



Programme d'études

Sciences 9^e année – 50111 (Apprentissages
essentiels)

Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance

Direction des programmes d'études et de l'apprentissage (2011)

Apprentissages essentiels, développement de compétences et projet de vie et de carrière

Une collaboration entre des équipes du MÉDPE, des districts scolaires et des membres du personnel enseignant a permis de ressortir les apprentissages jugés essentiels qui sont mis de l'avant dans ce document.

Sachez que la poursuite de l'Objectif 1 du [Plan d'éducation de 10 ans](#) demeure une priorité. Ainsi, la diminution des contraintes au niveau des contenus vise à :

- assurer que les apprentissages préalables et essentiels* soient bien acquis;
- donner place au bien-être (mieux-être et résilience);
- proposer des situations d'apprentissage authentiques et signifiantes;
- favoriser l'interdisciplinarité;
- favoriser le développement des compétences du [Profil de sortie](#);
- favoriser le développement du projet de vie et de carrière de chaque élève;
- faciliter la collaboration des communautés apprenantes;
- favoriser l'acquisition d'autres apprentissages durables et diversifiés, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la discipline.

***Notez que l'importance doit être mise sur l'acquisition des apprentissages essentiels et non sur l'enseignement de ces apprentissages essentiels.**

Lignes directrices :

- Surlignement en **jaune** : Ce sont les résultats d'apprentissage essentiels.
- Surlignement en **vert** : Ce sont les résultats d'apprentissage essentiels en lien avec l'environnement et les enjeux climatiques suscitant l'engagement des élèves pour qu'ils passent à l'action afin d'améliorer le monde dans lequel ils vivent.
- Surlignement en **rouge** : Instructions spécifiques à prendre en considération.
- Les résultats d'apprentissage qui n'ont pas été surlignés n'ont pas été jugés essentiels. Cependant, ceux-ci peuvent être couverts par l'enseignant (e) selon l'intérêt de ses élèves et selon le temps disponible pour effectuer ces apprentissages.

Table des matières

INTRODUCTION	6
1. <i>Orientations du système scolaire</i>	7
1.1 Mission de l'éducation	7
1.2 Objectifs et normes en matière d'éducation	7
2. <i>Composantes pédagogiques</i>	8
2.1 Principes directeurs	8
2.2 Résultats d'apprentissage transdisciplinaires	8
2.3 Modèle pédagogique.....	15
3. <i>Orientations du programme</i>	13
3.1 Présentation de la discipline.....	13
3.2 Domaines conceptuels et résultats d'apprentissage généraux.....	14
3.3 Principes didactiques liés aux sciences.....	15
PLAN D'ÉTUDES	20
ANNEXES.....	60
Annexe 1 – Grille d'intervention sur les habiletés liées à l'enquête	60

Annexe 2 – Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête	62
Annexe 3 – Interaction des habiletés de base et des habiletés complexes lors de l'enquête.....	65
Annexe 4 – Exemples de comportements raisonnés	66
Annexe 5 – Modèle de l'argumentation	68
Annexe 6 – Liste des ressources	69
Annexe 7 – Attitudes et valeurs	70
BIBLIOGRAPHIE COMMUNE.....	71
BIBLIOGRAPHIE PROPRE À LA DISCIPLINE	74

Introduction

Le programme d'études comprend deux parties : le cadre théorique et le plan d'études. Le cadre théorique (*sections 1.0 à 3.0*) 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 (*section 4.0*), 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 épique

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.

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 utiliser une position de base appropriée pour la saisie de clavier; • 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 démontrer une certaine efficacité au niveau de la saisie de clavier; • 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.

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">• 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.

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 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.	<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.	<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.	<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.

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 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.	<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.	<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.	<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, béhavioriste, 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, 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*.

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

L'évaluation formative est la plus apte à améliorer la qualité des apprentissages des élèves. Elle 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.

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 Tableau 1)

Tableau 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 	<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

	<ul style="list-style-type: none"> résumés et critiques de l'actualité 	
Démarche évaluative	Évaluation formative	Évaluation sommative
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
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

Tableau 2 – La relation entre la démarche d'enseignement et le processus d'apprentissage

Démarche d'enseignement (Rôle de l'enseignant)	Préparation	Réalisation		Intégration
	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 		<ul style="list-style-type: none"> • 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)	Préparation	Réalisation	Intégration	
	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 la technologie 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. En contrepartie, l'individu se doit de réaliser que, par ses attentes, la société façonne aussi les développements scientifiques et technologiques.

Les sciences et la technologie jouent un rôle de

premier plan dans le développement global de l'individu, car apprendre les sciences et la technologie 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 et la technologie 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. 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 et la technologie exercent une action privilégiée au niveau de la mission de l'école en touchant les dimensions suivantes.

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 scientifiques et technologiques.

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 vivre dans ce monde passe par des savoirs communs.

Les sciences et la technologie 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 connaissances scientifiques et les innovations technologiques entraînent avec elles des changements rapides et parfois même radicaux dans la société. Elles ont des répercussions sur les décisions d'ordre politique, économique, social et environnemental. C'est pourquoi il est nécessaire de voir au développement d'une culture scientifique et technologique afin que l'élève apprenne 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 et de la technologie, l'élève approfondit non seulement l'origine des connaissances mais apprend aussi à exiger une explication rationnelle des événements, des phénomènes et du fonctionnement des outils et des objets, des matériaux et des appareils. Une personne faisant preuve d'une culture scientifique et technologique développera ses connaissances et ses habiletés et manifestera les attitudes nécessaires pour utiliser, gérer et comprendre les sciences et la technologie.

L'éducation à l'environnement

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.

3.2 Domaines conceptuels et résultats d'apprentissage généraux

Dans son parcours scolaire, l'élève est amené à comprendre les phénomènes courants et à décoder son environnement familier.

Ayant été initié depuis le primaire 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 résultats d'apprentissage du plan d'études ont été élaborés à partir d'un cursus scolaire riche et diversifié, ce qui développe la culture à tout point de vue. L'interdépendance des résultats d'apprentissage généraux constitue alors une facette déterminante des compétences visées en sciences. Cependant, ce n'est pas la simple juxtaposition de l'ensemble des résultats d'apprentissage spécifiques qui provoquera l'atteinte des résultats généraux et des interdépendances qui en découlent. Ces résultats d'apprentissage spécifiques visent à construire des savoirs globaux qui se rapportent à des systèmes, des modèles, au développement historique, et à l'entreprise humaine que sont les sciences et la technologie.

Pour atteindre les résultats d'apprentissage, il est essentiel d'utiliser le processus d'enquête faisant appel aux habiletés propres aux sciences, ainsi qu'au raisonnement. Les attitudes et les valeurs font aussi partie intégrante des sciences et de la technologie.

Le programme d'études de Sciences 9^e année présente un résultat d'apprentissage général (RAG) lié à l'enquête scientifique et au moins un

RAG qui vise la compréhension des concepts scientifiques selon chacun des thèmes ou modules.

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

- la reproduction
- les atomes et les éléments
- l'électricité
- l'astronomie

Les liens entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE)

Le programme de sciences permet à l'élève de développer des compétences 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 au cours de sciences pourrait empêcher le développement d'une culture scientifique riche chez l'élève. C'est ainsi que les différents plans d'études du programme de sciences incluent tous des contextes STSE comme moteur d'apprentissage des thèmes proposés. 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.

Les activités d'apprentissage doivent s'inscrire 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.

3.3 Principes didactiques liés aux sciences

L'élève qui arrive en 9^e année a déjà été exposé à un ensemble d'éléments au sujet de son univers – le vivant et le non-vivant. Depuis le primaire, il a développé un ensemble de concepts, affiné ses habiletés et amélioré sa compréhension de divers aspects des sciences et de la technologie. Il a été initié aux outils scientifiques et technologiques; il exerce un discernement entre ce que sont les sciences et la technologie et ce qu'elles ne sont pas. L'élève a entre autres déjà constaté que plusieurs de ses idées initiales au sujet des phénomènes de la nature étaient incomplètes et parfois même erronées.

En tant qu'*explorateur intellectuel*, il a été placé dans des contextes qui l'ont amené à faire utilisation des habiletés essentielles à toute enquête. Par conséquent, il a déjà une idée de la nature des sciences et de la technologie et de leur contribution à la société dans tous ses aspects tant au niveau de la santé que de la culture et de l'environnement. Le programme de Sciences 9^e année poursuit le travail entamé dans les années antérieures tout en

s'enrichissant de composantes liées au développement de l'élève et à la progression des apprentissages en sciences et en technologie.

➤ Le processus d'enquête – pierre angulaire

Les connaissances scientifiques sont issues d'un processus d'enquête 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 et la technologie sont reconnues non seulement pour les idées qu'elles génèrent mais pour les modes de raisonnement utilisés pour qu'elles se 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.

Depuis le primaire, l'élève a été placé dans un environnement d'enquête. Il connaît les divers étapes de l'enquête qui sont : 1) **reconnaître un problème**; 2) **planifier un scénario d'investigation scientifique**; 3) **mettre en œuvre sa démarche** 4) **analyser et évaluer les résultats**. Tout au long de son parcours scolaire, il a développé un ensemble de compétences liées à ses capacités de mener une enquête. Il a aussi déjà été placé dans divers types de démarches telles dirigée, guidée ou autonome, illustrées dans le tableau à la page 19.

Au secondaire, l'élève poursuit ses apprentissages en sciences et en technologie en effectuant des enquêtes. Un travail de consolidation va se faire de sorte qu'à la fin du secondaire, l'élève aura développé un ensemble de compétences qui témoigneront de ses capacités d'effectuer une 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. Il est alors essentiel qu'il soit partie prenante de la planification de l'enseignement et de l'apprentissage.

Le processus de l'enquête ou démarche d'investigation scientifique s'effectue par le biais d'habiletés scientifiques décrites dans la prochaine section.

➤ Les habiletés scientifiques – pièces d'ancrage

Dès les premières années du 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 3 illustre l'interaction entre les savoirs, les habiletés intellectuelles de base et les habiletés complexes lors du processus de l'enquête.

Le raisonnement – catalyseur du changement conceptuel

Le processus d'enquête a pour objet de guider l'élève dans la construction des savoirs scientifiques et technologiques. Ce processus place l'élève dans un contexte où il apprend à prendre ses propres décisions basées sur les preuves et le raisonnement. Le raisonnement fait ici partie intégrale du cheminement de l'enquête car sans son apport, le tout revient uniquement à une série d'étapes mécaniques dépourvues de signification.

Le déséquilibre cognitif a lieu quand l'élève raisonne sur ce qu'il croit en fonction de ce qu'il voit, de ce qu'il lit ou de ce qu'il trouve. Ce déséquilibre provoque un effort de redressement de la pensée qui se trouve stimulée. C'est l'engagement intellectuel dans le processus qui fait que l'élève est en mesure entre autres de comparer, d'analyser, de synthétiser et d'évaluer l'information obtenue en rapport avec ce qu'il croit et ce qu'il a entendu, ce qu'il a vu et ce qu'il a lu. Petit à petit, il développe les habiletés qui vont lui permettre de déterminer la véracité de l'information.

Le degré de succès d'une enquête et, par ricochet, celui de la construction des savoirs et de la restructuration des idées, sont en lien direct avec la qualité des raisonnements qui s'effectuent au fur et à mesure que se déroule l'enquête. L'étude des phénomènes de la nature et la mise en application des concepts scientifiques et technologiques fournira des occasions où l'élève pourra développer les mécanismes qui vont lui permettre d'acquérir une indépendance intellectuelle responsable. Le raisonnement recherché est celui du type de pensée qui s'autocorrige, qui est sensible au contexte, qui est

guidée et stimulée par des critères et qui facilite le bon jugement.

L'influence des pairs joue un rôle prépondérant dans les décisions de l'élève. Il faut donc être vigilant dans les étapes à suivre pour la collecte de données, dans la justesse des arguments utilisés pour tirer des conclusions. Toute idée exprimée doit être en mesure d'être appuyée, tout argument bien articulé et toute donnée bien analysée. L'élève est en mesure d'exercer son raisonnement entre autres quant aux questions qu'il élabore, à la collecte des données et aux conclusions qu'il en dégage. La véracité des preuves à l'appui d'une idée doit toujours être fournie afin de ne pas escamoter les étapes vers un raisonnement efficace (voir annexe 4 pour des exemples de comportement reflétant un raisonnement efficace).

Stratégies pédagogiques liées aux enjeux cognitifs

L'environnement créé doit tenir compte du développement cognitif essentiel à un apprentissage beaucoup plus pointu et complexe en sciences et technologies. La pédagogie de l'investigation est toujours de mise. Étant donné qu'il y a plusieurs stratégies d'exploration pour effectuer l'enquête, le choix est fait en fonction du questionnaire ou du besoin identifié, du concept à l'étude dans l'univers du vivant et du non-vivant et des résultats à atteindre.

Entre autres, l'enquête peut être axée sur¹:

- la recherche de modèles comme c'est le cas dans les sondages ou les corrélations;

¹ National Science Curriculum Online, www.nc.uk.net

- l'utilisation de sources d'information premières et secondaires comme c'est le cas d'une recherche en bibliothèque, dans Internet ou sur cédérom;
- l'identification, la classification et la sériation;
- la conception d'un système technologique;
- l'utilisation et la vérification d'une technique ou des applications technologiques;
- la réalisation d'un test juste en effectuant le contrôle des variables;
- l'utilisation de modèles et d'analogies pour explorer une explication, une hypothèse ou une théorie.

Somme toute, au courant d'une année scolaire, l'élève a eu l'occasion de vivre un éventail de stratégies d'exploration déterminées en fonction de ses besoins et des concepts à l'étude.

Lors des années antérieures, l'élève a été invité à se faire *explorateur intellectuel*, à développer une pensée logique au sujet du monde, de celui de la vie et de celui des objets. Dans ses tentatives d'appropriation des phénomènes, le jeune élève a utilisé des mots pour les décrire en racontant ses aventures et ses rencontres. Il a manipulé des objets et des outils pour s'approprier davantage ses expériences. Cette façon de faire se poursuit au secondaire. Les occasions pour l'élève de décrire, d'exprimer et d'articuler sa pensée sont nombreuses.

La pratique scientifique et technique devant être davantage omniprésente dans la salle de classe, c'est ainsi que l'on trouve le carnet scientifique. C'est un cahier qui sert de journal de bord. L'élève y place

les résultats qu'il anticipe, ses notes, ses croquis, les résultats de ses premières tentatives de solution et d'interprétation. *Ce n'est pas de l'écrit pour conserver, c'est de l'écrit pour réfléchir*².

À ce carnet se greffent deux outils didactiques. Le premier est le rapport de laboratoire. L'élève est graduellement initié à cette forme de compte rendu qu'utilise le monde scientifique et technologique pour communiquer ses découvertes. Le rapport ne remplace pas le carnet scientifique qui est un outil pour structurer la pensée et réguler les apprentissages. Le rapport est un compte rendu formel d'une enquête qui peut être présenté à l'oral ou à l'écrit.

Le deuxième qui doit faire préséance au premier est l'utilisation du modèle de l'argumentation³. Dès la fin du primaire, l'élève a appris à développer ses capacités dans ce domaine, ce qui va l'aider à comprendre les mécanismes du raisonnement éprouvé qu'est celui des sciences et de la technologie. Le modèle comprend les 4 étapes suivantes : 1) *l'affirmation* (l'opinion sur un sujet); 2) *la clarification* (les critères qui limitent l'affirmation); 3) *la preuve* (l'appui à l'affirmation); 4) *la justification* (le raisonnement qui lie la preuve à l'affirmation). Avant toute enquête, l'élève est invité à révéler son opinion sur le sujet, à donner les éléments qui clarifient son opinion, à élaborer les preuves qui l'appuient et à justifier son affirmation (voir annexe 5). L'utilisation de ce modèle doit se faire dès la fin du primaire. À pratiquer ce modèle, l'élève développe son raisonnement. Il se rend compte de l'état de ses connaissances antérieures, condition essentielle à la

création d'un conflit cognitif et à la restructuration des idées.

Santé et sécurité en sciences et en technologie

Dans toute activité d'apprentissage, que celle-ci ait lieu en classe, au laboratoire ou à l'extérieur, l'enseignant a la responsabilité d'assurer la sécurité des élèves. À cette responsabilité s'ajoute celle d'inciter l'élève à être responsable de sa sécurité et de celle des autres. Dans un premier temps, l'enseignant doit voir à enseigner les savoirs essentiels à la manipulation en toute sécurité des outils et des matériaux et aux soins à prodiguer aux êtres vivants. En deuxième lieu, il doit montrer l'exemple en adoptant des pratiques sûres conformément à celles énoncées dans le document *La sécurité en classe de sciences (2011)*.

L'élève doit faire preuve de ses savoirs en matière de santé et sécurité en ayant un endroit de travail ordonné et propre. Il s'assure de suivre les consignes de sécurité et, par son comportement, démontre un souci pour sa sécurité et pour celle des autres.

De la communication orale à la communication écrite et à la lecture

Les interactions verbales entre élèves sont fondamentales à l'apprentissage et le questionnement de l'enseignant est crucial pour amener l'élève sur ce sentier. L'élève doit avoir l'occasion de débattre à fond une réflexion.

La restructuration de ses connaissances à partir d'une analyse de données, la construction de signification des divers phénomènes de la nature, l'activation du processus d'enquête sont là autant de

² S. Ernst (1997), *Les 10 principes*, www.lamap.fr.

³ A. Hernandez, M. A. Kaplan and R. Schwartz (2006), *For the sake of argument*.

contextes qui amènent l'élève à faire utilisation de la communication. La communication sous toutes ses formes est à privilégier et l'enseignant encouragera l'élève à préciser sa pensée. Les pratiques d'argumentation se greffent aux observations, à la collecte de données, au développement de conclusions logiques et au rapport de données; l'élève utilise un mode de communication typique de la nature des sciences et de la technologie. Il doit utiliser les mots justes, articuler ses idées dans des phrases bien construites et appuyer ses arguments par des schémas appropriés.

En plus du modèle de l'argumentation, le travail d'équipe est privilégié en sciences. Placer l'élève dans des scénarios de coopération, de validation par les pairs et de collaboration favorise la construction des savoirs scientifiques. Le langage respectueux, qu'il soit verbal ou non-verbal, est digne d'une salle de classe où on pratique une pédagogie de l'investigation/de conception enrobée de civisme.

Le rôle des attitudes et des valeurs

Les attitudes et les valeurs contribuent de façon fondamentale à l'apprentissage. Elles sont toutes aussi essentielles pour représenter efficacement la nature des sciences et de la technologie. En effet, il importe de créer un environnement favorable pour

mettre en évidence les attitudes et les valeurs qui caractérisent les domaines scientifiques et technologiques.

Les attitudes d'ouverture telles que la curiosité, le goût du risque intellectuel et le respect de soi et des autres sont essentielles pour reconnaître la diversité des connaissances et des points de vue. Les attitudes de rigueur telles que la persévérance et la minutie, la recherche d'objectivité et la discipline personnelle sont essentielles au travail en sciences et technologies. Les deux types d'attitudes, subjectives et objectives, sont complémentaires et mènent à des comportements à encourager par modélisation de la part de l'enseignant. Le recours régulier à des activités qui vont mobiliser ces dispositions est à favoriser. L'annexe 7 présente les attitudes et valeurs prônées en sciences.

L'éducation à la viabilité

Comprendre les enjeux liés à l'environnement représente une orientation essentielle en éducation scientifique et technologique. L'environnement, sa conservation et son amélioration forment un terrain fertile qui fournit de nombreux contextes d'apprentissage. Dans le monde actuel, développer une culture scientifique et technologique riche et

vivante exige la prise de conscience de la situation réelle de notre environnement.

Que ce soit lors de l'étude de l'univers vivant ou de l'univers non vivant, la responsabilisation des citoyens passe par la compréhension des phénomènes scientifiques et des innovations technologiques. Comprendre le monde qui nous entoure prépare à la prise de décisions éclairées en rapport à la viabilité. Les enjeux environnementaux doivent être au cœur des apprentissages en sciences et en technologie. Le fait de lier les concepts scientifiques et les innovations technologiques à la vie quotidienne et aux problèmes environnementaux rend signifiants les apprentissages en sciences et technologie. Il faut poursuivre l'éducation au respect de l'environnement afin de développer des habitudes de vie axées sur la viabilité de notre Planète et la durabilité de nos ressources.

Tableau descriptif des types d'enquête

Type d'enquête	Investigation/conception	Rôle de l'élève	Rôle de l'enseignant
Structurée	<ul style="list-style-type: none"> – l'élève suit les directives de l'enseignant 	<ul style="list-style-type: none"> – cible un aspect de l'enquête (<i>i.e.</i>, 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 	<ul style="list-style-type: none"> – 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	<ul style="list-style-type: none"> – l'élève participe à l'élaboration des processus 	<ul style="list-style-type: none"> – 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 	<ul style="list-style-type: none"> – propose une question à investiguer ou un besoin à satisfaire, 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
Initiée par l'élève	<ul style="list-style-type: none"> – l'élève décide de la question à investiguer ou du besoin à satisfaire parmi ceux proposés et détermine le processus à suivre 	<ul style="list-style-type: none"> – cible tous les aspects du processus d'enquête, conçoit un scénario d'investigation ou de conception et explore selon des pratiques scientifiques et technologiques établies 	<ul style="list-style-type: none"> – guide discrètement l'élève dans son raisonnement, l'aidant à faire et à résoudre les problèmes techniques et conceptuels

PLAN D'ÉTUDES

Le plan d'étude comprend deux sections principales. La première présente le résultat d'apprentissage général (RAG) et les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) liés à la démarche d'investigation scientifique (ou enquête). Cette démarche est cyclique et les étapes peuvent être reprises et modifiées tout au long de son déroulement. Chacun des résultats d'apprentissage spécifiques est accompagné d'une description des actions ou *composantes en lien avec l'enquête* que l'élève doit accomplir lors de l'enquête scientifique. Pour des raisons d'ordre pratique, les RAS et les actions liées à l'enquête ont été isolés des quatre autres thèmes. Cependant, ils doivent être traités comme faisant partie intégrante des quatre thèmes. Les autres formes de l'enquête, telles la modélisation ou la recherche documentaire, peuvent se greffer aux démarches proposées ou les remplacer tout en respectant les quatre RAS ou étapes générales.

La deuxième section offre une variété d'informations dont, entre autres, les résultats d'apprentissage généraux et les résultats d'apprentissage spécifiques au sujet des quatre thèmes suivants : la durabilité des écosystèmes, les processus chimiques, le mouvement et la dynamique des conditions météorologiques. Chaque thème est présenté de la même façon. En premier lieu, un aperçu du thème illustre les grandes idées développées pour ce thème mais ne renferme pas nécessairement tous les concepts abordés. En second lieu, sont précisés les résultats d'apprentissage généraux et les résultats d'apprentissage spécifiques présentés sous forme de tableau à trois colonnes :

1^{re} colonne : les **résultats d'apprentissage spécifiques** (RAS)

2^e colonne : les **concepts clés** abordés dans le thème

3^e colonne : intitulée **Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société**, elle offre des pistes à l'enseignant sur les actions possibles de l'élève pour atteindre les RAS visés. Les pistes sont des suggestions et ne sont pas prescrites.

Les résultats d'apprentissage et les concepts clés sont les mêmes pour les élèves du niveau modifié et les élèves du niveau régulier. Le profil de compétence détermine les seuils que les élèves doivent atteindre. Des pistes d'exploitation et des exemples d'activités d'apprentissage complètent chaque thème. De plus, des outils d'évaluation tels une liste de vérification d'une expérience au laboratoire et une grille d'observation des comportements sécuritaires sont proposés à la suite des quatre thèmes.

LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE

Résultat d'apprentissage général

- développer des habiletés liées au processus d'enquête

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- reconnaître un problème,
- planifier un scénario,
- mettre en œuvre sa démarche et
- analyser et évaluer la solution.



➤ Les composantes en lien avec l'enquête participent à l'atteinte des RAS, selon le contexte.

Résultat d'apprentissage spécifique

L'élève doit pouvoir :

1. reconnaître un problème

Composantes en lien avec l'enquête

- identifier le problème, ses caractéristiques et son contexte
- analyser une situation dans le but d'identifier le problème, ses caractéristiques et son contexte
- proposer diverses solutions pour résoudre le problème
- choisir une solution parmi celles proposées
- reconnaître les variables à contrôler
- reconnaître la variable dépendante et la variable indépendante
- formuler une hypothèse vérifiable ou une prédiction plausible
- formuler les hypothèses ou postulats reliés au modèle envisagé

LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE

Résultat d'apprentissage spécifique

L'élève doit pouvoir :

2. planifier un scénario

Composantes en lien avec l'enquête

- élaborer un plan d'investigation simple en tenant compte des buts visés et du contrôle de variables
- faire des croquis, des schémas
- élaborer un plan de conception du modèle envisagé
- choisir les instruments, les outils et les matériaux appropriés
- planifier les mesures de sécurité

Résultat d'apprentissage spécifique

L'élève doit pouvoir :

3. mettre en œuvre sa démarche

Composantes en lien avec l'enquête

- utiliser correctement les instruments appropriés en tenant compte de la calibration et de l'échelle de mesure
- suivre la démarche d'investigation en s'assurant de contrôler les variables principales et l'ajuster au besoin
- manipuler de façon sécuritaire les produits et les instruments
- effectuer des modifications à la démarche pendant la collecte de données
- raffiner le modèle
- compiler les données correctement sous différentes formes (qualitatives et quantitatives) appropriées à la tâche ou à l'expérience

LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE

Résultat d'apprentissage spécifique

L'élève doit pouvoir :

4. analyser et évaluer la solution

Composantes en lien avec l'enquête

- afficher et analyser les données correctement
- à partir des données, tirer des inférences et déterminer les tendances
- déduire les rapports entre les variables à l'étude
- prédire la valeur d'une variable par interpolation ou extrapolation
- utiliser les données obtenues pour confirmer ou infirmer l'hypothèse
- comparer les résultats obtenus à la théorie ou à ceux prévus par le modèle
- reconnaître les erreurs expérimentales
- identifier les sources d'erreurs possibles
- identifier les forces et les faiblesses de la démarche d'investigation
- relever les incohérences que comportent les données et suggérer des explications possibles
- appliquer les conclusions tirées au quotidien (environnement et société)
- poser des questions qui découlent de l'investigation et formuler de nouvelles hypothèses et/ou modifications à la démarche

LA REPRODUCTION

Aperçu du thème – La reproduction

La reproduction et la division cellulaire sont des thèmes captivants pour les élèves curieux. La cicatrisation d'une éraflure, la régénération d'une pince chez le homard, l'existence de jumeaux identiques, les maladies telles le cancer, la fertilisation *in vitro*, le clonage, les aliments contenant des OGM (organismes génétiquement modifiés) sont autant de sujets actuels qui touchent les jeunes. L'intérêt pour ce thème est facile à stimuler.

Lors de l'étude de ce thème, les élèves confirment que les êtres vivants se distinguent de la matière inerte par leur capacité de se reproduire. Ils constatent que la bactérie, la libellule, l'orme et le rorqual bleu possèdent tous le pouvoir de reproduction qui caractérise la vie. Les élèves étudient la division cellulaire et le développement des êtres vivants issus des mondes végétal, animal et humain. Une bonne compréhension des mécanismes de reproduction facilite l'analyse des enjeux soulevés par les nouvelles technologies dans ce domaine.

La division cellulaire

Lors du cycle 6-8, les élèves ont déjà constaté que les organismes vivants sont constitués d'une cellule ou de milliers de cellules issues de cellules préexistantes. En 9^e année, ils comprennent que c'est par l'entremise de la division cellulaire que la vie se perpétue et se diversifie. La division cellulaire se produit aussi bien chez les organismes unicellulaires très simples, telles les bactéries, que chez les organismes pluricellulaires complexes à l'exemple des humains. Les élèves découvrent que l'accroissement spectaculaire du nombre de cellules est la fonction la plus manifeste de la division cellulaire. L'étude des composantes de la cellule permet de préciser le rôle essentiel du noyau et de ses constituants que sont les chromosomes et l'ADN. L'hérédité ayant été abordée au cycle 6-8, les élèves savent que les gènes, situés sur les chromosomes, transmettent les caractéristiques d'une génération à l'autre et que la reproduction assure la perpétuation de l'espèce.

Les élèves explorent la théorie cellulaire. Ils précisent les processus continus du cycle cellulaire tels la réplication de l'ADN lors de l'interphase, suivie des quatre étapes de la mitose. Ils font la distinction entre la mitose, un processus de division cellulaire qui assure la croissance et la réparation des différents tissus, et la méiose qui permet de produire les gamètes mâles et femelles en vue de la reproduction sexuée.

La reproduction asexuée et sexuée

Initiée au cycle 6-8, l'étude des modes de reproduction se poursuit en 9^e année. Cette thématique démontre l'importance de la cellule, l'unité de base de la vie. Dans tous les cas de reproduction asexuée, l'organisme généré possède les mêmes gènes que l'organisme parent. La multiplication asexuée s'effectue par la mitose chez les organismes multicellulaires (animaux et végétaux) ou par division cellulaire chez les bactéries et les organismes unicellulaires tels les protistes, les champignons et les algues. Le bourgeonnement chez l'hydre, le processus de régénération, le clonage ou la production de spores chez les champignons sont des exemples de reproduction asexuée. La reproduction asexuée permet la colonisation rapide des milieux mais entraîne une variation génétique désordonnée.

La reproduction sexuée, propre aux organismes pluricellulaires, est assurée par la fécondation, c'est-à-dire par la fusion des gamètes mâle et femelle donnant un œuf. Cette reproduction permet le maintien d'une diversité génétique au sein des populations. Chez les animaux, la perpétuation de la vie s'effectue avec complexité. Le cycle vital, l'accouplement, la fécondation sont quelques particularités de la reproduction des espèces animales. Chez les plantes, les élèves examinent la pollinisation et les différentes formes de reproduction végétale. L'étude du système reproducteur ayant été abordée lors du cycle 6-8, les élèves explorent les étapes principales de la reproduction et du développement humain: l'accouplement, la fécondation, la grossesse, la croissance et la naissance. Explorer les conditions de chacun des modes de reproduction permet de les comparer et de déterminer les avantages et les inconvénients de chacun.

Les technologies liées à la reproduction

L'étude des processus cellulaires de la reproduction outille l'élève afin qu'il puisse participer au débat social provoqué par les nouvelles technologies liées à la reproduction. Que ce soit dans le but d'améliorer la production alimentaire, de réduire la maladie ou pour tout autre but louable, l'élève peut mieux évaluer les conséquences liées aux technologies reproductives. Des activités scientifiques, la manipulation de l'ADN, par exemple, suscitent un débat éthique auquel doivent participer les jeunes citoyens. À la fin de ce thème, les élèves sont en mesure de mieux définir les avantages, les risques et les effets de ces technologies sur la qualité de la vie, la société et l'environnement.

LA REPRODUCTION

Résultats d'apprentissage généraux

L'élève doit pouvoir:

- développer des habiletés liées au processus d'enquête
- comprendre des mécanismes de reproduction chez les organismes des plus simples aux plus complexes, en utilisant le processus d'enquête

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société ⁴
1. établir la relation entre le noyau d'une cellule et les processus de division cellulaire	<p>Cellule théorie cellulaire, noyau, chromosome, ADN</p> <p>Cycle cellulaire interphase, mitose (4 phases), division cellulaire, vieillissement, cancer</p> <p>Méiose résultat de la méiose</p>	<ul style="list-style-type: none"> • poser des questions liées à l'importance de la reproduction dans la survie d'espèces • distinguer l'ADN, le chromosome et le noyau • associer l'interphase à la réplication de l'ADN • comparer les résultats d'une mitose et d'une méiose • mener des recherches portant sur le cycle vital des plantes et des animaux • anticiper les conséquences d'une division cellulaire anormale

⁴ Les actions sont des suggestions et ne sont pas prescrites.

La reproduction (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<p>2. établir le lien entre la division cellulaire, la perpétuation et la diversification de la vie</p> <p>3. comparer la reproduction asexuée et la reproduction sexuée chez les organismes</p>	<p>Hérédité génétique, gène, mutation, agents mutagènes</p> <p>Reproductions asexuée et sexuée plantes et animaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> • analyser des adaptations de diverses espèces de plantes et d'animaux qui favorisent leurs chances de se reproduire (perpétuation) • comparer la reproduction asexuée des organismes unicellulaires à la division cellulaire des organismes pluricellulaires • comparer la reproduction sexuée à la reproduction asexuée chez des plantes • comparer la reproduction sexuée à la reproduction asexuée chez des animaux • évaluer les avantages et les inconvénients de la reproduction sexuée et la reproduction asexuée • poser des questions en lien avec les nouvelles technologies reproductives • différencier les systèmes reproducteurs mâle et femelle chez l'être humain • distinguer le rôle des hormones dans le développement humain et la reproduction

La reproduction (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<p>4. résumer les étapes principales de la reproduction et du développement humains</p>	<p>Reproduction et développement chez l'humain accouplement, fécondation, système reproducteur, grossesse, croissance, développement</p>	<ul style="list-style-type: none"> • répertorier des facteurs de risques lors du développement fœtal • analyser les enjeux éthique, politique et économique entourant les technologies reproductives et de différenciation cellulaire (ex. : cellules souches) • observer la transmission de traits héréditaires au sein de familles chez l'être humain • répertorier des facteurs environnementaux et des comportements humains qui peuvent être à l'origine de mutations génétiques ou de modifications dans le développement d'un organisme • proposer des solutions à divers problèmes en lien avec des facteurs environnementaux ou des comportements humains qui menacent la perpétuation de la vie

Profil de compétence - La reproduction

À la fin de la 9^e année, l'élève de niveau

acceptable	attendu ⁵	supérieur
<ul style="list-style-type: none"> - démontre une connaissance du rôle que joue le noyau au sein de la cellule; - établit la relation entre le noyau, la division cellulaire et le cycle cellulaire; - compare les résultats de la mitose et de la méiose; 	<ul style="list-style-type: none"> - démontre une compréhension du rôle que joue le noyau au sein de la cellule; - explique la relation entre le noyau, la division cellulaire et le cycle cellulaire; 	<ul style="list-style-type: none"> - analyse la relation entre le noyau, la division cellulaire et le cycle cellulaire lors de processus cellulaires spécifiques (ex. : régénération, cancer, vieillissement, etc.); - explique pourquoi les résultats de la mitose et de la méiose sont différents; - explique les applications de différentes techniques liées à l'accélération ou le freinage du processus de division cellulaire;
<ul style="list-style-type: none"> - cible des avantages et des inconvénients de la reproduction asexuée et de la reproduction sexuée chez des organismes représentatifs; 	<ul style="list-style-type: none"> - évalue comment ces avantages et ces inconvénients ont contribué à la survie ou à l'évolution des espèces; 	<ul style="list-style-type: none"> - analyse les avantages et les inconvénients d'un cas particulier de reproduction;
<ul style="list-style-type: none"> - différencie les systèmes reproducteurs mâle et femelle chez les humains; - comprend le rôle des hormones dans le développement humain et la reproduction; - résume les étapes principales de la grossesse; - identifie des facteurs de risque lors du développement fœtal; 	<ul style="list-style-type: none"> - compare les étapes principales de la grossesse; - analyse les effets de différents facteurs de risque lors du développement fœtal; 	<ul style="list-style-type: none"> - analyse les effets des déséquilibres hormonaux sur le développement humain et la reproduction; - établit le lien entre les étapes de la grossesse et des cas particuliers (ex. : grossesse multiple, grossesse ectopique, etc.); - propose des pistes de solutions liées aux facteurs de risque issus de l'environnement ou causés par le comportement humain;

⁵ Même si le niveau acceptable assure la passation du cours, l'enseignant doit exiger le niveau attendu afin de développer une culture scientifique de bonne qualité.

Profil de compétence - La reproduction (suite)

acceptable	attendu	supérieur
<ul style="list-style-type: none">- établit le lien entre le gène, le chromosome et l'ADN;- identifie des anomalies causées par l'hérédité ou les agents mutagènes;- compare les effets bénéfiques et néfastes de diverses technologies reproductives.	<ul style="list-style-type: none">- explique des anomalies causées par l'hérédité ou les agents mutagènes;- analyse les effets bénéfiques et néfastes de diverses technologies reproductives.	<ul style="list-style-type: none">- distingue des anomalies causées par l'hérédité ou les agents mutagènes;- critique et propose des solutions aux enjeux relatifs aux technologies reproductives.

Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage – La reproduction

Activation des connaissances antérieures

Faire un remue-méninges au sujet des différentes facettes de la reproduction déjà étudiées lors du cycle 6-8
Construire un réseau conceptuel

Élément déclencheur

À l'aide d'un logiciel ou d'une présentation visuelle, présenter des images de la reproduction

Activités

Visionner un document audiovisuel sur la reproduction humaine (de la fécondation à la naissance)
Extraire de l'ADN de la banane ou de l'oignon
Visionner des animations multimédia ou des séquences vidéo afin d'illustrer la cellule et de démontrer la mitose et la méiose
Fabriquer un caryotype en papier (*Omnisciences 9*, p. 123)
Modéliser l'ADN avec des guimauves et des cure-dents avec des couleurs différentes pour chaque base azotée
Faire un sketch sur la mitose
Inviter un conférencier spécialiste (biologie, biotechnologie, médecine...)
Faire une recherche au sujet d'une maladie génétique
Observer des cellules à l'aide d'un microscope
Faire lire des textes de sciences dans les cours de français (interdisciplinarité)

- **thèmes liés à l'utilisation des technologies reproductives:** génie génétique, gènes de conception, clonage, thérapie génique, projet génome humain, empreintes génétiques, fabrication de protéines humaines, OGM, colza, biorestauration.

LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

Aperçu du thème – Les atomes et les éléments

La nature de la matière a toujours intrigué les humains. Les représentations de la structure de l'atome et des éléments chimiques ont évolué au fil des années. Lors de ce thème, l'élève explore la nature de la matière et construit sa propre compréhension scientifique. Ce thème vise à établir la relation entre la composition et les propriétés de la matière afin d'élaborer une classification de celle-ci. Suite à l'étude des transformations de la matière qui interviennent dans différents produits chimiques, les élèves sont en mesure d'analyser les enjeux liés à leur utilisation.

La matière et ses transformations

Dans cette section, les élèves sont invités à classer la matière selon différents critères. Leurs observations et expérimentations peaufinent leur compréhension des différents états de la matière, solide, liquide et gazeux, amorcée au primaire. À cette étape de leur cheminement scientifique, les élèves sont en mesure de mieux comprendre les transformations de la matière et les facteurs qui les provoquent. En faisant l'étude de la composition de la matière, les élèves constatent que les mélanges constituent la plus grande partie de la matière du monde qui les entoure. Par l'enquête scientifique, les élèves approfondissent les notions de mélanges homogènes et hétérogènes déjà explorées en 6-8, investiguent au sujet des solutions, distinguent le soluté et le solvant et découvrent ce qu'est un alliage. Ils apprennent à définir et à utiliser le vocabulaire lié à ce domaine, par exemple, les substances pures et les éléments composés.

Les élèves découvrent que les théories ne sont pas immuables; la théorie particulaire qui a précédé la théorie atomique de Dalton en est un exemple. Ils apprennent que les changements chimiques de la matière altèrent sa composition, contrairement aux changements physiques. Ils utilisent la masse volumique, propriété quantitative, afin d'identifier des substances. Ils font l'étude de réactions chimiques en expérimentant divers thèmes : l'électrolyse, la corrosion, la combustion ou un autre thème approprié à l'étude en cours.

L'organisation des éléments

Le défi de cette section est d'établir le lien entre un élément et son symbole chimique et par conséquent, entre un composé

L'organisation des éléments (suite)

et sa formule chimique. Les notions d'atome et de tableau périodique ont déjà été explorées lors du cycle 6-8. Sachant qu'un élément

est une substance pure qui se compose d'atomes, l'élève comprend que cet élément chimique a des propriétés distinctes. Le tableau périodique présente les éléments en fonction de leurs propriétés et de leur structure atomique, ce qui permet de les comparer et d'analyser leur réactivité selon leur position dans le tableau. Les diverses propriétés des éléments chimiques déterminent s'il s'agit de métaux, de non-métaux, de métalloïdes, de métaux alcalins, d'alcalino-terreux, d'halogènes ou de gaz rares. La structure atomique se définit par le nombre de masse et le numéro atomique. Chaque élément du tableau périodique appartient à un groupe et à une période. Il faut s'assurer d'une bonne compréhension du tableau périodique puisqu'il est à la base de l'étude des réactions chimiques effectuée dans les cours de chimie proposés par la suite.

Par ailleurs, quand une observation directe est impossible, le scientifique représente, à l'aide d'un modèle, la structure ou le processus à l'étude. Le modèle de Bohr-Rutherford illustrant les couches électroniques de l'atome est un exemple des nombreux modèles atomiques qui ont marqué l'histoire des sciences. Ces modèles ont permis de déterminer les caractéristiques des particules atomiques dont la charge et la position ainsi que le nombre de particules atomiques que sont les protons, les neutrons et les électrons. À partir de ces connaissances, les élèves sont en mesure de comprendre les liaisons chimiques entre les atomes et les molécules.

Les technologies liées à la chimie

Les produits chimiques font partie de l'environnement des élèves. Des substances chimiques sont utilisées dans plusieurs domaines tels l'agriculture, les médicaments, les aliments, les polymères, les feux d'artifice, les produits pétroliers, les vêtements. L'étude de la structure de la matière et de ses transformations développe l'esprit critique des élèves puisqu'ils sont mieux outillés pour analyser les enjeux liés à l'utilisation des produits chimiques dans leur milieu.

Les élèves auront l'occasion de poursuivre l'étude de la chimie tout au long des années suivantes. Les processus chimiques sont étudiés en 10^e année et le cours de Sciences 11^e année accentue les apprentissages sur la sécurité liée aux produits chimiques. Pour finir, les cours optionnels en chimie consolident les notions vues au début du secondaire.

LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

Résultats d'apprentissage généraux

L'élève doit pouvoir:

- développer des habiletés liées au processus d'enquête
- comprendre la composition chimique de la matière, ses propriétés et les changements qu'elle subit, en utilisant le processus d'enquête

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société ⁶
1. classifier la matière en fonction de sa composition et de ses propriétés	<p>Matière substances pures (élément, composé) mélanges (mélanges homogène et hétérogène, solution, solvant, soluté)</p> <p>Formule chimique symbole</p>	<ul style="list-style-type: none"> • illustrer l'évolution historique du modèle atomique • poser des questions en lien avec les propriétés et la composition de la matière • classifier la matière selon sa composition, c'est-à-dire, substance pure ou un mélange • distinguer entre soluté, solvant et solution • distinguer un mélange homogène d'un mélange hétérogène • établir le lien entre un composé et sa formule chimique

Les atomes et les éléments (suite)

⁶ Les actions sont des suggestions et ne sont pas prescrites.

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<p>2. distinguer les propriétés et les changements physiques des propriétés et des changements chimiques de la matière</p> <p>3. comparer les éléments en fonction de leurs propriétés et de leur structure atomique afin de les positionner dans le tableau périodique</p> <p>NOTEZ BIEN : on suggère dorénavant de couvrir ce RAS dans le cours de sciences 10 afin d'assurer une meilleure continuité des apprentissages</p> <p>4. établir le lien entre les éléments chimiques et les produits utilisés dans la vie de tous les jours</p>	<p>Propriétés physiques et chimiques</p> <p>Changements physiques et chimiques</p> <p>Tableau périodique groupe, famille, période, série, métaux, non-métaux, métalloïdes, alcalins, alcalino-terreux, halogènes et gaz rares; réactivité</p> <p>Structure atomique nombre de masse, numéro atomique</p> <p>Particules subatomiques proton, électron et neutron</p>	<ul style="list-style-type: none"> • comparer les échelles de grandeur en chimie à celles utilisées dans la vie courante • expérimenter avec les états solide, liquide et gazeux de différentes substances • identifier différentes substances à partir de leur masse volumique respective • observer la façon dont réagit la matière lors de différents changements • analyser les enjeux liés à la présence de produits chimiques provenant de changements chimiques simples • distinguer les propriétés physiques des propriétés chimiques de la matière • distinguer les changements physiques des changements chimiques subis par la matière • comparer la réactivité chimique de différents éléments du tableau périodique

Les atomes et les éléments (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<p>5. représenter, selon le modèle de Bohr-Rutherford, les vingt premiers éléments du tableau périodique</p> <p>NOTEZ BIEN : on suggère dorénavant de couvrir ce RAS dans le cours de sciences 10 afin d'assurer une meilleure continuité des apprentissages</p>	<p>Modèle Bohr-Rutherford</p>	<ul style="list-style-type: none"> distinguer entre un groupe (famille) et une période (série) du tableau périodique distinguer entre les métaux, les non-métaux et les métalloïdes prédire des rapports de combinaison entre différents éléments représentatifs du tableau périodique comparer les propriétés des métaux alcalins, des alcalino-terreux des halogènes et des gaz rares analyser le tableau périodique selon les propriétés physiques et chimiques des éléments faisant partie de chaque famille analyser le tableau périodique selon la structure atomique des éléments de chaque famille comparer des modèles de Bohr-Rutherford d'atomes représentatifs comparer les avantages et les inconvénients du choix de certains matériaux utilisés dans la fabrication d'objets mener des recherches sur les bénéfices et les inconvénients de l'usage de produits chimiques

Profil de compétence - Les atomes et les éléments

À la fin de la 9^e année, l'élève de niveau

acceptable	attendu ⁷	supérieur
<ul style="list-style-type: none"> - distingue les propriétés physiques des propriétés chimiques de la matière; - distingue les changements physiques des changements chimiques de la matière; 	<ul style="list-style-type: none"> - explique les changements physiques et les changements chimiques de la matière; 	<ul style="list-style-type: none"> - identifie une substance inconnue à partir de sa masse et de son volume; - associe la loi de la conservation de la masse aux changements de la matière;
<ul style="list-style-type: none"> - établit le lien entre un élément et son symbole chimique, un composé et sa formule chimique; - compare les propriétés des éléments des familles du tableau périodique; - décrit les composantes de l'atome; - démontre une compréhension de la structure du tableau périodique; - représente, selon le modèle de Bohr-Rutherford, les éléments communs du tableau périodique; 	<ul style="list-style-type: none"> - prédit les propriétés d'un élément fictif à partir des autres éléments de la même famille; 	<ul style="list-style-type: none"> - prédit, à l'aide du tableau périodique, des possibilités de réactions chimiques; - représente, selon différents modèles, les éléments communs du tableau périodique; - analyse des réactions chimiques simples;
<ul style="list-style-type: none"> - compare les effets bénéfiques et néfastes de l'utilisation des produits chimiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - analyse les effets bénéfiques et néfastes de l'utilisation des produits chimiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - propose des pistes de solutions liées à l'utilisation de produits chimiques dans l'environnement.

⁷ Même si le niveau acceptable assure la passation du cours, l'enseignant doit exiger le niveau attendu afin de développer une culture scientifique de bonne qualité.

Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage – Les atomes et les éléments

Activation des connaissances antérieures

Faire un rappel des connaissances liées à la chimie (terminologie, produits chimiques domestiques, états de la matière, ...)

Élément déclencheur

Faire un réseau conceptuel de la matière

Modéliser la découverte de la structure de l'atome à l'aide de boîtes-mystères contenant des objets inconnus variés (prédire le nombre d'objets, leur magnétisme, etc.) (*Omnisciences 9*, chapitre 7)

Suggestions d'expérimentations

Faire des démonstrations ou expérimenter pour découvrir les propriétés et les changements physiques et chimiques de la matière

Expérience *Qu'y a-t-il dans le sac?* (*Omnisciences 9*, p. 155)

Changements physiques et changements chimiques (*Omnisciences 9*, p. 160-161)

La dureté d'un métal (*Omnisciences 9*, p. 213)

Calcul de la masse volumique d'un objet quelconque

La relation entre les types de liaisons chimiques et les propriétés physiques

Électrolyse de l'eau

Préparation de sels dans des plats de Pétri (alcool et flamme) (*Omnisciences 9*, p. 191)

Ces expériences exigent le respect des procédés de sécurité et de proportions :

sodium dans l'eau (cette expérience est explosive!)

acide sulfurique et sucre

dichromate d'ammonium et de magnésium

acide sulfurique, iodure de potassium et peroxyde d'hydrogène

glycérine et permanganate de potassium en poudre (réaction très violente!)

Visionner des expériences virtuelles

Visionner des animations multimédia sur le comportement de la matière

Activités avec le tableau périodique

Faire un projet de recherche au sujet d'un élément chimique moins connu (peut être fait en stations)

Personnifier un élément chimique et faire une présentation aux autres élèves

Calculer la masse volumique de différents métaux et identifier le métal inconnu à l'aide de l'annexe D (*Omnisciences 9*, p. 564 à 567)

Organiser un jeu (Jeopardy, bingo, *Qui veut devenir millionnaire?*, etc.)

Impliquer les élèves dans la conception d'un organigramme mural (*Omnisciences 9*, chapitre 5, p. 175) et y ajouter graduellement les notions tout au long du module

À la fin du module, organiser des stations de diverses expériences (*Omnisciences 9*, p. 160 à 163, p. 179-191, p. 275)

➤ **thèmes liés aux réactions chimiques:** électrolyse, corrosion, combustion

L'ÉLECTRICITÉ

Aperçu du thème – L'électricité

Le thème de l'électricité offre à l'élève l'occasion de découvrir une ressource naturelle aux multiples facettes. L'étude scientifique de l'électricité est riche en découvertes et en expérimentations étonnantes. Lors de ce thème, les élèves analysent les propriétés des charges électriques afin de pouvoir expliquer l'électrisation de certains objets. Par le biais de l'enquête scientifique, ils comprennent ce qu'est le courant électrique et précisent les caractéristiques des différents types de circuits. Une meilleure connaissance des concepts liés à l'électricité améliore leur perception des enjeux liés à la production et à la distribution de l'électricité.

L'électricité statique et le courant électrique

En premier lieu, les élèves explorent le phénomène de l'électricité statique afin de le comparer avec le courant électrique ou dynamique. L'omniprésence de l'électricité statique suscite le questionnement. Les décharges électriques et la foudre en sont des exemples. L'électrostatique est la science qui étudie cette forme d'électricité. Les notions de conducteur et d'isolant, les types de charges et la loi de l'attraction et de la répulsion expliquent l'électricité statique. Les élèves découvrent qu'il est possible de maîtriser l'électricité statique en électrisant un objet, en utilisant l'électroscope ou le paratonnerre.

Pour faire circuler les charges électriques, il faut que le courant voyage à partir d'un circuit électrique. Pour comprendre l'électricité dynamique, l'élève identifie les composantes de base d'un circuit et définit leur fonction. Il dessine le schéma des circuits et précise la différence entre circuits en série et en parallèle. L'élève doit développer une compréhension des concepts de circuit en série et en parallèle. Il ne s'agit pas de mémoriser les équations liées à l'électricité mais plutôt d'être en mesure d'expliquer les différents circuits et de mettre en pratique ces équations.

Pour comparer les propriétés des circuits en série et en parallèle, l'élève effectue des expériences. Il étudie les concepts de résistance électrique et de différences de potentiel. Il apprend à faire des calculs pour mesurer la résistance électrique, la puissance et l'efficacité énergétique d'un appareil électrique.

La production et la distribution de l'énergie électrique

L'énergie électrique est produite par différentes technologies. Les centrales hydroélectriques, thermiques et thermonucléaires génèrent de l'électricité en grande quantité. Cependant, les conséquences sur l'environnement sont nombreuses : inondations, pollution de l'air, pollution par les combustibles fossiles, déchets radioactifs des centrales nucléaires, chaleur libérée dans l'environnement. D'autres sources d'énergie portatives telles les piles et les batteries assurent l'accumulation de l'électricité.

Les élèves apprennent que l'énergie électrique de la maison correspond à un circuit domestique typique et que la distribution de l'énergie électrique d'une centrale électrique à la maison nécessite un réseau très efficace. Ils font le constat qu'il est important d'économiser l'énergie et d'utiliser des appareils qui possèdent une efficacité énergétique.

Analyser les modes de production et de distribution de l'énergie électrique permet de mieux comprendre ses effets sur l'environnement et d'en promouvoir une meilleure utilisation. Les interactions entre l'énergie électrique et l'environnement se manifestent dans plusieurs situations.

Les technologies liées à l'électricité

Il est essentiel de comprendre l'électricité pour mieux l'utiliser et contribuer à l'économie de cette ressource qui joue un rôle très important dans la vie moderne. À la fin de ce thème, les élèves sont en mesure de relever certains problèmes écologiques causés par la production et la distribution de l'énergie électrique et d'approuver le développement de nouvelles sources d'énergie telles le solaire, l'énergie éolienne, les marées. Ils découvrent les choix de carrières dans ce domaine.

Il est à noter que l'étude des circuits électriques a été initiée dès la 5^e année; elle se poursuit en Sciences 11^e année et dans le cadre des cours de Physique.

L'ÉLECTRICITÉ

Résultats d'apprentissage généraux

L'élève doit pouvoir :

- développer des habiletés liées au processus d'enquête
- comprendre des caractéristiques et des propriétés de l'électrostatique et du courant électrique, en utilisant le processus d'enquête

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société ⁸
1. comparer l'électricité statique et le courant électrique	<p>Électricité statique conducteur, isolant, charge (Coulomb le mot Coulomb devrait être vu avec le courant), loi d'attraction et de répulsion, électrisation d'un objet, décharge électrique</p> <p>Courant électrique intensité du courant (ampère), différence de potentiel (volt), résistance (ohm), loi d'Ohm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • poser des questions liées à l'importance de l'électricité dans la vie quotidienne des gens • analyser les dangers associés à l'électrostatique et au courant électrique • expérimenter la détection des charges à l'aide de l'électroscope • associer le Coulomb à l'unité de mesure de la charge (nombre d'électrons) • faire une analogie afin d'illustrer le courant électrique (ex. eau dans le boyau d'arrosage)

⁸ Les actions sont des suggestions et ne sont pas prescrites.

L'électricité (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<p>2. comparer des circuits en série et en parallèle</p> <p>3. comparer l'efficacité de différents appareils électriques</p> <p>4. analyser les effets des modes de production et de distribution de l'énergie électrique sur l'environnement</p>	<p>Circuits électriques en série, en parallèle</p> <p>Efficacité énergétique énergie (joule), puissance (watt)</p> <p>Types de centrales</p> <p>Distribution de la centrale à la maison transformateur, fils, pylônes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • construire des circuits simples en série et en parallèle • mesurer la tension et l'intensité du courant de différents circuits ($V = RI$) • établir le lien entre l'intensité et la charge ($I = Q/t$) • résoudre des problèmes impliquant des circuits en série : ($V_s = V_1 + V_2 + V_3$) et ($I_s = I_1 = I_2 = I_3$) et en parallèle : ($I_s = I_1 + I_2 + I_3$) et ($V_s = V_1 = V_2 = V_3$) • analyser les coûts associés à l'utilisation de différents appareils électriques (puissance $P = E/t$) • analyser les enjeux sociaux, économiques et environnementaux de différents moyens de production et de distribution de l'énergie électrique • analyser les répercussions environnementales d'une surconsommation électrique

Profil de compétence - L'électricité

À la fin de la 9^e année, l'élève de niveau

acceptable	attendu ⁹	supérieur
<ul style="list-style-type: none"> - explique les caractéristiques de l'électricité statique et du courant électrique; - distingue l'électricité statique du courant électrique; - démontre une compréhension du fonctionnement d'un circuit simple; - représente et construit un circuit en série et un circuit en parallèle; - effectue des calculs simples liés à l'électricité; 	<ul style="list-style-type: none"> - explique les différences entre l'électricité statique et le courant électrique; - démontre une compréhension du fonctionnement d'un circuit simple et d'un circuit mixte; - représente et construit des circuits mixtes; 	<ul style="list-style-type: none"> - construit et explique le fonctionnement d'un système électrique complexe (ex. : électro-aimant, sonnerie, etc.); - effectue des calculs liés aux circuits mixtes; - transfère les principes liés à l'électricité dans une situation de la vie courante (ex. : sécurité, court-circuit, convertisseur, alternateur, démarreur à distance, électrocardiogramme, etc.);
<ul style="list-style-type: none"> - compare les modes de production de l'énergie électrique; - décrit le fonctionnement des centrales électriques; - explique les modes de distribution de l'énergie électrique; - démontre une connaissance de l'efficacité énergétique; 	<ul style="list-style-type: none"> - explique le fonctionnement des différents types de centrales électriques; - explique l'efficacité énergétique; 	<ul style="list-style-type: none"> - évalue les avantages et les inconvénients de différents modes de production d'électricité; - compare le fonctionnement des centrales électriques utilisant des sources d'énergie différentes; - explore les nouveaux développements au niveau de la distribution de l'électricité; - compare l'efficacité énergétique de différents appareils électroménagers;

⁹ Même si le niveau acceptable assure la passation du cours, l'enseignant doit exiger le niveau attendu afin de développer une culture scientifique de bonne qualité.

Profil de compétence - L'électricité (suite)

acceptable	attendu	supérieur
<ul style="list-style-type: none">- compare les effets bénéfiques et néfastes de la production de l'électricité.	<ul style="list-style-type: none">- analyse les effets bénéfiques et néfastes de la production de l'électricité;- explore des moyens alternatifs de production d'électricité.	<ul style="list-style-type: none">- justifie l'usage de l'énergie renouvelable pour produire de l'électricité;- analyse les défis technologiques, sociaux et environnementaux face aux énergies de substitution.

Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage – L'électricité

Activation des connaissances antérieures

Faire un lien avec le module *Les atomes et les éléments* au sujet des concepts liés à la structure atomique (électrons, protons, charges, etc.)

Demander aux élèves de déterminer les usages de l'électricité dans leur vie quotidienne (enquête et discussion)

Faire émerger leurs connaissances au sujet de l'électricité

Activités et expérimentations

Faire une course de cannettes d'aluminium (avec différents objets dont un bâton d'ébonite ou autre, tenter de faire rouler une cannette à l'aide de l'électricité statique)

Frotter des isolants et observer le comportement de morceaux de papier

Utiliser un électroscope

Utiliser le générateur Van der Graaf

Visionner un document audiovisuel sur la foudre

Séparer le sel et le poivre à l'aide de l'électricité statique (*Omnisciences 9*, p. 318)

Construire des circuits électriques (en série, en parallèle, avec résistances, interrupteurs, etc.)

Utiliser l'ampèremètre et le voltmètre

Modéliser l'intensité, la tension et la résistance électriques à l'aide d'un boyau d'arrosage ou d'une autre situation de la vie courante

Construire un engin qui intègre un circuit électrique

Inviter un conférencier (électricien, *Énergie Nouveau-Brunswick*, monteur de ligne, etc.)

Visiter une centrale électrique

Faire une recherche sur les différentes centrales et discuter des avantages et des inconvénients

- **thèmes liés à la production de l'électricité:** *précipitateur* électrostatique, peinture électrisée, photocopieur, paratonnerre, assouplissant liquide ou en feuilles, fusible, disjoncteur, sources d'énergie de substitution (énergie solaire, éolienne, des marées)

et fusion nucléaire)

L'ASTRONOMIE

Aperçu du thème – L'astronomie

L'astronomie est un thème fabuleux. Observer les étoiles et les phénomènes célestes ouvre la voie à un monde infini. Au fil du temps, la technologie a permis d'explorer l'espace et de raffiner les conceptions du système solaire. Au primaire, les élèves ont exploré les concepts de base liés à l'astronomie : le cycle jour-nuit, les phases de la Lune, les étoiles, la gravitation universelle, le système solaire et les divers corps célestes tels les météorites et les astéroïdes. Lors de l'étude de l'astronomie en 9^e année, les élèves établissent la relation entre le système solaire, les galaxies et l'Univers afin d'analyser leur formation et leur évolution pour ensuite être en mesure de comprendre les technologies et les enjeux liés à l'exploration spatiale.

Les caractéristiques du système solaire

Les élèves sont d'abord invités à décrire le mouvement des corps célestes dans le but d'analyser leur influence sur la Terre. Par exemple, le mouvement du Soleil et de la Lune explique les phénomènes naturels tels l'éclipse solaire, l'éclipse lunaire et les phases de la Lune. Le mouvement de la Terre induit les saisons à cause de l'inclinaison de la Terre par rapport au Soleil et il explique l'équinoxe et le solstice. Les élèves se rendent compte que l'influence de la Lune sur la Terre provoque les marées et que les aurores boréales et australes proviennent des particules émises par le Soleil et emprisonnées dans le champ magnétique la Terre.

Les mouvements des planètes sont représentés par des modèles qui ont évolué au fil du temps. Le modèle géocentrique, dans lequel la Terre est le centre de l'Univers a cédé la place au modèle héliocentrique. Ce dernier, dont le centre est le Soleil, explique le mouvement rétrograde des planètes sur leur orbite.

Les élèves apprennent à décrire les caractéristiques des principales composantes du système solaire, cet immense territoire qui s'étend sur des milliards de kilomètres autour du Soleil. Ils comparent le profil des huit planètes (Pluton étant identifiée planète naine), ils étudient les particularités des planètes proches et éloignées, les caractéristiques du Soleil et des autres corps du système solaire tels que les astéroïdes, les comètes, les météores et les météorites, déjà étudiés en 6-8. Ils poursuivent leur étude des unités de mesure

des distances dans l'Univers, les unités astronomiques et les années-lumière.

L'évolution des étoiles

Pour comprendre l'évolution des étoiles, les élèves établissent la relation entre la lumière provenant d'une étoile et ses caractéristiques. Ils se rendent compte que l'étude de la composition des étoiles se fait à partir du spectre électromagnétique qui est la configuration spectrale des ondes spécifiques à chaque étoile. Les élèves établissent différents liens tels celui entre la présence de la lumière visible et la luminosité des étoiles et sa taille, la distance et les éléments dans son atmosphère ainsi que le lien entre la couleur et la température des étoiles. Les propriétés des étoiles, plus particulièrement la couleur et la luminosité, se mesurent à l'aide du diagramme Hertzsprung-Russel (H-R). Ce diagramme indique la relation entre la taille des étoiles de la séquence principale et leur position dans le diagramme H-R. Les élèves apprennent aussi à interpréter les étapes du cycle de vie des étoiles en observant les étoiles de faible masse, les étoiles de masse intermédiaire et les étoiles massives.

À la lumière de toutes ces connaissances, les élèves sont en mesure d'élaborer et d'évaluer une théorie sur la formation du système solaire telle que la théorie de la nébuleuse solaire, l'idée de base des astronomes sur la formation du système solaire. Cette théorie affirme que le soleil aurait cinq milliards d'années et que ses huit planètes en orbite auraient 4,6 milliards d'années chacune.

Les caractéristiques de l'Univers

Dans cette section, les élèves étudient la théorie du big bang qui explique l'origine de l'Univers par sa naissance instantanée et son expansion. Ils apprennent que cette théorie est confirmée par des preuves scientifiques comme le fait de capter les échos du big bang et de détecter les températures froides de l'Univers en expansion. Ils décrivent les principales composantes de l'Univers, les types de galaxies ou amas galactiques. Ils figurent l'âge de l'Univers, du Soleil et de la Terre.

Les technologies liées à l'exploration spatiale

Enfin en mesure d'analyser les enjeux liés au développement de nouvelles technologies en exploration spatiale, les élèves sont capables de faire une enquête liée à l'exploration spatiale. Les nombreuses innovations dans ce domaine offrent de multiples sujets d'étude, par exemple, les satellites de communication, d'observation et de positionnement global, les ondes spatiales, la station spatiale

internationale, le vaisseau spatial, les systèmes robotiques et bien d'autres.

L'ASTRONOMIE

Résultats d'apprentissage généraux

L'élève doit pouvoir :

- développer des habiletés liées au processus d'enquête
- comprendre l'origine et l'évolution des composantes de l'Univers, en utilisant le processus d'enquête

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société ¹⁰
1. expliquer le mouvement et l'influence des corps célestes sur la Terre	Corps célestes Terre, Soleil (aurores boréales et australes, éclipse solaire), Lune (marées, éclipse lunaire)	<ul style="list-style-type: none"> • poser des questions liées à la formation et à l'évolution de l'Univers • observer des phénomènes astronomiques tels que les phases de la Lune, le lever et le coucher d'un astre, les aurores boréales et australes • analyser le lien entre les éruptions solaires et les pannes d'électricité • comparer les mouvements de corps célestes visibles

¹⁰ Les actions sont des suggestions et ne sont pas prescrites.

L'astronomie (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<p>2. établir la relation entre les rayons électromagnétiques émis par une étoile et ses caractéristiques</p> <p>3. interpréter les étapes du cycle de vie des étoiles</p> <p>4. expliquer une théorie de la formation de l'Univers</p>	<p>Caractéristiques des étoiles rayonnement électromagnétique, luminosité, couleur et température, temps de vie de notre Soleil, taille (diagramme H-R), distance (année lumière)</p> <p>Cycle de vie des étoiles évolution et formation, théorie de la nébuleuse solaire</p> <p>Univers théorie du big bang galaxies, âge</p>	<ul style="list-style-type: none"> • construire des modèles qui expliquent différents phénomènes tels que les éclipses, les marées, l'équinoxe et le solstice • comparer l'éclipse solaire à l'éclipse lunaire • classifier les étoiles selon différentes propriétés telles que la taille, la luminosité, la couleur et la température • comparer les étapes du cycle de vie de différents types d'étoiles • évaluer la théorie de la nébuleuse solaire • observer la position d'étoiles et de corps célestes à l'aide d'outils variés tels qu'un cherche-étoiles, une carte du ciel, un outil virtuel ou un télescope • comparer les échelles de grandeur et les unités de mesure de distance utilisées en astronomie avec celles utilisées en chimie moléculaire • comparer les modèles géocentrique et

		héliocentrique
--	--	----------------

L'astronomie (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques L'élève doit pouvoir :	Concepts clés	Actions en lien avec l'enquête, l'environnement et la société
<i>(voir pages précédentes)</i>	<i>(voir pages précédentes)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • poser des questions liées aux probabilités de vie extraterrestre • comparer différents types de galaxies • explorer les actualités liées à l'exploration spatiale (ex. vie sur Mars, station lunaire, etc.) • analyser les enjeux environnementaux, sociaux et politiques de l'exploration spatiale et des technologies utilisées • proposer des solutions à l'élimination de débris spatiaux



Profil de compétence – L'astronomie

À la fin de la 9^e année, l'élève de niveau

acceptable	attendu ¹¹	supérieur
- explique le mouvement et l'influence des corps célestes sur la Terre;	- analyse le mouvement et l'influence des corps célestes sur la Terre;	- explique à l'aide des lois de physique (Newton, Kepler) le mouvement et l'influence des corps célestes sur la Terre;
- décrit les caractéristiques des principales composantes du système solaire;	- compare les caractéristiques des principales composantes du système solaire;	- distingue les caractéristiques des principales composantes du système solaire; - évalue les critères qui définissent les composantes du système solaire; - analyse un corps céleste particulier (ex. : Pluton);
- décrit la composition des étoiles; - explique, à l'aide du diagramme Hertzsprung-Russel, la classification des étoiles;	- décrit la composition des étoiles¹² ; <i>- explique, à l'aide du diagramme Hertzsprung-Russel, la classification des étoiles;</i>	- construit un graphique à partir d'un tableau de données (ex. : énergie, température, masse, luminosité); - interprète un graphique issu de données sur des caractéristiques d'étoiles;

¹¹ Même si le niveau acceptable assure la passation du cours, l'enseignant doit exiger le niveau attendu afin de développer une culture scientifique de bonne qualité.

¹² Les énoncés en italique indiquent des compétences déjà acquises à un niveau précédent.

acceptable	attendu	supérieur
- interprète les étapes du cycle de vie des étoiles;	- compare les étapes du cycle de vie de différents types d'étoiles;	- explique le processus qu'est la naissance d'une étoile; - explique le phénomène des trous noirs;
- évalue la théorie de la nébuleuse solaire;	- évalue la théorie de la nébuleuse solaire;	- effectue une recherche au sujet de différentes théories de la formation du système solaire;
- explique la théorie du big bang; - décrit les différents types de galaxies; - démontre une connaissance de l'âge de l'Univers, du Soleil et de la Terre;	- compare les différents types de galaxies; - explique le processus de l'estimation de l'âge de l'Univers, du Soleil et de la Terre;	- classifie différentes galaxies; - argumente l'existence de la vie extraterrestre;
- compare les effets bénéfiques et néfastes de l'exploration spatiale; - explore des technologies liées à l'exploration spatiale.	- analyse les effets bénéfiques et néfastes de l'exploration spatiale.	- critique et propose des solutions aux enjeux relatifs à l'exploration spatiale (ex. : pollution spatiale); - analyse les causes de catastrophes aérospatiales ; - exploite les limites et soulève les controverses liées à l'exploration spatiale (ex. : coûts élevés, etc.).

Pistes d'exploitation et exemples d'activités d'apprentissage – L'astronomie

Actualisation des conceptions préalables

Demander aux élèves ce qu'ils connaissent de l'actualité en astronomie

Faire un rappel au sujet des notions en astronomie vues au primaire : la notion de gravité, le cycle jour-nuit, les phases de la Lune, les corps célestes tels les météorites, les planètes du système solaire, la voie lactée, etc.

Faire un lien avec les éléments chimiques étudiés dans le module précédent

Activités

Fabriquer un modèle à l'échelle du système planétaire

Faire un projet de recherche (ex. : la vie d'une étoile, le système solaire, ...)

Expliquer à l'aide de modèles l'interaction de la planète Terre avec les autres astres

Inviter un organisme qui offre des activités liées à l'astronomie

Visiter un site Web (ex. : agence spatiale canadienne, observation en direct, information au sujet des observations du jour, ...)

Préparer un reportage ou un bulletin de nouvelles

Construire la maquette d'un engin spatial (navette, sonde, système robotique, satellite...)

Modéliser le concept d'année-lumière à l'aide d'objets familiers (ex. : rouleau de papier de toilette, ...)

- **thèmes liés à l'astronomie et la technologie:** satellites de communication, d'observation, de positionnement global, vaisseau spatial, sondes spatiales, station spatiale internationale, systèmes robotiques (bras spatial, mobile d'entretien télécommandé, manipulateur agile spécialisé, système de vision spatiale, système terrestre d'imagerie), vie extraterrestre (SETI), microgravité

Sciences 9^e année - Grille d'observation de l'enseignant

Comportements sécuritaires au laboratoire

Équipes/ Noms des élèves	Manipule les substances de façon sécuritaire	Utilise le matériel de laboratoire de façon appropriée	Porte correctement l'équipement sécuritaire	Travaille de façon calme	Nettoie et range le matériel avant la fin du cours	Nettoie le poste de travail avant la fin du cours	Se lave les mains avant de quitter le local

Sciences 9^e année - Outil pour l'élève (évaluation formative)

Liste de vérification d'une expérience au laboratoire

Consigne:

Tu vas utiliser cet outil à trois moments différents. Le premier temps d'utilisation sera pendant que tu te prépares à réaliser une expérience (**préparation**). Le deuxième temps sera pendant que tu travailles au laboratoire (**expérimentation**) et le dernier temps sera lors de la **rédaction du rapport de laboratoire**.

Pour les énoncés de chaque section, tu dois cocher « oui » ou « non ». Si tu coches « oui », assure-toi de pouvoir justifier ton action. Si tu coches « non », tu dois reprendre cette partie.

1. La préparation (à faire avant d'aller au laboratoire)

Énoncé	oui	non
1. J'ai fait une recherche Internet pour identifier des substances pouvant être utilisées pour mon expérience		
2. J'ai choisi les substances qui feront partie de mon étude		
3. J'ai identifié les variables à l'étude		
4. J'ai formulé une hypothèse		
5. J'ai élaboré le protocole expérimental		
6. J'ai ajouté au protocole les mesures sécuritaires à respecter		
7. J'ai préparé un tableau d'observations		
8. J'ai fait valider le protocole expérimental par mon enseignant ou mon enseignante		

2. **Expérimentation** (à faire au laboratoire) Outil pour l'élève (évaluation formative)

Énoncé	oui	non
1. Je réalise l'expérience en respectant le protocole proposé		
2. Je respecte les mesures sécuritaires particulières à l'expérience		
3. Je respecte les mesures sécuritaires générales d'un travail au laboratoire		
4. Je note attentivement mes observations dans mon tableau		
5. Je répète l'expérience en respectant le protocole proposé		
6. Je note toute observation supplémentaire qui pourrait influencer mes résultats		

3. **Rapport de laboratoire** (à faire après l'expérience de laboratoire)

Énoncé	oui	non
Mon rapport de laboratoire comprend		
1. L'hypothèse qui a été vérifiée expérimentalement		
2. Le protocole expérimental		
3. Un tableau d'observations		
4. Une conclusion qui		
a. accepte ou réfute l'hypothèse		
b. est appuyée des résultats obtenus		

Annexes

Annexe 1 – Grille d'intervention sur les habiletés liées à l'enquête

Cette grille est placée ici pour aider l'enseignant à guider son intervention auprès des enfants dans leur processus d'enquête au sujet de l'univers vivant et de l'univers non vivant. La numérotation croissante définit la progression des habiletés.

	Reconnaître un problème- Identifie les caractéristiques scientifiques ou technologiques du problème	Planifier un scénario - Envisage divers scénarios	
6	<p>a. explique l'origine d'une question, d'une hypothèse ou d'un problème basée sur des connaissances initiales pertinentes à l'investigation ou à la conception</p> <p>b. pose une question, formule une hypothèse qui peut être répondue ou testée ou extrait un problème à résoudre</p> <p>c. identifie les éléments qui semblent pertinents</p> <p>d. communique clairement les idées exprimées en (a), (b) et (c)</p>	<p>a. décrit diverses solutions en tenant compte des contraintes inhérentes à chacune d'elles (l'enseignant guide quant aux préoccupations éthiques et de sécurité)</p> <p>b. élabore un plan détaillé susceptible de permettre d'atteindre le but visé</p> <p>c. choisit les matériaux, les outils et l'équipement en précisant les critères</p> <p>d. communique une conception organisée et des processus détaillés</p>	6
5	<p>e. fait le lien entre les connaissances initiales et la question, l'hypothèse ou le problème</p> <p>f. pose une question, formule une hypothèse qui peut être répondue ou testée grâce à des données obtenues par une investigation simple ou extrait un problème à résoudre</p> <p>g. reconnaît les éléments pertinents</p> <p>h. communique clairement les idées exprimées en (e), (f) et (g)</p>	<p>e. décrit diverses solutions en tenant compte de quelques contraintes inhérentes à chacune d'elles (l'enseignant guide quant aux préoccupations éthiques et de sécurité)</p> <p>f. élabore un plan détaillé susceptible de permettre d'atteindre le but visé</p> <p>g. choisit les matériaux, les outils et l'équipement en identifiant des critères</p> <p>h. communique un plan général qui comprend quelques processus détaillés</p>	5
4	<p>i. fournit de l'appui ou des éléments de base (observations, connaissances antérieures ou intérêt personnel et expérience) pertinents à l'investigation ou à la conception</p> <p>j. pose une question ou une hypothèse qui peut être expliquée en utilisant les données de l'investigation ou identifie des aspects du problème</p> <p>k. reconnaît les éléments pertinents</p> <p>l. communique clairement les idées exprimées en (i), (j) et (k)</p>	<p>i. décrit diverses solutions possibles en soulignant quelques contraintes (l'enseignant guide quant aux préoccupations éthiques et de sécurité)</p> <p>j. présente un plan qui tente de répondre à la question, à l'hypothèse ou qui met en œuvre une solution au problème</p> <p>k. identifie la majeure partie des matériaux, outils et équipement mais ne spécifie pas de critères</p> <p>l. communique un résumé du plan et de quelques processus mais manque de détails</p>	4
3	<p>m. les connaissances initiales sont absentes ou sont sans rapport</p> <p>n. formule une question ou une hypothèse dont la portée pour une collecte de données est limitée, exprime un besoin dont la portée est limitée</p> <p>o. identifie quelques éléments pertinents</p> <p>p. communique vaguement des idées exprimées en (m), (n) et (o)</p>	<p>m. propose diverses solutions sans préciser les contraintes (les conseils de l'enseignant quant aux mesures éthiques et de sécurité n'ont pas été suivis)</p> <p>n. présente un plan lié au sujet, mais qui ne permet pas de d'atteindre le but visé</p> <p>o. identifie la majeure partie des matériaux, outils et équipements</p> <p>p. communique un résumé incomplet du plan avec quelques processus</p>	3
2	<p>q. aucune connaissance exprimée</p> <p>r. formule une question ou une hypothèse qui ne mène pas à une investigation ou ne peut identifier un problème à résoudre</p> <p>s. identifie quelques éléments pertinents</p> <p>t. communique vaguement des idées exprimées en (q), (r) et (s)</p>	<p>q. propose des solutions incomplètes (les conseils de l'enseignant quant aux mesures éthiques et de sécurité n'ont pas été suivis)</p> <p>r. présente une conception quelque peu liée au sujet, mais qui ne permet pas d'atteindre le but visé</p> <p>s. identifie des matériaux, outils et équipements</p> <p>t. communique un résumé incomplet du plan qui est difficile à suivre</p>	2
1	<p>u. aucune connaissance exprimée</p> <p>v. aucune question, hypothèse ou problème formulé</p> <p>w. identifie quelques éléments essentiels</p> <p>x. aucune communication d'idées</p>	<p>u. note des solutions tout à fait inappropriées</p> <p>v. présente un plan qui n'est pas pratique ou est non lié au sujet</p> <p>w. n'identifie pas de matériaux, d'outils et d'équipements</p> <p>x. communique un plan ou des processus qui ne peuvent être suivis</p>	1

	Mettre en œuvre sa démarche - Suis les étapes de la planification	Analyser et évaluer les résultats ou la solution - Recherche les tendances significatives parmi les données ou procède à la mise à l'essai du prototype	
6	<p>a. note les données/les observations avec précision selon les procédés complexes de l'expérience/dans le contexte du problème à l'étude</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. construit le prototype selon la solution retenue</p> <p>d. manipule les outils et les appareils avec prudence</p> <p>e. 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 ou pour repérer des obstacles au fonctionnement du prototype et l'améliorer</p> <p>b. rapporte les données et détermine de simples relations (<i>i.e.</i>, lier une variable à une autre)</p> <p>c. évalue le prototype en fonction de sa pertinence, de son rendement, des matériaux utilisés et de son incidence sur la société et l'environnement</p> <p>d. non pertinent</p> <p>e. énonce de nouvelles questions/nouveaux problèmes à partir de ce qui a été appris</p>	6
5	<p>f. note les données/les observations avec précision selon les procédés de l'expérience/dans le contexte du problème à l'étude</p> <p>g. conçoit un tableau (ou autre format) d'observations et/ou de mesures organisé et selon les unités appropriées</p> <p>h. construit le prototype selon la solution retenue</p> <p>i. manipule les outils et les appareils avec prudence</p> <p>j. communique les données sous une forme appropriée et utile</p>	<p>f. utilise explicitement les données pour répondre à la question ou à l'hypothèse ou pour repérer des obstacles au fonctionnement du prototype et l'améliorer</p> <p>g. rapporte les données avec précision et identifie des patrons évidents (<i>i.e.</i>, note un patron de changement d'une variable)</p> <p>h. évalue le prototype en tenant compte des critères</p> <p>i. non pertinent</p> <p>j. énonce de nouvelles questions/nouveaux problèmes à partir de ce qui a été appris</p>	5
4	<p>k. note les données/observations raisonnables selon les procédés prévus ou le contexte du problème à l'étude</p> <p>l. conçoit un tableau de collecte et d'organisation des données selon les suggestions de l'enseignant</p> <p>m. construit le prototype en tenant compte en partie des étapes</p> <p>n. manipule les outils et les appareils avec prudence</p> <p>o. communique les données sous un format utile avec l'aide de l'enseignant et avec le minimum d'erreurs</p>	<p>k. répond à la question ou à l'hypothèse en s'appuyant sur les données, repère des obstacles</p> <p>l. résume fidèlement les données</p> <p>m. évalue le prototype en tenant compte uniquement de quelques critères</p> <p>n. non pertinent</p> <p>o. énonce quelques questions/problèmes pas nécessairement reliés à ce qui a été appris</p>	4
3	<p>p. note les données/les observations raisonnables selon les procédés prévus ou dans le contexte du problème à l'étude et avec quelques erreurs évidentes</p> <p>q. utilise le tableau de données fourni par l'enseignant avec minimum d'erreurs</p> <p>r. construit le prototype avec des erreurs mineures</p> <p>s. manipule les outils et appareils machinalement</p> <p>t. ne communique pas les données selon le format recommandé</p>	<p>p. répond à la question ou à l'hypothèse en ne s'appuyant pas sur les données, identifie quelques obstacles</p> <p>q. résume les données de façon incomplète ou de façon trompeuse</p> <p>r. évalue le prototype en tenant compte uniquement de quelques critères</p> <p>s. non pertinent</p> <p>t. énonce quelques questions/problèmes qui ne sont pas reliés à ce qui a été appris</p>	3
2	<p>u. note des données/des observations insuffisantes selon les procédés prévus, dans le contexte du problème à l'étude</p> <p>v. utilise le tableau de données fourni avec minimum d'erreurs</p> <p>w. construit le prototype avec erreurs</p> <p>x. manipule les outils et les appareils machinalement</p> <p>y. aucune communication de données</p>	<p>u. répond à une question ou à une hypothèse qui n'est pas liée à l'investigation, aucun obstacle au prototype de souligner</p> <p>v. résume les données de façon erronée</p> <p>w. n'utilise aucun critère pour évaluer le prototype</p> <p>x. non pertinent</p> <p>y. énonce une question/un problème</p>	2
1	<p>z. note des données et/ou des observations non liées aux procédés prévus ou dans le contexte du problème à l'étude</p> <p>aa. n'utilise pas correctement le tableau fourni</p> <p>bb. construit un prototype en faisant abstraction du plan</p> <p>cc. manipule les outils et appareils machinalement</p> <p>dd. aucune communication de données</p>	<p>z. ne répond pas à la question ou à l'hypothèse, ne suggère aucune amélioration au prototype</p> <p>aa. omet les données du résumé</p> <p>bb. aucune évaluation du prototype</p> <p>cc. non pertinent</p> <p>dd. aucune question, aucun problème de suggérer</p>	1

Annexe 2 – Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête

Reconnaître un problème	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? À quel degré l'élève identifie-t-il un problème à résoudre à partir d'une mise en situation complexe?			
	Insuffisant	Acceptable	Attendu	Supérieur
Organisation et clarté de la compréhension personnelle du sujet à l'étude.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de ta compréhension personnelle du contenu à l'étude.	Tu as représenté ce que tu as appris des investigations et des explorations sur le sujet à l'étude de manière assez ordonnée .	Tu as représenté ce que tu as appris des investigations et des explorations sur le sujet à l'étude de manière ordonnée et compréhensible .	Tu as représenté de façon créative ou élégante ce que tu as appris des investigations et des expériences sur le sujet à l'étude de manière ordonnée et compréhensible .
Discussion et raisonnement à l'origine des observations, des liens et des relations.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve d'observations et de liens entre tes idées scientifiques.	Tu as présenté des observations/ des liens entre des idées connexes.	Tu as décrit ce que tu comprends du contenu scientifique par des observations détaillées et des liens entre les idées.	Tu as décrit et expliqué ta compréhension du contenu par le biais d'observations astucieuses et de liens entre les idées.
Qualité et vérification de la question ou de l'hypothèse.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de question ou d'hypothèse.	Tu as rédigé une question ou une hypothèse générale qui donne une idée d'un test.	Tu as rédigé une question ou une hypothèse précise et vérifiable .	Tu as rédigé une question ou une hypothèse précise, vérifiable et créative .
Liens entre ses expériences ou explorations et la question ou l'hypothèse.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de liens entre ce que tu sais déjà et ce que tu veux apprendre.	Ta question ou ton hypothèse est assez liée à tes investigations ou explorations.	Ta question ou ton hypothèse est clairement liée à quelques-unes de tes investigations ou explorations.	Tu as expliqué des liens entre quelques-unes de tes investigations ou explorations et la question ou l'hypothèse.

Annexe 2 – Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête (suite)

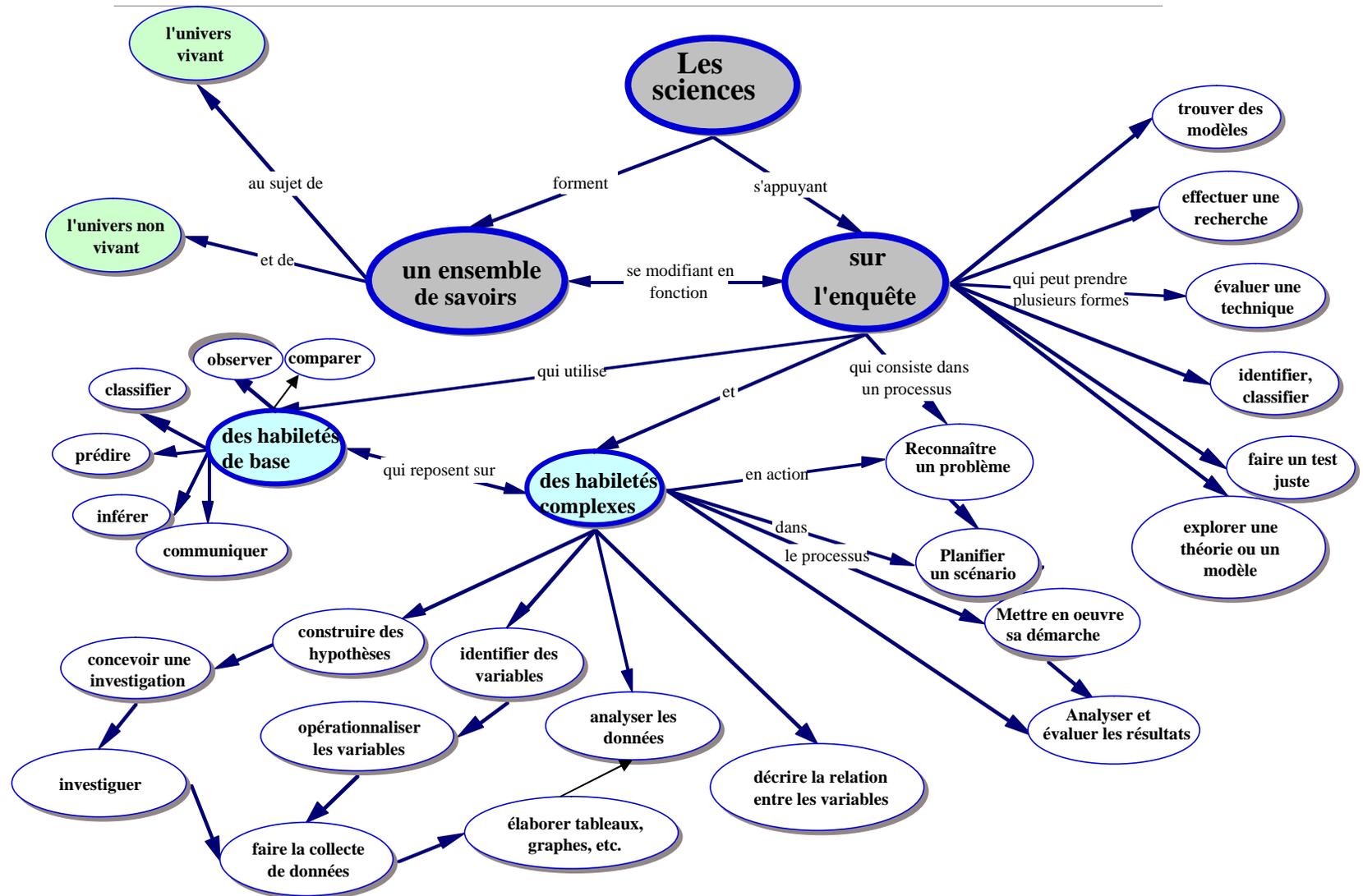
Planifier un scénario	Comment l'élève conçoit-il un plan pour guider l'investigation, produire une explication ou résoudre un problème?			
	Insuffisant	Acceptable	Attendu	Supérieur
Organisation, logique, clarté du plan pour répondre à la question ou à l'hypothèse.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de plan organisé, détaillé ou raisonnable.	Ton plan avait du sens et une autre personne pourrait le reproduire avec un peu plus de précisions.	Ton plan avait du sens et les autres pourraient le suivre facilement.	Ton plan était organisé, sensé et détaillé .
Profondeur de la compréhension des variables à contrôler.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de ta compréhension d'un test juste.	Ton plan comporte les principales étapes . Ton test est essentiellement juste .	Tu as inclus toutes les étapes nécessaires . Ton test est juste et les procédures liées aux variables sont claires .	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.

Mettre en œuvre sa démarche	À quel degré l'élève exécute-t-il les étapes du plan pour faire la collecte et l'organisation des données ?			
	Insuffisant	Acceptable	Attendu	Supérieur
Synchronisation entre les étapes du plan et les données.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de la collecte de données.	Tes données étaient en lien avec les étapes décrites dans le plan.	Tes données étaient en accord avec les étapes décrites dans le plan.	Tes données étaient entièrement en accord avec les étapes décrites dans le plan.
Organisation et état complet des données.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve d'organisation et d'état complet.	Tu as fait des dessins, compté, mesuré ou mentionné les données essentielles .	Tu as noté et/ou représenté tes données de sorte que les autres sont en mesure de les comprendre sans poser de questions .	Tu as noté et/ou représenté tes données dans un format clair, sensé, organisé et complet .

Annexe 2 – Grille pour réguler les apprentissages du processus d'enquête (suite)

Analyser et évaluer les résultats	À quel degré l'élève considère-t-il et explique-t-il le contenu scientifique et les processus liés à l'enquête, et démontre-t-il des habitudes de pensée scientifique dans ses réflexions et son raisonnement?			
	Insuffisant	Acceptable	Attendu	Supérieur
Profondeur et qualité de la réponse.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve d'une réponse à la question ou à l'hypothèse.	Tu as répondu à la question ou à l'hypothèse.	Tu as très bien répondu à la question ou à l'hypothèse.	Tu as répondu à la question et expliqué ta réponse.
Utilisation de preuve pour appuyer et expliquer les résultats.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de données citées ou d'observations pour appuyer les résultats.	Tu as utilisé des dessins, des nombres ou des mesures de manière générale en pièces justificatives des résultats.	Tu as correctement fait référence à des observations ou à des données précises dans le but d'expliquer quelques résultats.	Tu as fait référence à des données spécifiques pour décrire un modèle 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.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve de liens entre tes idées antérieures et celles actuelles en relation avec le contenu à l'étude.	Tu as noté un lien correct entre ta réponse et l'idée scientifique.	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.	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.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve d'un souci des problèmes ou des sources d'erreur dans la conception ou les données.	Tu mentionnes un problème ou deux qui ont pu influencer les données.	Tu as repéré une ou deux importantes sources d'erreur qui ont influencé les résultats.	Tu as discuté d'importantes sources d'erreur et suggéré des façons d'y remédier.
Cible pour la suite de l'enquête.	Il n'y a aucune ou il y a peu de preuve d'une ligne directrice.	Tu poses une nouvelle question ou formules une autre hypothèse.	Tu poses une nouvelle question ou formules une autre hypothèse en lien avec le contenu scientifique à l'étude.	Tu as construit une hypothèse astucieuse ou créative ou une question vérifiable pour une recherche future dans le domaine à l'étude.

Annexe 3 – Interaction des habiletés de base et des habiletés complexes lors de l'enquête



Annexe 4 – Exemples de comportements raisonnés¹³

Autocorrection – Les élèves :

- relèvent les erreurs de pensée les uns des autres
- reconnaissent leurs propres erreurs de pensée
- clarifient les expressions ambiguës des textes
- précisent les expressions vagues
- exigent des raisons et des critères là où il en manque
- se portent en faux contre certains points
- reconnaissent les inconsistances du discours
- relèvent dans les textes les affirmations fallacieuses ou les mauvaises inférences
- constatent des erreurs de raisonnement
- se posent des questions au sujet de la validité d'application des processus de recherche

Acquisition d'une sensibilité au contexte – Les élèves :

- repèrent les nuances de sens dues à des différences culturelles
- reconnaissent des nuances de sens dues à des différences de perspectives ou de points de vue personnels
- reconnaissent les différences dues aux variations linguistiques, de disciplines ou de systèmes de références
- se méfient des traductions
- sont à même de voir que des changements de contexte peuvent modifier des définitions
- repèrent un changement de sens au ton utilisé
- perçoivent dans un discours les changements de sens découlant d'un changement de but ou d'intention
- relèvent des contradictions qui existent entre une situation présente et des situations du passé qui ont l'air d'être similaires
- recherchent les différences entre des situations qui ont l'air d'être semblables, mais dont les conséquences sont différentes

Accompagnement – Les élèves se laissent guider et stimuler par des critères tels que:

- des valeurs partagées telles qu'idéaux, buts, projets, désirs et objectifs
- des conventions, telles que coutumes, habitudes, routine, précédents, traditions
- des bases communes de comparaison telles que devoirs, propriétés, traditions en commun

¹³ M. Lipman, (1995), *À l'école de la pensée*.

Annexe 4 – Exemples de comportements raisonnés (suite)

Accompagnement – Les élèves se laissent guider et stimuler par des critères tels que: (suite)

- des exigences telles que spécifications, stipulations, limites
- des perspectives, comprenant des aires d'intérêts, des systèmes de référence et des points de vue
- des principes tels des affirmations, des présupposés ou encore des relations théoriques ou conceptuelles
- des règles telles que des lois, des arrêtés, des règlements, des chartes, des canons, des ordonnances et des directives
- des normes – critères servant à déterminer le degré minimal de satisfaction à un critère
- des définitions : assemblages de critères qui, ensemble, ont le même sens que le mot à définir
- des faits : ce qui est, tel qu'exprimé en des affirmations correctes
- des expériences : sondages ou interventions ayant pour but d'explicitier des découvertes empiriques

Jugement – Les élèves portent un jugement sur:

- l'installation de débats
- un verdict ou jugement après enquête
- des résolutions : découvertes résultant d'investigations
- des solutions à des problèmes pratiques ou théoriques
- des classifications ou catégorisations
- des évaluations de ce qui a été fait, de services, d'objets, de productions, etc.
- des distinctions sous forme de phrases négatives
- des connexions sous forme de phrases affirmatives
- des gestes, paroles ou actes délibérés, intentionnels

Annexe 5 – Modèle de l'argumentation¹⁴

- 1 - **Affirmation** (opinion sur le sujet, «*j'pense...*»)
- 2 - **Clarification** (critères qui limitent l'affirmation, «*mais...*»)
- 3 - **Preuve** (appui à l'affirmation, «*car...*»)
- 4 - **Justification** (raisonnement qui lie la preuve à l'affirmation, «*donc...*»)

Exemple

En réponse au questionnement suivant de la part de l'enseignant : *Comment les animaux font-ils pour communiquer entre eux?*

L'élève écrit dans son carnet scientifique :

Affirmation — *J'pense que les animaux qui ont des poils ou des plumes communiquent entre eux par les sons qu'ils font avec leur bouche. C'est comme la parole chez nous autres.*

Clarification— *les animaux qui communiquent entre eux doivent être de la même sorte. Par exemple, un cheval ne peut pas parler à une vache ou à un chien.*

Preuve— *le chien aboie ou jappe. Les oiseaux ont de beaux chants. Le chat miaule. Les loups hurlent, les ours grondent.*

Justification — *Le chien, les oiseaux, le chat, le loup et l'ours sont tous des animaux qui font des sons avec la bouche et ont des poils ou des plumes.*

¹⁴ Hernandez, A., M.A. Kaplan and R. Schwartz. (2006), « For the sake of argument », *Educational Leadership*, 64(2).

Annexe 6 – Liste des ressources

<p>Ressource de base</p> <ul style="list-style-type: none">• Omnisciences 9 Chenelière /Mac-Graw Hill <p>Autres ressources</p> <ul style="list-style-type: none">• Observatoire ERPI (2007)• Sciences Perspectives 9 Modulo (2010)• Carrefour des sciences 9 - STSE Chenelière (2010)• Synergie Chenelière (2009)• Explorons l'astronomie – guide pédagogique Société royale d'astronomie du Canada	<p>Sites web offrant des plans de leçon et des activités</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Projets interdisciplinaires: science, technologie, environnement, société (PISTES)</i> http://pistes.org/• <i>Agence spatiale canadienne</i> http://www.asc-csa.gc.ca/fra/educateurs/ressources/astronomie/plans.asp#module1
---	---

Annexe 7 – Attitudes et valeurs ¹⁵

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

¹⁵ Marcel Thouin, *La didactique des sciences de la nature au primaire*, Editions Multimondes

BIBLIOGRAPHIE COMMUNE

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., CAPRA, L. (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 a New Era*, Alexandria (USA) Edited by Ronald S Brandt.

BARTH, B.-M. (1993). *Le savoir en construction*, Paris, Éditions Ritz.

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

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

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

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

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.

CODDING, D.D., MARSH, J.B. (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 SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1990). *Développer une compétence éthique pour aujourd'hui: une tâche essentielle*, avis au ministère de l'Éducation du Québec.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1998). *Éduquer à la citoyenneté*, avis au ministère de l'Éducation du Québec.

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

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

DEVELAY, M. (1998). *Donner du sens à l'école*, 2^e édition, Paris, Éditions sociales françaises.

DORE, L., MICHAUD, N., MUKARUGAGI, L. (2002). *Le portfolio, évaluer pour apprendre*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

DOYON, C., LEGRIS-JUNEAU, D. (1991). *Faire participer l'élève à l'évaluation de ses apprentissages*, France, Chronique Sociale.

FARR, R., TONE, B. (1998). *Le portfolio, au service de l'apprentissage et de l'évaluation*, Montréal/Toronto, Chenelière/McGraw-Hill.

FUCHS, L., FUCHS, D. (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 (USA) Falmer Press.

FULLAN, M. (1999). *Change Forces, The Sequel*, Philadelphia (USA) Falmer Press.

FULLAN, M., HARGREAVES, A. (1992). *What's Worth Fighting For? Working Together For Your School*, Ontario.

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

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

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

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

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

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

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

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

JEWETT, A., BAIN L. et ENNIS, C. (1985). *The Curriculum Process In Physical Education*, Dubuque, Wm. C. Brown.

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

LAPORTE, D. et SÉVIGNY L. (1993). *Comment développer l'estime de soi de nos enfants: journal de bord à l'intention des parents*, Montréal, Hôpital Sainte-Justine.

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

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

LEGENDRE, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2^e édition, Montréal/Paris, Guérin/Eska.

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

MORISSETTE, D. et GINGRAS, M. (1989). *Enseigner des attitudes? Planifier, intervenir, évaluer*, Presses de l'Université Laval.

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

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

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

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

PERRENOUD, P. (2000). *Dix nouvelles compétences : Invitation au voyage*, Paris, ESF éditeur.

PERRENOUD, P. (1995). *La pédagogie à l'école des différences*, Coll. « Pédagogies », Paris, Éditeur ESF.

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. (1997a). *Construire des compétences dès l'école*, Paris, ESF éditeur.

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

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

SAINT-LAURENT, L., GIASSON, J., SIMARD, C., DIONNE, J.J., ROYER, É. (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.

TARDIF, J., CHABOT, G. (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.

TOMLINSON C.A., DEIRSKY, A.S., (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 (QC) ERPI.

Vie pédagogique, avril-mai 2002.

YVROUD, G. [en ligne]
<http://maison.enseignants.free.fr/pages/documents/articleevaform.PDF> (page consultée le 27 mars 2003).

BIBLIOGRAPHIE PROPRE À LA DISCIPLINE

AAAS (2006). *Science NetLinks*.
<http://www.sciencenetlinks.com>

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

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

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

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

AMSEL, S. "All About Plants." Characteristics of Plants - How are Plant Groups Broken Down? *Exploring Nature Educational Resource*. © 2005 - 2010. December 22, 2010.
<<http://exploringnature.org/db/detail.php?dbID=26&detID=596>>

BARTH, B. - M. (1995). *Le savoir en construction: former à une pédagogie de la compréhension*, Condé-sur-l'Escaut, Retz.

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

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

CALANDE, G., C. de BUEGER-VANDER BORGHT, S., DARO, NUTTIN, J. et VANHAMME, L. (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, Macmillan Publishing Company.

CASTONGUAY, R. et GALLANT, L. (1990). *E=mc² : Introduction à la physique*. Montréal, ERPI.

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.

DE CORTE, E., GEERLIGS, T., PETERS, J., LAGERWEIJ, N. et VANDENBERGHE, R. (1990). *Les fondements de l'action didactique*, Bruxelles, De Boeck-Wesmael.

DÉSAUTELS, J. et LAROCHELLE, M. (1989). *Qu'est-ce que le savoir scientifique ?*, Québec, Les presses de l'Université Laval.

EBENEZER, J. V. and CONNOR, S. (1999). *Learning to teach science – A model for the 21st century*, Scarborough, Prentice-Hall Allyn Bacon.

EBENEZER, J.V. and HAGGERTY, S. M. (1999). *Becoming a secondary school science teacher*, Upper Saddle River, Prentice-Hall Inc.

ERNST, S. (1997). *Documentation pédagogique : Les 10 principes*. <http://www.lamap.fr>

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.

GARCIA-DEBAN, C. (1996), « Réécrire pour apprendre les sciences », In Groupe EVA (éd.), *De l'évaluation à la réécriture*, Paris, Hachette Livre.

GROUPE EVA, éd. (1996). *De l'évaluation à la réécriture*, Paris, Hachette Livre.

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), 195-218.

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

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

HERNANDEZ, A., KAPLAN, M. A. and SCHWARTZ, R. (2006), « For the sake of argument », *Educational Leadership*, 64(2).

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

- HODGSON, B. and SCANLON, E. (1985). *Approaching Primary Science*, London, Harper & Row Publishers Ltd.
- HOWE, A. C. and JONES, L. (1993). *Engaging Children in Science*, Don Mills, Macmillan Publishing Company.
- INTERNATIONAL TECHNOLOGY EDUCATION ASSOCIATION (2007). *Standards for Technological Literacy – Content for the study of technology*.
- JACOBSON, W. J. and BERGMAN, A. B. (1991). *Science for All Children. A book for teachers*, Englewood-Cliffs, Prentice-Hall.
- KRAJCIK, J., CZERNIAK, C. and BERGER, C. (1999). *Teaching Children Science: A Project Based Approach*, Boston, McGraw-Hill College.
- LAROCHELLE, M. et DÉSAUTELS, J. (1992). *Autour de l'idée de science*, Québec, Les presses de l'Université Laval.
- LAWRENCE HALL OF SCIENCES (2006). *Full Option Science System (FOSS)*. University of California. <http://www.lawrencehallofscience.org/>
- LEVY- LEBLOND, J.- M. (1994). « La vulgarisation - mission impossible? » *Interface*, vol. 2(2), p. 37- 41.
- LIPMAN, M. (1995). *À l'école de la pensée*, Bruxelles, de Boeck & Larcier s.a.
- MAREK, E. A. and A. CAVALLO, M. (1997). *The Learning Cycle – Elementary School Science and beyond*, Heinemann, Portsmouth.
- MARTIN, D. J. (1997). *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach*, Delmar Publishers, Albany.
- MARTIN, R. E. Jr., SEXTON, C., WAGNER, K. and GERLOVICH, J. (1994), *Teaching Science for All Children*, Toronto, Allyn and Bacon.
- MISTÈRE DE L'ÉDUCATION (2011). *Le curriculum de l'Ontario, de la 9^e à la 12^e année – Sciences et technologie*, <http://www.edu.gov.on.ca>
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION (1992). *Enseignement des sciences STS : pour unifier les buts de l'enseignement des sciences*, Alberta Education.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DU DÉVELOPPEMENT DE LA PETITE ENFANCE DU NOUVEAU-BRUNSWICK (2011). *La sécurité en classe de sciences*. Fredericton : MEDPE-NB
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (2011). *Programme de formation de l'école québécoise – Enseignement secondaire, premier cycle*. <http://www.meq.gouv.qc.ca>
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (2011). *Programmes de formation de l'École québécoise, progression des apprentissages au secondaire*. <http://www.mels.gouv.qc.ca/progression/secondaire/>
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, JEUNESSE ET VIE ASSOCIATIVE (2011). *Dossier : L'enseignement des sciences* <http://www.education.gouv.fr/>
- NATIONAL CURRICULUM FOR ENGLAND (2010). *National curriculum online*. <http://curriculum.qcda.gov.uk/>
- OREGON DEPARTMENT OF EDUCATION Education (2010). *Teaching and Learning to Standards: Science*. <http://www.ode.state.or.us/search/page/?id=1583>
- OSBORNE, R. and FREYBERG, P. (1989). *Learning in science: The Implications of Children's Science*, Auckland, Heinemann Education.
- POTVIN, P., RIOPEL, M. et MASSON, S. (2007). *Regards multiples sur l'enseignement des sciences*. Québec: Éditions MultiMondes.
- Projets interdisciplinaires: science, technologie, environnement, société (PISTES)* (2010). <http://pistes.org/>
- RAIZEN, S. A., SELLWOOD, P., TODD, R. D. and VICKERS, M. (1995). *Technology Education in the Classroom: Understanding the Designed World*, The National Center for Improving Science Education, Jossey-Bass, San Francisco.
- TABLE NATIONALE D'ÉDUCATION DE LANGUE FRANÇAISE (1997). *Les résultats d'apprentissage : à l'aube du 21^e siècle*, ACELF.
- THOUIN, M. (1997). *La didactique des sciences de la nature au primaire*, Ste-Foy, Éditions MultiMondes.
- TOUSSAINT, R., LAVIGNE, A., LALIBERTÉ, B. DES LIERRES, Y. et T. KHANH-THANH (2001). *Apprentissage et enseignement des sciences et de la technologie au primaire*, Boucherville, Gaëtan Morin éditeur.
- WILSON, J. and WING JAN, L. (1993). *Thinking for Themselves: Developing Strategies for Reflective Learning*, Portsmouth, Heinemann.