans les parcs, les planètes dans leur orbite et le sang dans les vaisseaux sanguins. L'étude de la cinématique permettra à l'élève de décrire et d'analyser les mouvements rectilignes uniformes (MRU) et les mouvements uniformément accélérés (MUA). Lors de l'étude de la dynamique, l'élève analysera les causes du mouvement, c'est-à-dire les forces.

### Mouvement rectiligne uniforme (MRU)

Le thème «introduction à la mécanique» permettra à l'élève de se situer dans les diverses branches de la physique : la cinématique, la dynamique et la statique. La cinématique et la dynamique seront abordées dans ce cours alors que la statique sera abordée en Physique 51411.

L'élève sait déjà que le MRU est un mouvement en ligne droite à vitesse constante car il a étudié ce type de mouvement en Sciences 10.

Le thème «concepts liés au MRU» permettra à l'élève de faire une synthèse des différents termes utilisés lors de l'étude du MRU. L'intention ici n'est pas de présenter ces termes comme un ensemble de définitions à apprendre mais plutôt de les comprendre en faisant des manipulations en laboratoire, en faisant des analyses graphiques ou en observant des objets en mouvement. L'élève fera des mesures et consignera ses données. Il les analysera par la suite à l'aide de graphiques. Il fera des calculs à partir de ces graphiques et établira le lien entre les deux variables qu'il étudie. Il arrivera alors à des équations qu'il généralisera à d'autres types d'objets qui subissent le même type de mouvement.

Le thème «conversion des unités» permettra à l'élève de faire des conversions d'unités.

Le thème «convention des signes» permettra à l'élève d'utiliser un système de référence pour indiquer la direction. Dans le système de référence standard, le mouvement vers le haut ou la droite (le nord et l'est) est positif et le mouvement vers la gauche ou vers le bas (le sud et l'ouest) est négatif.

L'équation du MRU permettra à l'élève de résoudre des problèmes impliquant le MRU. Il réalisera que la vitesse moyenne est le rapport entre la distance et le temps et que la vitesse vectorielle moyenne est le rapport entre le déplacement et le temps. Il réalisera aussi que la vitesse instantanée est la vitesse à un endroit ou à un moment précis de la trajectoire et que la vitesse vectorielle instantanée est la vitesse vectorielle à un endroit ou à un moment précis de la trajectoire. Il réalisera que la vitesse moyenne (ou vitesse vectorielle moyenne) et la vitesse instantanée (ou vitesse vectorielle instantanée) sont identiques pour un MRU.

Le calcul de la pente du graphique  $d(t)$  permettra à l'élève de déterminer la vitesse moyenne, en connaissant la distance et le temps, ou la vitesse vectorielle moyenne, en connaissant le déplacement et le temps. Avec le calcul de la pente du graphique  $d(t)$ , l'élève comprendra pourquoi la vitesse moyenne (ou vitesse vectorielle moyenne) et la vitesse instantanée (ou vitesse vectorielle instantanée) sont identiques pour un MRU car c'est une droite ayant une pente constante. L'élève réalisera que le graphique  $d(t)$  pour un MRU est une droite car l'objet franchit toujours la même distance dans le même intervalle de temps.

L'étude du thème «analyse et liens entre les graphiques  $d(t)$  et  $v(t)$ » permettra à l'élève d'analyser ces deux types de graphiques. L'étude du MRU permettra à l'élève de comprendre pourquoi il obtient une droite inclinée par rapport à l'abscisse pour le graphique  $d(t)$  et une droite horizontale parallèle à l'abscisse pour le graphique  $v(t)$ . Il sera en mesure d'établir le lien entre la direction du mouvement et le type de graphique obtenu. Il sera aussi en mesure d'expliquer les graphiques  $d(t)$  et  $v(t)$  lorsqu'un objet est au repos.

Le thème «analyse vectorielle à une dimension» se limitera à des objets subissant un MRU qui se déplacent dans une direction. Il s'agira alors de vecteurs qui ont la même direction et le même sens ou de vecteurs qui ont la même direction mais de sens opposé. Le vecteur résultant correspondra alors à leur somme ou à leur différence. Quand il s'agira de représenter un vecteur avec un angle, le système usuel sera utilisé (déplacement de 100 m (N.  $30^\circ$  O.)). L'axe nord-sud est alors l'axe de référence.

### **Mouvement uniformément accéléré (MUA)**

L'élève sait déjà que le MUA est un mouvement avec une accélération constante, car il a étudié ce type de mouvement en Sciences 10. Il sait que la variation de la vitesse est constante dans le temps pour ce type de mouvement.

Le thème «concepts liés au MUA» permettra à l'élève de faire une synthèse des différents termes utilisés lors de l'étude du MUA. Comme pour le MRU, ces concepts seront abordés en faisant des manipulations, en faisant des analyses graphiques ou en observant des objets en mouvement. L'élève réalisera que les corps en chute libre subissent un MUA.

Les équations du MUA permettront aux élèves de résoudre des problèmes qui traitent de ce type de mouvement. L'élève sera en mesure de déterminer certaines grandeurs qui y sont associées. Il verra comment on dérive les cinq équations du MUA à l'aide de graphiques ou par substitution. En analysant les données, il devra déterminer s'il est en présence d'un MRU ou d'un MUA et utiliser les équations appropriées.

L'étude du thème «analyse et liens entre les graphiques  $d(t)$ ,  $v(t)$  et  $a(t)$ » permettra à l'élève d'analyser ces trois types de graphiques. Il devra faire la distinction entre les graphiques qui appartiennent au MRU et ceux qui appartiennent au MUA. L'élève réalisera que le graphique  $d(t)$  d'un MUA n'est pas une droite mais une courbe et que l'apparence de ce type de graphique varie s'il y a augmentation ou diminution de la vitesse. Il verra que le graphique  $v(t)$  est une droite inclinée par rapport à l'abscisse, car la vitesse augmente ou diminue proportionnellement avec le temps. Il sera en mesure de construire un graphique  $v(t)$  à partir d'un graphique  $d(t)$  et un graphique  $d(t)$  à partir d'un graphique  $v(t)$ . Il réalisera que la pente de la courbe  $v(t)$  lui donne l'accélération et que l'aire sous la courbe  $v(t)$  lui donne le déplacement. Il réalisera à l'aide du graphique  $a(t)$  que l'accélération est constante pour un MUA.

L'étude du thème «calcul des vitesses vectorielles moyenne et instantanée» permettra à l'élève de réaliser que la vitesse vectorielle instantanée se calcule en faisant la pente de la tangente sur la courbe  $d(t)$  alors que la vitesse vectorielle moyenne se calcule en faisant la pente en utilisant deux points sur la courbe  $d(t)$ .

L'étude du thème «calcul des accélérations moyenne et instantanée» permettra à l'élève de faire des calculs d'accélération moyenne en utilisant deux points sur la courbe  $v(t)$  et l'accélération instantanée en utilisant la pente de la tangente de cette même courbe. Tout au long de l'étude de ce thème, l'accent sera placé sur la résolution de problèmes en faisant intervenir des objets qui subissent un MRU ou un MUA et qui intègrent les grandeurs vectorielles.

## Résultats d'apprentissage généraux

- Découvrir la **nature des sciences et de la technologie**, les interactions entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent.
- Acquérir les **habiletés** requises pour mener des recherches scientifiques en utilisant un processus d'enquête dans le but de résoudre des problèmes, de communiquer des idées et des résultats scientifiques, de travailler en équipe et de prendre des décisions éclairées.
- Construire des **connaissances et une compréhension** des concepts liés aux sciences physiques et appliquer sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances.
- Développer des **attitudes et des valeurs** qui favorisent l'acquisition et l'application responsable des connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et de l'environnement.

## 1. CINÉMATIQUE

Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
1.1 établir le lien entre des données expérimentales, des équations et des graphiques afin de résoudre des problèmes associés au mouvement uniforme et au mouvement accéléré.	<p><b>Mouvement rectiligne uniforme (MRU)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>introduction à la mécanique</b> : cinématique, dynamique, statique</li> <li>• <b>concepts liés au MRU</b> : vecteurs, scalaires, distance, déplacement, vitesse moyenne, vitesse vectorielle moyenne, vitesse instantanée et vitesse vectorielle instantanée</li> <li>• <b>conversion des unités</b></li> <li>• <b>convention des signes</b></li> <li>• <b>équation du MRU</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>\vec{v} = \Delta\vec{d}/\Delta t</math></li> </ul> </li> <li>• <b>analyse et liens entre les graphiques d(t) et v(t)</b></li> <li>• <b>analyse vectorielle à une dimension impliquant le MRU</b></li> <li>• <b>calcul des vitesses moyenne et instantanée</b></li> </ul> <p><b>Mouvement uniformément accéléré (MUA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>concepts liés au MUA</b> : accélération, accélération vectorielle, accélération vectorielle moyenne et instantanée, corps en chute libre</li> <li>• <b>équations du MUA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>\vec{a} = \Delta\vec{v}/\Delta t = (\vec{v}_2 - \vec{v}_1) / \Delta t</math></li> <li>◦ <math>\Delta\vec{d} = \vec{v}_{\text{moy}} \cdot \Delta t = (\vec{v}_1 + \vec{v}_2) \Delta t / 2</math></li> <li>◦ <math>\Delta\vec{d} = \vec{v}_1 \Delta t + 1/2 \vec{a} \Delta t^2</math></li> <li>◦ <math>\vec{v}_2^2 = \vec{v}_1^2 + 2\vec{a} \Delta\vec{d}</math></li> </ul> </li> <li>• <b>analyse et liens entre les graphiques d(t), v(t) et a(t)</b></li> <li>• <b>calcul des accélérations moyenne et instantanée</b></li> </ul>

## Profil de compétence

À la fin de la 11<sup>e</sup> année, l'élève de niveau

acceptable (modifié)	acceptable (régulier)	attendu	supérieur
- démontre une connaissance des concepts liés à un MRU et à un MUA;	- démontre une compréhension des concepts liés à un MRU et à un MUA;	- démontre une compréhension des concepts liés à un MRU et à un MUA; - effectue des transferts de ces concepts dans de nouveaux contextes;	- démontre une compréhension des concepts liés à un MRU et à un MUA.; - effectue des transferts de ces concepts dans de nouveaux contextes; - analyse des situations complexes en rapport avec plusieurs types de mouvements;
- résout des problèmes à deux étapes impliquant un MRU;	- résout des problèmes à deux étapes ou plus impliquant un MRU;	- résout des problèmes à plusieurs étapes impliquant un MRU;	- résout des problèmes à plusieurs étapes impliquant un MRU;
- résout des problèmes à une étape impliquant un MUA afin de déterminer l'accélération, la distance ou le déplacement et la vitesse finale;	- résout des problèmes à deux étapes impliquant un MUA afin de déterminer l'accélération, la distance ou le déplacement et la vitesse finale;	- résout des problèmes à plusieurs étapes impliquant un MUA afin de déterminer l'accélération la distance ou le déplacement, la vitesse initiale, la vitesse finale et le temps;	- résout des problèmes à plusieurs étapes impliquant un MUA afin de déterminer l'accélération la distance ou le déplacement, la vitesse initiale, la vitesse finale et le temps; - utilise une autre stratégie pour résoudre un problème; - analyse deux mouvements simultanément (MRU et MUA);
- détermine le vecteur résultant de vecteurs qui ont la même direction;	- détermine le vecteur résultant de vecteurs qui sont colinéaires;	- détermine le vecteur résultant de vecteurs qui sont colinéaires; - établit le lien entre le déplacement et le vecteur résultant;	- détermine le vecteur résultant de vecteurs qui sont non colinéaires; - établit le lien entre le déplacement et le vecteur résultant; - explore d'autres méthodes pour déterminer le vecteur résultant de vecteurs qui sont non colinéaires (méthode du polygone, méthode des composantes);

acceptable (modifié)	acceptable (régulier)	attendu	supérieur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- interprète les représentations graphiques liées aux MRU et MUA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interprète les représentations graphiques liées aux MRU et MUA;</li> <li>- détermine la vitesse moyenne ou la vitesse vectorielle moyenne à l'aide du graphique <math>d(t)</math> et l'accélération moyenne à partir du graphique <math>v(t)</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interprète et analyse les représentations graphiques liées aux MRU et MUA;</li> <li>- détermine la vitesse moyenne, la vitesse vectorielle moyenne, la vitesse instantanée et la vitesse vectorielle instantanée à l'aide des graphiques <math>d(t)</math> et l'accélération moyenne et instantanée à l'aide des graphiques <math>v(t)</math>;</li> <li>- établit le lien entre les graphiques <math>d(t)</math> et <math>v(t)</math> et la direction du mouvement pour un MRU;</li> <li>- établit le lien entre les graphiques <math>d(t)</math> et <math>v(t)</math> et l'augmentation ou la diminution de la vitesse pour un MUA;</li> <li>- calcule l'aire sous la courbe d'un graphique <math>v(t)</math> afin d'utiliser le déplacement dans le calcul de la vitesse vectorielle moyenne;</li> <li>- construit un graphique <math>v(t)</math> à partir d'un graphique <math>d(t)</math> et un graphique <math>d(t)</math> à partir d'un graphique <math>v(t)</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interprète et analyse les représentations graphiques liées aux MRU et MUA;</li> <li>- détermine la vitesse moyenne, la vitesse vectorielle moyenne, la vitesse instantanée et la vitesse vectorielle instantanée à l'aide des graphiques <math>d(t)</math> et l'accélération moyenne et instantanée à l'aide des graphiques <math>v(t)</math>;</li> <li>- établit le lien entre les graphiques <math>d(t)</math> et <math>v(t)</math> et la direction du mouvement pour un MRU;</li> <li>- établit le lien entre les graphiques <math>d(t)</math> et <math>v(t)</math> et l'augmentation ou la diminution de la vitesse pour un MUA;</li> <li>- calcule l'aire sous la courbe d'un graphique <math>v(t)</math> afin d'utiliser le déplacement dans le calcul de la vitesse vectorielle moyenne;</li> <li>- construit un graphique <math>v(t)</math> à partir d'un graphique <math>d(t)</math> et un graphique <math>d(t)</math> à partir d'un graphique <math>v(t)</math>.</li> <li>- établit le lien entre les équations du MUA par substitution et avec les différents graphiques.</li> </ul>

## Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage

Partez de l'exemple des montagnes russes pour introduire la cinématique. Il est facile d'analyser plusieurs concepts liés à ce thème en utilisant cette mise en situation. Amenez les élèves à discuter de leurs expériences avec les montagnes russes et des effets ressentis lors de la promenade.

Analysez les changements dans le déplacement, la vitesse, l'accélération et le temps d'un sprinter. Demandez aux élèves de faire une recherche sur les montagnes russes afin de connaître leur évolution. Demandez-leur de comparer les caractéristiques des premières montagnes russes avec celles des manèges d'aujourd'hui. Demandez-leur d'analyser les facteurs suivants : hauteur des chutes, nombre de boucles, rayons des virages, vitesses maximales, longueur du tour et orientation des passagers.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur l'histoire de la sécurité des montagnes russes.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur le manège «Superman the Escape» ou d'autres manèges qu'ils connaissent.

La section «Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement» traite des itinéraires (voir p. 26-28 du manuel de l'élève) et de la chute libre et de la vitesse limite (voir p. 64-65 du manuel de l'élève). Ces activités présentent certaines applications pratiques des contenus et forcent l'élève à réfléchir à ses responsabilités face à la société et à l'environnement.

Il est important d'établir le lien entre les notions théoriques et l'aspect pratique en faisant des manipulations tout au long de ce thème. L'élève doit avoir les mains à la pâte afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Discutez avec les élèves des types de carrières en relation directe avec la cinématique.

Discutez de situations réelles impliquant un déplacement violent. Par exemple, l'accélération des astronautes dans la navette spatiale et les coussins gonflables et les dangers qu'ils représentent pour les enfants.

Les organigrammes du manuel sont des résumés graphiques qui illustrent la relation entre les concepts présentés dans les différents chapitres. Ils peuvent aider l'élève à se faire une représentation des différents concepts. Il y a trois types d'organigrammes : «Concepts en perspective», «Marche à suivre» et «En résumé». Ils permettent à l'élève de faire une synthèse et d'approfondir sa compréhension des concepts.

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, des activités, des études de cas et des feuilles reproductibles dans le guide. Il fait aussi référence au manuel de l'élève.

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement	Laboratoires (manuel)	Activités	Études de cas	Feuilles reproductibles
Introduction (p. 47-48)				
Les termes et les unités, les vecteurs et le signe négatif (p. 49-50)	1.1 (p. 36)	2-1 (p. 51)	Les unités de mesure standard (p. 339-340)	2-1 (p. 377)
L'analyse des graphiques (p. 55-56)				3-1, 3-2 (p. 378-379)
Les vitesses vectorielles moyenne et instantanée et l'accélération (p. 57-58)				4-1 (p. 380)
Questionnaire sur les graphiques en cinématique (p. 59-60)	1.2, 1-3 (p. 37-38)	5-1 (p. 61)	Dépasser avec prudence (p. 341-342)	5-1 à 5-3 (p. 381-384)
La formulation d'équations (p. 63-64)		6-1 (p. 65-66)		6-1 (p. 385)
Laboratoire sur l'accélération constante (p. 67-68)	2.1, 2.2 (p. 74-75)			

## Aperçu du thème – Dynamique

Lors de l'étude de la cinématique, l'élève a étudié le mouvement. Avec l'étude de la dynamique, il examinera ce qui est à l'origine des mouvements, c'est-à-dire les forces. Il sera en mesure d'établir le lien entre les forces et le mouvement. Il analysera les forces qui s'exercent sur les objets au repos, sur les objets avec une vitesse constante et sur les objets avec une vitesse variable. Il sera en mesure de résoudre des problèmes qui impliquent les lois de Newton, la gravité et la loi d'Hooke.

### Lois fondamentales de Newton

Le thème «lois fondamentales de Newton» permettra à l'élève d'établir le lien entre les états du mouvement et les systèmes de forces. Il se familiarisera avec les forces fondamentales de la nature. Il sera en mesure d'énoncer les trois lois de Newton, de donner des exemples et de voir comment elles s'appliquent dans son quotidien. Il réalisera que la première loi traite de l'état de repos ou de mouvement des objets (inertie), la deuxième loi explique ce qui se produit lorsqu'on change l'état de mouvement d'un objet et la troisième loi décrit une des conséquences de l'application d'une force à un corps (action-réaction). Il réalisera que ces trois lois sont à la base de tous les mouvements dans l'univers.

Les diagrammes de forces permettront à l'élève d'analyser les problèmes qui impliquent les forces. En faisant des diagrammes de forces, il sera en mesure d'isoler et d'analyser des objets et les forces externes qui agissent sur eux.

Il pourra déterminer la force résultante de forces colinéaires et de forces concourantes à l'aide des diagrammes de forces. Afin de trouver la force résultante de forces concourantes, il se servira de la méthode du polygone et de la méthode des composantes. Pour la méthode des composantes, il fera la somme des composantes horizontales ( $F_x$ ) et des composantes verticales ( $F_y$ ). Il pourra utiliser la méthode du polygone pour trouver la force résultante à partir de ces vecteurs sommes  $F_x$  et  $F_y$ . Il pourra aussi utiliser la combinaison du théorème de Pythagore et les rapports trigonométriques pour déterminer la grandeur de sa force résultante et sa direction. Il pourra aussi déterminer la grandeur des composantes horizontales et verticales en utilisant les rapports trigonométriques sinus et cosinus. Ultiment, il pourra utiliser la loi des sinus ou des cosinus pour déterminer la force résultante. Toutes ces notions trigonométriques ont été vues antérieurement par l'élève dans le cadre des cours de mathématiques de 10<sup>e</sup> année.

Quand plusieurs forces s'exercent sur un objet, l'élève sera en mesure d'utiliser les diagrammes de forces pour résoudre des problèmes impliquant la deuxième loi de Newton. Quand il aura déterminé la force résultante qui s'exerce sur un objet, il sera en mesure d'utiliser les équations de la cinématique pour trouver d'autres grandeurs physiques, telles l'accélération et la vitesse finale.

### Application des lois de Newton

L'étude du thème «application des lois de Newton» permettra à l'élève d'analyser les forces dans la vie de tous les jours. Il fera l'étude de la gravité, de la force normale, du frottement statique et cinétique et du comportement d'un ressort avec la loi d'Hooke.



L'élève se rendra compte que la gravité est une des forces fondamentales de l'univers. Il établira le lien entre le poids et la masse d'un objet. Il analysera les facteurs qui influencent la force de gravité sur les corps afin de mieux comprendre la loi de la gravitation universelle. Il pourra résoudre des problèmes qui traitent de la force gravitationnelle qui s'exerce entre deux masses. Il fera le lien entre la force gravitationnelle et l'accélération gravitationnelle sur la Terre et sur d'autres planètes.

L'élève établira le lien entre la force de réaction de la troisième loi de Newton et la force normale. En utilisant un diagramme de forces, il pourra résoudre des problèmes qui impliquent la force normale.

L'élève étudiera qualitativement la différence entre le frottement statique et le frottement cinétique. Il ne fera pas le calcul de ces coefficients de frottement.

L'élève établira le lien entre le poids et l'allongement d'un ressort afin de résoudre des problèmes traitant de la loi de Hooke.

En bout de piste, l'étude de la dynamique permettra à l'élève de réaliser que les forces sont omniprésentes dans l'univers. Ce sont les forces qui permettent le mouvement et les lois de Newton permettent justement d'établir le lien entre les forces et le mouvement.

### Résultats d'apprentissage généraux

- Découvrir la **nature des sciences et de la technologie**, les interactions entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent.
- Acquérir les **habiletés** requises pour mener des recherches scientifiques en utilisant un processus d'enquête dans le but de résoudre des problèmes, de communiquer des idées et des résultats scientifiques, de travailler en équipe et de prendre des décisions éclairées.
- Construire des **connaissances et une compréhension** des concepts liés aux sciences physiques et appliquer sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances.
- Développer des **attitudes et des valeurs** qui favorisent l'acquisition et l'application responsable des connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et de l'environnement.

## 2. DYNAMIQUE

<b>Résultats d'apprentissage spécifiques</b> <i>L'élève doit pouvoir :</i>	<b>Contenu d'apprentissage</b>
<p>2.1 établir le lien entre les forces et le mouvement;</p> <p>2.2 analyser l'état de repos ou de mouvement des corps à l'aide des lois de Newton, des diagrammes de forces et des équations sur le mouvement;</p> <p>2.3 résoudre des problèmes impliquant les lois de Newton, la gravité et la loi de Hooke.</p>	<p><b><u>Lois fondamentales de Newton</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>lien entre les états du mouvement et les systèmes de forces</b></li> <li>• <b>forces fondamentales de la nature</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- forces gravitationnelle, électrique et nucléaire</li> </ul> </li> <li>• <b>première loi de Newton (inertie)</b></li> <li>• <b>deuxième loi de Newton</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>\vec{F}_r = m\vec{a}</math></li> </ul> </li> <li>• <b>détermination de la force résultante à l'aide des diagrammes de forces</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- forces colinéaires</li> <li>- forces concourantes <ul style="list-style-type: none"> <li>- méthode du polygone (graphique)</li> <li>- méthode des composantes (rapports trigonométriques)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>troisième loi de Newton (action-réaction)</b></li> </ul> <p><b><u>Application des lois de Newton</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>gravité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- masse</li> <li>- poids <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>F_g = mg</math></li> </ul> </li> <li>- loi de gravitation universelle <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>F_g = Gm_1m_2/d^2</math></li> </ul> </li> <li>- accélération gravitationnelle (g) <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>g = Gm_{Terre}/r_{Terre}^2</math></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>force normale (où <math>\vec{F}_n = \vec{F}_g</math>)</b></li> <li>• <b>frottement statique et cinétique (étude qualitative)</b></li> <li>• <b>comportement d'un ressort et loi de Hooke</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>\vec{F} = k\vec{x}</math></li> </ul> </li> </ul>

## Profil de compétence

À la fin de la 11<sup>e</sup> année, l'élève de niveau

acceptable (modifié)	acceptable (régulier)	attendu	supérieur
- démontre une connaissance du lien entre le mouvement des objets et les différents types de forces;	- démontre une compréhension du lien entre le mouvement des objets et les différents types de forces;	- démontre une compréhension du lien entre le mouvement des objets et les différents types de forces;	- démontre une compréhension du lien entre le mouvement des objets et les différents types de forces;
- reconnaît les trois lois de Newton et donne un exemple pour chacune;	- énonce les trois lois de Newton et donne des exemples pour chacune;	- énonce les trois lois de Newton et donne des exemples pour chacune;	- énonce les trois lois de Newton et donne des exemples pour chacune;
- démontre une connaissance des diagrammes de forces afin de représenter les forces qui agissent sur les objets;	- utilise les diagrammes de forces afin de représenter les forces qui agissent sur les objets;	- utilise les diagrammes de forces afin d'analyser les forces qui agissent sur les objets;	- utilise les diagrammes de forces afin d'analyser les forces qui agissent sur les objets;
- détermine la $F_r$ de forces colinéaires;	- détermine la $F_r$ de forces colinéaires;	- détermine la $F_r$ de forces colinéaires;	- détermine la $F_r$ de forces colinéaires;
- détermine la $F_r$ de forces concourantes en utilisant la méthode du polygone; - détermine la force résultante de forces concourantes en utilisant la méthode des composantes avec les rapports trigonométriques;	- détermine la $F_r$ de forces concourantes en utilisant la méthode du polygone; - détermine la force résultante de forces concourantes en utilisant la méthode des composantes avec les rapports trigonométriques; - utilise la $F_r$ afin de déterminer l'accélération d'un objet;	- détermine la $F_r$ de forces concourantes en utilisant la méthode du polygone; - détermine la force résultante de forces concourantes en utilisant la méthode des composantes avec les rapports trigonométriques; - utilise la $F_r$ afin de déterminer l'accélération d'un objet et les autres grandeurs physiques associées au mouvement;	- détermine la $F_r$ de forces concourantes en utilisant la méthode du polygone; - détermine la force résultante de forces concourantes en utilisant la méthode des composantes avec les rapports trigonométriques; - utilise la $F_r$ afin de déterminer l'accélération d'un objet et les autres grandeurs physiques associées au mouvement;
- démontre une connaissance du lien entre le poids et la masse;	- démontre une compréhension du lien entre le poids et la masse;	- démontre une compréhension du lien entre le poids et la masse;	- démontre une compréhension du lien entre le poids et la masse;
- résout des problèmes impliquant la masse, le poids, la loi de gravitation universelle, l'accélération gravitationnelle, la force normale et la loi de Hooke;	- résout des problèmes impliquant la masse, le poids, la loi de gravitation universelle, l'accélération gravitationnelle, la force normale et la loi de Hooke;	- résout des problèmes impliquant la masse, le poids, la loi de gravitation universelle, l'accélération gravitationnelle, la force normale et la loi de Hooke;	- résout des problèmes impliquant la masse, le poids, la loi de gravitation universelle, l'accélération gravitationnelle, la force normale et la loi de Hooke;

## Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage

Demandez aux élèves de faire une recherche au sujet des expériences sur le mouvement d'Aristote, de Galilée et de Newton.

Demandez aux élèves de donner des exemples qui illustrent les lois de Newton au cours d'une journée typique.

Demandez aux élèves de choisir un événement sportif et de faire le lien avec les trois lois de Newton.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur l'évolution des mesures de sécurité dans les automobiles.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur le fonctionnement des ceintures de sécurité. À l'aide des lois de Newton, demandez-leur pourquoi ces mesures de sécurité fonctionnent.

Demandez aux élèves d'expliquer comment la ceinture de sécurité ventrale peut prévenir les accidents en utilisant les lois de Newton.

Demandez aux élèves de comparer la conception des véhicules de plaisance (véhicules utilitaires sport et véhicules tout-terrains) et des véhicules spatiaux en fonction de leur manoeuvrabilité, de la traction, de la suspension, de la stabilité et de la durabilité.

Des gens prétendent que le port obligatoire de la ceinture de sécurité est une violation de leurs droits. Faites un débat en salle de classe où un camp est en faveur de laisser à chaque personne la responsabilité de sa sécurité et l'autre camp croit que l'État doit légiférer en matière de sécurité.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur les effets de l'apesanteur sur le corps humain. Comment les astronautes arrivent-ils à réduire ces effets? Comment les astronautes se sentent-ils à leur retour sur la Terre?

Demandez aux élèves de faire une recherche sur l'apesanteur afin d'expliquer comment on peut vivre l'effet d'apesanteur sur la Terre.

La section «Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement» traite des systèmes de retenue supplémentaire (voir p. 140-141 du manuel de l'élève) et des systèmes de freinage (voir p. 178-179 du manuel de l'élève). Ces activités présentent certaines applications pratiques des contenus et forcent l'élève à réfléchir à ses responsabilités face à la société et à l'environnement.

Il est important d'établir le lien entre les notions théoriques et l'aspect pratique en faisant des manipulations tout au long de ce thème. L'élève doit avoir les mains à la pâte afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Discutez des types de carrières en relation directe avec la dynamique.

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, des activités, des études de cas et des feuilles reproductibles dans le guide. Il fait aussi référence au manuel de l'élève.

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement	Laboratoires (manuel)	Activités	Études de cas	Feuilles reproductibles
La première loi de Newton (p. 77-78)		11-1 (p. 79-80)	Les théories du mouvement : Aristote et Galilée (p. 345-346)	11-1 (p. 389)
La deuxième loi de Newton (p. 81-82)	4.1 (p. 149)	12-1 (p. 83-84)		12-1 (p. 390)
La troisième loi de Newton (p. 85-86)		13-1, 13-2 (p. 87-90)		13-1 (p. 391)
Les diagrammes de forces (p. 91-92)				14-1 (p. 392)
La force de gravité (p. 93-94)		15-1 (p. 95-96)	La résistance de l'air et le surf des airs (p. 347-348)	15-1, 15-2 (p. 393-394)
Le frottement et la force normale (p. 97-98)		16-1 (p. 99)		16-1, 16-2 (p. 395-396)
Les ressorts (p. 101-102)	5-3 (p. 187)	17-1 (p. 103)		17-1 (p. 397)

## Aperçu du thème – Travail, énergie et puissance

L'étude de ce thème permettra à l'élève de faire la distinction entre la force, le travail, l'énergie et la puissance. Il pourra décrire comment le travail permet de faire passer l'énergie d'une forme à une autre forme. Il appliquera le concept de puissance aux transformations de l'énergie potentielle gravitationnelle et de l'énergie cinétique. Il utilisera la loi de la conservation de l'énergie et le rendement pour expliquer ce qui se passe lors des transferts d'énergie.

L'élève sait que la physique est l'étude de la relation entre la matière et l'énergie. Il sait que la matière est tout ce qui a une masse et qui occupe de l'espace et que l'énergie est la capacité de faire un travail. Ce thème lui permettra de comprendre la relation entre la matière et l'énergie.

### Énergie mécanique

Le thème «énergie mécanique» permettra à l'élève d'établir le lien entre l'énergie et le travail. Il se rendra compte que le travail est un transfert d'énergie alors que l'énergie est la capacité de faire un travail. En étudiant diverses formes d'énergie, il se rendra compte que l'énergie peut être transformée. Il se familiarisera avec des exemples des deux principales formes d'énergie : l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

Le thème «concepts liés à l'énergie» permettra à l'élève de faire une synthèse des différents termes utilisés lors de l'étude du travail, de l'énergie et de la puissance. L'intention ici n'est pas de présenter ces termes comme un ensemble de définitions à apprendre, mais plutôt de les comprendre en faisant des manipulations en laboratoire ou en observant des transformations d'énergie.

Le thème «travail et transfert d'énergie» permettra à l'élève de faire des calculs de travail lorsque la force et le déplacement sont dans la même direction et lorsque la force et le déplacement ne sont pas dans la même direction. Il sera en mesure de donner les conditions nécessaires pour qu'il y ait un travail physique.

L'étude du thème «énergie cinétique» permettra à l'élève d'établir le lien entre le travail et l'énergie cinétique. Il utilisera l'équation de l'énergie cinétique pour résoudre des problèmes de transformation d'énergie.

Le thème «énergie potentielle gravitationnelle» permettra à l'élève d'établir le lien entre le travail et l'énergie potentielle gravitationnelle.

Le thème «puissance» permettra à l'élève d'établir le lien entre le travail et le temps.

Le thème «conservation de l'énergie mécanique» permettra à l'élève de définir la loi de la conservation de l'énergie et l'appliquer pour résoudre des problèmes de conservation de l'énergie mécanique dans les systèmes fermés.

Le thème «rendement du transfert d'énergie» permettra à l'élève de déterminer le rendement dans différents systèmes.

### Résultats d'apprentissage généraux

- Découvrir la **nature des sciences et de la technologie**, les interactions entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent.
- Acquérir les **habiletés** requises pour mener des recherches scientifiques en utilisant un processus d'enquête dans le but de résoudre des problèmes, de communiquer des idées et des résultats scientifiques, de travailler en équipe et de prendre des décisions éclairées.
- Construire des **connaissances et une compréhension** des concepts liés aux sciences physiques et appliquer sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances.
- Développer des **attitudes et des valeurs** qui favorisent l'acquisition et l'application responsable des connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et de l'environnement.

### 3. TRAVAIL, ÉNERGIE ET PUISSANCE

Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
3.1 démontrer qu'il comprend les concepts du travail, de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle gravitationnelle, de la puissance et de la conservation de l'énergie mécanique afin de résoudre des problèmes impliquant l'énergie mécanique.	<p><b>Énergie mécanique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>concepts liés à l'énergie</b> : matière, énergie, travail, énergie cinétique, énergie potentielle, puissance</li> <li>• <b>formes d'énergie</b> : cinétique et potentielle</li> <li>• <b>travail et transfert d'énergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- calcul du travail lorsque la force et le déplacement sont dans la même direction <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>W = \vec{F}\Delta\vec{d}</math></li> </ul> </li> <li>- calcul du travail lorsque la force et le déplacement ne sont pas dans la même direction <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>W = F(\cos\Theta)\Delta d</math></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>énergie cinétique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>E_c = mv^2/2</math></li> <li>◦ <math>\Delta E_c = m(v_2^2 - v_1^2)/2 = W = ma\Delta d</math></li> </ul> </li> <li>• <b>énergie potentielle gravitationnelle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>\Delta E_p = W = mg\Delta h</math></li> </ul> </li> <li>• <b>puissance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>P = W/\Delta t</math></li> </ul> </li> <li>• <b>conservation de l'énergie mécanique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>E_T = E_c + E_p</math></li> </ul> </li> <li>• <b>rendement du transfert d'énergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ rendement = (énergie utile / énergie d'alimentation) x 100%</li> </ul> </li> </ul>

## Profil de compétence

À la fin de la 11<sup>e</sup> année, l'élève de niveau

acceptable (modifié)	acceptable (régulier)	attendu	supérieur
- démontre une connaissance des concepts liés à l'énergie et des différentes formes d'énergie;	- démontre une compréhension des concepts liés à l'énergie et des différentes formes d'énergie;	- démontre une compréhension des concepts liés à l'énergie et des différentes formes d'énergie;	- démontre une compréhension des concepts liés à l'énergie et des différentes formes d'énergie;
- détermine le travail lorsque la force et le déplacement sont dans la même direction;	- détermine le travail lorsque la force et le déplacement sont dans la même direction et lorsque la force et le déplacement ne sont pas dans la même direction;	- détermine le travail lorsque la force et le déplacement sont dans la même direction et lorsque la force et le déplacement ne sont pas dans la même direction;	- détermine le travail lorsque la force et le déplacement sont dans la même direction et lorsque la force et le déplacement ne sont pas dans la même direction;
- résout des problèmes simples impliquant l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle et la puissance;	- résout des problèmes impliquant l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle et la puissance;	- résout des problèmes impliquant l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle et la puissance; - établit le lien entre la variation de l'énergie cinétique et la variation de la vitesse; - établit le lien entre le travail, la variation de l'énergie cinétique et la variation de l'énergie potentielle;	- résout des problèmes impliquant l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle et la puissance; - établit le lien entre la variation de l'énergie cinétique et la variation de la vitesse; - établit le lien entre le travail, la variation de l'énergie cinétique et la variation de l'énergie potentielle;
- résout des problèmes simples impliquant la loi de la conservation de l'énergie mécanique et le rendement du transfert énergétique.	- résout des problèmes impliquant la loi de la conservation de l'énergie mécanique et le rendement du transfert énergétique.	- résout des problèmes impliquant la loi de la conservation de l'énergie mécanique et le rendement du transfert énergétique.	- résout des problèmes impliquant la loi de la conservation de l'énergie mécanique et le rendement du transfert énergétique.

## Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage

Demandez aux élèves d'établir la relation entre l'amélioration de la performance dans un sport, par exemple, le karaté et la connaissance et l'application des concepts de force, de travail et de puissance.

Demandez aux élèves d'établir le lien entre l'athlétisme olympique et la loi de la conservation de l'énergie mécanique.

Demandez aux élèves de décrire en quoi le travail et la loi de la conservation de l'énergie s'appliquent à plusieurs disciplines sportives, par exemple, le saut en hauteur.

Demandez aux élèves d'utiliser la loi de la conservation de l'énergie et le concept de transfert d'énergie pour analyser le rôle de la physique dans l'établissement de mesures de sécurité pour les sports extrêmes, par exemple, le saut à l'élastique, la planche à roulettes, l'escalade de rocher, la planche à air, l'héliski, la planche à neige, le ski nautique sur planche et le ski extrême. Demandez-leur de spécifier comment l'énergie change de forme et la forme qu'elle prend.

Demandez aux élèves de faire une recherche afin de comparer le rendement de différentes ampoules.

Demandez aux élèves de faire une recherche afin de déterminer le rendement de différents systèmes : automobile, bouilloire électrique,...

Demandez aux élèves de faire une recherche afin d'expliquer le fonctionnement d'une thermopompe.

La section «Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement» traite du saut élastique (voir p. 238-239 du manuel de l'élève). Cette activité présente certaines applications pratiques des contenus et incite l'élève à réfléchir à ses responsabilités face à la société et à l'environnement.

Il est important d'établir le lien entre les notions théoriques et l'aspect pratique en faisant des manipulations tout au long de ce thème. L'élève doit avoir les mains à la pâte afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Discutez des types de carrières en relation directe avec le travail, l'énergie et la puissance.

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, des activités, une étude de cas et des feuilles reproductibles dans le guide. Il fait aussi référence au manuel de l'élève.

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement	Laboratoires (manuel)	Activités	Étude de cas	Feuilles reproductibles
L'énergie et le travail (p. 117-118)		22-1 (p. 119-120)		22-1 (p. 399)
La puissance (p. 121-122)	7.4 (p. 250)			23-1 (p. 400)
L'énergie potentielle gravitationnelle (p. 127-128)		26-1 (p. 129-130)		26-1 (p. 401)
La conservation de l'énergie et le rendement (p. 131)	7.1 (p. 245-246) 7.2 (p. 247-248) 7.3 (p. 249-250)	27-1 (p. 133)	Les transformations d'énergie dans les sauts à la perche (p. 351)	27-1 (p. 402)



## **Aperçu du thème – Ondes et son**

L'étude de ce thème permettra à l'élève s'initier au son. Il se familiarisera avec quelques éléments théoriques des ondes, les caractéristiques du son, la transmission et la vitesse du son, le nombre de Mach et le mur du son, l'effet Doppler, les caractéristiques de l'ouïe et les ultrasons. Il aura l'occasion d'étudier les différents types d'interférence, l'absorption, la transmission et la réflexion des ondes sonores, les ondes stationnaires, la résonance mécanique et acoustique, de même qu'il aura l'occasion d'établir le lien entre le son et la musique et d'analyser des cas particuliers d'interférences sonores.

### **Initiation au son**

L'étude du thème «initiation au son» permettra à l'élève de faire la distinction entre les ondes transversales et les ondes longitudinales et il sera en mesure de donner des exemples de ces types d'ondes. Il sera en mesure de faire des calculs de caractéristiques des ondes telles que la longueur d'onde, la période, la fréquence, la mesure de l'amplitude et la vitesse.

Le thème «caractéristiques du son» permettra à l'élève d'établir le lien entre la hauteur et la fréquence, entre l'intensité et l'amplitude et entre la qualité et la source qui produit le son.

Le thème «transmission et vitesse du son» permettra à l'élève de se rendre compte que le son a besoin d'un milieu matériel pour se propager. Il sera en mesure d'expliquer comment un son est produit par la compression et la raréfaction des molécules d'air, comment le son est transmis et comment il est perçu. Il analysera les deux facteurs qui influencent la vitesse du son : la température et la nature du milieu. Il fera des calculs de vitesse du son en faisant varier ces deux facteurs. Il sera aussi en mesure d'expliquer comment l'écho se produit.

L'étude du thème «nombre de Mach et mur du son» permettra à l'élève d'établir le lien entre le mur du son et le nombre de Mach. Il pourra ainsi comparer la vitesse d'un objet à la vitesse du son. Il sera en mesure d'expliquer comment se forme le mur du son et d'expliquer le bang supersonique. L'élève se rendra compte que le bang supersonique s'effectue à une vitesse supérieure à Mach 1. L'intensité du son et le système décibel seront présentés qualitativement.

Le thème «effet Doppler» permettra à l'élève d'expliquer l'effet Doppler et calculer les changements de fréquence des objets en déplacement. L'élève se rendra compte que l'effet Doppler se produit quand la vitesse de la source en mouvement est inférieure à Mach 1.

Le thème «caractéristiques de l'ouïe» permettra à l'élève d'analyser le fonctionnement mécanique de l'oreille. Il se rendra compte que les vibrations d'une source sont canalisées vers les différentes structures de l'oreille où le son est amplifié et transformé en influx nerveux pour être acheminé à la zone auditive du cerveau.

Le thème «ultrasons» permettra à l'élève de se familiariser avec des applications des ultrasons tel le sonar, des applications industrielles et des applications médicales.

### **Interférences sonores**

L'étude des interférences sonores permettra à l'élève d'analyser comment les ondes interagissent entre elles et avec leur environnement. L'interférence est le résultat de la combinaison de deux ou de plusieurs ondes qui se rencontrent au même moment en un point particulier de l'espace.

Le thème «principe de superposition» permettra à l'élève de décrire comment se forment les ondes stationnaires dans différents milieux selon le principe de superposition. Il pourra faire la distinction entre l'interférence constructive et destructive. Il sera en mesure de déterminer l'amplitude de l'onde résultante créée par deux ou plusieurs ondes composantes selon le principe de superposition. Il pourra expliquer le contrôle acoustique actif.

Le thème «absorption, transmission et réflexion des ondes sonores» permettra à l'élève d'analyser qualitativement comment les ondes sonores sont absorbées, transmises et réfléchies au contact d'une substance différente.

Le thème «ondes stationnaires : un cas particulier d'interférence» permettra à l'élève d'analyser l'interférence produite lorsqu'une onde sonore est réfléchi sur elle-même. L'onde résultante ainsi obtenue est une onde stationnaire. L'élève pourra décrire le principe de superposition dans la formation des ondes stationnaires. Il aura l'occasion de se familiariser avec les propriétés des ondes stationnaires.

Les thèmes «résonance mécanique» et «résonance acoustique» permettront à l'élève de définir le terme résonance mécanique et de l'appliquer à la résonance acoustique dans les colonnes d'air, les cordes et les instruments de musique comportant ces éléments. Il pourra faire le lien entre le changement de phase d'une onde et le fait que les extrémités soient fixes ou libres. Il pourra résoudre des problèmes relatifs aux ondes stationnaires, à la fréquence, à la longueur d'onde et à la vitesse du son dans une colonne d'air et dans une corde. Il décrira comment les instruments, tels ceux à vent et à cordes, peuvent modifier la hauteur et la qualité de la note entendue.

Le thème «lien entre les caractéristiques du son et la musique» permettra à l'élève d'expliquer et de décrire les caractéristiques de la musique en tant que son. L'élève établira alors le lien entre la hauteur et la fréquence, entre l'intensité et l'amplitude et entre la qualité et l'harmonique. Il se rendra compte que les sons riches et de grande qualité présentent beaucoup d'harmoniques.

Le thème «cas particuliers d'interférences sonores» permettra à l'élève d'analyser des cas particuliers d'interférences sonores tels le tube de Herschel, les haut-parleurs côte à côte, le diapason et la fréquence de battement.

### Résultats d'apprentissage généraux

- Découvrir la **nature des sciences et de la technologie**, les interactions entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent.
- Acquérir les **habiletés** requises pour mener des recherches scientifiques en utilisant un processus d'enquête dans le but de résoudre des problèmes, de communiquer des idées et des résultats scientifiques, de travailler en équipe et de prendre des décisions éclairées.
- Construire des **connaissances et une compréhension** des concepts liés aux sciences physiques et appliquer sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances.
- Développer des **attitudes et des valeurs** qui favorisent l'acquisition et l'application responsable des connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et de l'environnement.

## 4. ONDES ET SON

Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>4.1 démontrer une compréhension des propriétés et des caractéristiques des ondes sonores;</p> <p>4.2 analyser les principes qui sous-tendent la production, la transmission et la réception du son;</p> <p>4.3 expliquer comment se forment les ondes stationnaires dans différents milieux selon le principe de superposition;</p> <p>4.4 établir le lien entre la fréquence, l'amplitude et l'harmonique de l'onde d'une part, et la hauteur, l'intensité et la qualité du son, d'autre part;</p> <p>4.5 établir le lien entre la résonance et la production de sons dans des instruments de musique.</p>	<p><b>Initiation au son</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>théorie des ondes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- types d'ondes : transversales et longitudinales</li> <li>- calcul des caractéristiques des ondes : longueur d'onde, période, fréquence, mesure de l'amplitude et vitesse</li> </ul> </li> <li>• <b>caractéristiques du son</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hauteur, intensité et qualité (timbre)</li> </ul> </li> <li>• <b>transmission et vitesse du son</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- milieu de propagation</li> <li>- production, transmission et réception du son</li> <li>- facteurs qui agissent sur la vitesse du son : température et nature du milieu</li> <li>- écho</li> </ul> </li> <li>• <b>nombre de Mach et mur du son</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- calcul du nombre de Mach et conversion du nombre de Mach en vitesse</li> <li>- formation du mur du son et bang supersonique</li> </ul> </li> <li>• <b>effet Doppler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour une source qui s'éloigne ou se rapproche <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>f_2 = (f_1 v_s) / (v_s \pm v_o)</math></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>caractéristiques de l'ouïe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fonctionnement mécanique de l'oreille</li> </ul> </li> <li>• <b>ultrasons</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sonar</li> <li>- applications industrielles et médicales</li> </ul> </li> </ul>

4. ONDES ET SON (suite)	
Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
	<p><b><u>Interférences sonores</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>principe de superposition</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interférences constructive et destructive</li> <li>- principe de superposition : détermination de l'onde résultante</li> <li>- contrôle acoustique actif</li> </ul> </li> <li>• <b>absorption, transmission et réflexion des ondes sonores</b></li> <li>• <b>ondes stationnaires : un cas particulier d'interférence</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ondes stationnaires</li> <li>- nœuds</li> <li>- ventres</li> <li>- calcul de la distance internodale <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>d_n = 1/2\lambda</math></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>résonance mécanique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exemples</li> </ul> </li> <li>• <b>résonance acoustique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- résonance dans les tubes fermés ou ouverts</li> <li>- résonance dans les cordes</li> <li>- instruments de musique : instruments à vent et à cordes</li> </ul> </li> <li>• <b>lien entre les caractéristiques du son et la musique</b></li> <li>• <b>cas particuliers d'interférences sonores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tube de Herschel</li> <li>- haut-parleurs côte à côte</li> <li>- diapason</li> <li>- fréquence de battement</li> </ul> </li> </ul>

## Profil de compétence

À la fin de la 11<sup>e</sup> année, l'élève de niveau

acceptable (modifié)	acceptable (régulier)	attendu	supérieur
- démontre une connaissance des concepts liés aux sons et aux interférences sonores;	- démontre une compréhension des concepts liés aux sons et aux interférences sonores;	- démontre une compréhension des concepts liés aux sons et aux interférences sonores;	- démontre une compréhension des concepts liés aux sons et aux interférences sonores;
- résout des problèmes impliquant les caractéristiques des ondes sonores;	- résout des problèmes impliquant les caractéristiques des ondes sonores;	- résout des problèmes impliquant les caractéristiques des ondes sonores;	- résout des problèmes impliquant les caractéristiques des ondes sonores;
- fait la distinction entre les différentes caractéristiques du son telles la hauteur, l'intensité et la qualité;	- établit le lien entre la hauteur et la fréquence, entre l'intensité et l'amplitude et entre la qualité et la source qui produit les sons;	- établit le lien entre la hauteur et la fréquence, entre l'intensité et l'amplitude et entre la qualité et la source qui produit les sons;	- établit le lien entre la hauteur et la fréquence, entre l'intensité et l'amplitude et entre la qualité et la source qui produit les sons;
- analyse la production, la transmission, l'absorption, la réflexion et la réception des ondes sonores ;	- analyse la production, la transmission, l'absorption, la réflexion et la réception des ondes sonores ;	- analyse la production, la transmission, l'absorption, la réflexion et la réception des ondes sonores ;	- analyse la production, la transmission, l'absorption, la réflexion et la réception des ondes sonores ;
- résout des problèmes impliquant la vitesse du son dans différents milieux et à différentes températures en tenant compte du nombre de Mach et de l'écho;	- résout des problèmes impliquant la vitesse du son dans différents milieux et à différentes températures en tenant compte du nombre de Mach et de l'écho;	- résout des problèmes impliquant la vitesse du son dans différents milieux et à différentes températures en tenant compte du nombre de Mach et de l'écho;	- résout des problèmes impliquant la vitesse du son dans différents milieux et à différentes températures en tenant compte du nombre de Mach et de l'écho;
- explique l'effet Doppler;	- utilise l'effet Doppler pour expliquer le changement dans la fréquence pour des objets en déplacement;	- utilise l'effet Doppler pour expliquer le changement dans la fréquence pour des objets en déplacement; - résout des problèmes impliquant l'effet Doppler pour une source qui s'éloigne ou se rapproche;	- utilise l'effet Doppler pour expliquer le changement dans la fréquence pour des objets en déplacement; - résout des problèmes impliquant l'effet Doppler pour une source qui s'éloigne ou se rapproche;
- détermine l'onde résultante en utilisant le principe de superposition;	- détermine l'onde résultante en utilisant le principe de superposition;	- détermine l'onde résultante en utilisant le principe de superposition;	- détermine l'onde résultante en utilisant le principe de superposition;

<b>acceptable (modifié)</b>	<b>acceptable (régulier)</b>	<b>attendu</b>	<b>supérieur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- établit le lien entre la résonance mécanique, la résonance acoustique et les instruments de musique à vent et à cordes;</li> <li>- établit le lien entre le son et la musique;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- établit le lien entre la résonance mécanique, la résonance acoustique et les instruments de musique à vent et à cordes;</li> <li>- établit le lien entre le son et la musique;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- établit le lien entre la résonance mécanique, la résonance acoustique et les instruments de musique à vent et à cordes;</li> <li>- établit le lien entre le son et la musique;</li> <li>- résout des problèmes relatifs aux ondes stationnaires, à la fréquence, à la longueur d'onde et à la vitesse dans une colonne d'air et dans une corde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- établit le lien entre la résonance mécanique, la résonance acoustique et les instruments de musique à vent et à cordes;</li> <li>- établit le lien entre le son et la musique;</li> <li>- résout des problèmes relatifs aux ondes stationnaires, à la fréquence, à la longueur d'onde et à la vitesse dans une colonne d'air et dans une corde.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- démontre une connaissance des cas particuliers d'interférences sonores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démontre une compréhension des cas particuliers d'interférences sonores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démontre une compréhension des cas particuliers d'interférences sonores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démontre une compréhension des cas particuliers d'interférences sonores;</li> </ul>

## Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage

Demandez aux élèves de faire une recherche sur les divers problèmes auditifs et d'évaluer l'efficacité des solutions possibles.

Demandez aux élèves de faire une recherche afin de décrire comment la compréhension des propriétés des ondes permet de construire des barrières acoustiques contre le bruit.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur l'écholocation qui permet à des animaux de localiser certains objets en utilisant les ultrasons.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur les caractéristiques des vieilles prothèses auditives qui amplifiaient tous les sons et les aides à l'audition d'aujourd'hui.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur les aides techniques tels les téléscripteurs conçus pour les malentendants.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur les implants cochléaires.

Faire de la musique (voir Utilisciences 12, p. 81).

La fabrication d'un instrument de musique (voir Utilisciences 12, p. 84-85).

La pollution acoustique autour de l'aéroport international Pearson (voir Utilisciences 12, p. 86-87).

L'interférence des ondes sonores (voir Utilisciences 12, p. 92-94).

La transmission et la réflexion des ondes transversales (voir Utilisciences 12, p. 106-108).

La réfraction de la lumière (voir Utilisciences 12, p. 114-115).

La section «Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement» traite de l'absorption du son et les glissières de sécurité (voir p. 470-471 du manuel de l'élève) et l'enregistrement numérique et le transfert de données (voir p. 508-509 du manuel de l'élève). Ces activités présentent certaines applications pratiques des contenus et forcent l'élève à réfléchir à ses responsabilités face à la société et à l'environnement.

Il est important d'établir le lien entre les notions théoriques et l'aspect pratique en faisant des manipulations tout au long de ce thème. L'élève doit avoir les mains à la pâte afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Discutez des types de carrières en relation directe avec les ondes et le son.

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, une activité, une étude de cas et des feuilles reproductibles dans le guide. Il fait aussi référence au manuel de l'élève.

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement	Laboratoires (manuel)	Activité	Étude de cas	Feuilles reproductibles
Les ondes sonores, la transmission des ondes sonores et le mur du son (p. 229-230)	13.1-13.3 (p. 478-481)	57-1. 57-2 (p. 231-233)		57-1 (p. 425)
L'intensité du son et l'effet Doppler (p. 235-236)				58-1 (p. 426)
L'oreille humaine (p. 237-238)				60-1 (p. 427)
Applications de l'énergie sonore – Les ultrasons (p. 241-242)				61-1 (p. 428)
Questionnaire sur le son – Introduction au principe de superposition (p. 243-244)				
Le principe de superposition et les interactions des ondes sonores avec la matière (p. 245-246)	14.1 (p. 515-516)		Le domaine de l'acoustique (p. 362-363)	63-1, 63-2 (p. 429-430)
Les ondes stationnaires (p. 247-248)				64-1 (p. 431)
La résonance (p. 249-250)	14.2 (p. 517)			65-1 (p. 432)
La musique (p. 251-252)	14.3 (p. 518)			66-1 (p. 433)

### Résultats d'apprentissage généraux

- Découvrir la **nature des sciences et de la technologie**, les interactions entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent.
- Acquérir les **habiletés** requises pour mener des recherches scientifiques en utilisant un processus d'enquête dans le but de résoudre des problèmes, de communiquer des idées et des résultats scientifiques, de travailler en équipe et de prendre des décisions éclairées.
- Construire des **connaissances et une compréhension** des concepts liés aux sciences physiques et appliquer sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances.
- Développer des **attitudes et des valeurs** qui favorisent l'acquisition et l'application responsable des connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et de l'environnement.

### 5. PROCESSUS D'ENQUÊTE

Résultat d'apprentissage spécifique <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
5.1 développer un concept qui touche aux principes scientifiques de la physique en fonction de ses goûts et intérêts.	<p><b>Enquête</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Initiation</li><li>• Enquête</li><li>• Évaluation</li></ul> <p><b>Scénario 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• décrire et expliquer comment le son est émis par un instrument de musique</li><li>• élaborer et construire un instrument de musique</li><li>• suggérer comment le son peut être amplifié naturellement et par la résonance mécanique</li><li>• évaluer les capacités acoustiques de l'instrument de musique</li></ul> <p><b>Scénario 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• projet d'expo-sciences</li></ul> <p><b>Scénario 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• projet en mécanique (conception d'un chariot-remorqueur pour tirer le maximum de charges selon certaines consignes)</li></ul> <p><b>Scénario 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• création d'un mobile qui parcourt une distance horizontale maximale</li></ul> <p><b>Scénario 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• création d'un lanceur de projectiles à la verticale</li></ul> <p><b>Scénario 6</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• au choix</li></ul>



# Formules - Physique 1

## CINÉMATIQUE

$$\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t}$$

$$\Delta \vec{d} = \left( \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} \right) \Delta t$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

$$\Delta \vec{d} = \vec{v}_1 \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} \Delta t^2$$

$$\Delta \vec{d} = \vec{v}_2 \Delta t - \frac{1}{2} \vec{a} \Delta t^2$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2\vec{a}\Delta \vec{d}$$

## TRAVAIL, ÉNERGIE ET PUISSANCE

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{d} = |\vec{F}| |\Delta \vec{d}| \cos \theta$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\Delta E_c = m(v_2^2 - v_1^2)/2 = W = m a \Delta d$$

$$\Delta E_p = W = m g \Delta h$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

$$E_T = E_c + E_p$$

$$\text{rendement} = \left( \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{alimentation}}} \right) \times 100\%$$

## DYNAMIQUE

$$\vec{F}_R = m \vec{a}$$

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

$$F_g = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$g = \frac{G m_{\text{Terre}}}{r^2_{\text{Terre}}}$$

$$\vec{F}_r = k \vec{x}$$

## ONDES ET SON

$$v_{\text{son}} = 332 \text{ m/s} + 0,6 T^\circ$$

$$f_2 = f_1 \left( \frac{v_s}{v_s \pm v_o} \right)$$

$$\lambda = \frac{d}{n}$$

$$T = \frac{t}{n}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$v = \lambda f$$

$$d_n = \frac{1}{2} \lambda$$

## FORMULES MATHÉMATIQUES

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$\sin \theta = \frac{\text{opp.}}{\text{hyp.}}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{adj.}}{\text{hyp.}}$$

$$\text{tg} \theta = \frac{\text{opp.}}{\text{adj.}}$$

## CONSTANTES

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$$

$$r_T = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$$

$$m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

## Ressources

- Nowikow, I. and B. Heimbecker (2002). Physique 11, Montréal, Chenelière/McGraw-Hill.
- Hirsch, A. J., D. Martindale, C. Stewart and M. Berry (2003). Physique 12, Laval, Groupe Beauchemin.
- Martindale, D. G., R. W. Heath, W. W. Konrad and R. R. Macnaughton (1992). Éléments de physique cours d'introduction, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.
- Martindale, D. G., R. W. Heath and P. C. Eastman (1992). Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé, Montréal, Guérin.
- Castonguay, R. et L. Gallant (1990).  $E=mc^2$ , Ottawa, ERPI.
- Agusta-Palmisano, M., S. Barrett, A. Davis., D. Fairchild and K. Thompson (2003). Utilisciences 12, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.

# ANNEXES

---

## Annexe 1 – Processus d'enquête

### **Faire le lien entre ses conceptions et celles de la communauté scientifique (Questionnement 1 : QS1)**

- discuter de sa compréhension d'un phénomène
- explorer le phénomène pour en accroître sa compréhension
- formuler des questions à partir de l'observation

### **Concevoir des investigations scientifiques en fonction d'une interrogation ou d'une hypothèse en tenant compte de l'éthique et de la sécurité (QS2)**

- concevoir ou adopter une démarche de recherche (par observation, par expérimentation, par documentaire, autres)
- chercher et identifier des variables
- agencer les variables en vue de formuler une piste de recherche
- différencier des faits établis de réactions émotives et de jugements de valeur

### **Investiguer des pistes de recherche pour la collecte, l'organisation et la présentation de données (QS3)**

- recueillir des renseignements par observation
- identifier et estimer la grandeur à mesurer et l'associer à un instrument de mesure
- exprimer le résultat d'une mesure
- repérer et noter un renseignement issu d'un écrit scientifique
- repérer et noter un renseignement issu d'un graphique
- repérer et noter un renseignement issu d'un croquis, d'un schéma...

### **Construire de nouvelles représentations en fonction d'une analyse de données et d'observations (QS4)**

- comparer, trier, classer
- mettre en évidence des relations entre deux variables
- rassembler des renseignements dans un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique
- réfléchir en confrontant les observations, les discussions et les données
- valider les résultats d'une recherche en établissant des liens entre ses propres observations et celles des autres
- élaborer un concept, une loi
- réinvestir les connaissances acquises dans d'autres situations

### **Représenter les différentes dimensions de la nature des sciences et des technologies (QS5)**

- reconnaître que les explications scientifiques et les outils technologiques sont provisoires

## Annexe 2 – Suggestions de stratégies pour initier le processus d'enquête<sup>1</sup>

### **A – Pour amener l'élève à faire le lien entre ses conceptions et celles de la communauté scientifique (QS1)**

#### ***Avant d'explorer, décrire :***

- le sujet de la tâche
- l'importance de la faire
- le temps prévu
- l'apparence du produit final
- qui va voir le produit final
- indices de l'enseignant : « *Veux-tu savoir pourquoi.....? » « T'es-tu déjà demandé...? » « Tu comprendras davantage .... »*

#### ***Pour donner l'encadrement voulu :***

- fournir les éléments de base :
  - définir les paramètres de l'investigation, modéliser l'investigation en salle de classe, permettre aux enfants d'explorer
  - indices de l'enseignant : « *Svp, lis ces directives... » « Écoute pour trouver les indices quand je lis cette histoire... » « Je me demande ce qui va se produire si... » « Je pense que c'est arrivé car... » « Aie ton journal de bord ouvert pour l'investigation. » « Écris et dessine des observations qui sont intéressantes pour toi. »*
- faire le lien entre les éléments de base et la question :
  - inviter chaque élève à partager son récit, à expliquer ses théories scientifiques, demander à chaque élève d'écouter les récits des autres et d'organiser ses théories scientifiques
  - amener l'élève à exprimer le lien qu'il fait entre la tâche à accomplir et son récit
  - insister sur les raisons, les détails et les explications liées aux théories
  - indices de l'enseignant : « *Qu'est-ce que ceci te rappelle? » « Comment est-ce semblable? Différent? » « Comment gros? Comment souvent? » « Qu'est-il arrivé en premier? Peux-tu te rappeler des détails? »*

---

<sup>1</sup> Northwest Regional Educational Laboratory, *Teaching Strategies*.  
[http://www.nwrel.org/msec/science\\_inq/strategies.html](http://www.nwrel.org/msec/science_inq/strategies.html)

- S'assurer que la question est vérifiable :
  - aider l'élève à formuler la question de sorte qu'elle indique quoi faire pour y répondre
  - vérifier que la question a une réponse observable et mesurable
  - indices de l'enseignant : « *Comment vas-tu mesurer...?* » « *Que penses-tu que sera la réponse?* »

## **B – Pour amener l'élève à concevoir des investigations scientifiques (QS2)**

### ***Développer un plan systématique pour la collecte de données :***

- permettre à l'élève d'effectuer un essai préliminaire de collecte de données
- encourager l'utilisation de détails pour communiquer des directives claires et précises
  - outils et règlements
  - indices de l'enseignant : «*Qu'as-tu utilisé pour mesurer....?*» «*Comment vas-tu t'assurer que ta collecte est adéquate?*» «*Combien de points devrais-tu avoir sur ton graphique?*» «*Vas-tu prendre la moyenne ....?*»
- modéliser la prise de décision statistique
  - données suffisantes
  - nombre de répétitions
- créer un tableau de données
  - indices de l'enseignant : « *Fais et numérote les colonnes....* » « *Énumère les valeurs de la variable manipulée* » « *Fais une colonne additionnelle pour les observations* ».

## **C – Pour amener l'élève à investiguer des pistes de recherche (QS3)**

### ***Pour enseigner la collecte et la présentation de données :***

- collecte de données
  - encourager l'élève à suivre les processus avec une ouverture d'esprit
  - insister pour que tout changement au processus soit noté au fur et à mesure
  - modéliser « *observer* » durant la collecte de données
  - attirer l'attention sur les techniques et la précision
  - indices de l'enseignant : « *Que signifie chaque trait sur le ....?* » « *As-tu fait un estimé...?* » « *Obtiendrais-tu la même mesure si...?* »

- organiser et présenter les données
  - suggérer et modéliser des façons communes de travailler avec les données pour qu'elles aient du sens : arrondir, ordonner, faire le graphique, faire des tableaux, résoudre des équations, illustrer et faire des étiquettes

## **D – Pour amener l'élève à construire de nouvelles représentations (QS4)**

### ***Pour enseigner l'analyse et l'interprétation :***

- identifier les modèles
  - rendre l'élève conscient de diverses tendances : augmentée, diminuée, linéaire, curvilinéaire, répétitive, inchangée
  - modéliser le langage utilisé pour discuter des tendances : « *Qu'est-ce que nous révèle ceci?* » « *Pour chaque changement de la variable manipulée, la variable répondante change...* »
- proposer des explications
  - encourager l'élève à parler de tendances dans ses données
  - lui demander d'expliquer les modèles généraux et les détails spécifiques de ses données
  - guider l'élève vers l'information du départ pour qu'il compare son raisonnement
  - suggérer d'utiliser les mots justes pour exprimer ses nouvelles compréhensions
- revoir la conception
  - noter les endroits où des problèmes sont survenus :
    - règles non suivies « *j'ai eu des problèmes à contrôler....* »
    - pas suffisamment de données « *parce que mon graphique a uniquement 3 points, ....* »
    - mesures imprécises « *j'ai eu de la difficulté à mesurer...* »
    - contraintes de temps
  - demander à l'élève d'expliquer tout problème qui a pu influencer sur la qualité des données et suggérer des améliorations

## Annexe 3 – Grille d'intervention sur les habiletés liées à l'enquête.<sup>2</sup>

- Cette grille est placée ici pour aider l'enseignant à guider son intervention auprès des élèves dans leur processus d'enquête au sujet de l'univers vivant et l'univers non vivant.

	<b>Faire le lien entre ses conceptions et celles de la communauté scientifique (QS1)</b> - Faire des observations. Poser des questions ou formuler des hypothèses axées sur ces observations	<b>Concevoir des investigations scientifiques (QS2)</b> - Concevoir une investigation simple pour répondre à la question ou tester l'hypothèse
<b>6</b>	<p><b>a.</b> explique l'origine d'une question ou d'une hypothèse basée sur des connaissances initiales pertinentes à l'investigation</p> <p><b>b.</b> pose une question ou formule une hypothèse qui peut être répondue ou testée grâce à des données et qui guide vers une investigation simple</p> <p><b>c.</b> communique clairement les idées exprimées en (a) et en (b)</p>	<p><b>a.</b> décrit des processus logiques avec un lien apparent aux connaissances scientifiques de l'enfant (l'enseignant guide quant aux préoccupations éthiques et de sécurité)</p> <p><b>b.</b> présente une conception pratique et appropriée pour répondre à la question ou vérifier l'hypothèse avec reconnaissance de variables importantes;</p> <p><b>c.</b> communique une conception organisée et des processus détaillés</p>
<b>5</b>	<p><b>d.</b> fait le lien entre les connaissances initiales et la question ou l'hypothèse</p> <p><b>e.</b> pose une question ou formule une hypothèse qui peut être répondue ou testée grâce à des données obtenues par une investigation simple</p> <p><b>f.</b> communique clairement les idées exprimées en (d) et (e)</p>	<p><b>d.</b> décrit des procédures logiques qui suggèrent un lien avec des connaissances scientifiques de l'enfant (l'enseignant guide quant aux préoccupations éthiques et de sécurité)</p> <p><b>e.</b> présente une conception pratique pour une investigation qui tente de répondre à la question ou à l'hypothèse et essai d'un test juste</p> <p><b>f.</b> communique un plan général qui comprend quelques processus détaillés</p>
<b>4</b>	<p><b>g.</b> fournit de l'appui ou des éléments de base (observations, connaissances antérieures ou intérêt personnel et expérience) pertinents à l'investigation</p> <p><b>h.</b> pose une question ou hypothèse qui peut être expliquée en utilisant les données de l'investigation</p> <p><b>i.</b> communique clairement les idées exprimées en (g) et en (h)</p>	<p><b>g.</b> décrit des processus logiques avec erreurs minimales (l'enseignant guide quant aux préoccupations éthiques et de sécurité)</p> <p><b>h.</b> présente une conception pratique pour une investigation qui tente de répondre à la question ou à l'hypothèse</p> <p><b>i.</b> communique un résumé du plan et de quelques processus mais manque de détails</p>
<b>3</b>	<p><b>j.</b> les connaissances initiales sont absentes ou sont sans rapport</p> <p><b>k.</b> formule une question ou formule une hypothèse dont la portée pour une collecte de données est limitée</p> <p><b>l.</b> exprime une question ou une hypothèse dont la portée pour une collecte de données est limitée</p>	<p><b>j.</b> décrit des processus logiques généraux renfermant des erreurs (les conseils de l'enseignant quant aux mesures éthiques et de sécurité n'ont pas été suivis)</p> <p><b>k.</b> présente une conception, liée au sujet, mais qui ne répond pas tout à fait à la question ou à l'hypothèse</p> <p><b>l.</b> communique un résumé incomplet du plan avec quelques processus</p>
<b>2</b>	<p><b>m.</b> aucune connaissance exprimée</p> <p><b>n.</b> formule une question ou une hypothèse qui ne mène pas à une investigation</p> <p><b>o.</b> la question ou l'hypothèse n'est pas comprise</p>	<p><b>m.</b> décrit des processus qui sont coulés d'erreurs (les conseils de l'enseignant quant aux mesures éthiques et de sécurité n'ont pas été suivis)</p> <p><b>n.</b> présente une conception quelque peu liée au sujet, mais qui peut ne pas répondre à la question ou à l'hypothèse</p> <p><b>o.</b> communique un résumé incomplet du plan qui est difficile à suivre.</p>
<b>1</b>	<p><b>p.</b> aucune connaissance exprimée</p> <p><b>q.</b> aucune question ou hypothèse formulée</p> <p><b>r.</b> n'exprime pas le but de l'investigation sous forme de question ou d'hypothèse</p>	<p><b>p.</b> note les processus qui sont tout à fait inappropriés</p> <p><b>q.</b> présente un plan qui n'est pas pratique ou est non lié au sujet</p> <p><b>r.</b> communique un plan ou des processus qui ne peuvent être suivis</p>

<sup>2</sup> Adaptée de *Common Curriculum Goals and Content*, Oregon Department of Education.

	<b>Investiguer des pistes de recherche pour la collecte, l'organisation et la présentation de données (QS3)-</b> Collecte, organise et résume les données de l'investigation	<b>Construire de nouvelles représentations (QS4)-</b> Résume, analyse et interprète les données de l'investigation
<b>6</b>	<p><b>a.</b> note les données/les observations avec précision selon les procédés complexes de l'expérience</p> <p><b>b.</b> conçoit un tableau (ou autre format) d'observations et/ou de mesures efficace, organisé et selon les unités appropriées</p> <p><b>c.</b> communique les données sous une forme adaptée au message à transmettre</p>	<p><b>a.</b> utilise explicitement les données pour répondre à la question ou à l'hypothèse et illustre des relations simples</p> <p><b>b.</b> rapporte les données et identifie de simples relations (<i>i.e.</i>, lier une variable à une autre)</p> <p><b>c.</b> non pertinent</p>
<b>5</b>	<p><b>d.</b> note les données/les observations avec précision selon les procédés de l'expérience</p> <p><b>e.</b> conçoit un tableau (ou autre format) d'observations et/ou de mesures organisé et selon les unités appropriées</p> <p><b>f.</b> communique les données sous une forme appropriée et utile</p>	<p><b>d.</b> utilise explicitement les données pour répondre à la question ou à l'hypothèse</p> <p><b>e.</b> rapporte les données avec précision et identifie des patrons évidents (<i>i.e.</i>, note un patron de changement d'une variable)</p> <p><b>f.</b> non pertinent</p>
<b>4</b>	<p><b>g.</b> note les données/observations raisonnables selon les procédés prévus</p> <p><b>h.</b> conçoit un tableau de collecte et d'organisation des données selon les suggestions de l'enseignant</p> <p><b>i.</b> communique les données sous un format utile avec l'aide de l'enseignant et avec le minimum d'erreurs</p>	<p><b>g.</b> répond à la question ou à l'hypothèse en s'appuyant sur les données</p> <p><b>h.</b> résume fidèlement les données</p> <p><b>i.</b> non pertinent</p>
<b>3</b>	<p><b>j.</b> note les données/observations raisonnables selon les procédés prévus et avec quelques erreurs évidentes</p> <p><b>k.</b> utilise le tableau de données fourni par l'enseignant avec minimum d'erreurs</p> <p><b>l.</b> ne communique pas les données selon le format recommandé</p>	<p><b>j.</b> répond à la question ou à l'hypothèse en ne s'appuyant pas sur les données</p> <p><b>k.</b> résume les données de façon incomplète ou de façon trompeuse</p> <p><b>l.</b> non pertinent</p>
<b>2</b>	<p><b>m.</b> note des données/observations insuffisantes selon les procédés prévus</p> <p><b>n.</b> utilise le tableau de données fourni avec minimum d'erreurs</p> <p><b>o.</b> aucune communication de données</p>	<p><b>m.</b> répond à une question ou à une hypothèse qui n'est pas liée à l'investigation</p> <p><b>n.</b> résume les données de façon erronée</p> <p><b>o.</b> non pertinent</p>
<b>1</b>	<p><b>p.</b> note des données et/ou des observations non liées aux procédés prévus.</p> <p><b>q.</b> n'utilise pas correctement le tableau fourni</p> <p><b>r.</b> aucune communication de données</p>	<p><b>p.</b> ne répond pas à la question ou à l'hypothèse</p> <p><b>q.</b> omet les données du résumé</p> <p><b>r.</b> non pertinent</p>



## Annexe 4 – Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête<sup>3</sup>

Faire des liens (QS1)	À quel degré l'élève lie-t-il ses connaissances et ses expériences avec les idées scientifiques dans le but de construire une question ou une hypothèse vérifiable?			
	Aucune preuve	En émergence	Atteint	Approfondi
Organisation et clarté de sa compréhension personnelle du sujet scientifique à l'étude	1. de ta compréhension personnelle du contenu scientifique à l'étude	1. tu as <b>représenté</b> ce que tu as appris des investigations et des explorations sur le sujet à l'étude de manière <b>confuse ou désordonnée</b> .	1. tu as <b>représenté</b> ce que tu as appris des investigations et des explorations sur le sujet à l'étude dans une forme <b>ordonnée et compréhensible</b>	1. tu as <b>représenté de façon créative ou élégante</b> ce que tu as appris des investigations et des expériences sur le sujet à l'étude dans une forme <b>ordonnée et compréhensible</b>
Discussion et raisonnement à l'origine des observations, des liens et des relations	2. d'observations et de liens entre tes idées scientifiques	2. tu as <b>présenté</b> des observations/liens <b>partiels ou limités</b> entre des idées connexes	2. tu as <b>décrit</b> ce que tu comprends du contenu scientifique par des observations <b>détaillées</b> et des <b>liens</b> entre les idées	2. tu as <b>décrit et expliqué</b> ta compréhension du contenu par le biais d'observations <b>astucieuses</b> et de <b>liens</b> entre les idées
Qualité et vérification de la question ou de l'hypothèse	3. de question ou d'hypothèse	3. tu as rédigé une question ou une hypothèse <b>générale</b> qui donne une idée d'un test quelconque	3. tu as rédigé une question ou une hypothèse <b>précise</b> et <b>vérifiable</b>	3. tu as rédigé une question ou une hypothèse <b>précise</b> et <b>créative ou provocante</b>
Liens entre ses expériences ou explorations et la question ou l'hypothèse	4. de liens entre ce que tu sais déjà et ce que tu veux apprendre	4. ta question ou ton hypothèse n'est pas <b>clairement liée</b> à tes investigations ou explorations	4. ta question ou ton hypothèse est <b>clairement liée</b> à quelques-unes de tes investigations ou explorations	4. tu as <b>expliqué des liens</b> entre quelques-unes de tes investigations ou explorations et la question ou l'hypothèse

<sup>3</sup> Northwest Regional Educational Laboratory. *Elementary Science Inquiry Scoring Guide – Teacher's version*. <http://www.nwrel.org/msec/>

Concevoir (QS2)		Comment l'élève conçoit-il un plan pour guider l'investigation, produire une explication ou résoudre un problème?			
	Aucune preuve	En émergence	Atteint	Approfondi	
<p>Organisation, logique, clarté du plan pour répondre à la question ou à l'hypothèse</p> <p>Profondeur de la compréhension des variables à contrôler</p>	<p><b>Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve :</b></p> <p>1. de plan organisé, détaillé ou raisonnable</p> <p>2. de ta compréhension d'un test juste</p>	<p>1. ton plan <b>a du sens</b> mais une autre personne ne pourrait le reproduire</p> <p>2. <b>une ou plusieurs étapes manquent</b> à ton plan, ce qui <b>questionne la justesse</b></p>	<p>1. ton plan <b>a du sens</b> et les autres pourraient le suivre facilement</p> <p>2. tu as <b>inclus toutes les étapes nécessaires</b> mais un ou deux détails manquent. Ton test est <b>essentiellement juste</b></p>	<p>1. ton plan était <b>organisé, sensé et détaillé</b></p> <p>2. tu as <b>expliqué les «règles» essentielles</b> (variables à contrôler et leur portée), ce qui suggère que tu as compris l'importance d'un test juste</p>	
Investiguer (QS3)		À quel degré l'élève exécute-t-il les étapes du plan pour faire la collecte et l'organisation des données ?			
	Aucune preuve	En émergence	Atteint	Approfondi	
<p>Synchronisation entre les étapes du plan et les données</p> <p>Organisation et état complet des données</p>	<p><b>Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve :</b></p> <p>1. de la collecte de données</p> <p>2. d'organisation et d'état complet</p>	<p>1. tes données ne sont <b>pas en lien</b> avec les étapes décrites dans le plan</p> <p>2. pour tes données, tu as fait des dessins, compté, mesuré ou mentionné des choses mais une <b>personne aurait eu besoin de te questionner pour les comprendre</b></p>	<p>1. tes données étaient <b>en accord</b> avec les étapes décrites dans le plan</p> <p>2. tu as noté et/ou représenté tes données de sorte que les <b>autres sont en mesure de les comprendre sans poser de questions</b></p>	<p>1. tes données étaient <b>entièrement en accord</b> avec les étapes décrites dans le plan</p> <p>2. tu as noté et/ou représenté tes données dans un <b>format clair, sensé, organisé et complet</b></p>	

Construction de sens (QS4)	À quel degré l'élève considère-t-il et explique-t-il le contenu scientifique et les processus liés à l'enquête, et démontre-t-il des habitudes de pensée scientifique dans ses réflexions et son raisonnement?			
	Aucune preuve	En émergence	Atteint	Approfondi
Profondeur et qualité de la réponse	<p><i>Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve :</i></p> <p>1. d'une réponse à la question ou à l'hypothèse</p>	<p>1. tu as <b>partiellement répondu</b> à la question ou à l'hypothèse</p>	<p>1. tu as <b>répondu</b> à la question ou à l'hypothèse</p>	<p>1. tu as répondu à la question et <b>expliqué ta réponse</b></p>
Utilisation de preuve pour appuyer et expliquer les résultats	<p>2. de données citées ou d'observations pour appuyer les résultats</p>	<p>2. tu as utilisé des dessins, des nombres ou des mesures <b>incorrectement ou de manière générale</b> en pièces justificatives des résultats</p>	<p>2. tu as correctement <b>fait référence à des observations ou à des données précises</b> dans le but d'expliquer quelques résultats</p>	<p>2. tu as fait référence à des données spécifiques pour <b>décrire un patron ou une relation importante</b> dans tes données qui aide à comprendre les résultats</p>
Qualité des liens entre ses compréhensions personnelles, les données et le sujet à l'étude	<p>3. de liens entre tes idées antérieures et celles actuelles en relation avec le contenu à l'étude</p>	<p>3. tu as <b>noté</b> un lien entre ta réponse et l'idée scientifique mais ce n'était <b>pas clair ou essentiellement correct</b></p>	<p>3. tu as <b>discuté</b> d'un lien <b>essentiellement correct</b> entre ta réponse et l'idée scientifique. Tu as aussi <b>révisé</b> ta compréhension personnelle de cette idée</p>	<p>3. tu as <b>soigneusement et correctement expliqué</b> les liens entre ta compréhension personnelle, ta réponse et le sujet à l'étude</p>
Raisonnement en fonction des sources d'erreur et suggestions pour une meilleure conception	<p>4. d'un souci des problèmes ou des sources d'erreur dans la conception ou les données</p>	<p>4. tu <b>mentionnes un problème ou deux</b> mais les problèmes n'ont pas influencé les données</p>	<p>4. tu as <b>identifié une ou deux importantes sources d'erreur qui ont influencé les résultats</b></p>	<p>4. tu <b>as discuté d'importantes sources d'erreur et suggéré des façons</b> d'y remédier</p>
Cible pour la suite de l'enquête	<p>5. d'une ligne directrice</p>	<p>5. tu poses une nouvelle question ou formules une autre hypothèse qui <b>n'est pas liée au contenu</b></p>	<p>5. tu poses une nouvelle question ou formules une autre hypothèse <b>en lien</b> avec le contenu scientifique à l'étude</p>	<p>5. tu <b>as construit une hypothèse astucieuse ou créative</b> ou une question vérifiable pour une recherche future dans le domaine à l'étude</p>

## Annexe 5 – Attitudes et valeurs <sup>4</sup>

Curiosité	aider l'élève à diriger sa curiosité vers des objets d'étude
Objectivité	aider l'élève à faire évoluer ses conceptions et ses représentations, à développer des valeurs compatibles avec une pensée rationnelle et une certaine rigueur intellectuelle
Prudence	travailler calmement, respecter les règles de sécurité, prévoir les dangers potentiels
Persévérance	poursuivre activement les buts fixés, apprentissage basé sur la résolution de problèmes dont les solutions ne sont pas toujours évidentes
Confiance en soi	exprimer des opinions et faire des suggestions, mêmes si controversées, prendre des initiatives
Considération envers les autres	écoute active, soutien à ceux qui entourent, aide aux coéquipiers
Respect des êtres vivants et du matériel	considérer la vie des animaux et des plantes comme précieuse et agir en respectant le matériel, par conséquent, laver, ranger le matériel, l'utiliser avec soin et précaution
Minutie	tenir compte des détails dans la planification, la réalisation et le compte-rendu
Précision	agir avec exactitude, mesurer avec justesse, communiquer de façon rigoureuse, observer avec soin, s'exprimer en termes clairs
Ouverture d'esprit	solliciter et respecter les opinions et les explications différentes des siennes, découvrir la valeur des opinions différentes
Goût du risque intellectuel	faire connaître ses opinions, ses prévisions, ses prédictions, ses questions, agir en fonction de certaines de ses convictions

---

<sup>4</sup> Marcel Thouin, *La didactique des sciences de la nature au primaire*, Editions Multimondes

## BIBLIOGRAPHIE

---

AAAS (1993). *Benchmarks for Scientific Literacy*, New York, Oxford University Press,

AAAS (1996). *National Science Education Standards*. Washington, National Academy Press.

AAAS (1990) *Science for all Americans*. New York, Oxford University Press.

AAAS (2001). *Atlas of science literacy – Project 2061*, Washington, DC.

AAAS (2001). *Project 2061 – Dialogue on early childhood Science, Mathematics, and Technology Education*. <http://www.project2061.org/>

ALLAIN, M. (1999). *Prendre en main le changement, stratégies personnelles et organisationnelles*, Montréal, Éditions Nouvelles.

ARMSTRONG, T. (1999). *Les intelligences multiples dans votre classe*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

ARPIN, L. et L. CAPRA. (1994). *Être prof, moi j'aime ça! Les saisons d'une démarche de croissance pédagogique*, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.

ASCD (2000). *Education in New Era*, Alexandria (USA) Edited by Ronald S Brandt.

BARTH, B.-M. (1993) *Le savoir en construction, former à une pédagogie de la compréhension*, coll. Pédagogies, Paris, Retz Nathan.

BEICHNER, R.J., DOBEY, D.C. and C.A RIEDESEL (1994). *Essentials of Classroom Teaching Elementary Science*. Toronto, Allyn and Bacon.

BERTRAND, Y. et P. VALOIS (1999). *Fondements éducatifs pour une nouvelle société*, Montréal, Éditions Nouvelles.

BLACK, P. and D. WILLIAM (octobre, 1998). *Inside the black box – Raising standards through classroom assessment*, Phi Delta Kappas.

BLOUGH, G.O. and J. SCHWARTZ (1990). *Elementary School Science and How to Teach it*. Montreal, Québec : Holt, Rinehart and Winston, Inc.

BOUYSSOU, G., P. ROSSANO, P. et F. RICHAUDEAU (2002). *Oser changer l'école*, St-Amand-Montréal, Albin Michel.

BROOKS, J.G. et M.G. BROOKS (2000) .*The Case for Constructivist Classroom, In search of Understanding*, Alexandria (USA), ASCD.

CALANDE, G., de BUEGER-VANDER BORGHT, C., Daro, S., NUTTIN, J. et L. VANHAMME (1990). *Plaisirs des sciences : Didactique des sciences et autonomie dans l'apprentissage*. Bruxelles, De Boeck-Wesmael.

CARIN, A.A. (1993). *Guided Discovery Activities for Elementary School Science*. Don Mills, Ontario : Macmillan Publishing Company.

CARON, J. (1994). *Quand revient septembre, guide sur la gestion de la classe participative*, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.

CARON, J. (1996). *Quand revient septembre, recueil d'outils organisationnels*, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.

CLAYFIELD, H. and R. HYATT (1993). *Designs on Technology. A Primary Perspective*. Oxford University Press.

CODDING, D.D. and J.B. MARSH (1998). *The New American High School*, Thousand Oaks, California, Corwin Press Inc.

COHEN, E.G. (1994). *Le travail de groupe, stratégies d'enseignement pour la classe hétérogène*, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.

CONSEIL DE L'ENSEIGNEMENT DES COMMUNES ET DES PROVINCES (2000). *Programme d'études pour l'enseignement primaire – Éducation par la technologie*. <http://www.cecp.be/>

CONSEIL DE L'ENSEIGNEMENT DES COMMUNES ET DES PROVINCES (2000). *Programme d'études pour l'enseignement primaire : Éveil-Initiation scientifique*. <http://www.cecp.be/>

CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (CANADA) (1997). *Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences M à 12*. Toronto.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1999). *Les enjeux majeurs des programmes d'études et des régimes pédagogiques*. Sainte-Foy.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1999). *Pour une meilleure réussite scolaire des garçons et des filles*, avis au ministère de l'Éducation du Québec.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1990). *L'initiation aux sciences de la nature chez les enfants du primaire*. Québec, Gouvernement du Québec.

DAWS, N. and B. SINGH (1996). *Formative assessment : to what extent is its potential to enhance pupils' science being realized?*, *School Science Review*, vol. 77.

- DE CORTE, E., GEERLIGS, T., PETERS, J., LAGERWEIJ, N. et R. VANDENBERGHE. (1990). *Les fondements de l'action didactique*. Bruxelles, De Boeck-Wesmael.
- DESAUTELS, J. et M. LAROCHELLE (1989). *Qu'est-ce que le savoir scientifique ?* Québec, Les presses de l'Université Laval.
- DEVELAY, M. (1998). *Donner du sens à l'école*, 2<sup>e</sup> édition, Paris, Éditions sociales françaises.
- DORE, L., N. MICHAUD, et L. MUKARUGAGI (2002). *Le portfolio, évaluer pour apprendre*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.
- DOYON, C. et D. LEGRIS-JUNEAU (1991). *Faire participer l'élève à l'évaluation de ses apprentissages*, France, Chronique Sociale.
- Ebenezer, J.V. and S. Connor (1999). *Learning to teach science – A model for the 21st century*. Scarborough, Prentice-Hall Allyn Bacon.
- ÉDUCATION ET FORMATION PROFESSIONNELLE DU MANITOBA (1993). *Sciences de la nature : Programme d'études Jeune enfance*. Winnipeg, Bureau de l'Éducation française.
- ERNCT, S. (1993). *L'enseignement scientifique et technique à l'école élémentaire. Didaskalia Recherches sur la communication et l'apprentissage des sciences et des techniques*, vol.1, septembre.
- FARR, R. et B. TONE (1998). *Le portfolio, au service de l'apprentissage et de l'évaluation*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.
- FERGUSON, N. (1996). *Relations entre les dispositions reliées à la pensée critique chez de jeunes adolescents et certaines caractéristiques d'un modèle pédagogique axé sur l'activité scientifique*. Université de Montréal : thèse de doctorat non publiée.
- FUCHS, L., and D. FUCHS. (1986). "Effects of systematic formative evaluation : A meta-analysis", *Exceptional children*, vol. 53.
- FULLAN, M. (1997). *Change Forces, Probing The Depths Of Education Reform*, Philadelphia , Falmer Press.
- FULLAN, M. (1999). *Change Forces, The sequel*, Philadelphia, Falmer Press.
- FULLAN, M. and A. HARGREAVES (1992). *What's Worth Fighting For? Working Together For Your School*, Ontario.
- GARCIA-DEBAN, Claudine. (1996). *Réécrire pour apprendre les sciences*. In Groupe EVA (Éds.), *De l'Évaluation à la réécriture*. Paris, Hachette Livre.

GEGA, P.C. (1994). *How to Teach Elementary Science*. Don Mills, Macmillan Publishing Company.

GOSSEN, D. and J. ANDERSON (1998). *Amorcer le changement, un nouveau leadership pour une école de qualité*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

GOUGH, R. L. and A.K. GRIFFITHS (1994). *Science for Life : The Teaching of Science in Canadian Primary and Elementary Schools*. Toronto, Harcourt Brace & Company, Canada.

GROUPE EVA. *De l'Évaluation à la réécriture*. Paris, Hachette Livre, 1996.

GUILBERT, L. (décembre 1990) « La pensée critique en sciences : présentation d'un modèle iconique en vue d'une définition opérationnelle », *The Journal of Educational Thought*, vol. 24(3), p. 195-218.

HARLEN, W. (1983). *Science . Guides to Assessment in Education*. London, Macmillan Education.

HARLEN, W. (1992). *The Teaching of Science. Studies in Primary Education*. London, David Fulton Publishers Ltd.

HARLEN, W. (1993). *Teaching and Learning Primary Science*. London, Paul Chapman Publishing Ltd.

HARLEN, W. and R. OSBORNE. « A Model for Learning and Teaching Primary Science », *Journal of Curriculum Studies*, 17(2), p. 133-146, 1985.

HASSARD, J. (1990). *Science Experiments : Cooperative Learning and the Teaching of Science*, New York, Addison Wesley.

HERMAN, J.L., ASCHBACKER, P.R. and L. WINTERS (1992). *A practical guide to alternative assessment*, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

HINRICHSEN, J. and D. JARRET (1999). *Science Inquiry for the Classroom : A literature review*, Portland, Northwest Regional Educational Laboratory.

HIVON, R. (1993). *L'évaluation des apprentissages, réflexion, nouvelles tendances et formation*, Montréal, Les Éditions ESKS.

HODGSON, B. and E. SCANLON, E. (1985). *Approaching Primary Science*, London, Harper & Row Publishers Ltd.

HOERR, T. (2002). *Intégrer les intelligences multiples dans votre école*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.



HOWDEN, J. et H. MARTIN (1997). *La coopération au fil des jours, des outils pour apprendre à coopérer*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

HOWDEN, J. et M. KOPIEC (2000). *Ajouter aux compétences, enseigner, coopérer et apprendre au postsecondaire*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

HOWDEN, J. et M. KOPIEC(2002). *Cultiver la collaboration, un outil pour les leaders pédagogiques*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

HOWE, A.C. and L. JONES (1993). *Engaging Children in Science*. Don Mills, Ontario : Macmillan Publishing Company.

JACOBSON, W. J. and A.B. BERGMAN (1991). *Science for All Children. A book for teachers*. Englewood-Cliffs, Prentice-Hall.

JENSEN, E. (2001). *Le cerveau et l'apprentissage*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

LAMBERT, L. (1998). *Building Leadership Capacity in School*, Alexandria (USA), ASCD.

LAROCHELLE, M. et J. DÉSAUTELS (1992). *Autour de l'idée de science*, Québec, Les presses de l'Université Laval.

LE CONFERENCE BOARD DU CANADA. *Compétences relatives à l'employabilité 2000 plus : ce que les employeurs recherchent*, brochure 2000E/F, Ottawa.

LECLERC, M. (2001). *Au pays des gitans, recueil d'outils pour intégrer l'élève en difficulté dans la classe régulière*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

LEGENDRE, Renald (1988). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Boucherville, Québec, Les Éditions françaises Inc.

LEGENDRE, Renald (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2<sup>e</sup> édition, Montréal, Guérin Éditeur.

LÉVY-LEBLOND, J.-M. (1994). « La vulgarisation - mission impossible? », *Interface*, vol.2(2), p. 37- 41.

MARTIN, R.E. Jr., SEXTON, C., WAGNER, K. and J. GERLOVICH (1994). *Teaching Science for All Children*. Toronto, Allyn and Bacon.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (2001). *Programme de formation de l'école québécoise – Éducation préscolaire, enseignement primaire*.  
<http://www.meq.gouv.qc.ca/dfgj/program/prform2001.htm>

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU NOUVEAU-BRUNSWICK (2001). *Programme de français au primaire – Maternelle – 8e année.*

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU NOUVEAU-BRUNSWICK (octobre 1995). *L'école primaire.*

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE (1995). *Programmes de l'école primaire.* <http://www.education.gouv.fr/>

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU NOUVEAU-BRUNSWICK (2001). *Plan d'études – Sciences humaines.*

MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE DE Belgique (2000). *Socles de compétences – Éveil – Initiation scientifique.* <http://www.agers.cfwb.be/pedag/textes/socles/Sciences/realite.htm>

MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE DE BELGIQUE. (2000). *Socles de compétences – Éducation par la technologie.* <http://www.agers.cfwb.be/pedag/textes/socles/Sciences/realite.htm>

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DE L'ALBERTA (1991). *Programmes d'études : Élémentaire.*

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DE L'ALBERTA (1992). *Enseignement des sciences STS : pour unifier les buts de l'enseignement des sciences.*

MORISSETTE, R. (2002). *Accompagner la construction des savoirs*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

MULLER, F. [en ligne] [http://parcours-diversifies.scola.ac-paris.fr/AEFE/evaluation\\_formative.htm](http://parcours-diversifies.scola.ac-paris.fr/AEFE/evaluation_formative.htm) (page consultée le 27 mars 2003).

NOISSEUX, G. (1998). *Les compétences du médiateur comme expert de la cognition*, Ste-Foy, MST Éditeur.

NOISSEUX, G. (1997). *Les compétences du médiateur pour réactualiser sa pratique professionnelle*, Ste-Foy, MST Éditeur.

NORTHWEST REGIONAL EDUCATIONAL LABORATORY (2002). *Answers to puzzling questions*, [http://www.nwrel.org/msec/science\\_inq/answers.html](http://www.nwrel.org/msec/science_inq/answers.html)

OREGON DEPARTMENT OF EDUCATION (2001). *Science instructional framework - Benchmarks standards and model grade level mapping.* <http://www.ode.state.or.us/cifs/science/>

OREGON DEPARTMENT OF EDUCATION (2001). *Science 2001-02*.  
<http://www.ode.state.or.us/cifs/science/>

OSBORNE, R. and P. FREYBERG (1989). *Learning in science : The Implications of Children's Science*. Auckland, Heinemann Education.

PALLASCIO, R. et D. LEBLANC (1993). *Apprendre différemment*, Laval, Édition Agence D'Arc.

PERRENOUD, P. (1997). *Construire des compétences dès l'école*, Paris, ESF Éditeur.

PERRENOUD, P. (2000). *Dix nouvelles compétences : INVITATION AU VOYAGE*, Paris, ESF Éditeur.

PERRENOUD, P. (1998). *L'évaluation des apprentissages : de la fabrication de l'excellence à la régulation des apprentissages. Entre deux logiques*. Bruxelles : De Boeck, Paris, Larcier.

PERRENOUD, P. (1997). *Pédagogie différenciée : des intentions à l'action*, coll. Pédagogies en développement, Paris, ESF Éditeur.

PRUNEAU, D., F. LACHANCE. et C. VEZINA-BEGIN (1992). *Nous on prend l'ERE. Guide pédagogique d'intégration des matières en éducation relative à l'environnement*, Ste-Foy, Société linéenne du Québec.

PRZEMYCKI, H. (1993). *Pédagogie différenciée*, Paris, Édition Hachette.

RAIZEN, S.A., SELLWOOD, P, TODD, R.D. and M. VICKERS (1995). *Technology Education in the Classroom : Understanding the Designed World. The National Center for Improving Science Education*, Jossey-Bass, San Francisco.

SAINT-LAURENT, L., J. GIASSON, C. SIMARD, J.J. DIONNE, É. ROYER et collaborateurs (1995). *Programme d'intervention auprès des élèves à risque, une nouvelle option éducative*, Montréal, Gaëtan Morin Éditeur Ltée.

SCALLON, G. (2000). *L'évaluation formative*, Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.

SOUSA, D.A. (1994). *Le cerveau pour apprendre*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

TABLE NATIONALE D'EDUCATION DE LANGUE FRANÇAISE (1997). *Les résultats d'apprentissage : à l'aube du 21e siècle*. ACELF.

TARDIF, J. et G. CHABOT (1997). *La motivation scolaire des élèves à l'école primaire*. Ébauche.

TARDIF, J., et G. CHABOT (2000). *La motivation scolaire : une construction personnelle de l'élève*, Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick.

TARDIF, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*, Montréal, Les Éditions Logiques.

THOUIN, M. (1997). *La didactique des sciences de la nature au primaire*. Editions Multimondes.

TOMLINSON C.A. and A.S. DEIRSKY (2000). *Leadership for Differentiating School and Classrooms*, ASCD.

TOMLINSON, C.A. (2001). *How to Differentiate Instruction In Mixed-Ability Classrooms*, 2<sup>e</sup> édition, ASCD.

TOMLINSON, C.A. (1999). *The Differentiated Classroom : Responding to the Needs of all Learners*, ASCD.

VIAU, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*, Saint-Laurent, ERPI, *Vie pédagogique*, avril-mai 2002.

WILSON, J. and L. WING JAN. (1993). *Thinking for Themselves : Developing Strategies for Reflective Learning*, Portsmouth, Heinemann.

YVROUD, G. [en ligne]

<http://maison.enseignants.free.fr/pages/documents/articleevaform.PDF> (page consultée le 27 mars 2003).

ZEITLER, W.R. and J.P. BARUFALDI (1988). *Elementary School Science. A Perspective for Teachers*. New York , Longman.