



# Sciences 9

## Dynamique des écosystèmes

2021

Sciences 9 – *Dynamique des écosystèmes*

Développé : Octobre 2020

Publication : Février 2021

Mis à Jour : Mars 2021

**Date de mise en œuvre : Septembre 2022**

Fredericton (Nouveau-Brunswick), CANADA

## **Références sur le Web**

Les références aux sites Web comprises dans le présent document sont fournies uniquement à titre de commodité et ne constituent pas une approbation de la part du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance (EDPE) relative au contenu, aux politiques ou aux produits du site Web cité. EDPE ne contrôle pas les sites Web cités et n'est pas responsable de l'exactitude, de la légalité ou du contenu des sites Web cités ou de celui des liens ultérieurs.

Le contenu des sites Web cités peut être modifié sans préavis. Les districts scolaires et les éducateurs sont encouragés à consulter au préalable et à évaluer les sites avant de les recommander aux élèves. Si vous tombez sur un site désuet ou inapproprié, veuillez en faire part à EDPE à [curriculum.feedback@gnb.ca](mailto:curriculum.feedback@gnb.ca).

## Remerciements

Le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance du Nouveau-Brunswick (EDPE) souhaite remercier les particuliers et les groupes suivants pour leur apport dans l'élaboration du programme Sciences 9 du Nouveau-Brunswick, *Dynamique des écosystèmes* :

- Nicole Killam, enseignante, ASD-E
- Jillian Lansdale, enseignante, ASD-E
- Marie-Josée LeBel, enseignante, ASD-E
- Marie-Josée Poitras, enseignante, ASD-E
- Joanne St. Coeur-LeBlanc, enseignante, ASD-E
- Adam Trider, enseignant, ASD-E
- Winnie Hsu, enseignante, ASD-W
- Michael Edwards, directeur des initiatives stratégiques et expositions, Science Est
- Julie Lizotte, spécialiste de l'apprentissage, évaluations, EDPE
- Janice Williams, spécialiste en apprentissage des sciences, de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année, EDPE

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| Remerciements.....   | 3         |
| <b>1. Introduction .....</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1. Mission et vision du système d'éducation.....   | 6         |
| 1.2. Compétences globales au Nouveau-Brunswick.....  | 6         |
| 1.3. Enseignement dans un but de littératie scientifique.....                                      | 7         |
| 1.4. L'éducation pour le développement durable (EDD).....  | 8         |
| <i>Principes directeurs pour la science dans les objectifs de développement durable (ODD).....</i> | <i>8</i>  |
| 1.5. La science en tant que mode de savoir.....  | 9         |
| <i>Modes de savoir autochtones .....</i>   | <i>10</i> |
| <i>Connaissances scientifiques.....</i>  | <i>10</i> |
| <b>2. Composantes pédagogiques.....</b>  | <b>11</b> |
| 2.1. Lignes directrices pédagogiques.....  | 11        |
| <i>Diversité des perspectives culturelles .....</i>  | <i>11</i> |
| <i>Programme d'études – anglais langue additionnelle .....</i>                                     | <i>11</i> |
| <i>Droits d'auteur .....</i>   | <i>12</i> |
| <i>Pratiques d'évaluation.....</i>   | <i>13</i> |
| <i>Évaluation formative.....</i>   | <i>14</i> |
| <i>Évaluation sommative .....</i>  | <i>14</i> |
| <b>3 Lignes directrices propres à la matière.....</b>  | <b>15</b> |
| 3.1 Justification.....   | 15        |
| 3.2 Volets du programme .....  | 16        |
| <i>Volets .....</i>  | <i>16</i> |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
|          | <i>Idées fédératrices</i> .....   | 17        |
|          | <i>Questions essentielles</i> .....   | 19        |
| <b>4</b> | <b>Résultats du programme et contextes d'apprentissage</b> .....  | <b>20</b> |
|          | <i>Résultats du programme de sciences</i> .....   | 20        |
|          | <i>Contextes d'apprentissage : Idées et concepts fondamentaux</i> .....   | 20        |
| 4.1      | La nature de la science.....  | 21        |
|          | <i>Résultats d'apprentissage généraux et spécifiques du programme d'études</i> .....  | 21        |
|          | RAG 1 .....   | 21        |
|          | Les élèves utiliseront leurs compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique pour résoudre des problèmes pratiques, communiquer des idées et des résultats scientifiques et prendre des décisions éclairées tout en travaillant en collaboration..... | 21        |
|          | <i>Contextes d'apprentissage</i> .....  | 23        |
| 4.2      | Apprendre et vivre de façon durable (STSE).....   | 25        |
|          | <i>Résultats d'apprentissage généraux et spécifiques du programme d'études</i> .....  | 25        |
|          | RAG 2 .....   | 25        |
|          | Les élèves afficheront une compréhension de la nature de la science et de la technologie, des relations entre la science et la technologie, et des contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie (STSE).....   | 25        |
|          | <i>Contextes d'apprentissage</i> .....  | 27        |
| <b>5</b> | <b>Ressources</b> .....   | <b>28</b> |
|          | <i>RAG 1 – La nature de la science : Idées et concepts fondamentaux</i> .....   | 28        |
|          | <i>RAG 2 – Apprendre et vivre de façon durable : Idées et concepts fondamentaux</i> .....   | 29        |
|          | <i>Général</i> .....  | 30        |
| <b>6</b> | <b>Bibliographie</b> .....  | <b>32</b> |
|          | <i>Contenu commun</i> .....   | 32        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
|           | <i>Ressources propres à la matière</i> .....                     | 33        |
| <b>7.</b> | <b>Annexes</b> .....   | <b>35</b> |
|           | 7.1 Compétences globales au Nouveau-Brunswick .....              | 35        |
|           | 7.2 La nature de la science.....                                 | 36        |
|           | 7.3 Fonctionnement de la science (niveaux 9 à 12).....           | 37        |
|           | 7.4 Progression des apprentissages – raisonnement en chimie..... | 38        |
|           | 7.5 Compétences mathématiques pour Sciences 9.....               | 39        |

## 1. Introduction

### 1.1. Mission et vision du système d'éducation

Le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance du Nouveau-Brunswick s'est engagé à offrir la meilleure éducation publique afin que chaque élève ait la chance d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Voici l'énoncé de mission des écoles du Nouveau-Brunswick :

*Chaque élève développera les qualités requises pour continuer à apprendre tout au long de sa vie, se réaliser pleinement et contribuer à une société productive, juste et démocratique.*

### 1.2. Compétences globales au Nouveau-Brunswick

Les compétences globales du Nouveau-Brunswick offrent une vision uniforme en vue de l'élaboration d'un programme d'études cohérent et pertinent. Les énoncés offrent aux élèves des objectifs clairs et un puissant facteur de motivation pour les travaux scolaires. Ils permettent de veiller à ce que la mission des systèmes d'éducation de la province soit remplie, en ce qui a trait tant à sa conception qu'à son intention. Les énoncés des compétences globales du Nouveau-Brunswick sont appuyés par les résultats du programme d'études.

Les compétences globales du Nouveau-Brunswick sont des énoncés précisant les connaissances, les compétences et les attitudes que tous les élèves doivent avoir acquises à la fin du secondaire. L'acquisition des compétences globales du Nouveau-Brunswick prépare les élèves à continuer leur apprentissage tout au long de leur vie. Ces compétences décrivent les attentes relatives aux connaissances, compétences et attitudes acquises tout au long du programme, et non les attentes relatives aux diverses matières scolaires. Les énoncés confirment que les élèves doivent établir des liens et acquérir des compétences au-delà des matières scolaires s'ils veulent être en mesure d'affronter, aujourd'hui comme demain, les exigences en constante évolution de la vie, du travail et des études.

**Voir l'annexe 7.1.**

### **1.3. Enseignement dans un but de littératie scientifique**

L'émergence d'une économie mondiale hautement concurrentielle et intégrée, d'une innovation technologique rapide et d'un bassin de connaissances croissant continuera à avoir une incidence profonde sur la vie des gens. Les progrès de la science et de la technologie jouent un rôle de plus en plus important dans la vie quotidienne. L'enseignement des sciences sera un élément clé du développement de la littératie scientifique et de la construction d'un avenir solide pour les jeunes du Nouveau-Brunswick.

L'enseignement des sciences pour l'avenir exige que les élèves apprennent bien plus que les concepts de base de la science. Il faut outiller les élèves afin qu'ils soient en mesure d'utiliser leurs connaissances scientifiques pour poser les bonnes questions, pour tirer des conclusions fondées sur des données probantes, et pour comprendre le monde naturel et prendre des décisions en lien avec celui-ci. Ils doivent également comprendre les caractéristiques de la science (nature de la science) en tant que forme de connaissance et de curiosité humaine et être conscients de la façon dont la science et la technologie façonnent leur monde. Enfin, les élèves dotés d'une littératie scientifique possèdent une attitude et des valeurs qui leur permettent de s'intéresser aux enjeux scientifiques avec une approche éthique.

Une base solide en matière de connaissances et de pratiques scientifiques comprend le développement de capacités de raisonnement et d'analyse, de prise de décisions et de résolution de problèmes, ainsi qu'une flexibilité pour s'adapter à différents contextes et inspirer les élèves de tous les niveaux scolaires à développer un sens critique de l'émerveillement et de la curiosité à l'égard des efforts scientifiques et technologiques. Une base en littératie scientifique préparera les élèves à aborder les enjeux sociaux, économiques, éthiques et environnementaux liés à la science. Ce sont des aptitudes et des compétences qui s'harmonisent avec les compétences globales du Nouveau-Brunswick.

## 1.4. L'éducation pour le développement durable (EDD)

La science, la technologie et l'innovation (STI) sont reconnues comme les principaux moteurs de la croissance et de la prospérité économiques. La STI joue un rôle de premier plan dans la réalisation du développement durable. Pour devenir des moteurs du changement, les apprenants doivent être sensibilisés aux enjeux de durabilité. L'enseignement des sciences est donc essentiel pour la réalisation du développement durable.

La réorientation de l'enseignement des sciences pour favoriser une mentalité axée sur la durabilité nécessite l'enseignement et l'apprentissage de connaissances, de compétences, de perspectives et de valeurs qui guideront et motiveront les jeunes à chercher des moyens de subsistance durables, à participer à une société démocratique et à vivre de manière durable. Les enseignants établissent des liens entre les apprentissages, le mode de vie et les objectifs de développement durable, et présentent des situations réelles aux élèves afin de les aider à devenir des citoyens engagés et responsables. Le contenu et les concepts scientifiques présentés à la Section 4 – Résultats du programme et contextes d'apprentissage correspondent aux quatre ODD apparaissant dans les cases ci-dessus.

### OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



### Principes directeurs pour la science dans les objectifs de développement durable (ODD)

Les ODD mobilisent différentes disciplines de la science à de multiples niveaux afin de rassembler ou de créer les connaissances nécessaires pour jeter les bases de pratiques, d'innovations et de technologies qui répondent aux défis locaux. L'enseignement et l'apprentissage en vue d'un avenir durable en science sont guidés par les principes suivants :

- Renforcer l'enseignement scientifique afin d'accroître la littératie scientifique et le renforcement des capacités scientifiques à tous les niveaux.
- Reconnaître que la science est un bien public universel qui contribue à jeter les bases d'un monde durable.
- Accroître la diversité en science pour le développement durable en réalisant l'égalité des genres en science et en s'appuyant sur l'ensemble du spectre de la société, y compris les groupes sous-représentés et les minorités.
- Promouvoir une approche scientifique intégrée qui aborde les dimensions sociales, économiques et environnementales de la durabilité et qui respecte la diversité des systèmes de connaissances.

En neuvième année, les élèves explorent des sujets liés aux objectifs suivants : ODD 3 – Bonne santé et bien-être; ODD 13 – Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques; ODD 14 – Vie aquatique; 15 – Vie terrestre. Les objectifs qui encadrent le programme d'études de la neuvième année apparaissent dans la Section 4 – Résultats du programme et contextes d'apprentissage, et sont liés par hyperlien à la page Web correspondante des Objectifs globaux.

## **1.5. La science en tant que mode de savoir**

Un programme scientifique inclusif reconnaît que la science eurocentrique n'est pas la seule forme de connaissance sur le monde naturel et vise à élargir la compréhension des élèves au sujet des systèmes de savoirs traditionnels et locaux. Le dialogue entre les scientifiques et les détenteurs de savoirs traditionnels a une longue histoire et continue de se développer à mesure que les chercheurs cherchent à mieux comprendre notre monde complexe. Les termes « savoir traditionnel » et « savoir écologique traditionnel » sont utilisés par les praticiens partout sur la planète pour désigner les systèmes de connaissances locaux qui résultent des modes de savoir autochtones. Des chercheurs en éducation laissent entendre que, pour améliorer les programmes de sciences, il faut considérer le savoir autochtone et la littératie scientifique comme des réalités complémentaires et non distinctes, et élargir l'objectif de l'enseignement de la science afin qu'il vise la *connaissance de la nature*.

**Voir l'annexe 7.2.**

## Modes de savoir autochtones

Le savoir traditionnel est un ensemble cumulatif de connaissances, de savoir-faire, de pratiques et de représentations qui est maintenu et développé par les peuples autochtones ayant une longue histoire d'interaction avec le milieu naturel. Ces riches ensembles de connaissances, d'interprétations et de significations font partie d'un complexe culturel qui englobe le langage, les systèmes de dénomination et de classification, les pratiques d'utilisation des ressources, les rituels, la spiritualité et la vision du monde (Conseil international pour la science, 2002, cité par Restoule, 2019).

En tant que culture orale, le savoir autochtone n'est pas écrit, contenu dans des manuels scolaires et conservé sur des tablettes à titre de référence. Les aînés sont les experts culturels et les gardiens du savoir dans les histoires traditionnelles, dans les cérémonies et dans les pratiques; l'enseignement se fait par mentorat, et l'apprentissage passe par l'action et l'application.

## Connaissances scientifiques

Bien qu'il existe d'autres modes de connaissance qui peuvent être importants dans notre vie personnelle et culturelle, les scientifiques s'appuient sur des preuves et des tests, plutôt que sur des croyances ou des spéculations. Comme les modes de savoir autochtones, les connaissances scientifiques sont un ensemble cumulatif de connaissances, de savoir-faire, de pratiques et de représentations entretenus et développés par des scientifiques qui interagissent depuis longtemps avec le milieu naturel.

Les connaissances produites par les scientifiques sont ouvertes aux changements et peuvent être généralisées. Aikenhead (2011) suggère que c'est ce caractère généralisable qui donne aux scientifiques le pouvoir de prédire et de contrôler. Pour étudier le monde naturel, les scientifiques utilisent des méthodes empiriques, c'est-à-dire fondées sur des observations et des expériences et ne reposant pas sur des opinions ou des sentiments.

## 2. Composantes pédagogiques

### 2.1. Lignes directrices pédagogiques

#### Diversité des perspectives culturelles

Il est important que les enseignants reconnaissent et valorisent la variété de cultures et d'expériences qui forment la perspective des élèves en ce qui a trait à leur éducation et à leur façon de voir le monde. Il est aussi important que les enseignants reconnaissent leur propre partialité et qu'ils fassent attention à ne pas s'attendre à certains niveaux de compétence sur le plan physique, social ou scolaire en fonction du genre (masculin/féminin), de la culture ou de la situation socioéconomique d'un élève.

La culture de chaque élève est unique et influencée par les valeurs, les croyances et la vision du monde qu'ont sa famille et sa communauté. À titre d'exemple, la culture autochtone traditionnelle voit le monde de façon très holistique par rapport à la culture dominante. Les disciplines sont enseignées comme étant liées les unes aux autres dans un contexte pratique, et l'apprentissage se fait par la participation active, la communication orale et l'expérience. Les élèves immigrants apportent, eux aussi, différentes visions du monde et compréhensions culturelles. Des différences culturelles peuvent naître des différences entre les collectivités urbaines, rurales et isolées. Elles peuvent aussi naître des différentes valeurs que les familles accordent aux études ou aux sports, aux livres ou aux médias, aux connaissances pratiques ou théoriques, ou à la vie communautaire. En offrant des stratégies d'enseignement et d'évaluation variées qui reposent sur cette diversité, nous offrons la possibilité d'enrichir les expériences d'apprentissage de tous les élèves.

#### Programme d'études – anglais langue additionnelle

Le système d'éducation publique du Nouveau-Brunswick, seule province bilingue officielle, offre aux élèves la possibilité de s'instruire en anglais ou en français. EDPE assure une direction dans le réseau des écoles de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année pour aider les éducateurs et de nombreux autres intervenants à soutenir les nouveaux arrivants au Nouveau-Brunswick. Les personnes qui

apprennent l'anglais ont la possibilité de recevoir toutes sortes de mesures de soutien à l'apprentissage pour améliorer leur maîtrise de l'anglais dans un environnement d'apprentissage inclusif. EDPE, en partenariat avec les collectivités éducatives et les collectivités plus vastes, offre une éducation solide et de qualité aux familles qui ont des enfants d'âge scolaire.

## Droits d'auteur

Les enseignants doivent s'assurer qu'ils respectent la disposition relative à l'utilisation équitable lorsqu'ils accèdent aux ressources et au matériel de cours et qu'ils les utilisent à des fins pédagogiques. Les œuvres d'autrui ne doivent pas être utilisées sans leur autorisation, sauf si l'utilisation est autorisée par la *Loi sur le droit d'auteur*. Les enseignants sont censés connaître le statut des droits d'auteur du matériel pédagogique en leur possession. La *Loi sur le droit d'auteur* autorise l'utilisation d'une œuvre protégée par le droit d'auteur sans l'autorisation du titulaire du droit d'auteur ou le paiement de droits d'auteur dans des conditions précises.

Les articles à usage unique destinés à une utilisation ponctuelle en classe (c'est-à-dire les cahiers d'exercices et les feuilles d'exercices) sont créés en sachant que chaque élève doit avoir son propre exemplaire. Sauf si les enseignants ont l'autorisation de copier un article à usage unique, il est strictement interdit de copier, numériser ou imprimer des documents destinés à un usage unique. La copie sans autorisation de matériel didactique destiné à un usage unique expose l'enseignant, l'école et la commission scolaire à une responsabilité pour violation des droits d'auteur.

Pour en apprendre davantage sur les lignes directrices sur l'utilisation équitable et sur la *Loi sur le droit d'auteur*, consultez le site Web du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) <[https://www.cmec.ca/91/Droit\\_d\\_auteur.html](https://www.cmec.ca/91/Droit_d_auteur.html)>.

## 2.2 Lignes directrices liées à l'évaluation

### Pratiques d'évaluation

La mesure des apprentissages est la collecte systématique de données portant sur les connaissances et les compétences des élèves. Le rendement de l'élève est mesuré au moyen des données recueillies durant le processus d'évaluation. L'enseignant utilise ses compétences professionnelles, son intuition, ses connaissances et les critères spécifiques qu'il aura établis pour porter un jugement sur le rendement de l'élève par rapport aux résultats d'apprentissage. Les élèves sont également invités à faire le suivi de leurs propres progrès par des stratégies d'autoévaluation comme l'établissement d'objectifs et des échelles d'évaluation descriptive.

Des recherches indiquent que des activités d'évaluation régulières et continues, utilisées dans une optique de promotion de l'apprentissage, profitent davantage aux élèves (Stiggins, 2008). C'est ce que l'on désigne souvent sous le nom d'évaluation formative. L'évaluation est moins efficace si elle est simplement utilisée à la fin d'une période d'apprentissage pour déterminer une note (évaluation sommative).

L'évaluation sommative est habituellement requise pour l'obtention d'une note globale pour un cours donné et on recommande, à cette fin, l'utilisation d'échelles d'évaluation descriptive. Ce document renferme des exemples d'échelles d'évaluation descriptive, mais les enseignants peuvent avoir d'autres mesures pour évaluer les progrès des élèves.

La mesure des apprentissages des élèves prend actuellement diverses formes, dont les suivantes :

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| • Questionnement              | • Projets  |
| • Observation                 | • Recherches   |
| • Rencontres                  | • Listes de contrôle/échelles d'évaluation descriptive |
| • Démonstrations              | • Réponses aux textes/activités                        |
| • Exposés                     | • Journaux de réflexion                                |
| • Jeux de rôle                | • Autoévaluation et évaluation par les pairs           |
| • Applications technologiques | • Portfolios de carrière                               |

## Évaluation formative

Des recherches ont permis de constater que des activités d'évaluation continue, utilisées dans une optique de promotion de l'apprentissage, profitent davantage aux élèves (Stiggins, 2008). L'évaluation formative consiste en un processus d'enseignement et d'apprentissage mené de façon fréquente et interactive. L'élément clé de l'évaluation formative est de donner aux apprenants une rétroaction continue sur leur compréhension et sur leurs progrès. Tout au long du processus, l'enseignement et l'apprentissage sont adaptés en fonction des constatations.

Les élèves doivent être encouragés à surveiller leurs propres progrès par l'établissement d'objectifs, l'élaboration de critères avec l'enseignant et d'autres stratégies d'autoévaluation et d'évaluation par les pairs. Au fur et à mesure que les élèves augmentent leur participation au processus d'évaluation, ils sont plus engagés et plus motivés à l'égard de leur apprentissage.

Vous trouverez des renseignements supplémentaires dans le [document sur l'évaluation formative](#) sur le portail ONE.

## Évaluation sommative

L'évaluation sommative est utilisée pour consigner les progrès généraux réalisés pendant la période ciblée d'un cours précis. Le recours à des échelles d'évaluation descriptive est recommandé pour faciliter le processus. Les documents du programme renferment des exemples d'échelles d'évaluation descriptive, mais les enseignants peuvent avoir d'autres mesures pour évaluer les progrès des élèves.

Les lignes directrices d'*Assessing, Evaluating and Reporting Grades K-8* et les lignes directrices d'*Assessing, Evaluating and Reporting Grades 9-12* donnent d'autres renseignements sur l'évaluation. Elles sont accessibles sur le portail ONE.

## 3 Lignes directrices propres à la matière

### 3.1 Justification

Les sciences de neuvième année constituent un cours préparatoire important pour donner l'occasion aux élèves de cerner des domaines scientifiques et technologiques d'intérêt personnel. Les élèves y découvrent le concept de dynamique des écosystèmes en explorant un système avec lequel ils ont un lien inextricable, la biosphère de la Terre. Ils planifieront et mèneront des recherches au sujet de la place de la Terre dans l'univers, des réactions biogéochimiques, de la durabilité écologique et des conséquences humaines sur les systèmes de la Terre. Les élèves sont invités à trouver des liens pertinents entre les phénomènes qui se produisent tous les jours et les relations dynamiques qui existent dans ces systèmes et d'un système à l'autre (p. ex. l'univers, la Terre, la communauté et soi) pour soutenir la vie.

#### Description du cours

Les sciences de neuvième année ont pour objet de permettre aux élèves d'explorer la relation entre la matière et l'énergie à grande échelle. Les élèves approfondiront leurs connaissances de l'origine de la matière, de la diversité de la vie, de l'hérédité et de l'écologie, ainsi que des grands principes de l'intendance environnementale et de la conservation. Les idées fédératrices de diversité, d'équilibre, de matière, de modèles et de systèmes servent de stratégies qui leur permettront de donner un sens à ces éléments pour consolider les connaissances en sciences acquises au primaire et à l'intermédiaire.

Par l'intermédiaire de recherches pratiques, les élèves apprennent comment les réactions chimiques de libération d'énergie ou nécessitant de l'énergie font le pont entre les systèmes vivants et les composantes physiques de la biosphère. On leur présente les **compétences en raisonnement en chimie**<sup>1</sup> et ils élargissent leur connaissance du monde scientifique en appliquant les grandes théories et les lois générales des recherches biologiques. Les élèves explorent des concepts liés aux objectifs de développement durable : 3 – Bonne santé et bien-être; 13 – Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques; 14 – Vie aquatique; 15 – Vie terrestre. **Voir l'annexe 7.4.**

---

<sup>1</sup> Raisonnement en chimie : Le développement et l'application de connaissances et de pratiques dans le domaine de la chimie dans le but principal d'analyser, de synthétiser et de transformer la matière à des fins pratiques. Chemistry Education Research and Practice. [DOI:10.1039/C3RP00111C](https://doi.org/10.1039/C3RP00111C)

Une approche interdisciplinaire à l'apprentissage qui intègre *la science de la vie, la science physique et la science de la Terre et de l'espace* aide les élèves à élargir leurs compétences de recherches et de résolution de problèmes. Les compétences de résolution de problèmes environnementaux au sein de la collectivité et de prise de bonnes décisions socioscientifiques sont développées davantage : formulation d'hypothèses, planification et réalisation d'expériences, analyse, représentation et interprétation de données expérimentales. La communication des résultats des recherches et les présentations orales et écrites des résultats de recherche, au moyen de formes de présentation multimodales appropriées, sont encouragées.

## 3.2 Volets du programme

### Volets

Les élèves de tous les niveaux scolaires et dans tous les domaines scientifiques devraient avoir la possibilité d'utiliser des compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique et de développer la capacité de penser et d'agir selon des modalités associées à la recherche, notamment en posant des questions, en planifiant et en menant des recherches, en utilisant des outils et des technologies appropriés pour recueillir des données, en réfléchissant de manière critique et logique aux relations entre les preuves et les explications, en construisant et en analysant des explications possibles et en communiquant des arguments scientifiques (NSTA, 2008).

Le programme d'études Sciences 9 a été mis sur pied en tenant compte de la littératie scientifique et de la nature de la science. On peut estimer que les élèves ont des connaissances scientifiques lorsqu'ils connaissent les processus suivants dans un contexte scientifique et qu'ils sont capables de les réaliser : recherche, résolution de problèmes et prise de décisions. Chaque volet présente les résultats d'apprentissage qui sont axés sur un même centre d'intérêt.

### Recherche

La recherche scientifique consiste à poser des questions et à élaborer des explications des phénomènes. Bien qu'il y ait un consensus sur le fait que la méthode scientifique n'existe pas, les élèves doivent posséder certaines compétences pour participer aux activités de la science. Des compétences telles que le questionnement, l'observation, l'inférence, la prédiction, la mesure, la formulation d'hypothèses, la classification, la conception d'expériences, la collecte, l'analyse et l'interprétation de données sont fondamentales pour s'engager dans la science. Ces activités donnent aux élèves l'occasion de mettre à exécution le processus de développement de la théorie scientifique et de comprendre la nature de la science.

### Résolution de problèmes

Le processus de résolution de problèmes englobe la recherche de solutions aux problèmes humains. Elle consiste à proposer, à créer et à tester des prototypes, des produits et des techniques pour déterminer la meilleure solution à un problème donné.

### Prise de décisions

Le processus de prise de décisions consiste à déterminer ce que nous, en tant que citoyens, devons faire dans un contexte particulier ou devant une situation donnée. Les situations de prise de décisions sont intrinsèquement importantes et fournissent un contexte pertinent pour s'engager dans la recherche scientifique ou la résolution de problèmes.

L'enseignement de la science est fondé sur la recherche et l'apprentissage pratique en contexte réel, ce qui permet aux élèves de faire des liens avec leur quotidien et la collectivité où ils vivent. De cette façon, les élèves seront enthousiastes et curieux devant les concepts et les phénomènes étudiés, et ils seront ensuite motivés à apprendre. **Voir l'annexe 7.3.**

### Idées fédératrices<sup>2</sup>

Il existe de nombreuses idées fédératrices qui représentent une façon d'organiser et d'associer les connaissances scientifiques. Les idées d'organisation ne relèvent pas exclusivement de la science, car elles s'appliquent aussi bien aux mathématiques, à la technologie, aux affaires, à l'économie et à d'autres domaines. Après avoir accumulé une foule d'expériences d'apprentissage, les élèves commenceront à intégrer les idées fédératrices suivantes dans leur réflexion. Les idées fédératrices suivantes font appel à la capacité de donner un sens aux éléments et à la consolidation des notions déjà apprises en Sciences 9 :

- **Changement** : Les changements dans les systèmes se produisent de plusieurs manières distinctes – comme des tendances régulières, de manière cyclique, de façon irrégulière ou une combinaison de ces modèles. La capacité des élèves à reconnaître ces types de changements dépend d'une observation astucieuse et d'une analyse critique du système.
- **Diversité** : Le monde naturel et bâti est composé d'une vaste gamme de formes de matières vivantes et non vivantes. Les élèves continuent de peaufiner et d'élargir leur compréhension et leur appréciation de la diversité en appliquant les procédures utilisées pour classer et distinguer ces formes selon leur structure et leur fonction.

---

<sup>2</sup> Fondation d'éducation des provinces atlantiques. Science Foundation: Content for learning and teaching, Halifax, Nouvelle-Écosse, 1998, p. 34-38.

- **Énergie** : L'énergie sous-tend tous les phénomènes et interactions physiques. C'est la force motrice du mouvement et du changement dans la matière. Les élèves pourront analyser des transformations énergétiques complexes et comprendront la transformation de l'énergie sur le plan moléculaire.
- **Équilibre** : Lorsque des forces ou des processus contraires s'équilibrent de façon statique ou dynamique, le système se trouve dans un état d'équilibre. Un système dans lequel tous les processus de changement semblent avoir cessé se trouve dans un état de *constance ou de stabilité*. Lorsque le taux d'entrée dans le système est égal au taux de sortie, ce qui donne l'impression que le système est statique, le système se trouve en *équilibre dynamique*. Un système dans lequel tous les processus de changement ont cessé, jusqu'à ce qu'un événement d'une ampleur suffisante ait lieu pour perturber le système et causer un changement, est en *équilibre statique*.
- **Matière** : Les organismes sont liés entre eux et à leur environnement physique par le transfert et la transformation de la matière et de l'énergie. Ce concept de base est au cœur de la compréhension des sciences physiques, des sciences de la Terre et des sciences biologiques. Le cycle de la matière peut être observé à de nombreuses échelles de l'organisation biologique, que ce soit à l'échelle des molécules ou des écosystèmes. Les élèves comprendront que le recyclage de la matière consiste en la décomposition et le réassemblage d'unités invisibles plutôt qu'en la création et la destruction de la matière.
- **Modèles** : Les modèles physiques et conceptuels sont des outils utiles pour soutenir l'apprentissage des élèves au sujet des concepts abstraits. Les modèles, peu importe le type, représentent une simplification d'une idée ou d'un processus. Les modèles physiques utilisent une approche pratique, tandis que les modèles conceptuels consistent en des représentations mathématiques de composants essentiels et de leurs interactions. Plus l'élève comprend les phénomènes, plus ses modèles sont élaborés.
- **Systèmes** : Le monde naturel et construit est constitué de systèmes et des interactions intrinsèques et extrinsèques. Le fait qu'un système soit considéré comme un système ou un sous-système dépend de l'échelle d'observation. La capacité des élèves à se représenter un ensemble du point de vue de ses parties et, parallèlement, les liens entre les parties, est une nouvelle démonstration d'une pensée d'ordre supérieur.

## Questions essentielles

Les questions essentielles (QE) peuvent ouvrir des portes à la compréhension des élèves lorsqu'elles sont utilisées pour encadrer l'enseignement et guider l'apprentissage (McTighe et Wiggins, 2013). En encadrant l'apprentissage par des QE, les enseignants peuvent stimuler la réflexion, provoquer la recherche, activer les connaissances préalables des élèves et transformer l'enseignement. Les QE commencent souvent par « pourquoi », « comment » ou « dans quelle mesure », mais peuvent parfois commencer par d'autres questions. Les QE énumérées ci-dessous aideront à *dévoiler* les idées, le contenu et les processus importants afin que les élèves puissent établir des liens utiles et qu'ils soient outillés pour transférer leur apprentissage de manière significative :

1. Quels sont les principaux systèmes de la Terre et comment interagissent-ils?
2. Comment l'énergie est-elle transférée et conservée dans un écosystème?
3. Comment les organismes obtiennent-ils et utilisent-ils la matière et l'énergie dont ils ont besoin pour grandir et vivre?
4. Comment (et pourquoi) les organismes interagissent-ils avec leur environnement et quels sont les effets de ces interactions sur l'environnement et sur les organismes?
5. Quel serait un défi écologique complexe du monde réel dans votre collectivité? Pensez à une solution pour affronter ce problème.

## 4 Résultats du programme et contextes d'apprentissage

### Résultats du programme de sciences

Le programme d'études du Nouveau-Brunswick est établi sous la forme de résultats d'apprentissage généraux, de résultats d'apprentissage spécifiques et d'indicateurs de réussite. Les résultats d'apprentissage généraux et spécifiques du programme de sciences de 2021 visent à ce que les élèves fassent de la science.

Les **résultats d'apprentissage généraux (RAG)** sont les énoncés d'ordre général des principaux apprentissages attendus des élèves dans chacun des domaines ou sous-domaines. Ces résultats d'apprentissage demeureront les mêmes, quels que soient les niveaux scolaires auxquels on fera référence.

Il y a deux grands volets : 1. **La nature de la science** et 2. **Apprendre et vivre de façon durable**. Dans le cadre du volet *La nature de la science*, les élèves apprennent à comprendre le monde en réalisant une recherche minutieuse et systématique. Les élèves découvrent que les connaissances scientifiques produites à l'aide de ce processus sont durables et appelées à changer. Dans le cadre du volet *Apprendre et vivre de façon durable*, les élèves comprennent que la science a un effet sur la société et vice versa. Les indicateurs de réussite de ce RAG se trouvaient dans la catégorie Science, technologie, société et environnement (STSE).

Les **résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)** sont des énoncés qui désignent des concepts spécifiques et les aptitudes connexes qui sont étayées par la compréhension et les connaissances acquises par les élèves selon les exigences pour leur niveau scolaire.

### Contextes d'apprentissage : Idées et concepts fondamentaux

Le développement des compétences en sciences se produit en contexte d'apprentissage, selon les idées et concepts fondamentaux. Ainsi, les apprenants ont l'occasion d'explorer leur compréhension dans différentes disciplines au fil du temps. Les idées et concepts fondamentaux sont énoncés après les résultats. On vise à ce que les élèves développent une littératie scientifique et accumulent un ensemble de connaissances présentées sous l'angle de l'environnement bâti et de l'environnement naturel.

RAG 1.0 : Les élèves utiliseront leurs compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique pour résoudre des problèmes pratiques, communiquer des idées et des résultats scientifiques et prendre des décisions éclairées tout en travaillant en collaboration.

## 4.1 La nature de la science

Résultats d'apprentissage généraux et spécifiques du programme d'études

|   |  |
|---|--|
| <b>RAG 1</b>  | <b>Les élèves utiliseront leurs compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique pour résoudre des problèmes pratiques, communiquer des idées et des résultats scientifiques et prendre des décisions éclairées tout en travaillant en collaboration.</b> |
| <b>RAS 1.1</b>  | <b>Les élèves poseront des questions sur les relations entre les variables observables et parmi celles-ci afin de planifier des recherches (recherche scientifique et résolution de problèmes technologiques) pour répondre à ces questions.</b>   |
| <p><b>Indicateurs de réussite</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuler une hypothèse avec les mots « si », « alors » et « parce que » et trouver des raisons plausibles fondées sur la compréhension ou la recherche.</li> <li>• Définir les principales variables à contrôler.</li> <li>• Définir un problème de conception qui nécessite la mise au point d'un processus ou d'un système comportant des éléments en interaction.</li> <li>• Proposer des solutions possibles à un problème pratique donné, en choisir une et mettre au point un plan.</li> <li>• Choisir des méthodes qui conviennent pour la collecte de données et d'information.</li> <li>• Construire des modèles pour faire des prédictions vérifiables fondées sur des données scientifiques.</li> </ul>   |  |
| <b>RAS 1.2</b>  | <b>Les élèves recueilleront et représenteront des données en utilisant des outils et des méthodes adaptés à la tâche.</b>  |
| <p><b>Indicateurs de réussite</b></p> <p>Pour les compétences en mathématiques du programme d'études Sciences 9, voir l'annexe 7.5.</p> <p><i>Les indicateurs de réussite liés à la sécurité des élèves, des procédures et des pratiques figurent dans le RAG 2.0 à la page 24. La sécurité est un sous-domaine de la durabilité.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mener des recherches, du travail sur le terrain ou des expériences en laboratoire ou utiliser une solution de conception technologique pour recueillir des données fiables.</li> <li>• Évaluer le risque associé à la méthode de recherche employée.</li> <li>• Évaluer les questions éthiques associées à la méthode de recherche utilisée.</li> <li>• Utiliser des instruments correctement pour la collecte de données (précision, fiabilité et validité).</li> <li>• Organiser les données dans un format qui convient à la tâche ou à l'expérience.</li> <li>• Établir un système de classement pour les données de qualification.</li> </ul> |  |

RAG 1.0 : Les élèves utiliseront leurs compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique pour résoudre des problèmes pratiques, communiquer des idées et des résultats scientifiques et prendre des décisions éclairées tout en travaillant en collaboration.

|  |  |
|--|--|
| <b>RAS 1.3</b>   | <b>Les élèves analyseront et interpréteront des données qualitatives et quantitatives pour construire des explications.</b>      |
| <b>Indicateurs de réussite</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser les régularités et les tendances dans les données, y compris décrire les relations entre les variables et relever les incohérences.</li> <li>• Proposer un taux d'erreur raisonnable dans les mesures; relever les valeurs aberrantes.</li> <li>• Décrire des façons précises d'améliorer la qualité des données.</li> <li>• Évaluer des applications possibles des découvertes.</li> <li>• Mettre à l'essai la conception d'un dispositif ou d'un système de leur fabrication.</li> <li>• Discuter des limites d'un modèle comme représentation d'un système, d'un processus ou d'un concept.</li> <li>• Proposer des améliorations au modèle pour qu'il convienne davantage aux données ou qu'il reflète mieux les spécifications d'un concept.</li> <li>• Cerner de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris.</li> </ul> |  |
| <b>RAS 1.4</b>   | <b>Les élèves travailleront en collaboration sur des recherches afin de communiquer des conclusions étayées par des données.</b> |
| <b>Indicateurs de réussite</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuler une conclusion logique qui appuie, réfute ou inclut l'hypothèse.</li> <li>• Comparer les découvertes à la variation et aborder la variation (s'il y a lieu).</li> <li>• Défendre<sup>3</sup> une position sur une question ou un problème à la lumière des découvertes.</li> <li>• Approfondir les connaissances antérieures afin d'élaborer de nouvelles questions qui feront l'objet de recherches.</li> <li>• Évaluer les résultats en lien avec d'autres modèles, produits et connaissances.</li> <li>• Communiquer des idées et des renseignements scientifiques et technologiques dans un but précis.</li> <li>• Utiliser un langage, des conventions et des représentations scientifiques et technologiques appropriés.</li> </ul>  |  |

<sup>3</sup> Par argumentation scientifique – La pratique d'argumentation (élaborer, explorer, analyser et améliorer le raisonnement et l'explication fondés sur des données probantes) est essentielle pour le travail des scientifiques et pour la pensée scientifique et l'apprentissage des sciences. Consultez la trousse Science Argumentation Toolkit <http://www.argumentationtoolkit.org/intro.html> [en anglais] pour plus de détails.

RAG 1.0 : Les élèves utiliseront leurs compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique pour résoudre des problèmes pratiques, communiquer des idées et des résultats scientifiques et prendre des décisions éclairées tout en travaillant en collaboration.

### Contextes d'apprentissage

Les élèves développent une compréhension de la nature de la science grâce à des activités de recherche appuyées par les idées et concepts fondamentaux liés aux sciences physiques, à la science de la Terre et à la science de l'espace. Ils tirent aussi parti de leurs expériences d'apprentissage personnelles, de leur fonds de connaissances, de leur point de vue culturel et du capital scientifique<sup>4</sup> qu'ils possèdent déjà.

| <b>La nature de la science : Idées et concepts fondamentaux</b> |  |
|---|--|
| <b>La Terre et sa place dans l'univers</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Terre et le système solaire               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perspectives : Données scientifiques (empiriques) et technologiques; interprétation culturelle des phénomènes de l'espace</li> </ul> </li> <li>• Systèmes terrestres               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biosphère : Atmosphère, hydrosphère, cryosphère et géosphère</li> <li>- Les rôles de l'eau dans le processus de surface de la Terre</li> <li>- Systèmes météorologiques et climat</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Écosystèmes : Énergie, matière et interactions</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Énergie : Définitions et source (énergie rayonnante, rayonnement électromagnétique, spectre électromagnétique); L'énergie des processus chimiques et de la vie quotidienne; Conservation et transfert : rayonnement, conduction, convection</li> <li>• Écosystèmes : Relations interdépendantes; Cycle de la matière : eau, carbone et nitrogène; Énergétique : transfert d'énergie dans les écosystèmes; Dynamique des écosystèmes : fonctionnement et résilience</li> <li>• Structure et propriété de la matière : éléments de la vie et cycles de nutriments</li> <li>• Réactions biogéochimiques : respiration, photosynthèse et chimiosynthèse (océans)</li> </ul> |

<sup>4</sup> Un capital scientifique – une mesure holistique de cette identité scientifique, soit des attitudes, comportements et contacts qui feraient en sorte que les jeunes aient le sentiment que la science est bel et bien « pour eux ». OCDE. [PISA 2025 : Vision et orientation stratégiques en sciences](#), 2020, p. 15.

RAG 1.0 : Les élèves utiliseront leurs compétences en matière de recherche scientifique et de conception technologique pour résoudre des problèmes pratiques, communiquer des idées et des résultats scientifiques et prendre des décisions éclairées tout en travaillant en collaboration.

|  |  |
|--|--|
| <b>Des molécules aux organismes</b>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Structure et fonction : cellules, division cellulaire et reproduction</li><li>• Organisation de la matière</li><li>• Flux d'énergie des organismes</li></ul> |
| <b>L'évolution biologique : Variation et diversité</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Biodiversité et humains</li><li>• Héritage des traits</li><li>• Adaptations</li></ul>  |

RAG 2.0 : Les élèves afficheront une compréhension de la nature de la science et de la technologie, des relations entre la science et la technologie, et des contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie (STSE).

## 4.2 Apprendre et vivre de façon durable (STSE)

Résultats d'apprentissage généraux et spécifiques du programme d'études

|   |  |
|---|--|
| <b>RAG 2</b>  | <b>Les élèves afficheront une compréhension de la nature de la science et de la technologie, des relations entre la science et la technologie, et des contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie (STSE).</b> |
| <b>RAS 2.1</b>  | <b>Les élèves examineront les facteurs qui favorisent une application responsable des connaissances scientifiques et technologiques et démontreront une compréhension des pratiques durables.</b>  |
| <b>Indicateurs de réussite</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Utiliser du matériel de façon sécuritaire pendant la recherche.</li><li>• Décrire les comportements qui assureront ma sécurité et celle des autres.</li><li>• Travailler avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan.</li><li>• Mener des expériences scientifiques/recherches sur le terrain tout en respectant l'environnement.</li><li>• Montrer une connaissance des normes du SIMDUT en utilisant les techniques appropriées pour la manipulation et l'élimination des matériaux.</li><li>• Appliquer le concept de systèmes en tant qu'outil d'interprétation de la structure et des interactions des systèmes naturels et technologiques.</li><li>• Expliquer pourquoi la solution pratique à un problème scientifique ou technologique exige un compromis entre les priorités conflictuelles.</li><li>• Nommer les effets de la solution choisie sur les personnes et l'environnement en fonction de critères.</li><li>• Évaluer les effets, à la fois bénéfiques et néfastes, des différentes technologies mises au point pour améliorer les conditions de vie.</li><li>• Explorer les carrières scientifiques et technologiques au Canada en fonction de mes intérêts.</li></ul> |  |

RAG 2.0 : Les élèves afficheront une compréhension de la nature de la science et de la technologie, des relations entre la science et la technologie, et des contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie (STSE).

|  |   |
|--|---|
| <b>RAS 2.2</b>   | <b>Les élèves repèreront un défi dans leur collectivité en lien avec au moins deux objectifs de développement durable (parmi les ODD 3, 13, 14 et 15), puis appliqueront un processus itératif pour concevoir une solution.</b> |
| <b>Indicateurs de réussite</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Utiliser des outils de façon sécuritaire pour construire un modèle/prototype.</li><li>• Décrire les comportements qui assureront ma sécurité et celle des autres.</li><li>• Travailler avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan.</li><li>• Évaluer des concepts ou des prototypes par rapport à leur fonction, leur fiabilité, leur sécurité, leur efficacité, leur utilisation des matériaux et leur impact sur l'environnement.</li><li>• Parfaire un modèle axé sur des données empiriques pour en améliorer la qualité ou la capacité explicative.</li><li>• Montrer une compréhension holistique des interconnexions entre bien-être et de la santé d'une personne et l'environnement naturel – la communauté.</li><li>• Explorer divers polluants environnementaux et moyens de réduire la pollution.</li><li>• Mener des recherches sur de réels problèmes du monde pour l'utilisation durable des océans, des mers et des ressources marines.</li><li>• Analyser les résultats de la surveillance environnementale afin d'adopter des mesures adéquates (p. ex. mesures d'atténuation → des changements climatiques et stratégies d'adaptation).</li><li>• Élaborer un projet ou une campagne de mesures liées à la protection de la biodiversité dans une collectivité ou une région.</li></ul> |   |

RAG 2.0 : Les élèves afficheront une compréhension de la nature de la science et de la technologie, des relations entre la science et la technologie, et des contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie (STSE).

### Contextes d'apprentissage

Apprendre à vivre de façon durable contribue à la littératie scientifique des jeunes en les aidant à résoudre des problèmes complexes interreliés touchant les systèmes socio-environnementaux et la durabilité<sup>5</sup> dans leur collectivité. Ce volet comprend aussi les connaissances dans les domaines disciplinaires.

| <b>Apprendre et vivre de façon durable : Idées et concepts fondamentaux</b>                                 |   |
|---|---|
| <b>Sécurité</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaissance et application des lignes directrices en matière de sécurité               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pratiques sécuritaires pour mener des recherches scientifiques (p. ex. recherches sur le terrain et en laboratoire)</li> <li>- Pratiques sécuritaires pour la résolution de problèmes technologiques</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Durabilité</b><br><br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Terre et l'activité humaine               <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'impact humain sur les écosystèmes</li> <li>- Changements climatiques mondiaux</li> <li>- Populations et capacité limite</li> <li>- Ressources naturelles : distribution géographique, disponibilité, extraction et utilisation</li> </ul> </li> <li>• Conservation et intendance               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Changements environnementaux (p. ex. perte de biodiversité, espèces envahissantes)</li> <li>- Risques et avantages des avancées scientifiques ou technologiques</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Technologie appliquée</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Défi de conception               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser ses connaissances antérieures en sciences et en technologie pour unir les idées liées à la matière, à l'énergie, aux modèles et aux systèmes.</li> <li>- Chercher de l'inspiration dans le système d'exploitation de la Terre, s'il y a lieu.</li> <li>- Les critères et les contraintes peuvent comprendre les aspects sociaux, technologiques ou environnementaux propres au problème examiné.</li> </ul> </li> </ul>   |

<sup>5</sup> OCDE. *PISA 2025 : Vision et orientation stratégiques en sciences, 2020, p. 4.*

## 5 Ressources

### RAG 1 – La nature de la science : Idées et concepts fondamentaux

| Ressources pour le RAG 1   |  |   |
|--|--|---|
| <b>Vidéos</b> <p>Bozeman Science   <a href="#">Energy Flows in Ecosystems</a>, <a href="#">Ecosystem Dynamics, Functioning and Resilience</a> et <a href="#">Population Ecology</a></p> <p>Crash Course   <a href="#">Ecological Succession</a>, <a href="#">Heredity</a>, <a href="#">Human Impacts to the Environment</a></p> <p>Creating Scientists. <a href="#">Open vs. Closed Questions</a> et <a href="#">What is a Mental Model</a></p> <p>National Science Foundation. <a href="#">Earth: The Operators Manual - Program 1</a>, 2012 Natural History Museum   <a href="#">Hydrothermal Vents</a></p> <p>Nautilus Live   <a href="#">Chemosynthesis</a></p> <p>TEDEd. (2020). <a href="#">Science and Technology</a></p> | <b>Sites Web</b> <p>Biomimicry Institute : Ask Nature   <a href="#">Biological Strategies</a></p> <p>Chemix. <a href="#">Diagrammes de laboratoire</a></p> <p>CK-12 Org   <a href="#">FlexBook 24.0 Ecosystem Dynamics, Biology for High School</a> et CK-12 Interactives   <a href="#">Chemistry</a> et <a href="#">Physics</a></p> <p>Digital Mik'maq   <a href="#">Backyard Science</a>: Finding Your Way - Observational Science and the Night Sky, Oceans Alive, Weather Wise, Etepneg Ecology, Forces of the Earth &amp; Climate Change</p> <p>HHMI Biointeractive   <a href="#">Population Dynamics</a></p> <p>Let's Talk Science   <a href="#">Educational Resources</a></p> <p>Minecraft Education   <a href="#">Building a Biome</a>, <a href="#">Extinction! Biodiversity</a>, <a href="#">Science Lab</a> et <a href="#">Scientific Method</a></p> <p>Perimeter Institute   <a href="#">High School Space Science</a></p> <p>PhET Simulations   <a href="#">Chemistry</a>, <a href="#">Physics</a> et Natural Selection</p> <p>Waters Centre for Systems Thinking. <a href="#">What is systems thinking</a>, <a href="#">Tools and Strategies</a> et <a href="#">Habits of a Systems Thinker</a> [aide à l'enseignement]</p> <p>Window to the Universe   <a href="#">Earth</a>, <a href="#">Solar System</a></p> | <b>Documents</b> <p>American Association for the Advancement of Science. (2019). <i>Matter and energy for growth and activity</i>. <a href="#">ISBN 978-1-68140-685-5</a>; et American Association for the Advancement of Science. (2017). <i>Towards high school biology: Understanding growth in living things</i>. <a href="#">ISBN 978-1-68140-560</a>. [Aides à l'enseignement]</p> <p>National Science Teachers Association. (2016). <i>Teaching energy across the sciences, K-12</i>/sous la direction de Jeffrey Nordine. Arlington, VA : National Science Teachers Association. <a href="#">Livre</a> [Aides à l'enseignement]</p> |

## RAG 2 – Apprendre et vivre de façon durable : Idées et concepts fondamentaux

| <b>Ressources pour le RAG 2</b>   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Vidéos</b>   | <b>Sites Web</b>   | <b>Documents</b>   |
| Bozeman Science   <a href="#">Ecosystem Dynamics, Functioning and Resilience</a> et <a href="#">Population Ecology</a>            | Bencze, J. L. (2019). <i>STSE education: Learning about relationships among fields of science &amp; technology and societies &amp; environments.</i> | <i>Best Evidence Science Teaching. Approaches: Teaching energy.</i>  |
| Crash Course   <a href="#">Ecological Succession</a> , <a href="#">Heredity</a> , <a href="#">Human Impacts o the Environment</a> | Biomimicry Institute : Ask Nature   <a href="#">Biological Strategies</a>  | <i>Climate literacy: Essential principles of climate science.</i> (2009).  |
| Earth Science Literacy Principles   <a href="#">9 Big Ideas - Media</a>   | CLEAN Network   <a href="#">Climate Literacy and Energy Awareness</a>  | National Science Teachers Association. <i>Position statement: Teaching of climate science.</i>   |
| McGill University. 2010. <a href="#">Green Chemistry</a>  | Digital Mi'kmaq. <a href="#">Backyard Science</a> (changements climatiques)  | UNESCO. (2017). Éducation 2030   <a href="#">L'Éducation en vue des Objectifs de développement durable : objectifs d'apprentissage.</a> [Aides à l'enseignement] |
| National Science Foundation, 2012. <a href="#">Earth: The Operators Manual - Program 1</a>  | Learning for Sustainable Future (LSF)   <a href="#">Resources for Rethinking</a>   | Stier, S. C. (2020). <i>Engineering education for the next generation: A nature-inspired approach.</i> <a href="#">Livre.</a> [Aides à l'enseignement]           |
|   | Let's Talk Science   <a href="#">Career Explorations</a>   |  |
|   | NASA   <a href="#">Solar System Exploration</a>  |  |
|   | Teach Engineering – <a href="#">Environmental Engineering</a>  |  |
|   | Projet Gaia. <a href="#">Niveaux 9 à 12</a>  |  |

## Général

Aikenhead, G., et Michell, H. (2011). *Bridging cultures: Indigenous and scientific ways of knowing nature*. Toronto, Ont. : Pearson.

Beckrich, A. (2010, novembre). Making your teaching more environmentally friendly. *The Science Teacher*. Arlington, VA : National Science Teachers Association.

Département de l'information des Nations Unies. (2019). *Objectifs de développement durable*. New York, NY : Auteur. Repéré à <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/>

Département de l'information des Nations Unies. (2019). *Ressources pour les élèves*. Programme de développement durable à l'horizon 2030. Repéré à <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/student-resources/>

Liftig, I. (2008). Developing inquiry skills. *Science Scope*. Arlington, VA : National Science Teachers Association.

Mackellar, J., Constable, D. J., Kirchoff, M. M., Hutchinson, J. E., et Beckman, E. (2020). Toward green and sustainable chemistry education road map. *Journal of Chemical Education*, 99, 2104-2113. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00288>

Mahaffy, P. G., Matlin, S. A., Whalen, J. M., et Holme, T. A. (2019). Integrating the molecular basis of sustainability into general chemistry through systems thinking. *Journal of Chemical Education*, 96, 2730-2741. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00390>

National Academy of Sciences. (2013). *Next generation science standards: For states by states*. Washington, DC : The National Academies Press. Repéré à <http://doi.org/10.17226/18290>

Paricio, L. (2019). Sustainable science education. *The Science Teacher*, 87(3). Arlington, VA : National Science Teachers Association.

Reiser, B. J., McGill, T. A., et Novak, M. J. (2018). *Using NGSS storylines to support students in meaningful engagement in science and engineering practices*. [S. l.] : Northwestern University. Repéré à <https://www.academia.edu>

Tsuji, L. J., et Ho, E. (2002). Table 1 – Some major differences between Traditional Environmental Knowledge (TEK) and western science presented in the literature. *Canadian Journal of Native Studies*, 22(2). Waterloo, Ont. : Université de Waterloo. Repéré à [https://www3.brandonu.ca/cjns/22.2/cjnsv.22no.2\\_pg327-360.pdf](https://www3.brandonu.ca/cjns/22.2/cjnsv.22no.2_pg327-360.pdf)

University of California Berkley. (2018). III – How science works. *Understanding science 101 : contents*. Repéré à [https://undsci.berkeley.edu/article/0\\_0\\_0/us101contents\\_01](https://undsci.berkeley.edu/article/0_0_0/us101contents_01)

Wilson, J. (2017) Teaching chemistry as a story. *Electronic Journal of Science Education*, 23(3), 69-72. Récupéré du site de la Southwestern University : <http://www.ejse.southwestern.edu>

## 6 Bibliographie

### Contenu commun

Center for Applied Special Technology (CAST). Universal Design for Learning. Repéré à <http://www.cast.org/>

Conseil des ministres de l'Éducation (Canada). (2016). Le droit d'auteur... ça compte. Repéré à [https://www.cmec.ca/92/Le\\_droit\\_d\\_auteur...%c3%a7a\\_compte!.html](https://www.cmec.ca/92/Le_droit_d_auteur...%c3%a7a_compte!.html)

Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies. (2016). Chapter 3: Perspectives of scientists on technology and the SDGs. Dans : *Global sustainable development report* (p. 41-60) [Document]. Repéré à <https://bit.ly/3ptr0sv>

Grego, S. (2017). Science and the sustainable development goals. Communication présentée par S. Grego, Conseiller régional en sciences - Bureau de l'UNESCO à Abuja, dans le cadre du NAS-INGSA Science Advice Workshop (Learning Collaborative).

McTighe, J., et Wiggins, G. (2013). *Essential questions: Opening doors to student understanding*. Alexandria, VA : ASCD.

Nelson, L. L. (2014). *Design and deliver: Planning and teaching using universal design for learning*. Baltimore, MD : Paul H. Brooks Publishing Co.

Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Éducation. (1998). *Document-cadre sur le programme de sciences pour le Canada atlantique*. Halifax, N.-É. : Fondation d'éducation des provinces atlantiques.

Restoule, J.-P. (2019). *Indigenous education resources*. Toronto, Ont. : Ontario Institute for Studies in Education, Université de Toronto. Repéré à <https://www.oise.utoronto.ca/abed101/indigenous-ways-of-knowing/>

Restoule, J.-P. (2019). Understanding Indigenous perspectives. Toronto, Ont. : Ontario Institute for Studies in Education, Université de Toronto. Repéré à <https://www.oise.utoronto.ca/abed101/>

Science Learning Hub. (2020). Tenets of the nature of science. Repéré à <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/413-tenets-of-the-nature-of-science>

Stiggins, R. J. (2008). *Student-involved assessment for learning* (5<sup>e</sup> éd.). Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall.

## Ressources propres à la matière

American Association for the Advancement of Science. (2019). *Matter and energy for growth and activity* (Teacher edition). Arlington, VA : National Science Teaching Association (NSTA). ISBN 978-1-68140-685-5.

American Association for the Advancement of Science. (2017). *Towards high school biology: Understanding growth in living things* (Teacher edition). Arlington, VA : National Science Teaching Association (NSTA). ISBN 978-1-68140-560-5.

Crichton, S., et Carter, D. (2013). *Taking making into classrooms*. Licence Creative Commons Paternité - Pas d'utilisation commerciale - Partage des conditions initiales à l'identique 4.0 International. Repéré à <https://bit.ly/2thn5qF>

National Science Teachers Association. (2016). *Teaching energy across the sciences, K-12*/sous la direction de Jeffrey Nordine. Arlington, VA : National Science Teachers Association. [[Livre](#)]

Next Generation Science Standards. (2012). HS engineering design. Tiré de *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts and core ideas*. Repéré à <https://www.nextgenscience.org/topic-arrangement/hsengineering-design>

Sciences jeunesse Canada. (2011). *Éducasciences : présentation du cadre* (version française du document *Smarter science: Introducing the framework*). Repéré à <https://smarterscience.youthscience.ca/sites/default/files/documents/smarterscience/tgpresentationducadrefre.pdf>

Sciences jeunesse Canada. (2011). *Smarter science: Introducing the framework*. Repéré à <https://smarterscience.youthscience.ca/sites/default/files/tgintroducingframework.pdf>

Smithsonian Education Centre. (2019). Science for global goals. Repéré à <https://ssec.si.edu/global-goals>

Stier, S. C. (2020). *Engineering education for the next generation: A nature-inspired approach*. New York, NY : W. W. Norton and Company Inc. ISBN 9780393713770. [[Livre](#)]

University of California Museum of Paleontology. (2020). The-6-8 teachers' lounge. *Understanding science*. Repéré à [https://undsci.berkeley.edu/teaching/68\\_teachingtools.php](https://undsci.berkeley.edu/teaching/68_teachingtools.php)

University of York Science Education Group. (s.d.). *Best evidence science teaching. Approaches: Teaching energy*. Licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale (CC BY-NC).



## 7.2 La nature de la science

« La science n'a pas de patrie, parce que le savoir est le patrimoine de l'humanité, le flambeau qui éclaire le monde. » – Louis Pasteur

# La nature de la science

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Empirique             | La science est un processus qui repose grandement sur l'observation, les données expérimentales, les arguments rationnels et le scepticisme. La science se veut un outil pour expliquer les phénomènes naturels.  |
| Provisoire            | La compréhension scientifique peut changer au fil du temps selon les nouvelles données ou interprétations, mais elle est fiable.  |
| Créative              | La créativité et l'imagination jouent un rôle important dans les pratiques scientifiques. Les scientifiques font preuve de créativité et d'imagination pour résoudre des problèmes, pour proposer de nouvelles approches et pour évaluer ce que leur indiquent les résultats. |
| Socioculturelle       | Des personnes de toutes les cultures contribuent à la science. Les influences personnelles, sociales et culturelles façonnent la science et la manière dont les scientifiques interprètent les données et parviennent à une conclusion.                                       |
| Théorie et loi        | Les théories et les lois sont des représentations uniques de la compréhension scientifique; les théories expliquent des phénomènes complexes, alors que les lois décrivent des régularités constantes.  |
| Modèles scientifiques | Les modèles scientifiques sont fondés sur des données et des déductions et servent à comprendre ou à prédire des phénomènes. Ils représentent des idées abstraites. Il est possible et utile d'avoir plusieurs modèles pour le même contenu ou le même contexte.              |

### 7.3 Fonctionnement de la science (niveaux 9 à 12)

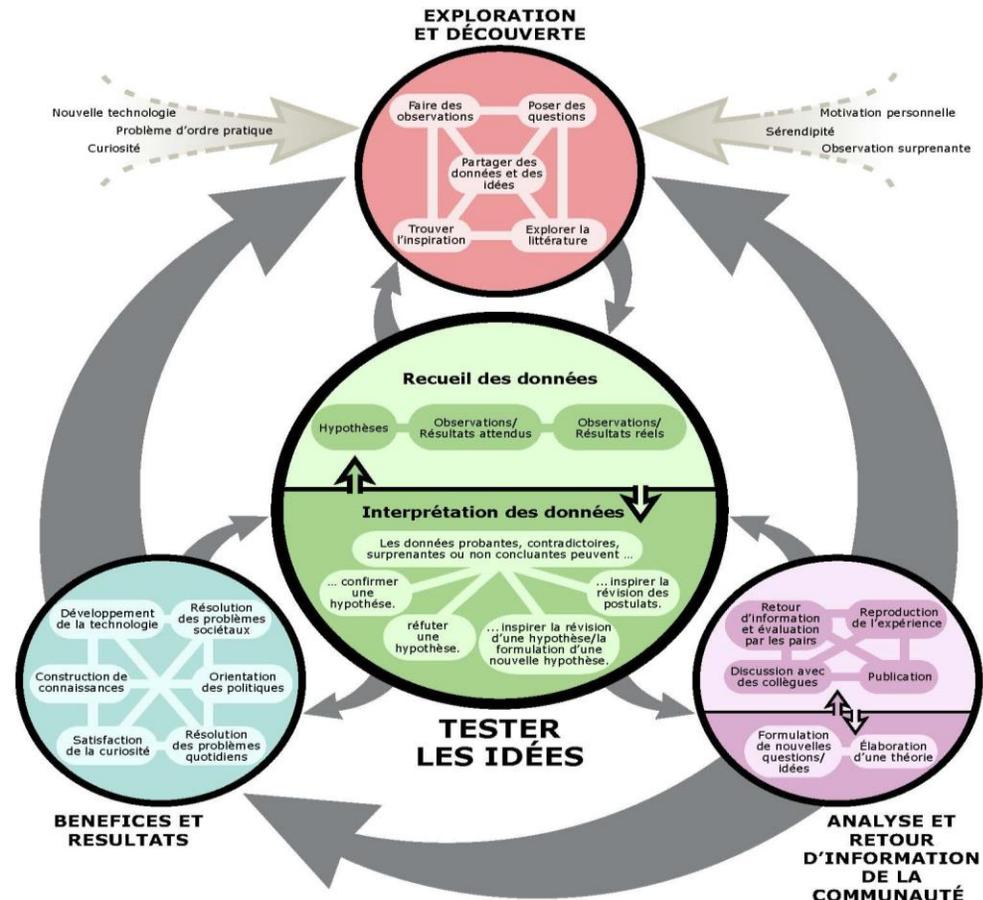


Figure 1- Understanding Science, University of California Museum of Paleontology, 3 janvier 2020. <<https://undsci.berkeley.edu/article/scienceflowchart>>

## 7.4 Progression des apprentissages – raisonnement en chimie

Le raisonnement en chimie désigne le développement et l'application de connaissances et de pratiques dans le domaine de la chimie dans le but principal d'analyser, de synthétiser et de transformer la matière à des fins pratiques ([Seviana et Talanquer, 2014](#)). La progression des apprentissages – raisonnement en chimie décrite ci-dessous caractérise les différents parcours que suivent les élèves pour développer leurs idées et leurs modes de raisonnement sur la synthèse, l'analyse et la transformation (c.-à-d. leur raisonnement en chimie) grâce à un enseignement officiel offert dans le cadre d'approches pédagogiques qui reposent sur la recherche, la conception et l'évaluation.

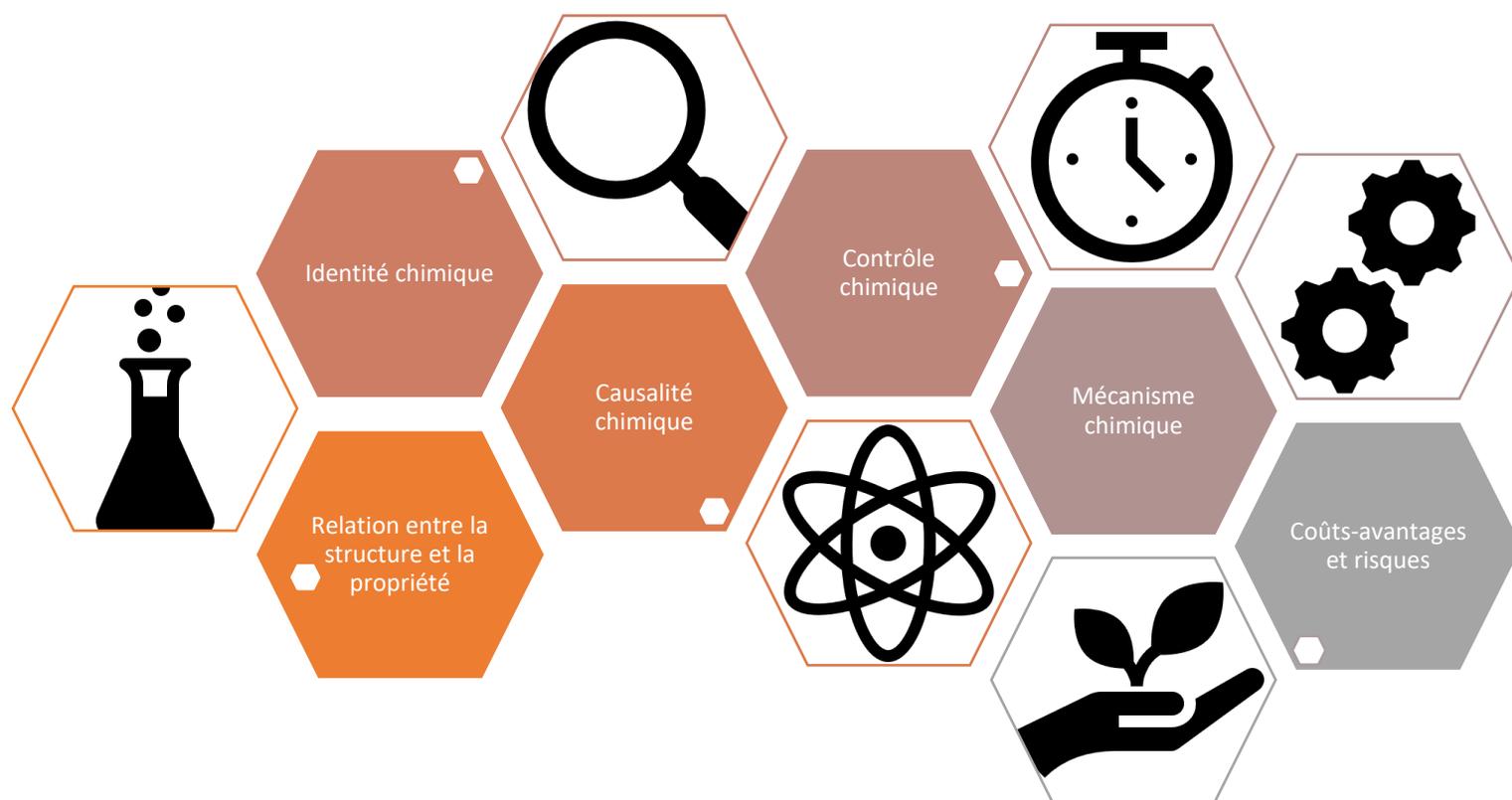


Figure 2 – Aperçu de la progression des apprentissages – raisonnement en chimie (cliquer sur l'image pour être redirigé) Anglais Seulement

## 7.5 Compétences mathématiques pour Sciences 9

Les élèves appliqueront les connaissances et les compétences mathématiques suivantes dans l'étude des sciences :

Les nombres et les opérations

- La compréhension des exposants
- La résolution de problèmes comportant des puissances jusqu'à 10
- Analyse dimensionnelle : Stratégie qui sert à vérifier si les différentes unités de grandeur sont logiques dans un calcul scientifique

Les régularités et les relations

- Les affichages de données sont conçus pour communiquer l'information de façon claire et avec exactitude.
- Relations des graphiques linéaires : Analyser les graphiques, interpoler ou extrapoler, pour résoudre des problèmes.

Les données et les probabilités

- Probabilité dans la société : La statistique est la science des données, et les pratiques scientifiques comprennent la collecte et l'interprétation de données et l'analyse de résultats.
- Notation scientifique : En science, la notation scientifique facilite l'écriture des très gros et des très petits nombres.
- Chiffres significatifs : Les scientifiques ont recours aux chiffres significatifs pour communiquer la précision d'une mesure ou d'un calcul.