

Programme d'études :
Physique 51421

Ministère de l'Éducation
Direction des services pédagogiques
(version 2009)

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
CADRE THÉORIQUE	3
1. Orientations du système scolaire	3
1.1 Mission de l'éducation	3
1.2 Objectifs et normes en matière d'éducation	4
2. Composantes pédagogiques	6
2.1 Principes directeurs	6
2.2 Résultats d'apprentissage transdisciplinaires.....	7
2.3 Modèle pédagogique	14
3. Orientations du programme	23
3.1 Présentation de la discipline	23
3.2 Domaines conceptuels et résultats d'apprentissage généraux.....	25
3.3 Principes didactiques liés aux sciences	28
PLAN D'ÉTUDES	32
ANNEXES.....	55
Annexe 1 : Processus d'enquête	55
Annexe 2 : Suggestions de stratégies pour initier le processus d'enquête.....	56
Annexe 3: Grille d'intervention sur les habiletés reliées à l'enquête.....	59
Annexe 4 : Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête.....	61
Annexe 5 – Interaction des habiletés de base et des habiletés complexes lors de l'enquête.....	64
Annexe 6 : Attitudes et valeurs	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66

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.

À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :	À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :	À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :	À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :
<ul style="list-style-type: none">➤ 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;➤ exprimer spontanément ses besoins immédiats, ses idées et ses sentiments de façon adéquate et acceptable à son niveau de maturité;➤ utiliser le langage approprié à chacune des matières scolaires; ➤ 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.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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;➤ exprimer avec une certaine aisance ses besoins sur les plans scolaire, social et psychologique en tenant compte de son interlocuteur;➤ poser des questions et faire des exposés en utilisant le langage spécifique de chacune des matières; ➤ 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.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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;➤ exprimer ses pensées avec plus de nuances, défendre ses opinions et justifier ses points de vue avec clarté;➤ utiliser le langage approprié à chacune des disciplines pour poser des questions et rendre compte de sa compréhension; ➤ 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.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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;➤ 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;➤ 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; ➤ 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.

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.

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

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.

À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :	À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :	À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :	À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :
<ul style="list-style-type: none">➤ 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; ➤ reconnaître les différences entre ce qu'il pense et ce que les autres pensent; ➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites.	<ul style="list-style-type: none">➤ déterminer, par le questionnement, les éléments pertinents d'un problème et de discerner l'information utile à sa résolution; ➤ comparer ses opinions avec celles des autres et utiliser des arguments pour défendre son point de vue; ➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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; ➤ discerner entre ce qu'est une opinion et un fait. Fonder ses arguments à partir de renseignements recueillis provenant de multiples sources; ➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites en se donnant des stratégies pour pallier ses faiblesses.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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; ➤ 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; ➤ faire part de ses difficultés et de ses réussites en se donnant des stratégies pour pallier ses faiblesses.

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.

<p>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</p>	<p>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</p>	<p>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</p>	<p>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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.); ➤ reconnaître l'importance de développer des habitudes de vie saines et actives; ➤ faire preuve de respect, de politesse et de collaboration dans sa classe et dans son environnement immédiat. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ expliquer les bienfaits associés au développement d'habitudes de vie saines et actives; ➤ démontrer des habiletés favorisant le respect, la politesse et la collaboration au sein de divers groupes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ développer des habitudes de vie saines et actives; ➤ élaborer des stratégies lui permettant de s'acquitter de ses responsabilités au sein de divers groupes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ valoriser et pratiquer de façon autonome des habitudes de vie saines et actives; ➤ 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.

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

Méthodes de travail

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

<p>À la fin du cycle de la maternelle à la deuxième année, l'élève doit pouvoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ s'engager dans la réalisation de sa tâche et exprimer une satisfaction personnelle du travail bien accompli. 	<p>À la fin du cycle de la troisième à la cinquième année, l'élève doit pouvoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ démontrer de l'initiative et de la persévérance dans la réalisation de sa tâche et exprimer une satisfaction personnelle du travail bien accompli. 	<p>À la fin du cycle de la sixième à la huitième année, l'élève doit pouvoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ 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. 	<p>À la fin du cycle de la neuvième à la douzième année, l'élève doit pouvoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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; ➤ 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.
---	--	--	--

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

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

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

	Préparation	Réalisation	Intégration
Démarche d'enseignement (Rôle de l'enseignant)	Identifier les résultats d'apprentissage Formuler une intention d'activité complexe pour éveiller le questionnement tenant compte des antécédents des élèves Sélectionner des stratégies d'enseignement et des activités d'apprentissage permettant le transfert de connaissances Choisir du matériel, des outils et d'autres ressources Anticiper des problèmes et formuler des alternatives	Faire la mise en situation et actualiser l'intention Utiliser des stratégies d'enseignement, démarches, matériels, outils et autres ressources Faire découvrir à l'élève diverses stratégies d'apprentissage Faire l'évaluation formative en cours d'apprentissage Assurer le transfert de connaissances chez l'élève	Analyser la démarche et les stratégies utilisées Faire l'objectivation 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
Processus d'apprentissage (Rôle de l'élève)	Prendre conscience des résultats d'apprentissage et des activités proposées Prendre conscience de ses connaissances antérieures Objectiver le déséquilibre cognitif (questionnement), anticiper des solutions et établir ses buts personnels Élaborer un plan et sélectionner des stratégies d'apprentissage Choisir du matériel, des outils et d'autres ressources	Sélectionner et utiliser des stratégies pour réaliser les activités d'apprentissage Proposer et appliquer des solutions aux problèmes rencontrés Faire la cueillette et le traitement des données Analyser des données Communiquer l'analyse des résultats	Faire l'objectivation de ce qui a été appris Décontextualiser et recontextualiser ses savoirs Faire le transfert des connaissances Évaluer la démarche et les stratégies utilisées 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 51421 (Physique III) 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 :

- **Vecteurs**
- **Énergie**
- **Lumière et optique géométrique**
- **Processus d'enquête (projet scientifique)**

- **Thèmes optionnels : compléments de mécanique, relativité restreinte, mécanique des fluides, nature de la lumière, ondes, photons et matière, astrophysique ou module élaboré localement.**

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 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. L'enquête pourra être **dirigée**, **guidée** ou **autonome**. Le tableau suivant illustre les divers types d'investigations.

Type d'enquête	Investigation	Rôle de l'élève	Rôle de l'enseignant
structurée	- l'élève suit les directives de l'enseignant	- cible un aspect de l'enquête (i.e., collecte de données), discute dans le but d'établir les liens voulus. L'élève est appelé à exprimer et à verbaliser ses idées et son degré de compréhension	- fait du travail de médiation lors des discussions; il questionne l'élève, il modélise et guide les aspects de l'enquête de sorte que l'élève est placé dans un environnement riche en apprentissage
guidée	- l'élève participe à l'élaboration des processus	- fait l'activité, soulève divers aspects de l'enquête et tâche d'établir des liens entre l'objet à l'étude et les grandes idées sous-jacentes	- propose une question à investiguer, modélise et guide les aspects de l'enquête de sorte que l'élève est placé dans un environnement riche d'apprentissages. Il aide l'élève à établir les liens entre l'objet à l'étude et les grandes idées sous-jacentes
initée par l'élève	- l'élève décide de la question à investiguer parmi celles proposées et détermine le processus à suivre	- cible tous les aspects du processus d'enquête, conçoit une investigation et explore selon des pratiques scientifiques établies	- guide discrètement l'élève dans son raisonnement, l'aidant à faire et à résoudre les problèmes techniques et conceptuels

➤ Les habiletés scientifiques – pièces d'ancrage

Dès le primaire, l'élève a été placé dans un contexte où on lui a demandé d'**observer** (y compris **mesurer**), de **classifier**, de **comparer**, de **communiquer**, de **prédire** et d'**inférer**. Ces **habiletés de base** sont toujours les outils de premier plan dans toute stratégie pédagogique, qu'elle soit sous forme d'intervention directe ou indirecte. L'enseignant doit s'assurer que l'utilisation de ces habiletés soit explicite dans toute démarche intellectuelle car c'est à partir de celles-ci que le processus d'enquête prend toute sa signification.

Graduellement, l'élève a appris à construire ses représentations du monde vivant et non vivant en ayant recours **aux habiletés complexes** pour trouver réponse à des situations problématiques. C'est ainsi qu'il a été placé dans un contexte où il devait **définir des variables**, **les opérationnaliser**, **émettre des hypothèses**, **faire la collecte de données** et **procéder à une forme de communication appropriée** à

l'investigation. En dernier lieu, à partir d'un questionnaire, il a été en mesure d'élaborer une démarche d'investigation.

L'utilisation de ces outils que sont les habiletés scientifiques doit se poursuivre. Toute étude d'un concept du monde vivant ou du monde non vivant, ou toute étude pour résoudre un problème doit être soumise à la mise en opération **des habiletés de base** et **des habiletés complexes**. La mobilisation de celles-ci dans l'enquête est fondamentale pour que s'effectue une restructuration des connaissances, une modification des représentations de l'élève; c'est un incontournable pour un apprentissage de qualité. Le réseau à l'annexe 5 illustre l'interaction entre les savoirs, les habiletés intellectuelles de base et les habiletés complexes lors du processus de l'enquête.

➤ **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

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. VECTEURS

Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>1.1 démontrer qu'il comprend les concepts relatifs aux vecteurs;</p> <p>1.2 effectuer des opérations mathématiques avec des vecteurs à deux et à trois dimensions.</p>	<p><u>Vecteurs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • vecteurs et scalaires <ul style="list-style-type: none"> - terminologie liée aux vecteurs et scalaires - symboles liés aux vecteurs • composantes d'un vecteur <ul style="list-style-type: none"> - composantes d'un vecteur à deux et à trois dimensions - vecteur unitaire - changement de la façon de représenter un vecteur de la forme grandeur et direction (coordonnées polaires) à la forme composantes (coordonnées cartésiennes) et vice-versa • addition et soustraction de vecteurs <ul style="list-style-type: none"> - à deux et à trois dimensions • multiplication et division d'un vecteur par un scalaire <ul style="list-style-type: none"> - à deux et à trois dimensions • produit scalaire de deux vecteurs <ul style="list-style-type: none"> - à deux et à trois dimensions - $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_i B_i + A_j B_j + A_k B_k$ - $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{A} \vec{B} \cos \theta$ • produit vectoriel de deux vecteurs <ul style="list-style-type: none"> - à deux et à trois dimensions - $\vec{A} \times \vec{B} = \vec{A} \vec{B} \sin \theta \vec{u}_n$ - $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} A_i & A_j & A_k \\ B_i & B_j & B_k \end{vmatrix}$

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

Activation des connaissances antérieures

Faites un rappel sur les notions de vecteurs enseignées dans les cours précédents.

Activités

Visionnez une vidéo ou une animation visuelle qui présente les différents vecteurs.

Il est possible d'intégrer les vecteurs aux modules des cours précédents (par ex. : la cinématique, la dynamique, le travail, le moment de force et le principe du moteur).

Après l'étude des vecteurs, il est essentiel d'appliquer ces derniers dans d'autres contextes.

Les livres de référence pour étudier les vecteurs sont Benson 1 (chapitre 2) et Serway (chapitre 2, 7 et 11).

Discutez avec les élèves des types de carrières en lien avec les vecteurs (par ex. : arpenteur, ingénieur, contrôleur aérien, et autres...)

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. ÉNERGIE

Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
2.1 expliquer les concepts de travail et d'énergie;	Travail et énergie <ul style="list-style-type: none">• travail produit par une force constante selon un angle• travail produit par une force variable<ul style="list-style-type: none">- aire sous la courbe- calcul intégral (optionnel)• énergie emmagasinée dans un ressort<ul style="list-style-type: none">- énergie potentielle élastique égale au travail effectué sur un ressort• lien entre le travail et la variation de l'énergie cinétique ($W = \Delta E_c$)• loi de la conservation de l'énergie (rappel)• mouvement harmonique simple<ul style="list-style-type: none">- calculs liés au mouvement harmonique simple- calculs liés à l'énergie d'un mouvement harmonique simple Quantité de mouvement, impulsion et collisions <ul style="list-style-type: none">• quantité de mouvement et impulsion<ul style="list-style-type: none">- lien entre l'impulsion et la variation de la quantité de mouvement• collisions élastiques, inélastiques et complètement inélastiques<ul style="list-style-type: none">- calculs liés à la conservation de la quantité de mouvement pour les collisions à une dimension et à deux dimensions- calculs liés à l'énergie conservée ou perdue lors de collisions
2.2 résoudre des problèmes impliquant des forces constantes ou variables;	
2.3 analyser le mouvement harmonique simple dans des situations variées;	
2.4 analyser les collisions élastiques, inélastiques et complètement inélastiques;	

2. ÉNERGIE (suite)	
Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>2.5 expliquer les concepts liés à l'énergie thermique;</p> <p>2.6 résoudre des problèmes liés aux effets de la chaleur sur la matière et au transfert de l'énergie thermique;</p> <p>2.7 démontrer qu'il comprend les concepts liés à l'énergie nucléaire;</p> <p>2.8 résoudre des problèmes liés à l'énergie nucléaire;</p> <p>2.9 établir le lien entre la structure nucléaire et la stabilité du noyau;</p> <p>2.10 établir le lien entre la structure nucléaire et l'énergie nucléaire.</p>	<p><u>Énergie thermique, chaleur et température</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • énergie thermique et température <ul style="list-style-type: none"> - théorie cinétique moléculaire - température - fonctionnement d'un thermomètre et échelles de température • expansion thermique <ul style="list-style-type: none"> - calcul de l'expansion thermique linéaire, surface et volume • chaleur <ul style="list-style-type: none"> - chaleur massique - mécanismes de transfert de l'énergie - loi de la conservation de l'énergie thermique - calculs liés aux mélanges thermiques - calculs liés aux chaleurs latentes de fusion et de vaporisation <p><u>Énergie nucléaire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • structure nucléaire <ul style="list-style-type: none"> - protons, neutrons, nombre atomique, masse atomique • radioactivité <ul style="list-style-type: none"> - désintégration alpha - désintégration bêta - rayonnement gamma - série de désintégration radioactive - calculs liés à la demi-vie - calculs liés à l'énergie de désintégration • énergie du noyau <ul style="list-style-type: none"> - fission et fusion - énergie de liaison (calculs et courbe) - stabilité des noyaux - réactions en chaîne - applications (réacteur CANDU, bombe atomique, bombe hydrogène, ...)

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

Activation des connaissances antérieures

Faites un retour sur le concept de l'énergie et de la puissance à l'aide d'une carte exploratoire.

Faites un rappel sur la loi de la conservation de l'énergie.

Discutez du transfert d'énergie et de la puissance mises en jeu dans la vie courante. (par ex. : *bungee*, automobile,...).

Activités

Demandez aux élèves de prévoir le rebondissement de deux balles composées de matériaux différents afin de présenter les concepts de collision et d'élasticité. Faites le lien avec les objets qui amortissent les impacts (par ex. : casque de vélo, amortisseurs).

Demandez aux élèves d'observer les collisions entre des objets (par.. ex. : chariots dynamiques) afin d'analyser les effets sur la vitesse et la conservation de la quantité de mouvement (Physique 12, guide, p. 169).

Donnez des exemples pour montrer que la conservation de la quantité de mouvement linéaire est le résultat de la 3^e loi de Newton (par ex. : boules de billard, propulsion d'une fusée, débarquer d'une chaloupe, et autres...).

Démontrez la nature vectorielle de la quantité de mouvement en illustrant les morceaux projetés lors d'une explosion d'une grenade.

Utilisez le pendule de Newton pour démontrer les principes de la conservation de la quantité de mouvement linéaire et de la conservation de l'énergie cinétique (Physique 12, guide, p. 171, manuel p. 248).

Demandez aux élèves d'expliquer le fonctionnement d'une thermopompe.

Visitez le site Web de l'association nucléaire canadienne (ANC) ou visionnez des animations virtuelles.

Faites une visite guidée dans une centrale électrique ou une centrale nucléaire (par ex. : Pointe Lepreau)

Modélisez la désintégration radioactive à l'aide de pièces de monnaie (Ph. 12, guide p. 264).

Utilisez un compteur Geiger pour détecter la radioactivité naturelle.

Discutez avec les élèves des types de carrières en lien avec l'énergie ou du travail du physicien enquêteur des accidents de la route (guide, Physique 11, p. 371).

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, des activités, des études de cas et des feuilles reproductibles dans le guide de Physique 11. Il fait aussi référence aux manuels de l'élève. Les chapitres 6, 7, 8 et 19 de Physique 11 et surtout **les chapitres 4, 5 et 13 de Physique 12** sont les ressources principales du présent module. Les livres de Benson et de Serway sont des références complémentaires (voir ressources de base, p.54)

Tableau de planification à l'aide des guides d'enseignement et des manuels	Laboratoires (manuel)	Activités	Études de cas	Feuilles reproductibles
Travail et énergie (Ph. 11, chap. 7, p. 117 et principalement Ph. 12, manuel chap. 4, p. 176-229)	Ph. 11, Lab 7.3 p. 249	Act. 4.5.1 test des ressorts réels manuel (Ph. 12 p. 220) Act. 4.5.2 système masse-ressort (Ph. 12 p. 222)	Un mode de production écologique de l'électricité (Ph. 12 manuel p. 192) Le saut à la perche (Ph. 11, guide p.351-352)	Ph. 12, MR 4.5-1 MR 4.5-2 Ph. 11, FR 27-1, p. 402
Quantité de mouvement, impulsion et collisions (Ph. 11, chap. 6, p. 105 et principalement Ph. 12, manuel chap. 5, p.230 -271)	Ph.11, Lab 6.1 p. 210	Ph. 12, Act. 5.2-1 manuel p. 260 Act. 5.3.1 p. 262	Les collisions et les piétons (Ph. 11, guide, p.349-350)	Ph. 11, FR 18-1, p. 391 Ph. 12, MR 5.3-1

Tableau de planification à l'aide des guides d'enseignement et des manuels	Laboratoires (manuel)	Activités	Études de cas	Feuilles reproductibles
Énergie thermique, chaleur et température (Ph. 11, manuel chap. 8, p. 251-280)	Ph. 11, Lab 8.1 p.278 Lab 8.2, p. 279	Ph. 11, Act 30-1 p. 141 Act. 31-1 Ph. 11 guide p. 145 Act. 33,-1 Ph. 11, guide, p. 151	Conception de maisons à haut rendement énergétique (Ph. 11, guide, p.353-354)	Ph. 11, FR 31-1, p. 405
Énergie nucléaire (Ph. 11, manuel chap. 19, p.631 – 669 et Ph. 12, chap. 13, p. 664-745)	Ph. 11, Lab19.1, p. 666	Act. 90-1, Ph. 11 guide, p. 331	Tchernobyl (Ph. 11, guide, p. 369-370) Analyse des trajectoires des particules élémentaires (Ph.12, guide p. 268)	FR 90-1, p.447

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. LUMIÈRE ET OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>3.1 comprendre et analyser les phénomènes liés à la réflexion et à la réfraction de la lumière;</p> <p>3.2 décrire et représenter les images produites par les miroirs plans, par les miroirs sphériques et par les lentilles;</p> <p>3.3 résoudre des problèmes liés à la réflexion et à la réfraction de la lumière.</p>	<p>Ondes</p> <ul style="list-style-type: none">• introduction aux ondes (rappel)<ul style="list-style-type: none">- ondes transversales et ondes longitudinales- propriétés des ondes (propagation rectiligne, réflexion, réfraction et diffraction)- caractéristiques des ondes (période, fréquence, longueur d'onde, amplitude et vitesse)• équation d'onde et théorie électromagnétique<ul style="list-style-type: none">- $v = \lambda f$- spectre électromagnétique <p>Réflexion</p> <ul style="list-style-type: none">• réflexion de la lumière<ul style="list-style-type: none">- angle incident, angle de réflexion, rayon incident, rayon réfléchi- lois de la réflexion• images dans les miroirs<ul style="list-style-type: none">- caractéristiques des images réelles et virtuelles- images dans les miroirs plans et les miroirs sphériques- images multiples- diagrammes de rayons des images produites- calculs relatifs aux images formées par les miroirs sphériques- applications des miroirs sphériques (aberration sphérique, réflecteurs, fours solaires, télescope, miroir de toilette...)

3. LA LUMIÈRE ET L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

Contenu d'apprentissage

Réfraction

- **réfraction de la lumière**

- transmission d'un milieu à l'autre (angle incident, angle de réfraction, rayon incident, rayon réfracté, indice de réfraction, angle critique)
- lois de la réfraction
- calculs relatifs à la réfraction
- phénomènes liés à la réflexion interne totale et ses applications (arc-en-ciel, fibres optiques, réflecteurs...)
- phénomènes liés à la réfraction et ses applications (profondeur apparente, dispersion, illusion de flaques d'eau sur l'asphalte sec,...)

- **lentilles**

- images formées par les lentilles
- diagrammes de rayons des images produites
- calculs relatifs aux images formées par les lentilles
- applications des lentilles (œil, lentilles du microscope et télescope...)

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

Le thème de la lumière est vu dans deux modules. Les chapitres 9 et 10 de Physique 12 traitent de la nature ondulatoire de la lumière (module 8) tandis que le présent module s'intéresse à l'optique géométrique. Ces deux modules se complètent.

Activation des connaissances antérieures

Faites un retour sur les concepts abordés au préalable sur les ondes. Parlez de phénomènes liés à la lumière (par ex. : l'arc-en-ciel, l'éclairage d'un spectacle, les miroirs, les lentilles, et autres....).

Activités

À chaque fois que cela est possible, faites le rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement en présentant certaines applications pratiques des contenus et en incitant l'élève à réfléchir sur ses responsabilités vis-à-vis la société et 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 faire des activités pratiques afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Demandez aux élèves de fabriquer un sténopé et discutez de son histoire.

Localisez, à l'aide d'un banc optique, les images réelles et virtuelles formées par les miroirs incurvés ainsi que les lentilles minces.

Tracez les diagrammes de rayons des images produites par les miroirs et les lentilles.

Déterminez expérimentalement l'indice de réfraction dans différents milieux.

Explorez les applications de la réfraction à l'aide de prismes.

Illustrez, à l'aide de fibres optiques, l'angle critique ainsi que la réflexion interne totale.

Explorez les applications des miroirs et des lentilles à l'aide d'un microscope composé, d'un télescope, d'une lunette terrestre, d'un appareil photographique, d'un miroir de surveillance, et autres ...

Visionnez des animations visuelles qui illustrent les phénomènes lumineux.

Discutez avec les élèves des types de carrières en lien avec la lumière (par ex. : éclairagiste, physicien, photographe, optométriste, ophtalmologiste, opticien, et autres...).

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, des activités, des études de cas et des feuilles reproductibles dans le guide de Physique 11. Il fait aussi référence au manuel de l'élève. Les **chapitres 10 et 11 de Physique 11** sont les ressources principales du présent module. Les livres de Benson (chap.4 et 5) et de Serway sont des références complémentaires (voir ressources de base, p.54)

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement de Physique 11	Laboratoires (manuel)	Activités	Feuilles reproductibles
Ondes (Ph. 11, chap.10, p. 303)			FR 41-1 Ph. 11 guide p. 177
Réflexion (Ph. 11, chap.10, p. 303)	Lab 10.1 p. 350 Lab 10.2 p. 351 Lab 10.3 p. 354	Construction d'un four solaire	FR 42-1 FR 43-1 FR 44-1 <i>Ph.12 MR 9.1-2 p. 298</i> <i>MR 9.1- 4 p. 300</i> <i>MR 9.4-1 p. 315</i>
Réfraction (Ph. 11, chap.11, p. 355)	Lab 11.1 p. 397 Lab 11.2 p. 398 Lab 11.3 p. 399 Lab 11.4 p. 401		FR 47-1 p. 194 FR 48-1; FR 49-1; FR 50-1 FR 51-1; FR 52-1; FR 53-1 FR 53-2; <i>Ph.12 MR 9-1 p. 279</i> <i>MR 9.1-5 p. 301</i>

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. PROCESSUS D'ENQUÊTE

Résultat d'apprentissage spécifique <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
4.1 développer un concept qui touche aux principes scientifiques de la physique en fonction de ses goûts et de ses centres d'intérêts.	Enquête <ul style="list-style-type: none">• Initiation• Enquête• Évaluation Exemples <ul style="list-style-type: none">- projet d'expo-sciences- projet en mécanique (exemples : conception d'un chariot-remorqueur pour tirer le maximum de charges selon certaines consignes; création d'un mobile qui parcourt une distance horizontale maximale; création d'un lanceur de projectiles à la verticale; conception d'un pont qui a la plus grande résistance possible; conception d'un mobile tractable qui pousse la plus grande charge possible; conception d'un mobile qui gravit un plan incliné avec la plus grande inclinaison possible...)- création de prototypes combinant l'énergie et la mécanique (exemples : auto solaire, machine à vapeur...)- projet en optique (exemples : montage de lentilles, ...)- projet de recherche (moyens de communication, histoire, ...)- au choix

OPTIONS - Choix d'un minimum de deux options (thèmes 5 à 13)

5. COMPLÉMENTS DE MÉCANIQUE	
Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>5.1 décrire et analyser le mouvement à une, deux et trois dimensions;</p> <p>5.2 analyser les forces impliquées dans différents systèmes;</p> <p>5.3 expliquer les concepts liés à la gravitation;</p> <p>5.4 résoudre des problèmes impliquant la cinématique et la dynamique de rotation.</p>	<p><u>Mouvement à une, deux et trois dimensions</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • mouvement de projectiles <ul style="list-style-type: none"> - calcul de l'angle de tir - calcul de la vitesse de lancement - calcul de la vitesse instantanée - calcul de la portée maximale • analyse du mouvement <ul style="list-style-type: none"> - mouvement uniforme, mouvement uniformément accéléré sur une droite, sur un plan et à trois dimensions - mouvement non uniformément accéléré sur une droite, sur un plan et à trois dimensions <p><u>Forces</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • tension <ul style="list-style-type: none"> - calcul de la force de tension dans une corde • statique <ul style="list-style-type: none"> - moment de forces - équilibre de translation - équilibre de rotation • force gravitationnelle <ul style="list-style-type: none"> - loi de la gravitation universelle (rappel) - champ gravitationnel - calcul de l'énergie potentielle gravitationnelle - calcul intégral (optionnel) - vitesse de libération d'une planète • cinématique et dynamique de rotation <ul style="list-style-type: none"> - liens entre les équations utilisées en cinématique et en dynamique linéaire et les équations utilisées pour le mouvement de rotation - calculs en cinématique de rotation: position angulaire, déplacement angulaire, vitesse angulaire, accélération angulaire, accélération résultante - calculs en dynamique de rotation : moment de force angulaire, moment d'inertie, énergie cinétique de rotation, travail, puissance, impulsion, quantité de mouvement

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

Activation des connaissances antérieures

Faites un retour sur les concepts en lien avec la mécanique, abordés dans les cours de physique précédents.

Activités

À chaque fois que cela est possible, faites le rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement en présentant certaines applications pratiques des contenus et en incitant l'élève à réfléchir sur ses responsabilités vis-à-vis la société et 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 faire des travaux pratiques afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Expérimentez l'équilibre de rotation et le moment de force à l'aide d'une règle placée sur un pivot et à l'aide de différentes masses.

Déterminez les différentes forces et les moments de force impliqués dans une poutre à porte-à-faux.

Discutez avec les élèves des types de carrières en lien avec le mouvement et les forces.

Demandez aux élèves de construire un pont à l'aide de bâtonnets de bois.

Faites analyser les mouvements des patineurs artistiques.

Appliquez les principes physiques liés à la rotation dans différents sports (par ex. : raquette de badminton, bâton de hockey, et autres...)

Déterminez expérimentalement la valeur du moment d'inertie d'un mobile.

Visionnez des animations virtuelles qui présentent la cinématique et dynamique de rotation.

Expérimentez le pendule de Foucault (Physique 12, p. 136)

Visionnez une vidéo sur le pendule de Foucault ou tout autre sujet lié à ce thème.

Ce module optionnel et complémentaire permettra aux élèves d'approfondir la compréhension des concepts liés à la cinématique et la dynamique à l'aide des ressources utilisées dans les modules précédents. Des laboratoires, des activités, des études de cas et des feuilles reproductibles se retrouvent dans les guides de Physique 11 et Physique 12. Le **chapitre 3 de Physique 11** et les **chapitres 1, 2, 3 et 6 de Physique 12** sont les ressources principales du présent module. Les livres de Benson et de Serway sont des références complémentaires (voir ressources de base, p. 54)

6. RELATIVITÉ RESTREINTE

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

6.1 expliquer les principes de base et les effets de la relativité restreinte;

6.2 résoudre des problèmes liés à la relativité restreinte.

Contenu d'apprentissage

Relativité restreinte

- **théorie de la relativité restreinte**
 - principes de la relativité restreinte
- **systèmes de références**
 - inertiels et non inertiels
- **mouvement relatif et vitesse de la lumière**
- **répercussions de la relativité restreinte**
 - dilatation du temps, contraction des longueurs et augmentation de la masse
- **masse et énergie**
 - conservation de la masse et de l'énergie

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

Activation des connaissances antérieures

Faites un retour sur les lois newtoniennes et les notions liées à la lumière. Discutez des notions du temps et de l'espace.

Activités

À chaque fois que cela est possible, faites le rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement en présentant certaines applications pratiques des contenus et en incitant l'élève à réfléchir sur ses responsabilités vis-à-vis la société et l'environnement.

Discutez avec les élèves des types de carrières en lien avec la relativité restreinte (par ex. : physicien).

Discutez de l'ajustement des systèmes GPS en fonction de la dilatation du temps.

Discutez du paradoxe des jumeaux (manuel Physique 12, p. 573).

Visionnez une vidéo ou une animation virtuelle sur le thème de la relativité restreinte.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur l'accélérateur de particules (coûts vs. rentabilité). (manuel Physique 11, p. 296)

Invitez un physicien, un chercheur ou un étudiant en physique.

Discutez de l'expérience de Michelson et Morley sur la vitesse de la lumière et les systèmes de référence (Physique 12, guide, p. 250).

Discutez de phénomènes présentés dans les films de science-fiction (par ex. : téléportation).

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des feuilles reproductibles dans les guides de Physique 11 et Physique 12. Le **chapitre 9 de Physique 11** et le **chapitre 11 de Physique 12** sont les ressources principales du présent module. Les livres de Benson (chapitre 8, p. 237) et de Serway sont des références complémentaires (voir ressources de base, p.54)

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement de Physique 11 et de Physique 12	Informations (manuels)	Feuilles reproductibles
Théorie de la relativité restreinte	<i>Physique 12, p. 564</i>	FR 35-1. Ph. 11 p. 408 <i>Ph. 12 p. 349 à 352</i>
Systèmes de références	Physique 11, p. 282 <i>Physique 12, p. 562</i>	FR 35-1 Ph. 11, guide, p.407 FR 36-1 Ph. 11, guide, p. 409 <i>MR 11.1-1 Ph.12, guide, p. 350</i> <i>MR 11.1-2 Ph. 12, guide, p. 351</i>
Mouvement relatif et vitesse de la lumière	Physique 11, p. 283	
Répercussions de la relativité restreinte	Physique 11, p. 286	
Masse et énergie	Physique 11, p. 293 <i>Physique 12, p. 580</i>	FR 37-1 Ph. 11 guide p. 410

7. MÉCANIQUE DES FLUIDES

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

7.1 expliquer les concepts liés à la mécanique des fluides;

7.2 appliquer les principes liés à la mécanique des fluides pour résoudre des problèmes.

Contenu d'apprentissage

Fluides

- **fluides**
 - calculs: masse volumique, densité, pression
- **principe d'Archimède**
 - calcul de la force de poussée dans un fluide
 - applications du principe d'Archimède
- **principe de Pascal**
 - calcul des forces impliquées dans le pont élévateur hydraulique
- **principe de Bernoulli**
 - débit des fluides (calcul intégral)
 - applications du principe de Bernoulli
- **analyse d'un système d'aqueduc**

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

Activation des connaissances antérieures

Faites un retour sur les concepts de base vus au préalable tels que la masse volumique, les forces et la pression.

Faites un remue-méninges sur les fluides.

Activités

Manipulez un vérin hydraulique dans le but d'expliquer son fonctionnement selon le principe de Pascal.

Utilisez le manomètre et le baromètre afin de mesurer la pression.

Visionnez une vidéo qui traite de la mécanique des fluides.

Discutez de la fluidité du verre.

Faites construire un voilier ou un bateau.

Étudiez les corps flottants et leur comportement dans différents fluides (par ex. : eau salée vs. eau douce).

Explorez les applications du principe de Bernoulli tels que le carburateur, l'atomiseur, l'avion, le voilier, et autres ...

Explorez les applications de la mécanique des fluides telles que la météorologie, la plongée sous-marine, et autres

Découvrez expérimentalement le rapport entre la pression d'un liquide, sa hauteur et sa masse volumique (Éléments de physique 9.1, p. 264).

Déterminez expérimentalement la force de poussée agissant sur un objet plongé dans un liquide (Éléments de physique 9.2, p. 266 et 267).

Expérimentez la flottabilité d'objets variés et le déplacement du liquide (Éléments de physique 9.3 p. 267 et 268).

Analysez un système d'aqueduc en fonction de la pression, de l'énergie potentielle et l'énergie cinétique.

Étudiez la corrosion provoquée par la baisse de pression dans un tube de Venturi.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur la situation problématique de la centrale nucléaire Pointe-Lepreau ou sur les évacuateurs de crue sur les barrages hydroélectriques dont les tuyaux ont subi une corrosion.

Analysez l'action des turbines dans une centrale hydroélectrique.

Explorez le fonctionnement du sous-marin.

À chaque fois que cela est possible, faites le rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement en présentant certaines applications pratiques des contenus et en incitant l'élève à réfléchir sur ses responsabilités vis-à-vis la société et 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 faire des activités pratiques afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Discutez avec les élèves des types de carrières en lien avec la mécanique des fluides (ingénieur, mécanicien, architecte naval, météorologue, urbaniste, et autres ...)

Les ressources du présent module sont le **chapitre 14 de Benson** et le livre **Serway** ainsi que le **chapitre 9 de Éléments de physique : cours d'introduction** (voir ressources p. 54)

8. NATURE DE LA LUMIÈRE	
Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>8.1 analyser les propriétés générales des ondes;</p> <p>8.2 expliquer la théorie corpusculaire et la théorie ondulatoire de la lumière.</p>	<p><u>Ondes et lumière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • propriétés générales des ondes (rappel) <ul style="list-style-type: none"> - transmission, réflexion, réfraction, réflexion partielle et réfraction partielle, diffraction • interférence des ondes à deux dimensions <ul style="list-style-type: none"> - interférence constructive et destructive - analyse de modèle d'interférence à deux sources ponctuelles - fentes de Young • lumière : une onde ou une particule <ul style="list-style-type: none"> - nature de la lumière - théorie corpusculaire de Newton - théorie ondulatoire de Huygens • dispersion de la lumière <ul style="list-style-type: none"> - couleur et longueur d'onde <p><u>Effets ondulatoires de la lumière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • polarisation de la lumière • diffraction de la lumière <ul style="list-style-type: none"> - fente simple - réseaux de diffraction • interférence <ul style="list-style-type: none"> - dans les couches minces - holographie • ondes électromagnétiques et lumière <ul style="list-style-type: none"> - applications

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

Le thème de la lumière est à l'étude dans deux modules. Le présent module s'intéresse à la nature ondulatoire de la lumière tandis que les chapitres 9 et 10 de Physique 12 traitent de l'optique géométrique (module 3). Ces deux modules se complètent.

Activation des connaissances antérieures

Faites un rappel sur les ondes et sur les propriétés de la lumière étudiées dans le module de l'optique géométrique.

Activités

À chaque fois que cela est possible, faites le rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement en présentant certaines applications pratiques des contenus et en incitant l'élève à réfléchir sur ses responsabilités vis-à-vis la société et l'environnement. (par ex. : bouclier anti-missile)

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 faire des activités pratiques afin de mieux saisir les concepts étudiés.

Organisez un débat scientifique sur la théorie ondulatoire et la théorie corpusculaire de la lumière.

Discutez de la validité d'une théorie en prenant l'exemple de l'expérience de Young qui a démontré la nature ondulatoire de la lumière et qui a réfuté la théorie corpusculaire de Newton.

Demandez aux élèves de calculer la longueur d'onde de la lumière à l'aide d'un montage qui comprend un laser ou une lampe au sodium, un écran, une fente et un pied à coulisse.

Demandez aux élèves de faire une recherche au sujet du comportement de la lumière sur les disques compacts et les DVD (manuel Physique 12, p. 521).

Discutez avec les élèves des types de carrières relatives à la lumière.

Expérimentez le phénomène de résolution (manuel Physique 12, p. 505).

Demandez aux élèves de visualiser des hologrammes sur de l'argent en papier ou des cartes de crédit à l'aide d'une lumière laser.

Faites-leur observer le phénomène d'interférence sur des bulles de savon (manuel Physique 12, p. 512).

Le tableau de planification suivant vous permettra de trouver des laboratoires, des activités, des études de cas et des feuilles reproductibles dans les guides de Physique 11 et Physique 12. Il fait aussi référence aux manuels de l'élève. Les **chapitres 9 et 10 de Physique 12** sont les ressources principales du présent module. Le chapitre 12 de Physique 11, les livres de Benson 3 (chapitre 6 et 7) et de Serway 3 sont des références complémentaires (voir ressources de base, p.54)

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement de Physique 11 et 12	Laboratoires (manuel)	Activités	Études de cas	Feuilles reproductibles
Ondes et lumière (Physique 12, chap. 9 et 10)		<i>Ph. 12 Act. 9.1.1 p. 480</i>		FR 40-1 Ph .11 guide p. 411 <i>Ph. 12 guide, p. 279 à 346</i>
Dispersion de la lumière (Physique 12, chap. 9, p. 476)		<i>Ph. 12 Act. 9.6.1 p. 485</i>		
Polarisation (Physique 11, chapitre 12, p. 408)	Ph. 11 Lab 12.1 p. 435			
Interférence (Physique 11, chapitre 12, p. 417)	Ph. 11 Lab 12.2 p. 436			FR 53-1 Ph. 11 Guide, p.422
Diffraction (Physique 11, p. 422; Physique 12, p. 499)		<i>Ph. 12 Act. 9.2.1 p. 482</i>		FR 54-1 Ph. 11 guide, p. 424

9. ONDES, PHOTONS ET MATIÈRE	
Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>9.1 définir les concepts liés à la nature de l'atome;</p> <p>9.2 expliquer les fondements de la théorie quantique et des modèles de l'atome.</p>	<p><u>Ondes, photons et matière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • fondements de la théorie quantique <ul style="list-style-type: none"> - rayonnement du corps noir - hypothèse des quanta de Planck - effet photoélectrique - quantité de mouvement d'un photon - interactions des photons avec la matière • dualité onde-particule <ul style="list-style-type: none"> - nature particulaire des ondes électromagnétiques - nature ondulatoire de la matière - ondes de matière • modèle de l'atome de Rutherford <ul style="list-style-type: none"> - expérience de Rutherford • absorption atomique et spectres d'émission <ul style="list-style-type: none"> - expérience de Franck et Hertz - analyse des spectres atomiques et des spectres d'absorption - fluorescence et phosphorescence • modèle de l'atome de Bohr <ul style="list-style-type: none"> - niveaux d'énergie de l'hydrogène - modèle de Bohr - modèle mécanique ondulatoire de l'atome d'hydrogène • probabilité par opposition au déterminisme <ul style="list-style-type: none"> - principe d'incertitude d'Heisenberg - probabilité et déterminisme

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

Activation des connaissances antérieures

Faites un retour sur les connaissances sur la lumière et les ondes ainsi que sur les modèles atomiques.

Activités

Expérimentez la décharge d'électricité statique sous l'effet des rayons ultraviolets (manuel, Physique 12, p. 593)

Demandez aux élèves de vérifier l'hypothèse de Planck en chauffant un morceau de métal.

Invitez les élèves à analyser l'effet photoélectrique et sa relation avec la théorie quantique (Physique 12, manuel, p.654).

Faites-leur comparer le microscope optique et le microscope électronique à l'aide de schémas.

Expérimentez la diffusion de particules par une feuille d'or. Utiliser l'analogie du tir d'un projectile sur une couverture suspendue (Physique 12, guide, p. 257).

Illustrez la trajectoire des particules alpha qui s'approchent du noyau en jetant des balles de mousse en direction d'un générateur Van der Graaff.

Utilisez l'analogie de l'escalier pour expliquer les niveaux d'énergie de l'atome.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur l'utilisation de la spectroscopie dans la compréhension des images en provenance du soleil et d'autres étoiles.

Donnez le défi à vos élèves de vérifier si une lumière noire peut charger un matériau phosphorescent.

Explorez les applications pratiques de la théorie corpusculaire de la lumière (par ex. : détecteur de fumée, dispositif d'imagerie du télescope spatial Hubble).

À chaque fois que cela est possible, faites le rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement en présentant certaines applications pratiques des contenus et en incitant l'élève à réfléchir sur ses responsabilités vis-à-vis la société et l'environnement (par ex. : détecteur infrarouge).

Le **chapitre 12 de Physique 12** est la ressource principale du présent module. Les livres de Benson (chapitre 9) et de Serway sont des références complémentaires (voir ressources de base, p. 54)

Tableau de planification à l'aide du guide d'enseignement de Physique 12	Informations (manuel)	Feuilles reproductibles
Théorie quantique	<i>Physique 12, p. 594</i>	<i>MR 12.1-2, Physique 12, p. 255</i>
Dualité onde-particule	<i>Physique 12, p. 610</i>	<i>MR 12.2-1, Physique 12,</i>
Modèles de l'atome (Rutherford, Bohr)	<i>Physique 12, p. 621 et 639</i>	<i>MR 12.3-1 Physique 12, p. 363</i>
Absorption atomique et spectres d'absorption	<i>Physique 12, p. 626</i>	<i>MR 12.4-1 Physique 12, p.364</i>
Probabilité et déterminisme	<i>Physique 12, p. 650</i>	

10. ASTROPHYSIQUE	
Résultats d'apprentissage spécifiques <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Contenu d'apprentissage
<p>10.1 décrire l'évolution des modèles du système solaire et expliquer les interactions entre ses composantes;</p> <p>10.2 décrire et expliquer des phénomènes liés à l'astrophysique.</p>	<p><u>Introduction à l'astrophysique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • observations astronomiques et modèles de système <ul style="list-style-type: none"> - modèle astronomique d'Aristote - modèle astronomique de Copernic - modèle héliocentrique • gravitation et mécanique céleste <ul style="list-style-type: none"> - champs gravitationnels - orbites et lois de Kepler - énergie potentielle gravitationnelle • les étoiles <ul style="list-style-type: none"> - types d'étoiles - rayonnement stellaire et types stellaires - diagramme Hertzsprung-Russell - loi de Wien et loi de Stefan-Boltzmann - spectre stellaire - distance stellaire (méthode de parallaxes) - paradoxe d'Olbers • évolution de l'Univers <ul style="list-style-type: none"> - théorie du Big Bang - types de galaxies

11. MODULE ÉLABORÉ LOCALEMENT

Résultat d'apprentissage spécifique

L'élève doit pouvoir :

Contenu d'apprentissage

Ressources de base

- Nowikow, I. and B. Heimbecker (2002). *Physique 11*, Montréal, Chenelière/ McGraw-Hill.
- Hirsch, A. J., D. Martindale, C. Stewart et M. Berry (2003). *Physique 12*, Laval, Groupe Beauchemin.

Autres ressources

- Martindale, D. G., R. W. Heath, W. W. Konrad et R. R. Macnaughton (1992). *Éléments de physique : cours d'introduction*, Montréal, Les Éditions de la Chenelière.
- Martindale, D. G., R. W. Heath et P. C. Eastman (1992). *Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé*, Montréal, Guérin.
- Benson, H. (2004). *Physique 1 : Mécanique*, Saint-Laurent, ERPI.
- Benson, H. (1996). *Physique 2 : Électricité et magnétisme*, Saint-Laurent, ERPI
- Benson, H. (1999). *Physique 3 : Ondes, optique et physique moderne*, Saint-Laurent, ERPI.
- Serway, R. A. (1996). *Physique 1 : mécanique*, Laval, Études vivantes (Beauchemin).
- Serway, R. A. (1996). *Électricité et magnétisme*, Laval, Études vivantes (Beauchemin) .
- Serway, R. A. (1996). *Optique et physique moderne*, Laval, Études vivantes (Beauchemin).
- Séguin, M. et B. Villeneuve (2002). *Astronomie et astrophysique*, Saint-Laurent, ERPI.

ANNEXES

Annexe 1 : Processus d'enquête

Faire le lien entre ses représentations et celles de la communauté scientifique (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, 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'enquête¹

A – Pour amener l'élève à faire le lien entre ses représentations 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...?* » « *Vous comprendrez davantage* »

Pour donner l'encadrement voulu :

- Fournir les éléments de base :
 - définir les paramètres de l'investigation, modéliser l'investigation en classe, permettre aux élèves d'explorer
 - indices de l'enseignant : « *Svp lis ces directives...* » « *Écoute pour 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 reliées 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?* »
- 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

¹ Northwest Regional Educational Laboratory. *Teaching Strategies*.
http://www.nwrel.org/msec/science_inq/strategies.html

- 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 aux élèves 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 procédures avec une ouverture d'esprit
 - insister pour que tout changement à la procédure soit noté au fur et à mesure
 - modéliser «*observer*» durant la collecte de données
 - renforcer 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 tendances
 - conscientiser l'élève des divers sortes de tendances : augmentée, diminuée, linéaire, curvilinéaire, répétitive, inchangée
 - modéliser le langage utilisé pour discuter des modèles : «*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 des 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 :
 - règlements non suivis («*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 reliées à l'enquête.²

- Cette grille est placée ici pour aider l'enseignant à guider son intervention auprès des élèves dans leur processus d'enquête. La numérotation croissante définit la progression des habiletés.

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

² Adaptée de *Common Curriculum Goals and Content*, Oregon Department of Education.

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

Annexe 4 : Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête³

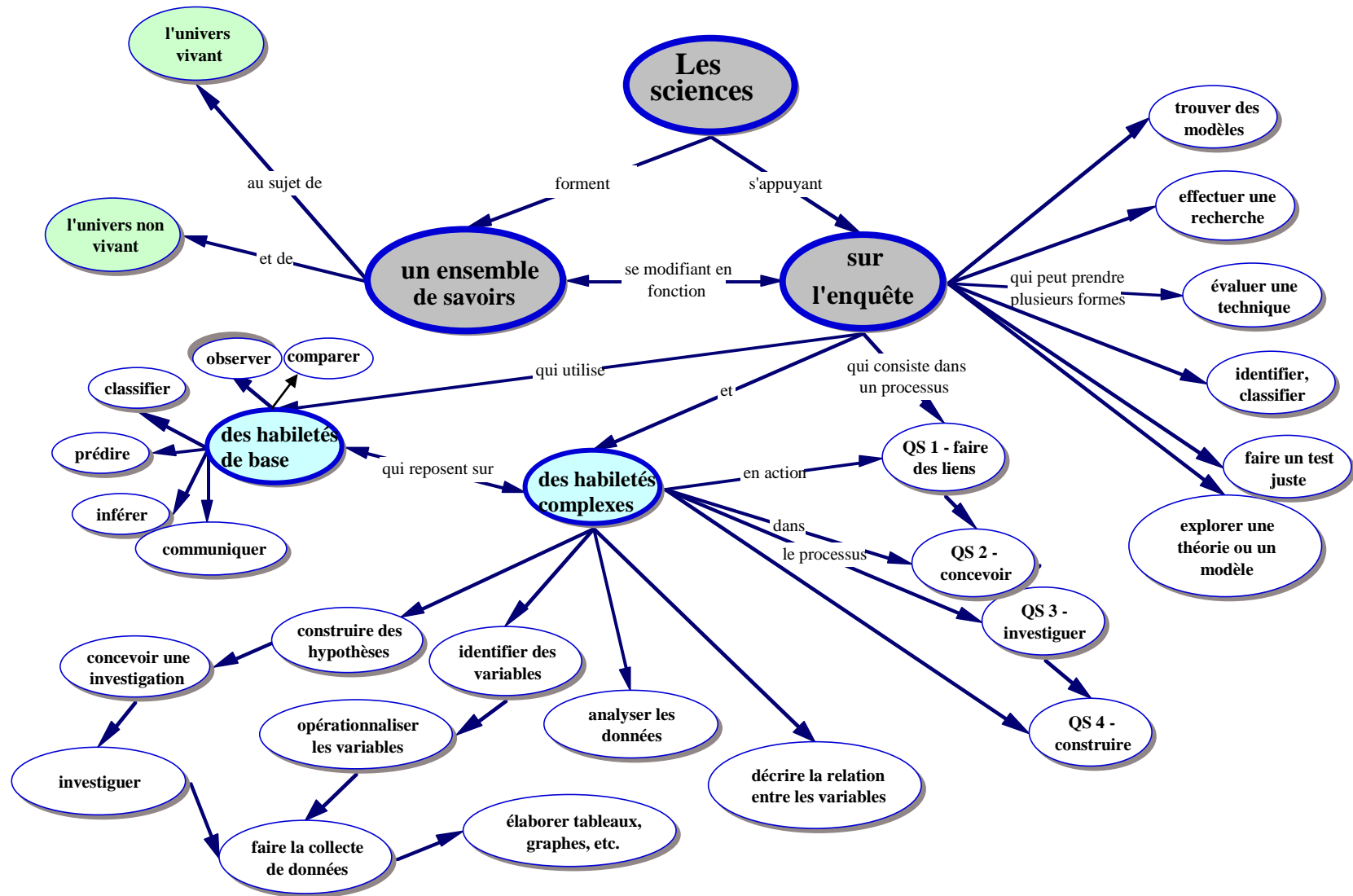
Faire des liens (QS1)	À quel degré l'élève lie-t-il ses connaissances et ses expériences avec les idées scientifiques dans le but de construire une question ou une hypothèse vérifiable?			
	Aucune preuve	En émergence	Compétent	Exemplaire
Organisation et clarté de sa compréhension personnelle du sujet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

³ 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	Compétent	Exemplaire	
Organisation, logique, clarté du plan pour répondre à la question ou à l'hypothèse	Il n'y a aucune ou peu de preuve : 1. d'un plan organisé, détaillé ou raisonnable	1. ton plan avait du sens mais une autre personne ne pourrait le reproduire	1. ton plan avait du sens et les autres pourraient le suivre facilement	1. ton plan était organisé, sensé et détaillé	
Profondeur de la compréhension des variables à contrôler	2. de ta compréhension d'un test juste	2. Une ou plusieurs étapes ont manqué à ton plan, ce qui questionne la justesse	2. tu as inclus toutes les étapes nécessaires mais un ou deux détails ont manqué. Ton test est essentiellement juste	2. tu as expliqué les «règles» essentielles (variables à contrôler et leur portée), ce qui suggère que tu as compris l'importance d'un test juste	
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	Compétent	Exemplaire	
Synchronisation entre les étapes du plan et les données	Il n'y a aucune ou peu de preuve : 1. de la collecte de données	1. tes données ne sont pas en lien avec les étapes décrites dans le plan	1. tes données étaient en accord avec les étapes décrites dans le plan	1. tes données étaient entièrement en accord avec les étapes décrites dans le plan	
Organisation et état complet des données	2. d'organisation et d'état complet	2. pour tes données, tu as fait des dessins, compté, mesuré ou mentionné des choses mais une personne aurait eu besoin de te questionner pour les comprendre	2. tu as noté et/ou représenté tes données de sorte que les autres sont en mesure de les comprendre sans poser de questions	2. tu as noté et/ou représenté tes données dans un format clair, sensé, organisé et complet	

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

Annexe 5 – Interaction des habiletés de base et des habiletés complexes lors de l'enquête



Annexe 6 : Attitudes et valeurs ⁴

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 l'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 et 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

⁴ 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. WILIAM (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^e 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 gitrans, 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^e 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 (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

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^e 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.