

# Programme de sciences pour le Canada atlantique

*Ministère de l'Éducation  
du Nouveau-Brunswick  
Direction des services pédagogiques*

New  Nouveau  
**Brunswick**

## Sciences 9<sup>e</sup> année

# S

# PROGRAMME D'ÉTUDES

**2002**

On peut se procurer d'autres exemplaires du présent document (*Sciences 9<sup>e</sup> année*)  
auprès de la Section des ressources pédagogiques.

**Code d'ouvrage (842680)**

---

## Avant-propos

Le document pancanadien intitulé *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*, publié en octobre 1997, sert de guide aux provinces pour élaborer un cadre commun pour l'enseignement des sciences.

Le nouveau programme de sciences des Provinces atlantiques est décrit dans le *Document-cadre sur le programme de sciences pour le Canada atlantique (1998)*.

Le présent guide pédagogique donne aux enseignants un aperçu de la structure des résultats visés dans l'enseignement des sciences. Il offre également des suggestions pour aider les enseignants à concevoir des expériences d'apprentissage et des méthodes de mesure.

## Hommage

Les ministères de l'éducation du Nouveau-Brunswick, de Terre-Neuve et Labrador, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île du-Prince-Édouard sont reconnaissants à toutes les personnes un peu partout au Canada atlantique —enseignants, enseignantes, éducateurs et éducatrices, intervenants et intervenantes — qui ont collaboré à l'élaboration du programme de sciences de la 9<sup>e</sup> année.



---

# Table des matières

<b>Introduction</b>	Historique ..... 1
	Objet ..... 1
<b>Conception et composantes du programme</b>	Apprentissage et enseignement des sciences ..... 3
	Rédaction ..... 4
	Les trois démarches de la culture scientifique ..... 5
	Répondre aux besoins de tous les apprenants ..... 6
	Mesure et évaluation ..... 7
<b>Cadre des résultats du programme</b>	Aperçu ..... 9
	Résultats d'apprentissage transdisciplinaires ..... 10
	Résultats d'apprentissage généraux du programme ..... 11
	Résultats d'apprentissage charnières ..... 11
	Résultats d'apprentissage par matière ..... 11
	Résultats liés aux attitudes ..... 12
	Organisation du guide pédagogique ..... 15
	Organisation des modules ..... 15
	Page double à quatre colonnes ..... 16
<b>La reproduction</b>	Introduction ..... 20
	Démarches et contexte ..... 20
	Liens avec le reste du programme de sciences ..... 20
	Résultats d'apprentissage ..... 21
<b>Les atomes et les éléments</b>	Introduction ..... 32
	Démarches et contexte ..... 32
	Liens avec le reste du programme de sciences ..... 32
	Résultats d'apprentissage ..... 33
<b>Les caractéristiques de l'électricité</b>	Introduction ..... 48
	Démarches et contexte ..... 48
	Liens avec le reste du programme de sciences ..... 48
	Résultats d'apprentissage ..... 49
<b>L'exploration de l'espace</b>	Introduction ..... 64
	Démarches et contexte ..... 64
	Liens avec le reste du programme de sciences ..... 64
	Résultats d'apprentissage ..... 65
<b>Cheminements</b>	Exemples de cheminements ..... 77

L'ordre de présentation des modules dans le présent guide pédagogique ne correspond pas nécessairement à l'ordre dans lequel les modules doivent être vus. Les modules peuvent être vus dans n'importe quel ordre.



---

# Introduction

## Historique

Le programme d'études décrit dans le *Document-cadre sur le programme de sciences pour le Canada atlantique* a été préparé et élaboré par des comités régionaux. Le processus d'élaboration d'un programme de sciences commun pour le Canada atlantique a nécessité la consultation des intervenants du système d'éducation de chaque province de la région atlantique. Le programme de sciences du Canada atlantique est fidèle au cadre décrit dans le document pancanadien intitulé *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*.

## Objet

Le programme de sciences des provinces de l'Atlantique a pour objet de promouvoir la culture scientifique.

Constituée d'un ensemble évolutif d'attitudes, d'habiletés et de connaissances en sciences, la culture scientifique permet à l'élève d'acquérir des aptitudes de recherche, de résolution des problèmes et de prise de décisions, d'acquérir le goût d'apprendre sa vie durant et de continuer à s'émerveiller du monde qui l'entoure. Pour acquérir une culture scientifique, l'élève doit vivre diverses expériences d'apprentissage lui permettant d'explorer, d'analyser, d'évaluer, de synthétiser, d'apprécier et de comprendre les interactions entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.



---

# Conception et composantes du programme

## Apprentissage et enseignement des sciences

Ce que les élèves apprennent est fondamentalement relié à leur manière d'apprendre. L'objectif d'une culture scientifique pour tous nécessite de repenser l'organisation de la classe, la communication et les stratégies d'enseignement. L'enseignant est un animateur dont voici les tâches principales :

- créer dans la classe un milieu propice à l'apprentissage et à l'enseignement des sciences;
- concevoir des expériences d'apprentissage efficaces qui aident les élèves à atteindre les résultats visés;
- stimuler et guider la discussion en classe de manière à soutenir l'apprentissage;
- découvrir les motivations, les intérêts, les capacités et les styles d'apprentissage des élèves et s'inspirer de tels renseignements pour améliorer l'apprentissage et l'enseignement;
- mesurer l'apprentissage des élèves, les tâches et les activités scientifiques et le milieu d'apprentissage en vue d'appuyer ses décisions en matière d'enseignement;
- choisir des stratégies d'enseignement à même un vaste répertoire.

Un apprentissage et un enseignement efficaces des sciences ont lieu dans une variété de situations. Les contextes et les stratégies d'enseignement doivent créer un environnement qui reflète une vision active et constructive du processus d'apprentissage. L'apprentissage se produit lorsqu'une personne donne un sens à de nouveaux renseignements et assimile ces renseignements, ce qui donne lieu à un nouveau savoir.

Faire naître une culture scientifique chez les élèves est fonction du genre de tâches qu'ils exécutent, du discours auquel ils participent et des contextes dans lesquels les activités ont lieu. En outre, de tels facteurs ont une incidence sur les dispositions des élèves pour les sciences. Par conséquent, pour créer une culture scientifique, il faut prêter attention à tous les aspects du programme d'études.

Les expériences d'apprentissage en sciences doivent être variées et donner aux élèves l'occasion de travailler seuls et en groupe et de discuter entre eux et avec l'enseignant. Il faut offrir des activités pratiques et théoriques qui permettent aux élèves de construire mentalement les phénomènes étudiés et d'évaluer les explications qu'on en donne. Les recherches et les évaluations des données permettent aux élèves de saisir la nature des sciences et la nature et l'étendue du savoir scientifique.

---

## Rédaction

Les élèves doivent avoir la possibilité de s'exprimer par écrit ou par d'autres moyens afin d'apprendre le langage des sciences. Il faut encourager les élèves de tous les niveaux scolaires à utiliser l'écriture pour spéculer, théoriser, résumer, découvrir des liens, décrire des processus, exprimer ce qu'ils comprennent, poser des questions et dégager un sens de nouveaux renseignements dans leurs propres mots. Tenir un journal est un bon moyen d'utiliser la rédaction pour s'exprimer et réfléchir. Prendre des notes fait également partie inhérente de l'apprentissage des sciences et permettra aux élèves de consigner, d'organiser et d'assimiler des renseignements provenant de différentes sources. La création de modèles conceptuels, de cartes, d'organigrammes, de tableaux, de graphiques, de dessins et de diagrammes pour représenter des données et des résultats facilitera l'apprentissage et permettra aux élèves de se familiariser avec de précieux outils d'étude.

Les expériences d'apprentissage en sciences devraient également offrir aux élèves maintes occasions de communiquer leurs découvertes et leurs savoirs, de façon formelle et informelle, de diverses manières dans divers buts et à divers publics. Dans le cadre des expériences d'apprentissage, on devrait encourager les élèves à utiliser des moyens efficaces d'enregistrer des données, à formuler des renseignements et des idées et à utiliser la terminologie scientifique appropriée pour communiquer leurs savoirs. En ayant des occasions de parler et d'écrire au sujet des concepts qu'ils doivent apprendre, les élèves pourront mieux comprendre les concepts et leur terminologie.

Il incombe d'offrir aux élèves des instructions et des démonstrations claires par rapport aux stratégies qu'ils doivent appliquer dans la lecture, l'exploration et l'interprétation de divers textes scientifiques pour diverses activités. Il importe également de faire des démonstrations des stratégies que les élèves devront appliquer pour choisir, construire et utiliser divers outils de communication en sciences.

---

## **Les trois démarches de la culture scientifique**

### *Recherche scientifique*

On considère qu'une personne a acquis une culture scientifique lorsqu'elle connaît les trois démarches de la culture scientifique et peut s'en servir. Ces trois démarches sont la recherche scientifique, la résolution de problèmes, la prise de décisions.

La recherche scientifique consiste à poser des questions et à chercher à expliquer les phénomènes. On s'entend généralement pour dire qu'il n'existe pas de « méthode scientifique », mais l'élève doit tout de même posséder certaines habiletés pour participer à l'activité scientifique. Certaines habiletés sont essentielles pour évoluer dans le domaine scientifique, y compris la formulation de questions, l'observation, la déduction, la prévision, la mesure, la formulation d'hypothèses, la classification, la conception d'expériences ainsi que la cueillette, l'analyse et l'interprétation de données. De telles activités permettent à l'élève de comprendre et de pratiquer l'élaboration de théories touchant les sciences et la nature des sciences.

### *Résolution de problèmes*

La deuxième démarche consiste à chercher des solutions à des problèmes humains. Il s'agit de proposer, de créer et d'essayer des prototypes, des produits et des techniques pour trouver la solution optimale à un problème donné.

### *Prise de décisions*

La prise de décisions, la troisième démarche, consiste à déterminer ce que nous, en tant que citoyens et citoyennes, devons faire dans un contexte donné ou en réaction à une situation quelconque. Les situations où il faut prendre une décision ont non seulement une importance en soi, mais elles fournissent souvent un contexte pertinent pour la recherche scientifique et la résolution de problèmes.

---

## Répondre aux besoins de tous les élèves

Le *Document-cadre sur le programme de sciences pour le Canada atlantique* insiste sur la nécessité d'offrir un programme de sciences favorisant également tous les élèves à la mesure de leurs capacités, de leurs besoins et de leurs intérêts. Les enseignants doivent prendre conscience de la diversité de leurs élèves et adapter leur enseignement en conséquence. Pour adapter les stratégies d'enseignement, les méthodes de mesure et les ressources didactiques aux besoins de tous les élèves, les enseignants doivent créer des possibilités qui leur permettront de tenir compte des différents styles d'apprentissage des élèves.

Non seulement les enseignants doivent-ils éviter les préjugés sexistes et culturels dans leur enseignement, mais ils doivent aussi activement attaquer les stéréotypes culturels et sexistes (p. ex. : qui s'intéresse aux sciences et aux mathématiques et qui peut avoir du succès dans ces disciplines). Les recherches montrent que lorsqu'un programme de sciences interpelle les élèves et est pertinent sur le plan social et culturel, il est plus attrayant pour les groupes traditionnellement sous-représentés en sciences et aussi pour tous les élèves.

Même si le présent guide pédagogique présente des résultats d'apprentissage précis pour chaque module, on se doit de reconnaître que les élèves progresseront à des rythmes différents.

Les enseignants doivent offrir du matériel et des stratégies qui tiennent compte de la diversité des élèves et doivent reconnaître les réalisations des élèves lorsque ceux-ci ont fait de leur mieux.

Il est important que les enseignants communiquent à tous les élèves qu'ils ont des attentes élevées à leur égard et qu'ils veillent à ce que tous les élèves aient des chances égales d'atteindre les objectifs souhaités. Les enseignants doivent adapter l'organisation de la classe, les méthodes d'enseignement et de mesure, la gestion du temps et les ressources didactiques de manière à répondre aux besoins des élèves et à leur permettre de développer leurs forces. La variété d'expériences d'apprentissage décrites dans le présent guide pédagogique répondra aux besoins d'une grande variété d'apprenants. De même, les diverses méthodes de mesure suggérées sont autant de façons pour les élèves de montrer leurs réalisations.

---

## Mesure et évaluation

Les termes « mesure » et « évaluation » sont souvent utilisés de façon interchangeable, mais, en fait, ils désignent deux processus tout à fait différents. Dans les documents du programme d'études des sciences pour la région atlantique, mesure et évaluation ont le sens suivant :

*La mesure est la cueillette systématique de renseignements au sujet de l'apprentissage de l'élève.*

*L'évaluation consiste à analyser l'information découlant de la mesure, à y réfléchir et à la résumer ainsi qu'à formuler des opinions ou à prendre des décisions en fonction des renseignements recueillis.*

Ainsi, la mesure fournit les données, et l'évaluation donne un sens aux données. Ensemble, ces deux processus améliorent l'enseignement et l'apprentissage. Si nous voulons que les élèves prennent plaisir à apprendre maintenant et leur vie durant, nous devons concevoir des stratégies qui mettent à contribution les élèves dans la mesure et l'évaluation à tous les niveaux. Lorsque les élèves connaissent les résultats qu'on attend d'eux et les critères selon lesquels leur travail est mesuré et évalué, ils peuvent choisir de façon éclairée les moyens les plus efficaces de montrer leur savoir.

Le programme de sciences du Canada atlantique tient compte des trois démarches de la culture scientifique, soit la recherche scientifique, la résolution de problèmes et la prise de décisions. Pour mesurer les progrès des élèves, il peut être utile de connaître certaines activités, aptitudes ou actions qui sont associées à chacune de ces démarches. L'apprentissage des élèves peut être décrit comme la capacité d'effectuer ces activités ou ces actions.

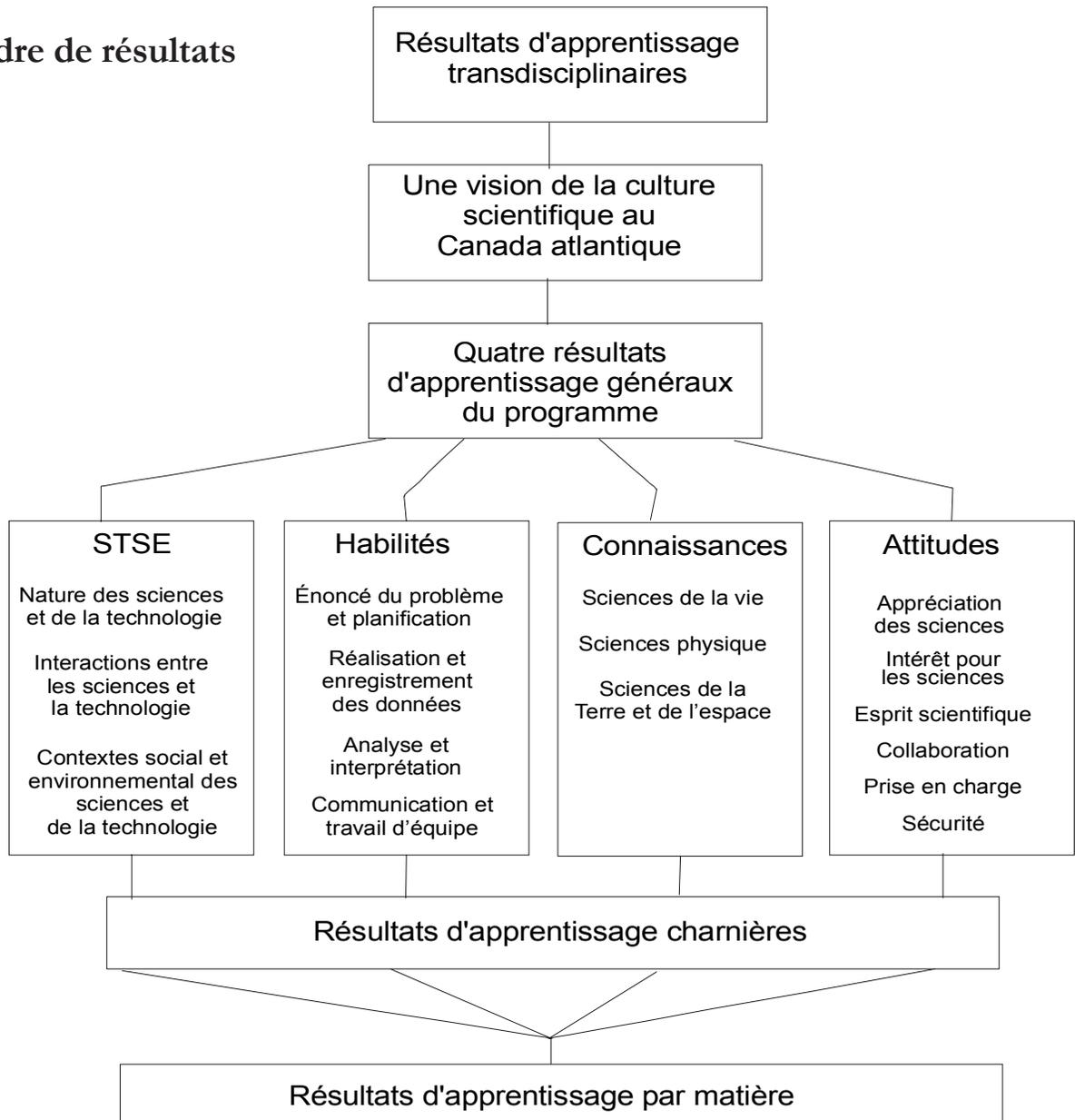


# Cadre des résultats du programme

## Aperçu

Le programme de sciences repose sur un cadre de résultats qui décrit les résultats d'apprentissage transdisciplinaires, les résultats d'apprentissage généraux, les résultats d'apprentissage charnières et les résultats d'apprentissage par matière. Les résultats généraux, charnières et par matière sont fidèles au *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*. La figure 1 constitue la toile de fond du cadre des résultats.

## Cadre de résultats



## Résultats d'apprentissage transdisciplinaires

Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires sont des énoncés précisant les connaissances, les habiletés et les attitudes que tous les élèves doivent avoir acquises à la fin du secondaire. Ces résultats d'apprentissage essentiels les prépareront à continuer à apprendre tout au long de leur vie. Les attentes sont décrites non en fonction de matières individuelles, mais plutôt par rapport aux connaissances, aux habiletés et aux attitudes acquises au cours du programme. Ces résultats d'apprentissage transdisciplinaires confirment la nécessité pour les élèves d'établir des liens entre les disciplines, d'acquérir des habiletés qui dépassent les limites des disciplines et d'être prêts à faire face aux possibilités, aux responsabilités et aux exigences de la vie actuelles et futures et toujours changeantes. Les provinces peuvent augmenter le nombre de résultats d'apprentissage transdisciplinaires. Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires sont les suivants :

### *Expression artistique*

Le finissant sera en mesure de porter un jugement critique sur diverses formes d'art et de s'exprimer par les arts.

### *Civisme*

Le finissant sera en mesure d'apprécier, dans un contexte local et mondial, l'interdépendance sociale, culturelle, économique et environnementale.

### *Communication*

Le finissant sera capable de comprendre, de parler, de lire et d'écrire une langue (ou plus d'une), d'utiliser des concepts et des symboles mathématiques et scientifiques afin de penser logiquement, d'apprendre et de communiquer efficacement.

### *Développement personnel*

Le finissant sera en mesure de poursuivre son apprentissage et de mener une vie active et saine.

### *Résolution de problèmes*

Le finissant sera capable d'utiliser les stratégies et les méthodes nécessaires à la résolution de problèmes, y compris les stratégies et méthodes faisant appel à des concepts reliés au langage, aux mathématiques et aux sciences.

### *Compétences technologiques*

Le finissant sera en mesure d'utiliser diverses technologies, de faire preuve de compréhension des applications technologiques et d'appliquer les technologies appropriées à la résolution de problèmes.

## Résultats d'apprentissage généraux du programme

Les résultats d'apprentissage généraux constituent le fondement du cadre. Ils représentent également les éléments clés de la culture scientifique. Quatre résultats généraux du programme ont été élaborés pour décrire les quatre aspects critiques de la culture scientifique de l'élève. Ils reflètent le caractère global et les liens étroits qui caractérisent l'apprentissage et doivent être considérés interdépendants et complémentaires.

### Sciences, technologie, société et environnement

L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie et les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

### Habiletés

L'élève acquerra les habiletés requises pour la recherche scientifique et technologique, la résolution de problèmes, la communication de concepts et de résultats scientifiques, la collaboration et la prise de décisions éclairées.

### Connaissances

L'élève construira des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace, et appliquera sa compréhension à l'interprétation, à l'intégration et à l'élargissement de ses connaissances.

### Attitudes

On encouragera l'élève à adopter des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour son propre bien et celui de la société et de l'environnement.

## Résultats d'apprentissage charnières

Les résultats d'apprentissage charnières sont des énoncés précisant ce que l'élève doit savoir, être en mesure d'accomplir et valoriser à la fin de la 3<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> année comme résultat de son expérience d'apprentissage globale en sciences. Les résultats d'apprentissage charnières sont tirés du *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*.

## Résultats d'apprentissage par matière

Les résultats d'apprentissage par matière sont des énoncés qui décrivent ce que l'élève doit savoir et être en mesure d'accomplir à la fin de chaque année scolaire. Ils visent à aider les enseignants à concevoir des expériences d'apprentissage et des méthodes de mesure. Les résultats d'apprentissage par matière constituent une base pour aider les élèves à atteindre les résultats d'apprentissage charnières, les résultats d'apprentissage généraux du programme et, en fin de compte, les résultats d'apprentissage transdisciplinaires.

Les résultats d'apprentissage par matière sont regroupés en modules pour chaque année

## Résultats liés aux attitudes

Le programme de sciences du Canada atlantique doit favoriser certaines attitudes chez les élèves tout au long de leurs études scolaires. Les résultats liés aux STSE, aux habiletés et aux connaissances contribuent à l'adoption des attitudes souhaitées. Des moyens de favoriser chez les élèves l'adoption des attitudes souhaitées sont présentés à la rubrique « Stratégies d'apprentissage et d'enseignement » de chaque module.

Les attitudes se rapportent aux aspects généralisés de conduite qui sont transmis à l'élève par l'exemple et consolidés par l'approbation sélective. Les attitudes ne sont pas acquises de la même façon que les habiletés et les connaissances. L'adoption d'attitudes positives joue un rôle important dans l'épanouissement de l'élève en raison de son interaction avec son développement intellectuel et une disposition à la mise en application responsable de ce qu'il apprend.

Puisque les attitudes ne sont pas acquises de la même façon que les habiletés et les connaissances, les résultats liés aux attitudes sont formulés comme des résultats d'apprentissage charnières que les élèves doivent atteindre à la fin de la 3<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> année. Ces énoncés de résultats guideront les enseignants pour créer un environnement propice à l'acquisition d'attitudes positives.

## Énoncés des résultats d'apprentissage liés aux attitudes selon le Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences M à 12

De la 7<sup>e</sup> année à la 9<sup>e</sup> année, il faudra encourager l'élève à :

Compréhension des sciences	Intérêt pour les sciences	Esprit scientifique
<p>422 comprendre le rôle et la contribution des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde.</p> <p>423 comprendre que les applications scientifiques et technologiques peuvent avoir des avantages et des inconvénients.</p> <p>424 comprendre que les sciences ont évolué à partir de points de vue différents de femmes et d'hommes de diverses sociétés et cultures.</p> <p><i>La compréhension des sciences est manifeste lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reconnaît les conflits possibles entre des points de vue divergents sur des questions liées aux sciences.</li> <li>• considère plus d'un seul facteur ou d'une seule perspective dans la formulation de conclusions, la résolution de problèmes ou la prise de décisions sur des enjeux STSE.</li> <li>• reconnaît l'utilité des habiletés mathématiques et des habiletés de résolution des problèmes dans la création de nouvelles technologies.</li> <li>• reconnaît l'importance d'établir un parallèle entre le progrès social et les contributions des sciences de la technologie.</li> <li>• saisit la pertinence du développement des technologies de l'information et des sciences pour les besoins humains.</li> <li>• reconnaît que les sciences ne peuvent pas répondre à toutes les questions.</li> <li>• considère les diverses perspectives scientifiques et technologiques par rapport à une question.</li> <li>• peut délimiter les avantages et les inconvénients de la technologie.</li> <li>• prend des renseignements de diverses disciplines pour ses études et ses travaux.</li> <li>• évite de stéréotyper les scientifiques.</li> <li>• manifeste un intérêt pour la contribution de femmes et d'hommes</li> </ul>	<p>425 manifester un intérêt et une curiosité continus pour un grand éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences.</p> <p>426 faire avec confiance des recherches et des lectures supplémentaires.</p> <p>427 envisager de nombreuses possibilités de carrière dans des domaines liés aux sciences et à la technologie.</p> <p><i>L'intérêt pour les sciences est manifeste lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tente à la maison de répéter ou de pousser plus loin une activité scientifique réalisée à l'école.</li> <li>• participe activement à des activités périscolaires et parascolaires telles que des expo-sciences, des clubs de sciences ou des concours en sciences et en technologie.</li> <li>• choisit d'étudier des sujets qui font appel à des recherches dans différentes disciplines scientifiques.</li> <li>• s'adonne à un passe-temps relié aux sciences.</li> <li>• discute avec d'autres personnes de renseignements présentés dans une émission sur les sciences ou dans Internet.</li> <li>• tente d'obtenir des renseignements de diverses sources.</li> <li>• exprime de la satisfaction à comprendre des concepts ou des ressources complexes liés aux sciences.</li> <li>• prend plaisir à faire des projets de recherches scientifiques de sa propre conception.</li> <li>• choisit d'étudier des situations ou des sujets qui présentent un défi.</li> <li>• s'intéresse aux carrières liées aux sciences et à la technologie.</li> <li>• discute des avantages liés aux études en sciences et en technologie.</li> </ul>	<p>428 tenir compte d'observations et d'idées issues de diverses sources lors de recherches et avant de tirer des conclusions.</p> <p>429 valoriser l'exactitude, la précision et l'honnêteté.</p> <p>430 persister dans la recherche de réponses à des questions difficiles et de solutions à des problèmes difficiles.</p> <p><i>L'esprit scientifique est manifeste lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pose des questions pour clarifier le sens ou assurer sa compréhension.</li> <li>• s'efforce d'évaluer avec exactitude un problème ou une situation par une analyse soignée des données recueillies.</li> <li>• propose des options et les compare avant de prendre des décisions ou de passer à l'action.</li> <li>• évalue de façon honnête un ensemble complet de données fondées sur l'observation directe.</li> <li>• évalue des inférences et des conclusions avec un esprit critique en fondant ses arguments sur des faits plutôt que sur des opinions.</li> <li>• considère d'un oeil critique diverses idées et perceptions en reconnaissant que ce qui semble évident n'est pas toujours juste.</li> <li>• rapporte et enregistre de façon honnête toutes les observations, même quand les données sont imprévues et modifieront l'interprétation des résultats.</li> <li>• prend le temps de recueillir fidèlement les données et utilise les instruments avec soin.</li> <li>• reprend de bon gré des mesures ou des observations afin d'accroître la précision des données.</li> <li>• choisit d'envisager une situation selon des perspectives différentes.</li> <li>• relève des interprétations inexactes.</li> <li>• signale les limites de ses conceptions.</li> <li>• reste sceptique devant une affirmation jusqu'à l'obtention de données à l'appui.</li> <li>• demande une contre-expertise avant de prendre une décision.</li> <li>• travaille à un problème ou à un projet de recherche jusqu'à la découverte des meilleures solutions ou réponses possibles.</li> </ul>

## Énoncés des résultats d'apprentissage liés aux attitudes selon le Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences M à 12

De la 7<sup>e</sup> année à la 9<sup>e</sup> année, il faudra encourager l'élève à :

Collaboration	Prise en charge	Sécurité
<p>431 travailler en collaboration pour faire des recherches et pour générer et évaluer des idées.</p> <p><i>L'esprit de collaboration est manifeste lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• assume la responsabilité de sa part du travail à faire.</li> <li>• travaille de bon gré avec de nouvelles personnes quels que soient leur âge, leur sexe ou leurs caractéristiques physiques ou culturelles.</li> <li>• accepte divers rôles au sein d'un groupe, y compris celui de chef de groupe.</li> <li>• aide à motiver les autres.</li> <li>• envisage des idées et des interprétations de rechange proposées par des membres du groupe.</li> <li>• écoute les points de vue des autres.</li> <li>• reconnaît que d'autres personnes ont droit à leur point de vue.</li> <li>• choisit une variété de stratégies telles que l'écoute active et l'utilisation de paraphrases et de questions pour comprendre les points de vue des autres.</li> <li>• cherche à obtenir un consensus avant de prendre des décisions.</li> <li>• préconise une solution pacifique aux désaccords.</li> <li>• peut ne pas être d'accord avec d'autres personnes tout en pouvant continuer à collaborer.</li> <li>• s'intéresse et participe à la prise de décisions qui nécessite une participation de tout le groupe.</li> <li>• partage la responsabilité de l'exécution des décisions.</li> <li>• partage la responsabilité des difficultés rencontrées au cours d'une activité.</li> </ul>	<p>432 être sensible et responsable par rapport au maintien d'un équilibre entre les besoins des êtres humains et un environnement durable.</p> <p>433 prévoir, au-delà des conséquences personnelles, les conséquences d'actions envisagées.</p> <p><i>La prise en charge est manifeste lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• respecte toutes les formes de vie.</li> <li>• tient compte des effets immédiats et à long terme de ses actes.</li> <li>• assume une responsabilité personnelle par rapport à son incidence sur l'environnement.</li> <li>• modifie son comportement par rapport à un enjeu touchant la conservation et la protection de l'environnement.</li> <li>• tient compte des relations de cause à effet de ses décisions et de ses actes.</li> <li>• délimite objectivement des conflits possibles entre le fait de répondre aux désirs et aux besoins humains et de protéger l'environnement.</li> <li>• tient compte des points de vue des autres sur des questions environnementales liées aux sciences.</li> <li>• tient compte des besoins des autres et de la fragilité de l'environnement lors de la prise de décisions et l'exécution des décisions.</li> <li>• insiste pour que les enjeux soient examinés équitablement sous plusieurs angles.</li> <li>• participe à des projets scolaires ou communautaires qui traitent d'enjeux STSE.</li> </ul>	<p>434 manifester un souci de sécurité lors de la planification, de la réalisation et de la revue d'activités.</p> <p>435 prendre conscience des conséquences de ses actes.</p> <p><i>Le souci de la sécurité est manifeste lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lit les étiquettes sur le matériel avant de s'en servir et demande de l'aide si les symboles de sécurité ne sont pas clairs ou s'il les comprend mal.</li> <li>• modifie promptement une procédure afin d'assurer la sécurité des membres du groupe.</li> <li>• choisit des méthodes et des outils sécuritaires pour recueillir des données et résoudre des problèmes.</li> <li>• écoute attentivement les procédures de sécurité présentées par l'enseignant ou le chef de groupe et applique ces procédures.</li> <li>• manie prudemment le matériel en utilisant des habiletés apprises en classe ou ailleurs.</li> <li>• voit à ce qu'on range ou élimine correctement le matériel.</li> <li>• réagit immédiatement à des rappels sur les mesures de sécurité.</li> <li>• n'a pas besoin de se faire rappeler de porter la tenue ou l'équipement de protection nécessaire.</li> <li>• assume la responsabilité de sa participation à un manquement aux règles de sécurité ou d'élimination des déchets.</li> <li>• demeure dans son aire de travail lors d'une activité, en respectant l'espace, le matériel et le travail des autres.</li> <li>• prends le temps d'organiser son aire de travail afin de prévenir des accidents.</li> <li>• informe immédiatement l'enseignant de tout déversement accidentel, article cassé ou incident inhabituel et utilise les techniques et du matériel approprié pour nettoyer.</li> <li>• nettoie son aire de travail pendant et après une activité.</li> <li>• demande immédiatement les premiers soins pour toute brûlure, coupure ou réaction inhabituelle.</li> <li>• garde son aire de travail en ordre, n'ayant que le matériel nécessaire.</li> </ul>

## Organisation du guide pédagogique

Les résultats d'apprentissage par matière pour chaque année sont regroupés en modules, et chaque module est divisé par sujet. Des suggestions quant aux stratégies d'apprentissage, d'enseignement et de mesure et aux ressources didactiques sont offertes pour faciliter l'atteinte des résultats.

Les modules d'un niveau scolaire sont présentés dans un certain ordre. Dans certains cas, la séquence recommandée correspond à l'ordre de présentation des concepts au cours de l'année, c'est-à-dire qu'un module peut initier les élèves à un concept qui est étudié plus en détail dans un module subséquent. De même, un module peut accorder une place particulière à une aptitude ou à un contexte qui sera renforcé plus tard dans l'année.

Certains modules ou certaines parties de modules peuvent être combinés. C'est là un moyen d'aider les élèves à saisir les liens entre les sujets scientifiques et entre les sciences et le monde. Certains modules nécessiteront plus de temps que d'autres, par exemple lorsqu'il faudra recueillir des données sur des régimes météorologiques ou encore la croissance des plantes. Il pourrait donc être nécessaire de débiter rapidement ces modules et de permettre qu'ils chevauchent l'étude d'autres modules. Dans tous les cas, l'objectif est de permettre aux élèves de se familiariser avec des concepts et des sujets scientifiques dans des contextes significatifs sur le plan social et culturel.

## Organisation des modules

Chaque module commence par une synopsis de deux pages. La première page est un aperçu du module. L'aperçu donne une introduction, précise le contexte et les démarches d'application des habiletés qui sont privilégiées dans le module (recherche scientifique, résolution de problèmes et prise de décisions) et enfin, fait ressortir les liens du module avec les aptitudes et les concepts enseignés dans les autres années pour que les enseignants sachent comment le module s'inscrit dans l'ensemble du programme de sciences.

La deuxième page est composée d'un tableau des résultats visés dans le cadre du module conformément au *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*. Le système de numérotation utilisé dans le tableau est celui qu'on trouve dans ce document pancanadien :

- 100 - résultats liés aux sciences, à la technologie, à la société et à l'environnement (STSE);
- 200 - résultats liés aux habiletés;
- 300 - résultats liés aux connaissances;
- 400 - résultats liés aux attitudes.

Ces codes apparaissent entre parenthèses à la suite de chaque résultat d'apprentissage par matière.

## La page double à quatre colonnes

Chaque sujet est présenté sur une page double à quatre colonnes tel qu'il est illustré ci dessous. Dans certains cas, un sujet prend plus d'une page double à quatre colonnes. Le sujet est précisé dans le coin supérieur gauche de la page double.

Page double à quatre colonnes

### Première Page

### Deuxième Page

Sujet			
Resultats	Explications—Stratégies d'apprentissage et d'enseignement	Méthodes d'enseignement et de mesure	Ressources/Notes
<p>Les élèves devront :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Résultat d'apprentissage par matière basé sur les résultats pancanadiens (code du résultat)</li> <li>Résultat d'apprentissage par matière basé sur les résultats pancanadiens (code du résultat)</li> </ul>	<p>Explication du résultat et stratégies d'apprentissage et d'enseignement</p> <p>Explication du résultat et stratégies d'apprentissage et d'enseignement</p>	<p><i>Observations formelles et informelles</i></p> <p><i>Performance</i></p> <p><i>Journaux d'apprentissage</i></p> <p><i>Interviews</i></p> <p><i>Interrogations papier crayon</i></p> <p><i>Exposés</i></p> <p><i>Portfolio</i></p>	<p>Responsabilité provinciale</p>

<i>Première colonne : Résultats</i>	<p>La première colonne donne les résultats d'apprentissage par matière. Ces résultats sont fidèles au <i>Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12</i>. Les énoncés correspondent aux résultats liés aux STSE (sciences, technologie, société et environnement), aux habiletés et aux connaissances précisés par le ou les numéros qui apparaissent entre parenthèses. Certains résultats en matière de STSE et d'habiletés sont présentés de manière à expliquer comment on peut les atteindre.</p> <p>Pour chaque matière, on présente des résultats d'apprentissage précis. Il est possible de regrouper autrement les résultats souhaités; en fait, cela sera parfois nécessaire pour tirer profit de situations locales. Le groupement des résultats ne fait que suggérer une séquence d'enseignement. Les enseignants peuvent présenter les sujets dans l'ordre qu'ils jugent approprié pour répondre aux besoins des élèves.</p> <p>La première et la deuxième colonnes définissent ce que les élèves doivent apprendre et être en mesure d'accomplir.</p>
<i>Deuxième colonne : Explications – Programme de sciences pour le Canada atlantique</i>	<p>La deuxième colonne explique les résultats énumérés dans la première colonne et décrit les environnements et les expériences d'apprentissage qui permettront aux élèves d'atteindre les résultats.</p> <p>Les stratégies présentées dans cette colonne donnent un aperçu global de l'enseignement. Dans certains cas, elles visent un résultat précis; dans d'autres cas, elles visent un groupe de résultats.</p>
<i>Troisième colonne : Méthodes d'enseignement ou de mesure</i>	<p>La troisième colonne suggère des méthodes pour mesurer les réalisations des élèves. Les suggestions s'inspirent de diverses techniques et outils de mesure, par exemple : observations formelles ou informelles, performance, journaux d'apprentissage, interviews, interrogations papier-crayon, exposés et portfolios. Certaines méthodes peuvent servir à mesurer l'apprentissage par rapport à un seul objectif, d'autres à mesurer l'apprentissage par rapport à plusieurs objectifs. Les numéros entre parenthèses à la fin des énoncés renvoient aux résultats d'apprentissage qui doivent être mesurés par la méthode suggérée.</p>
<i>Quatrième colonne : Ressources/Notes</i>	<p>La quatrième colonne offre un espace pour prendre note de ressources utiles. Cette colonne renvoie surtout à l'ouvrage <i>Sciences 9</i>, mais les enseignants sont encouragés à chercher d'autres ressources pour les aider à atteindre tel ou tel résultat d'apprentissage.</p> <p>On peut se procurer toutes les cassettes audio-visuelles mentionnées dans cette colonne en s'adressant à Direction des ressources pédagogiques du ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick.</p>



**Module 1**  
**Sciences de la vie :**  
**La reproduction**

# Aperçu du module

## Introduction

La reproduction est le mécanisme biologique qui assure la continuité et la diversité des espèces. Donnez aux élèves l'occasion d'explorer les processus fondamentaux de la reproduction, ainsi que l'hérédité et la transmission des traits d'une génération d'organismes vivants à une autre.

La capacité des scientifiques et des technologues de manipuler, modifier et transférer du matériel génétique s'est grandement accrue depuis quelques années. Dans le présent module, les élèves pourront étudier les plus récents progrès et usages de la manipulation génétique et de la thérapie génique et en débattre. Une approche axée sur les STSE (sciences, technologie, société et environnement) devrait permettre de définir la démarche à adopter pour explorer le monde en constante évolution de la génétique et de la manipulation génétique.

## Démarches et contexte

Le présent module met l'accent sur la recherche scientifique. Il est divisé en trois sections : les processus cellulaires, la reproduction sexuée et asexuée et les changements génétiques. Dans la première section, les élèves étudieront le rôle du noyau dans la mitose et la méiose et seront initiés à ces deux processus de la reproduction cellulaire. Dans la deuxième section, les élèves se pencheront sur la reproduction sexuée et asexuée chez des organismes représentatifs et compareront les deux types de reproduction. Enfin, dans la section sur les changements génétiques, les élèves discuteront de divers sujets d'actualité comme le clonage, la thérapie génique et la manipulation génétique.

## Liens avec le reste du programme de sciences

Rendus à la fin de la 3<sup>e</sup> année, les élèves auront étudié les cycles de la vie d'une variété de plantes et d'animaux communs. À la fin de la 6<sup>e</sup> année, ils devraient pouvoir décrire le rôle des divers systèmes des êtres vivants — humains et animaux — dans la reproduction et la croissance. En 8<sup>e</sup> année, les élèves ont découvert la cellule comme un être vivant ayant toutes les caractéristiques de la vie et ils ont étudié les relations structurales et fonctionnelles entre les cellules, les tissus, les organes et les systèmes du corps humain.

Dans le cours de Biologie 12, les élèves verront un module intitulé *La continuité génétique* qui explore en détail la méiose et la mitose. Ils se familiariseront aussi avec la génétique mendélienne, y compris les concepts de dominance, de codominance, de récessivité et de disjonction indépendante. Ce module est en grande partie fondé sur la matière du présent module.

**Résultats d'apprentissage**

<b>STSE</b>	<b>Habiletés</b>	<b>Connaissances</b>
<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>109-14 expliquer l'importance d'utiliser un langage précis en sciences et en technologie.</p> <p>110-3 recenser les changements importants dans les vues scientifiques du monde.</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>111-1 donner des exemples de connaissances scientifiques qui ont mené à des innovations technologiques.</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>112-12 donner des exemples de la contribution du Canada aux sciences et à la technologie.</p> <p>113-10 donner des exemples de problèmes qui surviennent à la maison, dans un milieu industriel ou dans l'environnement et qui ne peuvent pas être résolus à l'aide de connaissances scientifiques ou technologiques.</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Énoncé du problème et planification</b></p> <p>208-2 cerner des questions à étudier découlant de problèmes pratiques.</p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p>209-5 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source.</p> <p>209-6 utiliser des outils et des instruments de façon sécuritaire.</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>210-2 compiler et afficher des données, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats : diagrammes, organigrammes, tableaux, histogrammes, graphiques linéaires, diagrammes de dispersion.</p> <p>210-4 prédire la valeur d'une variable en interpolant ou en extrapolant à partir de données graphiques.</p> <p>210-8 appliquer certains critères à l'évaluation de résultats et de sources de renseignements.</p> <p>210-9 calculer les valeurs théoriques d'une variable.</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>211-2 communiquer des questions, des idées, des intentions, des projets et des résultats à l'aide de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux de données, de graphiques, de dessins, du langage parlé et d'autres moyens</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p>304-11 illustrer et décrire le processus fondamental de la division cellulaire, y compris les effets sur la membrane cellulaire et sur le contenu du noyau.</p> <p>305-1 reconnaître que le noyau d'une cellule contient de l'information génétique et déterminer les processus cellulaires.</p> <p>305-2 distinguer la reproduction sexuée de la reproduction asexuée chez des organismes représentatifs.</p> <p>305-3 comparer la reproduction sexuée et asexuée pour ce qui est des avantages et des inconvénients.</p> <p>305-5 discuter des facteurs qui peuvent modifier l'information génétique d'une cellule.</p>

## Processus cellulaires

### Résultats

Les élèves devront :

- reconnaître que le noyau d'une cellule contient de l'information génétique et détermine les processus cellulaires. (305-1)
- expliquer l'importance de bien utiliser les termes gène et chromosome. (109-14)
- recenser des changements importants dans les vues scientifiques du monde. (110-3)

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

En 8<sup>e</sup> année, les élèves ont vu le concept de base de la cellule. Ils ont étudié les similarités et les différences entre les cellules végétales et les cellules animales. Ils ont également fait des activités visant à leur faire comprendre que la reproduction et la croissance dépendent de la division cellulaire. En préparation d'une recherche sur la reproduction sexuée des plantes, vous devriez commencer à faire pousser une plante à fleur, un lys par exemple, avant d'entreprendre le présent module. Les élèves seront peut-être intéressés à étudier les processus cellulaires et les changements génétiques s'ils participent aux discussions initiales sur des sujets comme le clonage, les organismes et les aliments génétiquement modifiés ou la thérapie génique. Au fur et à mesure qu'ils se familiariseront avec la génétique, les élèves devraient arriver à reconnaître les grands changements dans la compréhension scientifique de la génétique. Vous pouvez aborder divers sujets, par exemple la création d'animaux ayant des traits désirés, le noyau de la cellule comme source du matériel génétique et la contribution de Watson et de Crick.

Pour entamer le présent module, vous pouvez par exemple demander aux élèves d'observer les différences et les similarités entre les élèves de la classe ou les membres de leur famille, de les noter et de présenter en classe les renseignements recueillis. On pourra ainsi comparer des traits physiques génétiques, notamment la couleur des cheveux ou des yeux, des lobes d'oreille attachés ou détachés, les personnes qui roulent ou non les R. Les élèves pourront recueillir des données pour déterminer la fréquence de certains traits dans la classe ou dans leur famille. Les élèves profiteront peut-être de l'occasion pour demander pourquoi chaque personne est à la fois unique et semblable à ses camarades de classe ou aux membres de sa famille par exemple. Ils pourraient poser des questions comme : Qu'est-ce qui fait que les gens sont pareils mais en même temps différents? et Est-ce qu'on trouve chez d'autres espèces les mêmes similarités et les mêmes différences? Les maladies, leurs causes et la lutte contre les maladies peuvent être d'autres sujets de recherche.

En 8<sup>e</sup> année, les élèves ont comparé des cellules animales et végétales typiques. Ils ont vu les principales composantes d'une cellule : noyau, membrane cellulaire, paroi cellulaire, cytoplasme et chloroplastes. En 9<sup>e</sup> année, ils doivent commencer à étudier le rôle du noyau de la cellule. Au fil de leurs recherches et des activités, les élèves devraient arriver à comprendre les fonctions de base des chromosomes et des gènes et comment l'information génétique et les traits sont transférés à l'intérieur d'un organisme et transmis à sa progéniture.

Normalement, on ne peut pas voir les chromosomes à l'aide d'un microscope optique, sauf si la cellule examinée est en train de se diviser. Les élèves pourraient examiner des lamelles préparées de cellules qui se divisent afin de pouvoir observer les chromosomes du noyau. Les élèves pourraient par exemple examiner des lamelles d'extrémités radiculaires d'oignon pour voir des chromosomes dans des cellules en train de se diviser. Vous pouvez vous servir de films vidéo et de logiciels comme suppléments aux recherches avec microscope sur l'activité cellulaire pendant la mitose et la méiose.

## Processus cellulaires

### Méthodes d'enseignement ou de mesure

### Ressources/Notes

#### *Performance*

- Faites un sondage auprès de membres de votre famille ou dans la classe pour recueillir des données sur les sujets suivants :
  - les cheveux lisses et les mèches de cheveux rebelles
  - les personnes qui peuvent rouler leur langue et celles qui ne le peuvent pas
  - les personnes qui ont des poils sur le petit doigt et celles qui n'en n'ont pas
 Créez une unité d'affichage des données recueillies.  
(109-14, 305-1)

#### *Journal d'apprentissage*

- Expliquez la différence entre un gène et un chromosome et dites pourquoi ces termes ne sont pas interchangeables. (109-14, 305-1)

#### *Interrogations papier-crayon*

- Faites une recherche sur la guérison des blessures et présentez les renseignements recueillis. (304-11, 305-1)
- Faites une recherche sur les découvertes de Watson et de Crick qui nous ont permis de mieux comprendre la génétique. (110-3)
- À l'aide d'un croquis ou d'un dessin, illustrez la différence entre un gène et un chromosome. (109-14, 305-1)

#### *Exposés*

- Créez un modèle simple en trois dimensions d'un noyau contenant des chromosomes et expliquez pourquoi on parle de chromosomes et non de gènes. (109-14)
- Dessinez une cellule animale ordinaire et identifiez le noyau et ses composantes. (305-1)

#### Sciences 9

- p. 142-143 : 5.2  
et  
p. 176-178 : 6.1  
(305-1, 109-14)
- p. 180-183 : 6.2 & 6.3  
ou  
p. 194-197 : 6.9  
(110-3)

#### Audiovisuel

*Geometry of Life*, NBDE  
n° 702332  
(305-1, 109-14, 110-3)

**Processus cellulaires (suite)****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- illustrer et décrire le processus fondamental de la mitose et de la méiose. (304-11)

Les élèves doivent comprendre que la mitose est le processus de la division cellulaire qui permet la croissance et le remplacement des cellules et que toutes les cellules n'ont pas le même rythme de reproduction. Il n'est pas nécessaire pour des élèves de 9<sup>e</sup> année d'apprendre le nom des quatre phases de la mitose. Invitez-les à créer des modèles simples des différentes phases de la mitose.

Il incombe de bien faire la distinction entre gène et chromosome car ces deux mots sont parfois utilisés à tort de façon interchangeable. Amenez les élèves à reconnaître que nous comprenons maintenant beaucoup mieux le rôle de ces composantes cellulaires qu'à l'époque de leur découverte. **Note aux enseignants :** *Les gènes sont des parties précises des chromosomes, et un gène ou une combinaison de gènes détermine les traits d'une personne.* Il n'est pas nécessaire d'aborder le sujet de l'ADN (acide désoxyribunocléique) en 9<sup>e</sup> année, mais vous pouvez le faire à titre de supplément si vous en avez le temps ou si les élèves sont intéressés.

Les élèves doivent se familiariser avec les phases de la mitose de manière à pouvoir comparer la mitose et la méiose. Il n'est pas nécessaire que les élèves apprennent par coeur ces deux processus; il suffit qu'ils comprennent le résultat de ces deux formes de reproduction cellulaire. Il n'est pas non plus nécessaire pour les élèves de 9<sup>e</sup> année d'apprendre le nom des phases de la mitose et de la méiose. Certaines ressources commerciales renferment toutefois ces termes et en donnent une description détaillée. Il suffira en 9<sup>e</sup> année d'étudier brièvement ces processus. Les élèves doivent saisir que la méiose donne lieu à la production de cellules chez la plupart des plantes et des animaux. Ils peuvent simuler la mitose et la méiose en se regroupant en paires et en utilisant des dossards ou des étiquettes de différentes couleurs pour identifier les chromosomes ou les paires de chromosomes.

- calculer le rythme de croissance théorique d'une cellule, produire un graphique et calculer la population cellulaire à partir des données du graphique. (210-2, 210-4, 210-9)

Voici une activité qui permettra aux élèves de bien comprendre le rythme de croissance exponentiel des cellules par la mitose : Demandez aux élèves s'ils préféreraient avoir un million de dollars ou la valeur totale des sous placés sur un damier si chaque sou, placé sur le premier carré, doublait sa valeur en passant au carré suivant. Permettez aux élèves d'utiliser une calculatrice. Les élèves doivent également prendre conscience que les cellules meurent et sont remplacées, dans la plupart des cas, à un rythme à peu près semblable à celui de la division cellulaire. Les élèves pourraient faire une culture de levure et étudier le rythme de croissance sur une courte période. Cette activité peut également servir à étudier le bourgeonnement.

**Processus cellulaires (suite)****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Performance*

- Cherchez des photos de cellules à différentes phases de la mitose ou de la méiose dans Internet et décrivez leurs similarités et leurs différences. (304-11)

*Interrogations papier-crayon*

- Faites un graphique linéaire qui illustre le rythme de croissance exponentiel théorique d'une reproduction cellulaire et un autre graphique linéaire illustrant vos prédictions d'une meilleure représentation de la croissance réelle. Expliquez chaque ligne. (210-2, 210-4, 210-9)
- Par une série de dessins, illustrez les processus de base de la mitose et de la méiose. (304-11)
- Élaborez une carte conceptuelle pour illustrer la mitose et la méiose. (304-11)
- Faites une recherche sur la guérison des blessures et présenter les renseignements recueillis. (304-11)

*Exposés*

- Écrivez et jouez une pièce qui explique les processus de la mitose et de la méiose. (304-11)
- Écrivez et jouez une émission radiophonique qui décrit en détail les quatre phases de la mitose. (304-11)
- Faites un graphique illustrant des rythmes de croissance cellulaire théoriques et superposez à ce graphique un autre graphique représentant un rythme de croissance cellulaire réel. (209-9, 210-2, 210-4)

*Portfolio*

- Mettez au point une carte conceptuelle illustrant les rapports qui existent entre les termes qui ont été vus dans la présente section du module (chromosome, gène, allèle, sexué, asexué, mitose, méiose) (109-14, 304-11)

Sciences 9

- p. 148-155 : mitose  
5.4, 5.5, 5.6  
et  
p. 206-207 : méiose  
7.2  
(304-11)

- Faites un choix judicieux parmi les activités suivantes (qu'il faudra peut-être modifier pour atteindre les résultats souhaités) :
  - p. 160 - Expérience
  - p. 166-167 - 5.11
  - p. 168-169 - 5.12  
(210-2, 210-4, 210-9)

Audiovisuel

*Comparisons of Mitosis and Meiosis*,  
Access  
n° 705597, VH

## Reproduction sexuée et asexuée

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- distinguer la reproduction sexuée et la reproduction asexuée chez des organismes représentatifs. (305-2)
- comparer les avantages et les désavantages de la reproduction sexuée et de la reproduction asexuée. (305-3)
- cerner des questions à étudier relativement à la reproduction sexuée chez les plantes. (208-2)
- utiliser les outils et les appareils de façon sécuritaire pour étudier la structure des fleurs. (209-6)
- communiquer les résultats d'une recherche sur la structure des fleurs. (211-2)

Donnez aux élèves l'occasion d'étudier divers modes de reproduction asexuée. Ils peuvent notamment visionner des diapositives ou des films vidéo qui montrent les modes de reproduction suivants : fission (algues et protozoaires), production de spores (moisissures sur du vieux pain ou des fruits pourris) et bourgeonnement (levure ou hydre). Les élèves doivent pouvoir illustrer divers modes de reproduction sexuée et asexuée. Demandez-leur par exemple de comparer la reproduction des levures et des roses à l'aide de diagrammes ou de croquis.

En général, la reproduction sexuée nécessite deux parents. Les élèves doivent prendre conscience que les organismes sexués en général ont une plus grande variété de traits à l'intérieur d'une même espèce que les organismes asexués. Pour souligner ce point, vous pouvez étudier des plantes comme les roses. Donnez aux élèves la possibilité de communiquer les résultats de ce genre de recherche au moyen d'affiches, d'exposés multimédia ou de dessins.

Invitez les élèves à réfléchir aux avantages et aux inconvénients de la reproduction sexuée et asexuée. Dans la reproduction asexuée, les organismes peuvent se multiplier d'eux-mêmes. Toutefois, ces organismes doivent généralement compter sur une mutation pour avoir un descendant sensiblement différent de la cellule-mère. Dans la reproduction sexuée, il faut deux parents pour assurer la reproduction, exception faite de certains types de plantes qui ont à la fois les organes mâles et femelles. Dans la reproduction sexuée, une plus grande variété de traits est possible. Les élèves peuvent faire des recherches par exemple sur les différentes espèces de chiens, de chats et de roses et en discuter.

Donnez l'occasion aux élèves d'observer une variété de plantes ou des photos de plantes et demandez-leur d'expliquer leur compréhension de la reproduction des plantes. Demandez aux élèves de formuler des thèmes de recherche sur la reproduction des plantes, p. ex. Comment certaines fleurs se distinguent-elles d'autres espèces? ou encore Quelles sont les composantes de base des fleurs? Vous devez commencer la culture des plantes à fleur à l'avance pour cette activité ou vous procurer les plantes d'une source quelconque. Le lys est une bonne plante à utiliser car il a de grandes fleurs et les composantes des fleurs sont faciles à distinguer. À l'aide d'outils de base (ciseaux, pinces à dissection, loupes simples, sondes), les élèves pourront examiner les différentes parties des plantes. Ils pourraient faire des dessins de ces composantes pour communiquer le résultat de leurs recherches.

**Reproduction sexuée et asexuée****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Observation*

- Auto-évaluation (208-2, 209-6, 211-2)

**Reproduction des plantes - auto-évaluation**

Tâche	Rarement		Toujours	
J'élabore les procédures dans un ordre logique.	1	2	3	4
J'utilise les outils avec soin et efficacement.	1	2	3	4
Je prends des notes précises de mes observations.	1	2	3	4
Je communique avec exactitude les résultats de mes recherches.	1	2	3	4

*Performance*

- Pourquoi le stigmate peut-il recevoir les grains de pollen? (211-2, 305-3)

*Interrogations papier-crayon*

- Pourquoi le descendant d'un organisme asexué ressemble-t-il beaucoup à l'organisme parent? (303-3)
- Les abeilles cueillent sur les plantes un liquide sucré appelé nectar. Ce faisant, elles aident à la fécondation des fleurs. Faites une recherche pour découvrir ce que les abeilles font par inadvertance lorsqu'elles cueillent le nectar. (305-3)

*Exposés*

- Faites une recherche sur les similarités et les différences entre les organismes à reproduction sexuée et les organismes à reproduction asexuée et présentez les renseignements recueillis. (305-2)
- Faites une recherche sur les techniques de clonage des animaux et des plantes. De quelle manière le clonage ressemble-t-il à la reproduction asexuée? (305-3)
- Faites une affiche ou une murale représentant des organismes asexués. (305-2)
- Faites une série de croquis ou de dessins à l'ordinateur d'organismes sexués et asexués. (305-3)
- Créez un présentoir pour illustrer la variété d'une espèce à reproduction sexuée. (305-3)

Sciences 9

- p. 159-161: 5.8  
Pour étudier davantage la reproduction asexuée, si vous en avez le temps :
  - p. 190-193 : 6.7 & 6.8 (305-2, 305-3)
- p. 208-213 : 7.3, 7.4 & 7.5 (208-2, 209-6, 211-2)

Audiovisuel

*Asexual Reproduction and Alternation of Generations*, Access n°705598, VH (305-2, 305-3)

*Plant Reproduction*, Magic n°705438, VH (208-2, 209-6, 211-2)

## Changements génétiques

### Résultats

Les élèves devront :

- donner des exemples de conditions génétiques qui ne peuvent pas être guéries ou traitées à l'aide de connaissances scientifiques ou technologiques à l'heure actuelle. (113-10)
- comparer des facteurs qui peuvent modifier l'information génétique d'une cellule :
  - mutations causées par la nature
  - mutations causées par l'activité humaine (305-5)
- évaluer les renseignements recueillis sur la génétique et le génie génétique. (209-5, 210-8)
- donner des exemples de la manière dont la connaissance des fonctions cellulaires a mené à des innovations technologiques. (111-1)
- donner des exemples de la contribution du Canada aux sciences et à la technologie en matière d'hérédité et de génie génétique. (112-12)

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Vous pouvez commencer la présente section sur les changements génétiques en faisant un survol de certaines conditions génétiques toujours incurables. Les élèves peuvent se pencher sur des désordres liés à la reproduction et aux gènes auxquels la science et la technologie n'ont pas encore apporté de solution, par exemple certaines causes de cancer et des désordres génétiques comme la fibrose kystique.

Les élèves sont peut-être au courant de certains travaux de manipulation génétique qui se font dans le monde. C'est là un sujet qui peut facilement donner lieu à un examen de différents points de vue sur un sujet scientifique ou technologique précis.

Amenez les élèves à se pencher sur le débat de l'environnement par opposition à la génétique relativement aux changements génétiques chez les populations. Les élèves pourront étudier des facteurs naturels (rayonnements solaires et gaz radioactifs) et des facteurs humains (produits chimiques et rayonnements nucléaires) pour comprendre comment on peut modifier l'information génétique d'un individu ou d'une génération à l'autre. Encouragez les élèves à cerner des sujets liés à la manipulation génétique qui font l'objet d'un débat et à formuler leurs propres questions sur ces sujets. Il y a de nombreux sujets que vous pouvez examiner ou discuter, notamment les médicaments qui ont un effet sur les processus génétiques (la thalidomide par exemple), la pollution au mercure, l'utilisation des rayons X, l'utilisation de divers types de rayonnements (nucléaires et électromagnétiques).

Le sujet de la manipulation génétique se prête bien à l'analyse critique d'un processus ou d'une technologie. Donnez aux élèves des occasions d'étudier le point de vue de divers scientifiques, chercheurs et organisations qui travaillent ou étudient dans le domaine du génie génétique et de discuter de ces différents points de vue. Les élèves devraient également avoir la chance d'évaluer des sources de renseignements en tenant compte de divers facteurs, notamment la date de publication, le genre de public auquel s'adresse le matériel et l'intention de l'auteur. Les élèves peuvent étudier la documentation et les points de vue de divers groupes sur des sujets comme le clonage, la manipulation génétique, la thérapie génique et les aliments génétiquement modifiés.

Pour faire ressortir les enjeux liés à la manipulation génétique, les élèves peuvent organiser des jeux de rôles ou des débats. Pour aider les élèves à bien saisir la complexité du débat, parlez-leur de divers sujets d'actualité comme le clonage d'animaux (des moutons par exemple) et la recherche et la technologie en matière de génétique liée aux aliments et à leur qualité.

Les élèves peuvent, par exemple, faire des recherches sur la mise au point de variétés de blé et de pommes de terre, le clonage, des entreprises de génie génétique comme Aqua Bounty Farms de Terre-Neuve ou encore les programmes de sélection dans l'industrie du bétail.

## Changements génétiques

### Méthodes d'enseignement ou de mesure

### Ressources/Notes

#### *Observation*

- Faites une recherche sur l'opinion de divers scientifiques et autres personnes sur le clonage d'animaux. Participez à un jeu de rôles ou à un débat sur le sujet. (210-8, 305-5)

#### *Interrogations papier-crayon*

- Faites une recherche sur une entreprise de votre région ou de votre province qui fait des travaux de manipulation ou de sélection génétique et présentez les renseignements recueillis. (112-12, 305-5)
- Rédigez un texte pour expliquer deux points de vue sur le clonage des plantes et des animaux. (209-5, 210-8)
- Faites une recherche sur les effets positifs et négatifs des mutations ou des changements dans le code génétique (par exemple la guérison ou le traitement des maladies - effet positif; les organismes comme des bactéries et des moustiques qui développent une résistance à un pesticide - effet négatif). (305-5)

#### *Exposés*

- Préparez un rapport verbal sur la thérapie génique. (111-1, 113-10, 305-5)
- Étudiez un facteur qui cause des altérations génétiques, par exemple les rayonnements nucléaires ou la thalidomide, et préparez un rapport que vous présenterez à la classe. (209-5, 210-8, 305-5)
- Créez un exposé multimédia sur les travaux effectués en vue de trouver un traitement pour des désordres génétiques chez les humains. (111-1, 113-10)
- Préparez une présentation visuelle sur les techniques génétiques. (210-8)

#### Sciences 9

- p. 179 : Profil de carrière - Chercheur en fibrose kystique (113-10)
- p. 180-183 : 6.2 & 6.3 facultatif  
p. 184-185 : 6.4 (305-5)
- p. 144-147 : 5.3 (111-1)

#### Audiovisuel

*Genetic Engineering*, CANL n° 704834, VH (305-5, 209-5, 210-8, 111-1)



**Module 2**  
**Physiques :**  
**Les atomes et les éléments**

# Aperçu du module

## Introduction

La chimie moderne est fondée sur la théorie atomique et les découvertes qui y sont associées. À partir d'explorations préalables réalisées avec diverses substances et le modèle particulaire de la matière, les élèves se familiariseront avec les composantes de base des atomes et des molécules, avec les symboles chimiques et avec les éléments et les composés communs. Amenez les élèves à bien saisir les liens qui existent entre leurs notions en chimie et des situations de la vie courante.

## Démarches et contexte

Le présent module met l'accent sur la recherche scientifique. Les élèves doivent faire des activités qui illustrent comment les connaissances et les théories qui ont trait aux atomes et aux éléments ont été élaborées. Le présent module offre une excellente occasion de faire la distinction entre une loi et une théorie en sciences.

## Liens avec le reste du programme de sciences

De la 1<sup>re</sup> à la 3<sup>e</sup> année, les élèves ont jeté un regard sur les propriétés des objets et des substances (propriétés physiques). Ils ont aussi été initiés à l'électricité statique et au magnétisme. Rendus à la fin de la 6<sup>e</sup> année, ils ont vu les propriétés et les changements des substances (propriétés des changements physiques et chimiques).

En 10<sup>e</sup> année, dans le module *Les réactions chimiques*, les élèves apprendront à nommer et à écrire la formule de quelques composés ioniques et moléculaires communs en se servant du tableau périodique et d'une liste d'ions. Ils apprendront à classer des substances comme acides, bases ou sels selon leurs caractéristiques, leur nom et leur formule. Ils apprendront à illustrer des réactions chimiques et la conservation de la masse au moyen de modèles moléculaires et d'équations symboliques équilibrées. À ce niveau, les élèves découvriront que la neutralisation implique l'utilisation d'un acide pour atténuer une base, et vice versa. Enfin, ils apprendront quelle incidence des facteurs tels que la chaleur, la concentration, la lumière et la surface de contact peuvent avoir sur les réactions chimiques.

En 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> années, les élèves qui choisiront le cours de chimie étudieront notamment la chimie organique, les acides et les bases, les liaisons, l'électrochimie, les solutions, la stœchiométrie et la thermochimie.

**Résultats d'apprentissage**

<b>STSE</b>	<b>Habiletés</b>	<b>Connaissances</b>
<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>109-2 décrire et expliquer le rôle de la collecte de données, de la définition de relations, de la proposition d'explications et de l'imagination dans le développement du savoir scientifique.</p> <p>109-13 expliquer l'importance de choisir des mots qui sont appropriés du point de vue de la science et de la technologie.</p> <p>109-14 expliquer l'importance d'utiliser un langage précis en sciences et en technologie.</p> <p>110-1 donner des exemples d'idées et de théories utilisées par le passé pour expliquer des phénomènes naturels.</p> <p>110-3 définir des changements importants dans les vues du monde scientifique.</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>111-1 donner des exemples de connaissances scientifiques qui ont mené à des innovations technologiques.</p> <p>111-4 donner des exemples de technologies qui ont amélioré, favorisé ou rendu possible des recherches scientifiques.</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>112-3 expliquer comment les besoins de la société peuvent mener à des innovations scientifiques et technologiques</p> <p>112-8 donner des exemples qui illustrent que des activités scientifiques et technologiques peuvent faire intervenir des groupes ou des individus.</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p>209-7 démontrer une connaissance des normes du SIMDUT en utilisant de bonnes techniques pour la manipulation et l'élimination des matériaux de laboratoire.</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>210-1 utiliser ou élaborer une clé de classification.</p> <p>210-2 compiler et afficher des données, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats : diagrammes, organigrammes, tableaux, histogrammes, graphiques linéaires, diagrammes de dispersion.</p> <p>210-11 énoncer une conclusion fondée sur des données expérimentales et expliquer comment les données recueillies appuient ou réfutent l'idée initiale.</p> <p>201-16 à partir de ce qui a été appris, cerner de nouvelles questions et de nouveaux problèmes.</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p>307-12 étudier des substances et les décrire en fonction de leurs propriétés physiques.</p> <p>307-13 décrire des changements de propriétés de substances qui résultent d'une certaine réaction chimique ordinaire.</p> <p>307-14 utiliser des modèles pour décrire la structure et les composantes des atomes et des molécules.</p> <p>307-15 donner des exemples d'éléments communs et comparer leurs caractéristiques et leur structure atomique.</p> <p>307-16 écrire le symbole chimique ou la formule moléculaire d'éléments et de composés communs.</p>

## Questions de sécurité et propriétés physiques

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- comparer d'anciennes conceptions de la structure de la matière à leur propre conception. (110-1)
- démontrer une connaissance des normes du SIMDUT en utilisant de bonnes techniques pour la manipulation et l'élimination des matériaux de laboratoire. (209-7)
- étudier des substances et les décrire en fonction de leurs propriétés physiques. (307-12)
- compiler et afficher les données recueillies pendant leurs recherches sur les propriétés physiques des substances étudiées. (210-2)

Vous pouvez commencer le présent module avec une activité visant à déterminer ce que les élèves savent déjà et ce qu'ils veulent apprendre au sujet de la matière. Pour évaluer les connaissances des élèves, vous pouvez poser les questions suivantes : Qu'est-ce que la matière? De quoi la matière est-elle faite à votre avis? À quelle échelle la matière peut-elle être fractionnée? Les élèves devraient étudier d'anciennes conceptions de la matière, par exemple les théories d'Aristote ou des anciens Grecs qui croyaient que la matière était composée d'air, de feu et/ou d'eau. Une telle recherche fera prendre conscience aux élèves que la compréhension des notions scientifiques change avec le temps.

Il est important que l'enseignant et les élèves, tous ensemble, élaborent des règles de sécurité en laboratoire fondées sur les lignes directrices provinciales en matière de sécurité. Après discussion, on s'entendra sur des règles qui devront être acceptées par tous puis affichées. Les élèves voudront peut-être utiliser diverses méthodes de communication pour faire connaître ces règles; c'est ici une occasion pour les élèves de mettre en valeur leurs talents artistiques et leur créativité. Les affiches sur la sécurité fabriquées par les élèves peuvent servir à illustrer les règles de sécurité et rappeler aux élèves l'importance de respecter ces règles. Parlez aux élèves des fiches techniques du SIMDUT. Il n'est pas nécessaire que les élèves comprennent tous les renseignements des fiches techniques sur les produits chimiques, mais ils doivent saisir que ces fiches contiennent des renseignements précieux concernant la manipulation et l'élimination des produits chimiques. Vous voudrez peut-être afficher des échantillons de fiches techniques dans la classe ou le laboratoire pour que les élèves puissent en prendre connaissance.

Demandez aux élèves de décrire des objets ordinaires par rapport à leurs caractéristiques physiques pour leur faire prendre conscience que les propriétés physiques peuvent servir à identifier des objets ou des substances. Les élèves pourraient par exemple jouer à deviner des objets décrits par d'autres élèves. Si la liste des objets est suffisamment longue, ils pourraient créer une base de données pour faire cette activité. Les propriétés physiques sont des propriétés qui n'ont rien à voir avec la formation d'une nouvelle substance. Voici quelques exemples de propriétés physiques : odeur, couleur, goût, point de fusion, point d'ébullition, solubilité, malléabilité et densité.

Demandez aux élèves de tester la résistance, la malléabilité, la flexibilité et la densité de plusieurs morceaux de matière de mêmes dimensions, par exemple du cuivre, de l'aluminium, du fer, du plastique et du bois.

Les élèves peuvent aussi étudier d'autres propriétés physiques comme la texture et la couleur. Les tests peuvent être faits avec diverses substances : bicarbonate de soude, sel, sucre, limaille de fer, farine. Encouragez les élèves à mettre au point une façon efficace de rassembler et d'afficher les données qu'ils auront recueillies pendant les activités.

**Questions de sécurité et propriétés physiques****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Observation*

- **Auto-évaluation** (201-2, 307-12)

Propriétés physiques - liste de contrôle	Oui	Non
J'ai compris la tâche à faire. J'ai élaboré des procédures à suivre claires. J'ai suivi les procédures tel que prévu. J'ai utilisé l'équipement de façon sécuritaire et avec précision. J'ai pris note de mes observations de manière organisée.		

*Journal d'apprentissage*

- À votre avis, de quoi la matière est-elle composée? À quelle échelle peut-elle être fractionnée? (110-1)
- Créez une publicité mettant en valeur les propriétés physiques d'une substance imaginaire qui vient juste d'être mise au point ou découverte. (307-12)

*Interrogations papier-crayon*

- Rédigez une histoire où les personnages sont décrits en fonction de leurs propriétés physiques. (307-12)
- Faites une recherche sur une substance donnée pour découvrir ses propriétés physiques. (307-12)
- Interviewez une personne associée à un programme de gestion des déchets pour vous renseigner sur les normes du SIMDUT qui sont appliquées dans l'élimination des déchets dangereux. (209-7)

*Exposés*

- Rédigez un poème ou créez une bande dessinée pour illustrer un dispositif de sécurité ou une consigne de sécurité en laboratoire. (209-7)
- Concevez un tableau d'affichage qui parle des propriétés physiques d'une variété de substances ayant des propriétés diversifiées (par exemple l'or est malléable, les diamants ne sont pas malléables) et contribuez à remplir ce tableau. (307-12)
- Créez une affiche qui montre la relation entre une substance (propriétés physiques) et son utilisation. (307-12)
- Créez une base de données des propriétés physiques de certaines substances ordinaires. (210-2)

Sciences 9

- p. 78-85 : 3.1 & 3.2 (110-1)
- p. 14-15 : 1.1 (209-7)
- p. 16-18 et 20-21 : 1.2 & 1.3 facultatif  
p. 24-25 (307-12, 210-2)

Audiovisuel

*Chemistry Essentials - Matter: Form and Substances (...)*, cinétique n°705404, VH (307-12, 210-2)

**Modifications et réactions chimiques****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- décrire des changements qui résultent d'une certaine réaction chimique ordinaire :
  - changement d'énergie
  - changement de couleur
  - formation de précipité
  - formation de gaz
  - création d'une nouvelle substance chimique (307-13)
- à partir de données expérimentales, déterminer, lorsque cela est possible, si la modification d'une substance ou d'un objet est physique ou chimique. (210-11)
- cerner de nouvelles questions sur les modifications physiques et chimiques qui découlent de leurs recherches. (210-16)

Modifiez certains produits chimiques ordinaires, par exemple en les dissolvant ou en les brûlant, pour voir s'ils peuvent donner naissance à de nouvelles substances. Les élèves pourront distinguer entre les modifications chimiques et les modifications physiques en observant diverses réactions. Les élèves doivent comprendre qu'une modification chimique implique la production d'une nouvelle substance avec ses propres propriétés. Il y a certaines réactions qui sont indicatrices d'une modification chimique (par exemple formation de bulles ou changement de couleur, d'odeur ou de température). Toutefois, il faut bien faire comprendre aux élèves que ce ne sont pas là des preuves irréfutables d'une modification chimique car de nombreuses modifications physiques se manifestent aussi par les mêmes réactions. Certaines réactions, par exemple la formation d'un précipité, indiquent une modification chimique. D'autres réactions, par exemple la dissolution, sont plus difficiles à classer. La dissolution est généralement une réaction physique, mais elle peut aussi indiquer diverses réactions chimiques. De nombreuses réactions chimiques sont facilement réversibles (réactions d'équilibre) tandis que de nombreux changements physiques sont irréversibles (par exemple déchiqueter du papier ou poncer du bois).

Demandez aux élèves de recenser des modifications physiques qui se manifestent par des réactions normalement associées à des modifications chimiques. Par exemple, quand on ouvre une bouteille de boisson gazeuse, du gaz se forme, mais il s'agit pourtant d'une modification physique et non chimique. Lorsqu'une sculpture de glace fond, le changement n'est pas facilement réversible et pourtant il s'agit d'une modification physique. De même, la réaction d'un indicateur de pH qui change de couleur est une réaction réversible; pourtant, elle traduit une modification chimique. Pour stimuler la discussion en classe, vous pouvez poser les questions suivantes : Y a-t-il des exemples de changements difficiles à classer comme modifications physiques ou chimiques? Qu'est-ce que cela signifie quand vous dites qu'une nouvelle substance a été formée? Pouvez-vous toujours savoir lorsqu'une substance a subi un changement? Les élèves doivent prendre conscience que les définitions théoriques sont plus claires que les définitions opérationnelles ici.

**Modifications et réactions chimiques****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Observation*

- À l'aide d'une liste de contrôle, évaluez les élèves en fonction des mesures de sécurité qu'ils appliquent pendant les activités sur les modifications chimiques et de leurs aptitudes de base pour le travail en laboratoire. (209-7, 210-11)
- Donnez aux élèves l'occasion d'étudier diverses modifications chimiques et physiques ordinaires et sécuritaires. Utilisez un barème de classement pour évaluer leur capacité à reconnaître les diverses modifications et à en fournir des preuves. (210-11, 307-12, 307-13)

*Journal d'apprentissage*

- Dans quelle circonstance est-il difficile de dire si la formation de bulles dans un liquide indique une modification physique ou chimique? (307-13)

*Interrogations papier-crayon*

- Classez les activités suivantes selon qu'elles entraînent une modification chimique ou physique : fabriquer des cure-dents, faire de crêpes, etc. (307-12, 307-13)
- Demandez à un plombier ou à une autre personne de métier quels changements chimiques ou physiques se produisent régulièrement dans son travail. Faites une liste des changements énumérés. (307-13)

*Interview*

- Décrivez une situation où il serait difficile de dire avec certitude si une modification est physique ou chimique et dites pourquoi. (210-16, 307-13)

*Exposés*

- Dressez un tableau d'indications possibles de modifications chimiques. (307-13)
- Préparez une brochure ou un tableau d'affichage sur les la vie courante. (210 11, 307-13)

*Portfolio*

- Prenez note de changements ordinaires à la maison et indiquez s'il s'agit de modifications physiques ou chimiques. Justifiez vos choix. (307-12, 307-13)

Sciences 9

- p. 18-19 : 1.1 (307-13)
- p. 26-30 : 1.6 & 1.7 et p. 32-33 : 1.8 (307-13, 210-11, 210-16)

Audiovisuel

*Chemistry Essentials - Reactions: The Chemistry of*, cinétique  
n°705408, VH

## Théorie atomique

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- définir des changements importants dans les vues du monde scientifique découlant de l'évolution de la théorie atomique jusqu'à l'élaboration du modèle de Bohr. (110-3)
  
- utiliser des modèles pour décrire la structure et les composantes des atomes et des molécules et expliquer l'importance de choisir des mots qui sont appropriés du point de vue la science :
  - déterminer le nombre de protons et d'électrons dans l'atome d'un élément à partir de son numéro atomique
  - déterminer le nombre de protons, d'électrons et de neutrons à partir du nombre de masse et du numéro atomique
  - écrire le symbole d'un isotope à partir du nombre de protons et de neutrons (109-13, 307-14)

Faites une recherche ou visionnez un film vidéo pour vous renseigner sur la formulation de la théorie atomique. Les élèves pourraient créer une échelle de temps avec le nom des créateurs de différentes théories atomiques et le nom de la théorie de chacun et afficher cette échelle de temps en classe. Une telle activité permettrait aux élèves de voir comment on formule, modifie et abandonne des théories scientifiques à mesure que de nouvelles données sont découvertes. Les élèves pourraient aussi fabriquer des modèles d'atomes (sous forme de mobiles ou d'affiches par exemple) selon d'anciennes théories atomiques (par exemple le modèle de Dalton, parfois appelé le « modèle de la boule de billard », le modèle de Thomson, parfois appelé le « modèle du pain aux raisins » ou le « modèle du plum-pudding », le modèle planétaire de Bohr). Les élèves pourraient établir une corrélation entre l'échelle de temps de la découverte des éléments et l'élaboration des modèles de l'atome de Dalton à Bohr. Certains élèves s'intéresseront peut-être à d'autres personnages (Robert Boyle, Joseph Priestly, Marie Curie, Ernest Rutherford par exemple) qui ont contribué à notre savoir sur l'atome.

La conception de modèles est essentielle à toute démarche scientifique. En effet, les modèles forment un cadre théorique qui permet de présenter des phénomènes complexes sous une forme compréhensible. Même s'il est maintenant possible de voir les atomes de certains éléments, il demeure impossible d'observer directement la structure de l'atome. Les scientifiques doivent donc élaborer des modèles pour expliquer les comportements observés.

Enseignez aux élèves les principales composantes de l'atome et leurs caractéristiques de base. Parlez-leur de la théorie moderne des nuages électroniques, aussi appelée théorie des niveaux d'énergie de l'atome. Les élèves doivent pouvoir illustrer les différents arrangements d'électrons des niveaux d'énergie autour du noyau de l'atome des 18 premiers éléments du tableau périodique.

Il est fortement recommandé d'utiliser en 9<sup>e</sup> année des films vidéo et autres outils visuels car les idées et les structures étudiées à ce niveau sont plutôt abstraites.

Les élèves voudront peut-être inscrire sur des tableaux les renseignements propres à divers éléments : numéro atomique, nombre de masse, nombre de protons, de neutrons et d'électrons.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur un élément (abondance, extraction, formes par exemple). Ils peuvent ensuite présenter les résultats de leur recherche à la classe au moyen d'un exposé oral, d'une affiche ou d'un exposé multimédia.

(suite)

**Théorie atomique****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Interrogations papier-crayon*

- Illustrez le sodium à l'aide d'un diagramme qui montre l'arrangement de ses électrons en niveaux d'énergie. (109-13, 307-14)
- De quelle manière le numéro atomique d'un élément est-il lié au nombre de masse de cet élément? (109-13, 307-14)
- L'oxygène a le numéro atomique 8. Combien de protons et d'électrons un atome d'oxygène a-t-il? (109-13, 307-14)
- Le numéro atomique du carbone est 6. Le nombre de masse de sa forme la plus répandue est 12. Déterminez le nombre de protons, de neutrons et d'électrons de l'atome. (109-13, 307-14)
- Il y a trois isotopes d'hydrogène : hydrogène, deutérium et tritium. Recherchez-vous pour déterminer combien de protons et de neutrons comporte chaque isotope. (109-13, 307-14)
- Déterminez le nombre de protons, d'électrons et de neutrons à partir du nombre de masse et du numéro atomique. (307-14)

*Interview*

- Quelle est la principale différence entre un élément et un composé? (307-14)

*Exposés*

- À l'aide de vêtements de couleur ou de dossards, inventez une manière de représenter les éléments (couleurs semblables) et les composés (couleurs différentes). (109-13, 307-14)
- Créez un tableau d'affichage qui raconte l'évolution de la théorie atomique et de notre compréhension de la structure de l'atome. (110-3)
- À l'aide de diverses substances, créez un modèle qui illustre notre compréhension actuelle de la structure de l'atome. (307-14)
- Montez un exposé visuel animé du concept moderne des atomes et demandez à des personnes de jouer le rôle des composantes d'un atome. (110-3, 307-14)
- Faites une recherche sur la contribution de Rutherford à la théorie atomique moderne et présentez en classe les renseignements recueillis comme si vous étiez vous-même Rutherford. (109-13, 110-3, 307-14)
- Produisez un montage artistique des modèles atomiques pour illustrer comment notre conception de la structure atomique a changé au fil des années. (110-3)

Sciences 9

- p. 78-85 : 3.1 & 3.2  
et  
p. 92-93 : 3.4  
(110-3)
- p. 87-89 : 3.3  
et  
p. 96-97 : 3.6  
(109-13, 307-14)

Audiovisuel

*Atoms and Molecules*, CANL  
n° 704807, VH  
(109-13, 307-14)

**Théorie atomique (suite)****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- donner des exemples de technologies qui ont amélioré, favorisé ou rendu possible des recherches scientifiques en chimie. (111-4)
- donner des exemples qui illustrent que des activités scientifiques et technologiques associées à la structure atomique peuvent faire intervenir des groupes ou des individus. (112-8)
- expliquer l'importance d'utiliser correctement les termes loi et théorie en sciences. (109-14)

Les élèves doivent réaliser que notre compréhension des atomes et de la structure atomique est en grande partie fondée sur des renseignements provenant d'une variété d'explorations et d'activités physiques et chimiques. Les composantes d'un atome sont trop petites pour être visibles, mais la théorie atomique est basée sur des observations de leurs activités et des relations entre la matière et l'énergie.

Parlez aux élèves de certains instruments qui ont aidé les scientifiques à explorer et à mieux comprendre l'atome et ses composantes. Du tube à vide utilisé par Crookes au XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'au cyclotron utilisé aujourd'hui, divers outils technologiques nous ont permis de mieux comprendre l'atome.

Les élèves doivent prendre conscience que des activités reliées à la chimie ont lieu dans toutes sortes de contextes. Soulignez que de nombreux scientifiques ayant contribué à l'élaboration des modèles atomiques, par exemple Crookes, Thomson et Rutherford, travaillaient avec d'autres personnes en milieu universitaire et qu'ils ont utilisé les découvertes d'autres personnes pour les aider à élaborer leurs propres théories. Donnez des exemples pour mieux faire comprendre aux élèves la variété d'activités qui ont un lien avec la chimie, par exemple faire la cuisine (activité individuelle) et créer de meilleurs alliages (groupes d'ingénieurs chimistes). Les élèves pourraient faire des recherches sur la manière dont des scientifiques, en collaboration, ont utilisé la connaissance de la structure atomique pour concevoir de nouveaux outils technologiques (par exemple des micromoteurs atomiques) et pour approfondir la connaissance de l'atome.

Le moment est idéal ici pour discuter de la différence entre une loi et une théorie en sciences. Très souvent, les élèves utilisent à tort ces deux termes de façon interchangeable. Parfois, ils disent théorie pour parler d'une hypothèse dans une expérience. Amenez-les à comprendre qu'en sciences, une loi décrit ou résume simplement ce qui se produit ou ce qu'on observe. La loi de la périodicité, par exemple, décrit la nature périodique des éléments en ce qui a trait à leur comportement chimique. Une théorie, par contre, est une manière imaginative d'expliquer pourquoi quelque chose se produit. La théorie atomique par exemple est une manière créatrice pour les scientifiques d'expliquer la structure et le fonctionnement à l'échelle atomique et subatomique. Les théories changent souvent ou sont modifiées en fonction de nouvelles données ou de données contradictoires tirées d'expériences ou d'observations.

**Théorie atomique (suite)****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Journal d'apprentissage*

- Prenez note des personnes ou des groupes que vous rencontrez au cours de vos recherches et dont le travail porte sur des modifications chimiques ou est associé à la chimie d'une façon quelconque. (112-8)
- Quelle est la principale différence entre une loi et une théorie en sciences. Donnez des exemples pour étoffer votre réponse. (109-14)

*Exposé*

- Préparez un exposé multimédia sur les théories atomiques formulées au fil du temps qui explique l'interprétation qu'on faisait de ces théories (par exemple à partir de la théorie de Démocrite jusqu'à celle de Bohr). (110-3, 111-4, 307-14)

Sciences 9

Le manuel *Sciences 9* ne renferme aucune activité liée aux objectifs d'apprentissage 111-4, 112-8 et 109 14.

Vous devrez trouver d'autres ressources qui :

- établissent des liens entre la technologie et de grandes réalisations en chimie
- font des comparaisons entre une loi et une théorie en sciences.

Audiovisuel

*Introduction to Chemistry*

NATGEOG

n° 500783, MM

(111-4, 112-8)

*What is Chemistry*, VEC

n° 705166, VH

(111-4, 112-8)

**La loi de la périodicité****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- donner des exemples d'éléments communs et comparer leurs caractéristiques et leur structure atomique. (307-15)
  
- décrire et expliquer le rôle de la collecte de données, de la définition de relations, de la proposition d'explications dans l'élaboration du tableau périodique. (109-2)
  
- utiliser le tableau périodique pour déterminer les propriétés d'une famille d'éléments :
  - période
  - famille
  - métaux
  - métalloïdes
  - non-métaux
 (210-1)

Donnez aux élèves l'occasion d'étudier des éléments non toxiques, non corrosifs et sécuritaires (p. ex. C, Cu, Al, Fe et Zn) pour pouvoir comparer certaines de leurs caractéristiques physiques. Pour leur montrer que des éléments peuvent avoir des propriétés physiques particulières tout en ayant des similarités avec certains éléments, vous pouvez utiliser des photos, des tableaux périodiques illustrés et des films vidéo.

Demandez aux élèves de faire une recherche sur la manière dont Dimitri Mendeleïev a trouvé une récurrence lorsqu'il a organisé les éléments connus dans son temps en ordre croissant de la masse. C'est ainsi qu'il a constaté une récurrence périodique des éléments quant aux différences et aux similarités de leurs caractéristiques chimiques. Les élèves pourront faire une échelle de temps pour énumérer les éléments découverts après Mendeleïev et montrer comment ces éléments s'inscrivent dans le tableau périodique proposé par ce dernier.

L'étude du tableau périodique et de son utilisation devrait surtout porter sur la périodicité des éléments et sur l'organisation des groupes d'éléments selon leurs similarités en raison de leur nature périodique. Ne demandez pas aux élèves de mémoriser le tableau périodique. Il leur suffira d'apprendre à quoi sert ce tableau.

Donnez aux élèves l'occasion d'explorer, à partir de diverses ressources, les propriétés physiques et même certaines propriétés chimiques d'un ou de plusieurs éléments ordinaires. Les résultats d'une telle recherche devraient être communiqués à toute la classe au moyen d'affiches ou d'exposés oraux ou multimédia. Élaborez des activités à partir d'un tableau périodique vierge ou qui portent sur les premières tentatives de classer les éléments. Les élèves peuvent également élaborer une échelle de temps de la découverte des éléments.

À partir du tableau périodique, demandez aux élèves de déterminer le nombre de protons, de neutrons et d'électrons des atomes d'éléments ordinaires. Les activités devraient permettre de définir la relation entre le numéro atomique et le nombre de masse, et les élèves devraient se fonder sur cette relation pour définir les isotopes. Faites faire aux élèves des activités d'exploration de la loi de la périodicité. Les élèves pourraient par exemple faire des suppositions au sujet d'un élément d'une famille donnée compte tenu des caractéristiques de cette famille d'éléments, puis vérifier leurs suppositions. Invitez les élèves à tirer des conclusions sur les rapports qui existent entre les diverses familles d'éléments.

(suite)

**La loi de la périodicité****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Journal d'apprentissage*

- Expliquez comment le fait d'avoir constaté des récurrences a ouvert la voie à l'élaboration du tableau périodique. (109-2)

*Interrogations papier-crayon*

- Rédigez un article sur un élément donné pour le journal de l'école. Donnez la date de sa découverte, son symbole et son utilisation. (307-15)
- À partir d'un tableau périodique incomplet, déterminez la structure atomique des éléments manquants dans les 18 premières cases. (210-1)
- Comparez un atome d'hélium et un atome de sodium pour ce qui est du nombre de protons, de neutrons et d'électrons. (307-15)
- Faites une recherche sur les cinq composés les plus abondants dans l'air et illustrez leur distribution en pourcentage sous forme d'un diagramme circulaire. (307-15)
- Déterminez les propriétés physiques du chrome. (210-1)

*Interview*

- Que pouvez-vous prédire au sujet des propriétés chimiques du potassium si vous savez que le sodium est un élément très explosif et très réactif? (210-1)

Sciences 9

- Révissez rapidement p. 44-47 : 2.1  
Faites p. 48-49 : 2.2  
et  
p. 94-95 : 3.5  
(307-15)
- p. 104-119 : 4.1 à 4.6  
(109-2, 210-1)

Audiovisuel

*Atoms and Their Electrons - Periodic Table, C-Video*  
n° 705259, VH  
(109-2, 210-1)

*Chemistry: Periodic Table, Magic*  
n° 700542, VH  
(109-2, 210-1)

**La loi de la périodicité (suite)****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

*Les élèves devront :*

- à partir d'une formule chimique, identifier les éléments et donner le nombre de leurs atomes. (307-16)
- donner des exemples où les connaissances en chimie ont mené à la mise au point de substances commerciales. (111-1)
- donner des exemples de situations où des ressources limitées ont amené les scientifiques et les technologues à concevoir des moyens efficaces d'extraire de la nature des éléments et des composés, ou à trouver ou créer des substituts convenables. (112-3)

Les élèves doivent se familiariser avec les composantes de formules chimiques relativement simples. Ils doivent comprendre que les molécules ou les composés sont représentés en fonction de la proportion de leurs éléments. Par exemple, dans une molécule d'eau ( $H_2O$ ), il y a deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène. Vous pouvez également étudier la formule chimique du méthane ( $CH_4$ ), du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), du carbonate de calcium ( $CaCO_3$ ), du propane ( $C_3H_8$ ) et du chlorure de sodium ( $NaCl$ ). N'abordez pas en 9<sup>e</sup> année la formation de composés moléculaires et ioniques; cette question sera étudiée en 10<sup>e</sup> année.

Les élèves doivent apprendre comment nos connaissances en chimie ont mené à la création d'une grande variété d'outils technologiques qui ont une incidence sur presque tous les aspects de notre vie quotidienne. Des médicaments, des vêtements, des matériaux de construction, des fertilisants et des produits pétrochimiques et leurs dérivés sont autant de produits qu'on pourra examiner pour comprendre comment nous avons appliqué notre connaissance des éléments et comment certains éléments réagissent avec d'autres éléments et composés pour donner une grande variété de composés chimiques.

Les élèves pourraient par exemple se pencher sur la manière dont la recherche et la mise au point de méthodes plus efficaces et plus économiques d'extraire l'aluminium des minerais ont été accélérées par un besoin accru en métaux légers dans le secteur du transport au cours du dernier siècle. On pourra également s'intéresser au nylon ou encore au caouthchouc à base d'huile.

**La loi de la périodicité (suite)****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Interrogations papier-crayon*

- Faites une recherche pour découvrir comment l'or et le minerai de fer sont séparés de la pierre dans laquelle ils se trouvent et présentez les résultats de votre recherche. (112-3)
- Veuillez compléter le tableau suivant. (307-16)

**Éléments de composés chimiques**

Composé	Formule chimique	Éléments	Nombre d'atomes de chaque type
eau	H <sub>2</sub> O	hydrogène, oxygène	2 atomes H, 1 atome O
dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>		
méthane	CH <sub>4</sub>		
gaz hydrogène	H <sub>2</sub>		
glucose	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>		
vinaigre	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>		

*Exposés*

- Créez une affiche ou un tableau d'affichage de produits ou d'outils technologiques qui ont été mis au point grâce aux connaissances en chimie. (111-1)
- Étudiez comment les techniques d'extraction de l'aluminium des minerais ont évolué au fil des années. Présentez vos données dans un exposé multimédia. (112-3)

Sciences 9

- Un choix judicieux s'impose.  
p. 58-65 : 2.7 à 2.10  
(307-16)
- p. 66-73 : 2.11 ou 2.12  
(mais pas les deux)  
(111-1, 112-3)



**Module 3**  
**Science Physiques :**  
**Les caractéristiques de l'électricité**

# Aperçu du module

## Introduction

Les technologies basées sur les principes de l'électricité constituent une partie importante du monde des élèves. En comprenant les rudiments de l'électrostatique et des circuits électriques, les élèves pourront faire le lien entre leur apprentissage et des applications de l'électricité dans la vie courante. Des recherches aideront les élèves à se familiariser avec les lois des charges électriques et avec certaines caractéristiques et propriétés de l'électrostatique et des circuits électriques.

Donnez aux élèves amplement d'occasions de concevoir et de construire des circuits et d'explorer les relations qui existent entre la tension, la résistance et le courant. Les élèves doivent faire preuve d'efficacité dans l'organisation des résultats de leurs travaux et dans leur manière de communiquer ces résultats.

Donnez aussi aux élèves la possibilité d'étudier les moyens technologiques qui nous permettent d'utiliser l'énergie électrique et d'évaluer à la fois ces moyens et leurs répercussions directes et indirectes sur l'environnement et la société dans son ensemble.

## Démarches et contexte

Le monde des élèves d'aujourd'hui regorge de moyens technologiques qui sont reliés à l'électricité et qui fonctionnent à l'électricité. Le présent module privilégie la recherche scientifique et le processus de conception pour ce qui est de la technologie et des systèmes avec lesquels les élèves sont familiers. L'usage de l'électricité à la maison servira de contexte d'étude du présent module.

## Liens avec le reste du programme de sciences

En 2<sup>e</sup> année, les élèves ont étudié des matières communes qui peuvent produire des charges électrostatiques. En 6<sup>e</sup> année, dans le module intitulé *L'électricité*, ils ont étudié la conductivité de divers solides et liquides ainsi que les caractéristiques de l'électricité statique et du courant électrique. Dans ce même module, ils ont également étudié les circuits en parallèle et en série simples, les interrupteurs et le lien entre l'électricité et le magnétisme dans l'utilisation d'un électroaimant. Enfin, ils ont vu diverses méthodes de production d'électricité et divers facteurs qui peuvent aider à réduire la consommation d'électricité à la maison et à l'école.

En Physique 12, les élèves pourront choisir d'étudier la notion de champ électrique et la loi de Coulomb. En outre, ils compareront le fonctionnement d'un moteur à celui d'une génératrice en utilisant les principes de l'électromagnétisme.

**Résultats d'apprentissage**

<b>STSE</b>	<b>Habilités</b>	<b>Connaissances</b>
<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>109-6 décrire comment les technologies sont mises au point par une démarche systématique de tâtonnements en tenant compte du coût, de la disponibilité et des propriétés des matériaux ainsi que des lois de la nature.</p> <p>109-14 expliquer l'importance d'utiliser un langage précis en sciences et en technologie.</p> <p>110-9 comparer des technologies anciennes et actuelles mises au point pour répondre à un besoin similaire.</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>111-1 donner des exemples de connaissances scientifiques qui ont mené à des innovations technologiques.</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>112-7 donner des exemples des répercussions des sciences et de la technologie sur leur vie et leur collectivité.</p> <p>112-10 donner des exemples de carrières fondées sur les sciences et la technologie dans leur province ou leur territoire.</p> <p>113-6 évaluer la conception et le fonctionnement d'un outil technologique en tenant compte de certains critères comme les coûts et les effets sur la vie courante et l'environnement.</p> <p>113-9 prendre des décisions éclairées sur des applications des sciences et de la technologie en tenant compte des avantages et des inconvénients sociaux et environnementaux.</p> <p>113-13 proposer un plan d'action pour des questions sociales relatives aux sciences et à la technologie en tenant compte des besoins humains et environnementaux.</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Énoncé du problème et planification</b></p> <p>208-1 reformuler des questions sous une forme vérifiable et définir clairement des problèmes pratiques.</p> <p><b>Réalisation et enregistrement de données</b></p> <p>209-3 utiliser de façon efficace des instruments de collecte de données.</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>210-5 tracer le trait déterminé au mieux dans un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de ce trait.</p> <p>210-7 détecter les divergences des données et avancer des explications pour ces divergences.</p> <p>210-8 appliquer des critères donnés à l'évaluation des résultats et des sources de renseignements.</p> <p>210-10 déterminer des sources possibles d'erreurs de mesure et le degré d'erreur.</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>211-2 communiquer des questions, des idées, des intentions, des projets et des résultats à l'aide de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux de données, de graphiques, de dessins, du langage parlé et d'autres moyens.</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p>308-13 expliquer la production de charges électrostatiques dans certains matériaux ordinaires.</p> <p>308-14 définir les propriétés d'une charge électrostatique.</p> <p>308-15 comparer qualitativement l'électricité statique et le courant électrique.</p> <p>308-16 décrire la circulation de la charge dans un circuit électrique.</p> <p>308-17 décrire des circuits en série et des circuits en parallèle qui utilisent des résistances, des tensions et des courants variés.</p> <p>308-18 établir un rapport entre l'énergie électrique et les coûts de consommation domestique d'énergie.</p> <p>308-19 déterminer quantitativement l'efficacité d'un appareil électrique qui convertit l'énergie électrique en énergie calorifique.</p> <p>308-20 décrire le transfert et la conversion d'énergie d'une centrale électrique à un domicile.</p>

**Électricité statique****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- définir les propriétés d'une charge électrostatique :
  - les charges semblables se repoussent
  - les charges opposées s'attirent
  - charges induites (308-14)
- expliquer la production de charges électrostatiques dans certains matériaux ordinaires. (308-13)
- donner des exemples d'innovations technologiques découlant de la compréhension de l'électricité statique. (111-1, 112-7)
- donner des exemples de carrières reliées à l'électricité dans leur collectivité et leur province. (112-10)

Les élèves ont déjà eu l'occasion dans leur vie quotidienne et à l'école primaire et élémentaire de découvrir l'électricité statique. Demandez-leur de décrire des expériences qu'ils ont vécues à la maison ou à l'école par rapport à l'électricité statique. Pour lancer la discussion sur l'usage quotidien de l'électricité et sur nos attentes par rapport à la disponibilité de l'électricité, demandez aux élèves de parler des effets d'une panne de courant à la maison ou à l'école.

Les élèves ont étudié les charges électrostatiques en 3<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années et ont appris à définir l'attraction, la répulsion et les électrons positifs et négatifs. Donnez-leur l'occasion de produire de l'électricité statique avec divers matériaux comme de la flanelle, de la fourrure, du bois, du plastique, du caoutchouc et du métal. En créant de l'électricité statique avec des éponges ou des ballons, les élèves pourront mieux saisir les notions d'attraction, de répulsion et de neutralisation d'une charge électrostatique. Une telle activité devrait mener à l'explication scientifique généralement acceptée des charges électrostatiques. Les élèves pourront mettre en pratique leurs connaissances de l'atome pour créer des modèles afin d'expliquer pourquoi certains objets sont neutres, tandis que d'autres portent une charge positive ou négative. Les élèves doivent pouvoir expliquer qu'une charge électrostatique est le résultat du transfert d'électrons et de l'induction. Des films vidéo d'animation peuvent être utiles pour expliquer ce qui se passe avec les électrons.

Les élèves doivent étudier des outils techniques qui utilisent l'électricité statique de différentes manières. Vous pouvez par exemple demander à une personne qui vend ou répare des photocopieuses de venir expliquer ou démontrer à votre classe comment l'électricité statique permet de produire des photocopies. Les élèves pourraient interviewer un conducteur de camion de produits inflammables pour se renseigner sur les technologies et les pneus spéciaux utilisés pour réduire l'accumulation statique et donc prévenir les étincelles qui pourraient être dangereuses. Pour tester la capacité de divers assouplissants à réduire le collement électrostatique, il suffit de compter le nombre de grains de riz soufflé qui collent à un bas ou à un autre vêtement. Les dépoussiéreurs électriques, les filtres à air, les anguilles électriques et les paratonnerres sont d'autres exemples de dispositifs ou d'organismes vivants que les élèves peuvent étudier.

Tout au long du présent module, les élèves devraient prendre note des nombreuses carrières associées à la production et au transport de l'électricité et du grand nombre de personnes et d'emplois qui sont associés à la production et à l'entretien des technologies qui utilisent l'électricité.

**Électricité statique****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Performances / exposés*

- Créez un tableau d'affichage montrant des carrières associées à l'électricité dans votre collectivité et dans la province. (112-9, 112-10)
- Demandez aux élèves de démontrer et d'expliquer la production de charges électrostatiques à l'aide de ballons, de fourrure et d'une tige en verre. (308-13)
- Faites des recherches dans Internet sur Nikola Tesla et présentez un rapport sur la contribution de cette personne à notre compréhension de l'électricité statique. (308-13, 308-14)

*Interrogations papier-crayon*

- À l'aide d'un croquis ou d'un dessin, expliquez pourquoi un ballon colle au mur après qu'on l'ait frotté sur des cheveux. (308-13, 308-14)
- Interviewez un réparateur de photocopieuses pour apprendre comment l'électricité statique joue un rôle dans la production de photocopies. Présentez les renseignements recueillis. (112-7, 308-13, 308-14)
- Interviewez un conducteur de camion à mazout ou à essence pour vous renseigner sur les technologies qui permettent de réduire les risques de production d'électricité statique pendant le chargement du camion et le transport. (111-1, 308-13)
- Étudiez le fonctionnement des paratonnerres et illustrez-le au moyen d'un diagramme. (111-1, 112-7, 308-13)
- Faites une recherche sur le générateur Van de Graaff et, dans un rapport, dites comment les charges électrostatiques sont produites et utilisées. (308-14)

*Interview*

- Expliquez comment un clou de fer peut acquérir une charge électrique au contact d'un ballon portant une charge électrique sans qu'il y ait transfert d'électrons. (308-13, 308-14)

*Portfolio*

- Dans un album de coupures, établissez une liste d'outils technologiques modernes et anciens qui fonctionnaient à l'électricité statique. (112-7)

Sciences 9

- p. 270-273 : 9.1 & 9.2 (308-14)
- p. 274-279 : 9.3 à 9.5 et p. 285 : 9.8 facultatif et/ou survol p. 280-285 288-291 (308-13)
- p. 292-293 : 9.11 (111-1, 112-7)
- Profils de carrière aux pages 284, 304, 355 et 379. (112-10)  
Un choix judicieux s'impose.

Audiovisuel

*Electricity*, TV Ont  
n° 701356, VH  
(308-14, 308-13)

## Électricité statique et courant électrique

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- décrire la circulation de la charge dans un circuit électrique et les facteurs qui influencent la résistance dans un fil métallique (longueur, diamètre, type) :
  - tension
  - courant électrique
  - résistance (109-14, 308-16)
  
- comparer qualitativement l'électricité statique et le courant électrique. (308-15)

Faites connaître aux élèves des situations qui illustrent la difficulté de faire passer l'électricité statique dans un conducteur. Les élèves auront sans doute déjà eu un « choc » causé par le transfert d'électrons en touchant une poignée de porte après avoir marché sur du tapis. Donnez-leur l'occasion de constater que le mouvement rapide des électrons peut même allumer une ampoule fluorescente si on la met en contact avec une poignée de porte.

Tout au long du présent module, faites faire aux élèves des activités pratiques et théoriques pour leur permettre d'explorer les notions de tension (force électromotrice), de courant électrique (transport d'une charge électrique), d'ampère (unité d'intensité du courant électrique) et de résistance dans les circuits électriques et les matières.

Faites faire aussi aux élèves des activités sur les facteurs ayant une incidence sur la résistance dans un fil métallique d'un circuit électrique. Les élèves peuvent comparer le courant dans des fils métalliques de différentes longueurs et de différents diamètres ainsi que la résistance de différents conducteurs, par exemple des conducteurs de cuivre et de nichrome. Les élèves peuvent souffler dans des pailles de longueurs, de diamètres et de types variés pour voir qu'il faut différentes quantités de force pour souffler de l'air dans une paille selon le type de paille.

Demandez aux élèves de monter des circuits simples avec un courant continu créé au moyen de piles liquides et de piles sèches. Les élèves doivent pouvoir expliquer comment le mouvement des électrons crée un courant et comparer ce concept à l'électricité statique. Vous pouvez aussi explorer les notions de différence de potentiel ou de tension avec des piles de puissance variées pour produire des charges plus ou moins fortes. Pour étudier la résistance d'un circuit, les élèves peuvent augmenter ou réduire le nombre d'ampoules d'un circuit ou utiliser des fils métalliques de résistances variées. Pour faire des évaluations quantitatives, utilisez des voltmètres multicalibre commerciaux.

Invitez les élèves à concevoir et à construire une lampe de poche avec une liste de matériaux donnée. La lampe de poche doit :

- comporter un interrupteur,
- nécessiter une seule main pour la faire fonctionner,
- être durable,
- comporter une batterie remplaçable ou une pile sèche.

Demandez aux élèves d'évaluer leur conception et leur lampe de poche en fonction d'un ensemble de critères prédéterminés.

## Électricité statique et courant électrique

### Méthodes d'enseignement ou de mesure

### Ressources/Notes

#### *Performance*

- Élaborez un essai juste pour mesurer la résistance d'une variété de fils métalliques dans un circuit. (308-16)

#### *Interrogations papier-crayon*

- Tracez des diagrammes de circuits simples et illustrez le courant continu. (308-16)
- Comparez les notions de courant électrique et de résistance. (109-14)
- Rédigez un petit récit dans lequel vous prenez le rôle d'un courant électrique et racontez votre déplacement dans un système de courant continu (pile sèche- fil métallique-ampoule électrique-fil métallique-pile sèche). (308-15, 308-16)
- Étudiez le fonctionnement d'une clôture électrique et rédigez un rapport qui décrit ce fonctionnement en utilisant les termes tension, courant électrique, ampère et résistance. (208-7, 308-16)

#### *Interview*

- Quelles sont les principales différences entre l'électricité statique et un courant électrique? (308-15)

#### *Exposé*

- À l'aide de pailles de diamètres variés, démontrez le lien entre la tension et la résistance. (308-16)

#### Sciences 9

- p. 298-303 et 305 : 10.1 à 10.4 (109-14, 308-16)
- p. 314-321 : 10.9 à 10.11 (109-14, 308-16, 308-15)

#### Audiovisuel

*Electricity*, TV Ont  
n° 701356, VH  
(109-14, 308-16, 308-15)

**Circuits en série et en parallèle****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- reformuler des questions sous une forme vérifiable ayant trait aux circuits en série et aux circuits en parallèle. (208-1)
- utiliser un ampèremètre et un voltmètre pour mesurer le courant et la tension dans des circuits en série et en parallèle. (209-3)
- cerner des sources d'erreurs possibles dans les lectures d'ampèremètres et de voltmètres. (210-10)
- détecter les divergences dans les lectures d'ampèremètres et de voltmètres et avancer des explications pour ces divergences. (210-7)
- présenter graphiquement des données sur des recherches sur la tension, le courant et la résistance dans les circuits en série et en parallèle. (210-5, 211-2)

Encouragez les élèves à cerner des questions à étudier relativement aux circuits en série et en parallèle. Les élèves doivent pouvoir formuler leurs questions sous une forme vérifiable. Donnez aux élèves la possibilité de construire divers circuits en série et en parallèle et de mesurer la tension, le courant et la résistance de ces circuits au moyen d'ampèremètres et de voltmètres. Encouragez-les à recueillir des données sur la tension et le courant et à présenter leurs données sous forme de tableaux ou de graphiques. Demandez aux élèves de faire des prédictions avant de prendre des lectures, puis de tenter d'expliquer les divergences des données. Les activités doivent permettre aux élèves de comprendre la loi d'Ohm.

Les élèves doivent pouvoir modifier des variables comme la tension et la résistance dans un circuit. Ils peuvent également faire des expériences en modifiant le nombre de piles sèches, le type de fil métallique et le nombre d'ampoules électriques dans des circuits en série et en parallèle.

Montrez aux élèves qu'un ampèremètre est un instrument de mesure des courants. Si vous connectez un ampèremètre et une ampoule, vous pourrez montrer aux élèves que la lecture de l'ampèremètre est plus élevée lorsque la lumière est plus intense. Vous pouvez ajouter à un tel circuit un voltmètre pour permettre aux élèves de mesurer la tension des piles. Les élèves remarqueront sans doute des écarts entre les lectures d'un ampèremètre et d'un voltmètre imputables à divers facteurs. Encouragez les élèves à expliquer ces écarts. Si vous disposez d'un générateur portatif, les élèves pourront « ressentir » la résistance d'un circuit. En augmentant la résistance (ajouter des ampoules), les élèves constateront qu'il faut de l'énergie supplémentaire pour maintenir la luminosité des ampoules.

Demandez aux élèves de construire ou de dessiner, en groupe, des circuits en série et en parallèle et de lancer le défi aux autres groupes de déterminer la tension, le courant, la résistance et le type de chaque circuit. Ils peuvent aussi tracer les traits déterminés au mieux dans des diagrammes de dispersion qui illustrent la relation qui existe entre la tension et le nombre de résistances dans les circuits en parallèle par exemple. Les élèves pourraient examiner des jeux de lumière de Noël qui sont en circuit en série et d'autres en circuit en parallèle, prendre note des aspects positifs et négatifs de chaque circuit et en discuter.

(suite)

## Circuits en série et en parallèle

### Méthodes d'enseignement ou de mesure

### Ressources/Notes

#### *Performance*

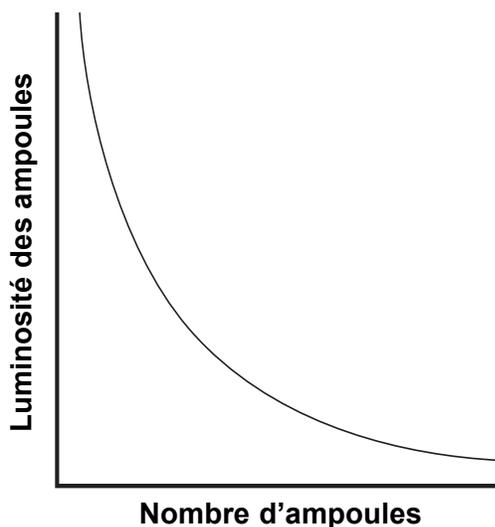
- Démontrez votre capacité à lire avec précision un ampèremètre ou un voltmètre au moyen d'un circuit de votre propre construction. Expliquez pourquoi les lectures ne sont peut-être pas exactes. (209-3, 210-10)

#### *Journal d'apprentissage*

- Énumérez trois sources d'erreurs possibles dans la mesure de la tension et de l'intensité. (210-10)
- Avant d'explorer les différents types de circuits, je ne savais pas que... À propos des circuits en série et des circuits en parallèle, j'aimerais faire une recherche sur... (208-1, 209-3)

#### *Interrogations papier-crayon*

- Dans un rapport de laboratoire, illustrez graphiquement les rapports entre le courant et la résistance dans divers circuits. (210-5, 211-2)
- Tracez un diagramme de dispersion à l'aide des données recueillies en classe au cours des activités de comparaison de la tension et du courant. (210-5, 211-12)
- Utilisez un croquis de votre circuit pour illustrer comment il est possible d'obtenir des lectures divergeantes avec un voltmètre. (210-7)
- Le diagramme suivant illustre-t-il ce qui se produit dans un circuit en série ou un circuit en parallèle? Expliquez. (210-5, 211-2)



#### Sciences 9

- p. 314-327 : 10.9 à 10.3 (208-1, 209-3, 210-10, 210-7, 210-5, 211-2)

#### Audiovisuel

*Electricity Circuits, Access*

Film 1 : *Current Electricity*  
n° 705545, VH

Film 2 : *Ohm's Law*  
n° 705546, VH

Film 3 : *Series and Parallel*  
n° 705547, VH

Ces films toucheront à divers résultats d'apprentissage ayant trait à l'électricité.

**Circuits en série et en parallèle (suite)****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

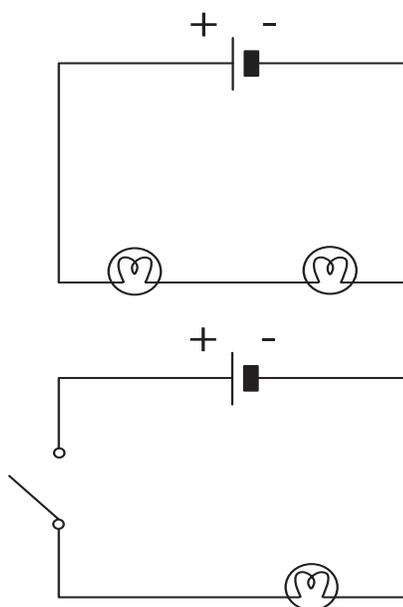
Les élèves devront :

- en s'appuyant sur la loi d'Ohm, décrire un circuit en série et un circuit en parallèle (maximum deux résistances) qui font intervenir des résistances, des tensions et des courants variés :
  - tracer un diagramme qui illustre un circuit et utiliser les symboles qui désignent une pile, un interrupteur, une résistance et un voltmètre multicalibre. (308-17)

Faites des activités qui expliquent, quantitativement, la loi d'Ohm. Faites construire aux élèves un circuit en utilisant une batterie, une résistance (par exemple une lampe) et un ampèremètre. Ils pourront ensuite étudier ce qui arrive au courant à mesure que d'autres résistances (des lampes) sont ajoutées au circuit en série. Les élèves pourront aussi ajouter des batteries au circuit et étudier les fluctuations de la tension et du courant dans le circuit. Par une série d'activités et de recherches sur les liens qu'il y a entre le courant, la tension et la résistance, les élèves devraient constater que le courant dans un circuit est directement proportionnel à la tension (nombre de piles sèches) et inversement proportionnel à la résistance du circuit. Ils comprendront ainsi la loi d'Ohm, selon laquelle le courant est égal à la tension divisée par la résistance et que les ampères correspondent aux volts divisés par les ohms.

$$\text{Courant} = \frac{\text{tension}}{\text{résistance}} \quad \text{ou} \quad \text{Ampères} = \frac{\text{volts}}{\text{ohms}}$$

Demandez aux élèves de mesurer seulement une résistance simple. L'expérience doit porter sur une seule résistance à la fois. Ne demandez pas aux élèves de résoudre des problèmes portant sur une résistance inconnue ou des résistances multiples.

**Circuit en série**

## Circuits en série et en parallèle (suite)

### Méthodes d'enseignement ou de mesure

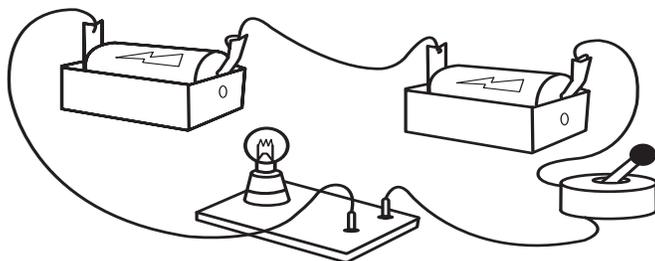
### Ressources/Notes

#### *Performance*

- Construisez un circuit en parallèle et un circuit en série avec les matériaux qu'on vous a fournis et expliquez la différence entre les deux circuits. (308-17)

#### *Interrogations papier-crayon*

- Déterminez la résistance d'un circuit en fonction de la tension et du courant dans une pile sèche et un circuit d'ampoules électriques. (308-17)
- Quelle est la résistance d'un appareil électrique qui nécessite 22 ampères lorsqu'il est branché à un circuit de 220 volts? (308-17)
- Faites une série de dessins ou de croquis pour illustrer le rapport entre l'intensité et la résistance dans un circuit dans lequel la tension est constante. (308-17)
- Déterminez pourquoi la lumière est atténuée dans les maisons équipées d'un vieux câblage. (308-17)
- Tracez un diagramme de circuit à partir de l'illustration suivante. (308-17)



#### Sciences 9

Voir la 4<sup>e</sup> colonne de la page 49

## Utilisation de l'énergie électrique

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- établir un rapport entre l'énergie électrique et les coûts de consommation domestique d'énergie :
  - le watt comme unité de mesure de puissance ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ) (308-18)
- expliquer qu'il faut utiliser des termes précis pour bien interpréter les étiquettes Énerguide et comprendre les factures de services publics. (109-14)
- comparer des outils technologiques anciens et actuels faisant appel à l'énergie électrique pour répondre à des besoins similaires. (110-9)
- déterminer quantitativement l'efficacité d'un appareil électrique qui convertit l'énergie électrique en énergie calorifique. (308-19)

L'étude des usages que nous faisons de l'énergie électrique représente un bon contexte pour explorer les rapports entre l'énergie, le travail (joule = 1 newton x 1 mètre) et la puissance (1 watt = 1 J/s). Donnez aux élèves l'occasion d'explorer par des activités pratiques la notion d'un joule de travail. Des recherches et des discussions sur la quantité d'énergie, de travail et de puissance nécessaire au fonctionnement de divers moyens technologiques électriques aideront les élèves à mieux saisir de telles notions.

Invitez les élèves à convertir en kWh un grand nombre de watts. Il s'agit de montrer aux élèves que la notion de kWh est un moyen pratique d'exprimer l'utilisation de l'énergie. Les élèves devraient étudier la consommation d'énergie de divers appareils électroménagers. Souvent, la consommation d'énergie d'un appareil est indiquée en kWh sur l'étiquette « Énerguide ». Les élèves peuvent comparer divers appareils électroménagers qui convertissent l'énergie électrique en énergie calorifique. Ils peuvent aussi comparer de nouveaux et d'anciens modèles de fers à repasser et de grille-pain, par exemple, et suggérer des explications pour les différences du degré d'efficacité.

Les élèves doivent comprendre que toute l'énergie électrique utilisée pour chauffer un élément de la cuisinière n'est pas transférée directement à l'eau dans un chaudron par exemple. Une partie de l'énergie électrique est convertie en chaleur et une autre partie en d'autres formes, par exemple en énergie lumineuse. Les élèves devraient apprendre à évaluer l'efficacité d'un appareil électroménager en fonction de l'énergie utilisée et de l'énergie du système. Par exemple, une bouilloire électrique utilise 150 000 J ou 150 KJ pour faire bouillir de l'eau, mais l'eau même ne renferme que 140 000 J ou 140 KJ. Alors les élèves devraient conclure que la bouilloire a une efficacité de 93 p. 100. Enfin, les élèves doivent saisir que l'énergie peut prendre différentes formes et qu'elle peut être convertie en différentes formes.

Réservez du temps pour étudier la conception et l'efficacité de certains appareils électroménagers ordinaires et leur coût de fonctionnement. Les élèves pourraient par exemple comparer des factures d'électricité et tenter d'expliquer les différentes quantités de kWh consommées (selon la saison, le type d'appareils utilisés, le moment où les appareils ont été utilisés par exemple). Amenez les élèves à faire le lien entre l'utilisation et l'efficacité des appareils électroménagers et leurs effets sur l'environnement et notre style de vie.

Pour ce qui est des fusibles et des disjoncteurs, les élèves pourraient se familiariser avec ces dispositifs lorsqu'ils étudient la résistance dans les circuits.

**Utilisation de l'énergie électrique****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Interrogations papier-crayon*

- Suggérez des sources d'énergie électrique de rechange qui pourraient être moins nuisibles à votre région. (308-18)
- Écrivez à votre compagnie d'énergie électrique pour demander comment elle fixe le tarif de la consommation d'énergie. (308-18)

*Interview*

- Posez les questions suivantes : Quelle est l'efficacité d'une cuisinière électrique si elle utilise 30 000 KJ mais que seulement 25 000 KJ sont disponibles pour faire chauffer un chaudron d'eau? Qu'arrive-t-il au reste de l'énergie? (308-19)

*Exposés*

- Créez une affiche en vous inspirant de l'étiquette Énersage d'un appareil électroménager qui se trouve chez vous. Expliquez la terminologie utilisée sur cette étiquette. (109-14)
- Créez une murale ou une affiche qui illustre l'évolution d'appareils électriques, par exemple une machine à laver ou une radio, depuis leur création jusqu'à aujourd'hui. (110-9)

Sciences 9

- p. 332-339 : 11.1 à 11.4 (308-18, 308-19)
- p. 370-375 : 12.4 à 12.6 (109-14, 308-19)
- p. 376-378 : 12.7 (308-19)

Le manuel *Sciences 9* ne renferme aucune activité liée à l'objectif d'apprentissage 110-9.

**Électricité et environnement****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- décrire le transport et la conversion d'énergie d'une centrale électrique à un domicile. (308-20)
- évaluer des données et des sources de renseignements qui servent à faire des recherches sur la production d'électricité et les effets de cette activité sur l'environnement. (210-8)
- choisir des données récentes pour la recherche sur les problèmes environnementaux associés à divers types de production d'électricité. (113-6, 210-8)
- proposer un plan d'action pour réduire la consommation d'électricité. (113-9, 113-13)
- donner des exemples de méthodes de production d'électricité de rechange qui ont été mises en valeur (éoliennes ou énergie solaire par exemple) en tenant compte des coûts, de la disponibilité et des propriétés des matériaux. (109-6)

L'énergie électrique qu'on utilise dans les maisons et les industries est générée par les aimants rotatifs des génératrices. Les élèves ont vu le rapport entre le magnétisme et l'électricité en 6<sup>e</sup> année et ils auront l'occasion d'approfondir cette question au secondaire. En 9<sup>e</sup> année, il leur suffit de savoir qu'un tel rapport existe (génératrice - électricité, électricité - moteur). On s'attend à ce que les élèves puissent décrire le parcours de la conversion et du transport de l'énergie de sa source à son point d'utilisation (par exemple énergie éolienne : éoliennes - lignes de transport - lumière dans l'entrée).

Les élèves doivent étudier comment l'énergie électrique est produite et transportée jusqu'à leur collectivité. Si l'électricité est produite de diverses façons, ces diverses façons peuvent faire l'objet d'une étude comparative.

Les élèves doivent débattre de la position de groupes qui sont pour et d'autres contre certaines méthodes de production d'électricité. La construction de barrages sur des rivières au Labrador et les génératrices au charbon au Nouveau-Brunswick peuvent servir de contexte pour un tel débat.

Demandez aux élèves de suggérer des plans d'action pour réduire la consommation d'électricité à la maison ou dans l'ensemble de la société. Ils devront justifier leur plan d'action en se fondant sur les données recueillies au cours du présent module. Si les élèves modifient leur comportement quant à la consommation de l'énergie, c'est une indication qu'ils acquièrent un esprit de prise en charge, ce qui est un des résultats souhaités relativement aux attitudes.

Dans les recherches sur les sources d'énergie électrique, discutez de sources d'énergie de rechange comme les éoliennes, les panneaux solaires et les copeaux de bois. Comparez ces sources de rechange par rapport à leur coût, leur efficacité et leurs effets sur l'environnement. Les élèves doivent prendre conscience que la disponibilité des ressources énergétiques dans une région détermine normalement les types d'énergie qui sont utilisés dans la région.

**Électricité et environnement****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Observation*

- Participez à un débat sur l'utilisation de l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité. (111-6, 210-8)

*Journal d'apprentissage*

- Comment pouvez-vous réduire votre consommation d'énergie de manière à aider à rendre le monde plus propre et plus sain? (113-9, 113-13)

*Interrogations papier-crayon*

- Prenez note de tous les usages que nous faisons de l'électricité dans une journée et déterminez comment nous pourrions économiser l'énergie. (113-13)
- Écrivez à une entreprise d'électricité pour demander où son énergie est produite et comment elle est transportée au point de consommation. (308-20)
- Prenez note de manières dont votre école pourrait réduire sa consommation d'énergie et faites une proposition à la direction de l'école en ce sens. (113-13)
- Faites une recherche sur les sources d'énergie de recharge dans votre collectivité ou votre province et rédigez un rapport. (109-6)
- Comparez les outils technologiques (p. ex. les appareils électroménagers) qui utilisent de l'électricité dans les pays industrialisés aux outils technologiques qui ne fonctionnent pas à l'électricité dans les pays non industrialisés. (113-9, 113-13)
- Comparez un ventilateur et un climatiseur : consommation d'énergie, coût de fonctionnement, effets de refroidissement sur l'environnement, besoins énergétiques. (113-6, 210-8)

*Exposés*

- Créez un tableau d'affichage qui montre divers outils technologiques qui fonctionnent à l'électricité et regroupez-les en fonction de leur coût de fonctionnement et de leurs effets sur l'environnement. (113-6)
- Faites un diagramme, un dessin ou une affiche avec des photos pour illustrer comment l'énergie qui alimente votre téléviseur est produite et transportée jusqu'à chez vous. (308-20)

Sciences 9

- p. 342-357 : 11.6 à 11.11  
Un choix judicieux s'impose :  
Ne faites pas toutes les activités!  
(308-20, 210-8, 113-6, 109-6)

- p. 380-385 : 12.8 à 12.10  
(113-9, 113-13)

Audiovisuel

*Energy*, THA  
n° 704133, VH  
(113-6, 109-6)



**Module 4**  
**Science de la Terre et de l'espace**  
**L'exploration de l'espace**

# Aperçu du module

## Introduction

Au cours des 20 dernières années, les innovations et le développement des ordinateurs et d'autres technologies liées à l'astronomie ont permis aux astronautes de collecter de nouvelles données au sujet de l'Univers. L'étude de l'exploration de l'espace donnera aux élèves une idée de l'origine, de l'évolution et des composantes du Système solaire et de l'Univers. Au fur et à mesure que les élèves prendront conscience du Système solaire et de l'Univers, ils seront plus aptes à comprendre la nature de notre Système solaire et de l'Univers.

Les élèves continueront d'étudier notre Système solaire en se familiarisant avec diverses théories qui s'efforcent d'expliquer sa formation. Ils étudieront également d'autres parties de l'Univers, par exemple les galaxies, les géantes rouges, les trous noirs et les quasars.

## Démarches et contexte

Le présent module met l'accent sur la recherche scientifique. En plus d'élargir leurs connaissances de l'espace et de ce qu'il contient, les élèves découvriront comment nous avons acquis notre savoir et développé notre compréhension du Système solaire et du reste de l'Univers.

## Liens avec le reste du programme de sciences

Dans le module *Les changements quotidiens et saisonniers* à l'école primaire, les élèves ont été initiés aux cycles quotidiens et saisonniers. En 6<sup>e</sup> année, ils ont étudié les caractéristiques physiques des composantes du Système solaire, surtout le Soleil, les planètes, la Lune, les comètes, les astéroïdes et les météorites. Toujours en 6<sup>e</sup> année, les élèves ont vu le lien entre la position relative de la Terre, de la Lune et du Soleil et les phases de la Lune, des éclipses et les marées. Enfin, ils ont étudié les principales constellations.

Au secondaire, les élèves qui opteront pour le cours d'astronomie compareront diverses théories sur l'origine de l'Univers. Ils se pencheront également sur les cycles de vie des étoiles et la composition des étoiles au cours de différentes étapes de leur cycle de vie.

**Résultats d'apprentissage**

<b>STSE</b>	<b>Habilités</b>	<b>Connaissances</b>
<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>109-3 décrire et expliquer le rôle de l'expérimentation, de la collecte de données, de la définition de relations, de la proposition d'explications et de l'imagination dans le développement du savoir scientifique.</p> <p>109-11 établir des liens entre leurs activités personnelles et divers projets scientifiques et technologiques, d'une part, et certaines disciplines scientifiques et des domaines d'études interdisciplinaires, d'autre part.</p> <p>110-6 expliquer le besoin de nouvelles données pour continuellement mettre à l'épreuve des théories actuelles.</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>111-5 décrire les sciences qui sous-tendent des technologies conçues pour explorer des phénomènes naturels, étendre les capacités humaines et résoudre des problèmes pratiques.</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>112-6 donner des exemples de la manière dont les recherches scientifiques et technologiques au Canada sont appuyées.</p> <p>112-11 décrire des exemples de carrières fondées sur les sciences et la technologie au Canada, et établir des liens entre ces carrières</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p><b>Énoncé du problème et planification</b></p> <p>208-4 proposer des solutions possibles à un problème pratique donné, en choisir une et mettre au point un plan.</p> <p><b>Réalisation et enregistrement de données</b></p> <p>209-4 organiser des données dans un format qui convient à la tâche ou à l'expérience.</p> <p>210-9 déterminer les valeurs théoriques d'une variable.</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>210-16 cerner de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris.</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>211-1 recevoir et comprendre les idées d'autrui et les mettre en pratique.</p> <p>211-3 travailler en collaboration avec des membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan et pour traiter des problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent.</p> <p>211-5 défendre une position sur une question ou un problème en s'appuyant sur les résultats de</p>	<p><i>Les élèves devront :</i></p> <p>312-1 décrire des théories de la formation du Système solaire.</p> <p>312-2 décrire et classer les principales composantes de l'Univers</p> <p>312-3 décrire des théories de l'origine et de l'évolution de l'Univers</p> <p>312-4 décrire et expliquer le mouvement apparent des corps célestes.</p> <p>312-5 décrire la composition et les caractéristiques des composantes du Système solaire.</p> <p>312-6 décrire les effets des phénomènes solaires sur la Terre.</p>

**Origines du Système solaire****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- décrire et expliquer le mouvement apparent des corps célestes :
  - Lune
  - Soleil
  - planètes
  - comètes
  - astéroïdes (312-4)

- décrire les théories de la formation du Système solaire. (312-1)

Pour commencer le présent module, on peut étudier les planètes qui sont visibles au moment de l'année où on entreprend le module. Vous pouvez demander aux élèves d'identifier les constellations qu'on peut facilement distinguer à ce moment-là. Faites une activité visant à déterminer ce que les élèves savent déjà et ce qu'ils veulent apprendre pour évaluer la connaissance des élèves quant aux concepts d'astronomie et aussi pour leur donner l'occasion de réfléchir à leur compréhension de ce qu'ils ont appris en 6<sup>e</sup> année sur le Système solaire et les étoiles.

Les élèves doivent faire des recherches sur la Lune, le Soleil et les planètes pour pouvoir décrire leur mouvement apparent. Faites-leur faire des activités portant sur la rotation et la révolution des planètes et des lunes et sur la trajectoire ou l'orbite des planètes et de la Lune. Les élèves peuvent utiliser des verres de plastique pour tracer et comparer des orbites circulaires et elliptiques. Étudiez également les orbites des comètes et des astéroïdes.

Les élèves doivent réaliser que notre compréhension des révolutions de la Terre autour du Soleil est relativement récente (Copernic, 1543). Au moyen de lectures et de films vidéo, les élèves peuvent être initiés aux questions scientifiques et sociétales relatives à l'évolution de notre compréhension du Système solaire. Prêtez une attention particulière à la contribution de Kepler et de Galilée.

Les élèves doivent se pencher sur les grandes théories scientifiques qui tentent d'expliquer la formation et l'origine du Système solaire. Dans votre enseignement, tenez compte du fait que les théories scientifiques et les théories religieuses ont été, dans une bonne partie de l'histoire connue, une seule et même chose. Les élèves devraient prendre conscience que les données recueillies par observation directe et indirecte ont mené aux théories actuelles sur les origines et la formation de la Terre et du Système solaire dans son ensemble.

Les élèves doivent comprendre que les théories sur les origines et la formation du Système solaire et de l'Univers changent au fur et à mesure que de nouvelles données et de nouvelles idées apportent un nouvel éclairage sur ces phénomènes.

On s'accorde généralement pour dire que notre Système solaire a la moitié ou le tiers de l'âge de l'Univers. La majorité des scientifiques croient que les éléments de notre Système solaire ont été formés à partir d'un nuage cosmique il y a environ six milliards d'années.

**Origines du Système solaire****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Journaux d'apprentissage*

- Selon la manière dont nous élaborons des théories sur la formation du Système solaire, suggérez des technologies nouvelles ou améliorées pour approfondir compréhension de cette question. (312-1)
- Quelles questions ou quels problèmes pourraient nous intéresser concernant l'orbite des planètes, des comètes et des astéroïdes? (312-4)

*Interrogations papier-crayon*

- Étudiez la théorie de Ptolémée sur le mouvement des planètes et comparez cette théorie à notre savoir actuel. (312-4)
- Faites une recherche sur les événements qui ont mené à des changements dans la théorie scientifique selon laquelle la Terre était le centre de l'Univers et présentez vos résultats. (312-1)

*Interview*

- Pourquoi peut-il être trompeur de dire que Pluton est la dernière planète du Système solaire? (312-4)

*Exposés*

- Faites une recherche sur le point de vue accepté et la connaissance du mouvement des planètes au temps de Galilée et présentez en classe les renseignements recueillis. (312-4)
- Créez un sketch qui illustre le mouvement « apparent » du Soleil par rapport à la Terre. (312-4)
- Faites un dessin qui compare l'orbite d'une planète et l'orbite d'une comète. (312-4)

Sciences 9

- p. 400-402 : 13.1  
p. 418-433 : 13.10 à 13.15  
(312-4)
- p. 472-472 : 15.2  
(312-1)

Audiovisuel

*Solar System*, MAGIC  
n° 705388, VH  
(312-4, 312-1)

## Composition et caractéristiques du Système solaire

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- décrire la composition et les caractéristiques des éléments suivants du Système solaire :
  - planètes telluriques, planètes gazeuses et Pluton
  - périodicité des comètes
  - astéroïdes et météorites (312-5)

- expliquer le besoin de recueillir de nouvelles données pour continuellement tester les théories existantes ayant trait à la composition et aux origines de notre Système solaire et des galaxies. (110-6)

En 9<sup>e</sup> année, les élèves doivent étudier les deux principales sortes de planètes du Système solaire : les planètes telluriques et les planètes géantes gazeuses. Ils doivent pouvoir comparer les planètes telluriques proches (Mercure, Vénus, la Terre et Mars) aux planètes gazeuses éloignées (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune). Ils doivent aussi étudier Pluton afin de définir ses similarités et ses différences par rapport à d'autres planètes.

Les élèves ont commencé à étudier les planètes en 6<sup>e</sup> année. En 9<sup>e</sup> année, ils doivent saisir que les comètes ont un orbite particulier autour du Soleil et que leur passage près de la Terre et du Soleil est normalement cyclique. Les élèves peuvent étudier une comète bien connue, par exemple la comète de Halley, pour se familiariser avec sa nature cyclique et comprendre pourquoi elle est plus facile à voir lors de certains passages que d'autres près de la Terre. Étudiez aussi avec vos élèves les similarités et les différences des astéroïdes et des météorites. Les élèves doivent comprendre que les astéroïdes se trouvent principalement entre Mars et Jupiter et que la plupart des autres astéroïdes ont des orbites semblables à celles des planètes. Ils doivent également saisir que certains astéroïdes ont une orbite irrégulière en raison de collisions et de l'attraction gravitationnelle des planètes. Étudiez avec les élèves des signes de collisions de météorites et d'astéroïdes avec notre planète et d'autres planètes.

Les élèves auront déjà étudié les caractéristiques physiques de divers éléments du Système solaire (comètes, astéroïdes, météorites). Ici, ils doivent se pencher sur la nature des comètes, des astéroïdes et des météorites. L'étude de la périodicité des comètes leur fera comprendre comment on arrive à faire des prévisions concernant ces éléments temporaires du Système solaire.

Explorez également comment les scientifiques recueillent des données sur le Système solaire. Mettez l'accent ici sur les télescopes terrestres, le télescope spatial Hubble et les missions des navettes spatiales.

Les élèves peuvent regarder des photos ou des films vidéo qui montrent diverses composantes du Système solaire à partir de la Terre, de satellites et de vaisseaux spatiaux afin de comparer leur qualité. Ils pourront ainsi voir comment notre compréhension du Système solaire a changé et s'est améliorée à mesure que les moyens technologiques évoluaient. La surface martienne peut servir d'exemple pour illustrer comment de nouvelles techniques de collecte de données plus efficaces contribuent à modifier notre opinion de certaines théories.

(suite)

## Composition et caractéristiques du Système solaire

### Méthodes d'enseignement ou de mesure

### Ressources/Notes

#### *Interrogations papier-crayon*

- Étant donné la périodicité observée d'une comète donnée, prévoyez son prochain passage près de la Terre. (312-5)
- Comparez les télescopes terrestres et le télescope spatial Hubble et rédigez un rapport, avec ou sans illustrations, qui explique les différences et les similarités de ces instruments. (110-6, 210-3)
- Rédigez une brochure de voyage qui fait la promotion d'une planète de notre Système solaire. (312-5)
- Nommez une des caractéristiques les plus distinctives de chaque planète et lancez le défi à l'enseignant ou à un autre élève d'identifier les planètes. (312-5)
- Pour chaque planète, déterminez combien de fois elle est plus grosse ou plus petite que la Terre. (312-5)
- Prétendez que vous voulez coloniser une autre planète du Système solaire. Choisissez une planète et expliquez votre choix. (312-5)

#### *Interviews*

- Pourquoi le télescope spatial Hubble donne-t-il des images plus claires que les télescopes terrestres? (110-6)

#### *Exposés*

- À partir d'un tableau qui vous renseigne sur la composition chimique de l'atmosphère des planètes les plus proches de la Terre, créez un graphique pour transmettre ces renseignements. (312-5)
- Faites des affiches qui comparent l'orbite de la Terre à celle de plusieurs autres planètes. (312-5)
- Créez un tableau qui illustre les caractéristiques que les planètes telluriques proches et les planètes gazeuses éloignées ont en commun. (312-5)

#### Sciences 9

- p. 418-433 : 13.10 à 13.15 (312-5, 110-6)

Facultatif : Vous pouvez faire les activités 14.1 (p. 438-439) et 14.6 (p. 448-450) pour mieux atteindre l'objectif d'apprentissage 110-6.

#### Audiovisuel

*Space Science: Comets, Meteors and Asteroids*, CORONET n° 701631, VH (312-5)

## Composition et caractéristiques du Système solaire (suite)

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- donner des exemples de la manière dont le gouvernement du Canada ou l'Agence spatiale canadienne participent à des projets de recherche sur l'espace. (112-6)
- défendre leur opinion quant à l'appui de l'exploration de l'espace du point de vue sociétal. (211-5)
- décrire les effets des phénomènes solaires sur la Terre :
  - taches solaires
  - éruptions solaires
  - rayonnements solaires
 (312-6)
- en petits groupes, construire une maquette d'une station spatiale en s'inspirant de ce qu'ils ont appris à propos de l'influence du Soleil sur la Terre. (208-4, 211-1)

Les élèves peuvent faire des recherches sur la participation de notre pays à l'exploration de l'espace et du Système solaire. Les élèves doivent se pencher sur la « nécessité » d'explorer le Système solaire et sur les coûts associés à cette activité et débattre du sujet. Ils peuvent, par exemple, s'intéresser au rôle du Canada relativement à l'étude du Système solaire, principalement par l'intermédiaire de l'Agence spatiale canadienne ou de la NASA. Mentionnez aux élèves les facteurs autres que les facteurs purement scientifiques qui motivent l'exploration du Système solaire. Demandez-leur d'exprimer et de défendre leur opinion quant à l'appui soutenu de l'exploration de l'espace du point de vue des citoyens et des citoyennes du Canada et du monde. Prenez note si les élèves reconnaissent les points de vue potentiellement conflictuels quant au temps, à l'énergie et aux ressources consacrés à l'exploration de l'espace.

En 6<sup>e</sup> année, les élèves ont étudié comment la position relative de la Terre, de la Lune et du Soleil sont responsables des phases de la Lune, des éclipses et des marées. Les élèves devraient prendre conscience que le Soleil influence presque tous les phénomènes naturels de la Terre; par exemple, il est la source d'énergie des plantes vertes en même temps qu'il a une incidence sur les systèmes de communication. Les élèves auront déjà eu l'occasion de se familiariser avec l'incidence du Soleil sur les conditions météorologiques sur la Terre et ils approfondiront cette connaissance en 10<sup>e</sup> année.

Les élèves peuvent s'informer auprès de la Société canadienne du cancer pour savoir comment et pourquoi il est dangereux de s'exposer aux rayons solaires. Ils peuvent également explorer les méthodes et les moyens technologiques qui existent pour protéger le corps et les yeux des nocifs rayons ultraviolets ou encore s'intéresser à de récentes études sur l'effet des rayons ultraviolets sur le plancton ou d'autres organismes dans l'océan.

Vous pouvez également vous pencher sur la découverte des taches solaires et leurs propriétés pour illustrer comment une découverte peut mener à d'autres découvertes. Par exemple, le fait que les taches solaires bougent indique que le Soleil tourne. En groupe, les élèves peuvent étudier la périodicité des taches solaires et tenter de comprendre comment certaines activités du Soleil ont des répercussions sur les ondes électromagnétiques (radio, télévision) sur Terre. Les aurores boréales et australes sont d'autres effets observables du Soleil sur la Terre qu'il est possible d'étudier.

Demandez aux élèves de travailler en petits groupes pour concevoir une station spatiale qui protégera ses occupants des effets des phénomènes solaires. Ils devront réfléchir aux ressources nécessaires et à la manière dont ces ressources pourraient être réutilisées et/ou recyclées dans un tel environnement. Demandez-leur ensuite de présenter leur projet sous forme d'un rapport ou d'un exposé avec des supports visuels.

(suite)

**Composition et caractéristiques du Système solaire (suite)****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Performance*

- En équipe, faites une recherche et concevez une maquette d'une station spatiale. (208-4, 211-1)

*Interrogation papier-crayon*

- Faites une recherche sur les divers écrans solaires et les raisons qui poussent les gens à les utiliser et présentez les renseignements recueillis. (312-6)

*Interview*

- Communiquez avec l'Agence spatiale canadienne pour vous renseigner sur son mandat et sur ses travaux en cours (<http://www.space.gc.ca>). (112-6)

*Exposés*

- Faites une affiche ou un grand dessin pour montrer ce qui arrive au champ magnétique de la Terre sous l'effet d'une éruption solaire. (312-6)
- Faites un modèle ou un dessin du Soleil qui illustre la chromosphère, la couronne solaire, les éruptions solaires et les taches solaires. (312-6)

*Portfolios*

- Résumez, par écrit, ce que vous avez appris de plus important et de plus intéressant sur l'Univers dans le module de l'exploration de l'espace. (objectifs variés)
- Prédisez ce qu'il adviendrait de la Terre et de la vie sur Terre si le soleil était à une année-lumière de la Terre. (312-6)

Sciences 9

- p. 498-499 : 16.1 (112-6)
- p. 511 : 16.2 (211-5)
- p. 452-455 : 14.7 & 14.8 (312-6)
- p. 498-503 : 16.6 & 16.7 (208-4, 211-1)

Audiovisuel

*Taking the Sun's Pulse*, FILMW  
n° 705799, VH  
(312-6, 208-4, 211-1)

**Composition et caractéristiques du Système solaire (suite)****Résultats****Stratégies d'apprentissage et d'enseignement**

Les élèves devront :

- décrire des théories de l'origine et de l'évolution de l'Univers :
  - la théorie du big bang
  - la théorie de l'univers oscillatoire (312-3)
  
- décrire et classer les principales composantes de l'Univers :
  - nébuleuses
  - galaxies
  - étoiles géantes
  - étoiles naines
  - quasars
  - trous noirs (312-2)
  
- calculez le temps qu'il faudrait pour atteindre une étoile éloignée à une vitesse donnée :
  - définissez et expliquez une année-lumière (210-9)

Étudiez la théorie généralement acceptée selon laquelle les étoiles se forment à partir de grands nuages de poussière et de gaz appelés nébuleuses. Une recherche sur le genre de lumière qu'émet une étoile pourra mener à une discussion sur les signatures spectrales. Une telle discussion pourrait à son tour mener naturellement à l'étude des divers types d'étoiles qui existent dans l'Univers. Les élèves doivent se familiariser avec les théories actuelles sur l'origine et l'évolution de l'Univers. Selon la théorie du big bang, parce que certaines indications portent à croire que l'Univers est en expansion, l'Univers a dû autrefois être plus compact. Les scientifiques estiment que la matière qui forme actuellement l'Univers constituait une masse compacte dense et chaude il y a de 15 à 20 milliards d'années, et que cette matière aurait commencé à prendre de l'expansion à la suite d'une très grande explosion.

Selon la théorie de l'univers oscillatoire, l'Univers se dilatera jusqu'à un certain point puis, en raison des forces de la gravité entre les étoiles et les galaxies, il se contractera. Certains scientifiques croient que ce phénomène provoquera un autre big bang.

Faites découvrir aux élèves les types de galaxies connues de l'Univers. Les principaux types sont les galaxies elliptiques, spirales et irrégulières. Invitez les élèves à calculer le temps qu'il faudrait pour atteindre une étoile ou une galaxie bien connue à une vitesse donnée. Initiez les élèves au concept d'année-lumière.

Montrez aux élèves des films vidéo sur les éléments de l'Univers comme les galaxies, les nébuleuses et les trous noirs. Les élèves doivent comprendre que les nébuleuses sont considérées comme le lieu de naissance des étoiles et que la plupart des étoiles sont regroupées en galaxie. Ils doivent également comprendre que les étoiles, y compris le Soleil bien entendu, ont une durée de vie définie et traversent diverses étapes (types d'étoiles) avant d'épuiser leur énergie, de s'effondrer et devenir des trous noirs.

Les élèves doivent acquérir une notion du concept d'année-lumière. Une année lumière est la distance que la lumière parcourt dans l'espace en une année. La lumière parcourt 300 000 km/s, soit environ 9,5 billions km/année. Les élèves voudront peut-être tenter de déterminer le temps qu'il faudrait pour atteindre certaines des étoiles les plus proches de la Terre à la vitesse de déplacement des navettes spatiales et des sondes spatiales actuelles.

(suite)

**Composition et caractéristiques du Système solaire (suite)****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Journal d'apprentissage*

- Expliquez comment faire pour qu'une lampe de poche et un puissant projecteur semblent avoir la même luminosité. (312-2)

*Interrogations papier-crayon*

- Rédigez un dialogue pour une émission de radio ou de télévision fictive dans laquelle on discuterait des théories de la formation et de l'évolution de l'Univers. (312-3)
- Élaborez une carte conceptuelle pour illustrer les concepts suivants : Soleil, nébuleuse, galaxie, étoile géante, étoile naine, quasar et trou noir. (312-2)
- Rédigez une histoire de science-fiction dans laquelle vous utilisez et expliquez les termes suivants : nébuleuse, galaxie, étoile géante, étoile naine, quasar et trou noir. (312-2)
- En supposant qu'un vaisseau spatial voyage à 14 km/s, déterminez combien de temps il faudra pour atteindre une étoile située à 6 années-lumière. (210-9)

*Exposé*

- Créez un tableau d'affichage des moyens technologiques qui servent à explorer l'univers et indiquez quelle science est associée à chacun [par exemple télescope (optique), radiotélescope (physique)]. (109-3, 111-5, 112-11)

Sciences 9

Un choix judicieux s'impose.

- p. 438-439 : 14.1

- p. 444-447 : 14.5 & 14.5

- p. 456-463 : 14.9 à 14.11

- p. 468-471 : 15.1  
(312-2, 210-9)

- p. 475-481 : 15.3 à 15.6  
(312-3)

Audiovisuel

*Universe: The Vast Frontier*,  
cinématique  
n° 705411, VH  
(312-3, 312-2)

## Composition et caractéristiques du Système solaire (suite)

### Résultats

### Stratégies d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devront :

- expliquer comment les données recueillies grâce à la technologie contribuent à notre connaissance de l'Univers. (109-3)
- travailler en équipe pour préparer des tableaux de données comparatives sur diverses étoiles et concevoir une maquette représentant certaines de ces étoiles dans le Système solaire. (209-4, 211-1, 211-3)
- décrire des exemples de carrières en sciences ou en technologie au Canada qui sont associées à l'exploration de l'espace. (112-11)
- cerner de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant de leur exploration de l'espace. (210-16)
- décrire la science qui sous tend trois technologies conçues pour explorer l'espace. (109-11, 111-5)

Les théories sur les origines de l'Univers et son avenir se fondent sur des observations. La présente section est une excellente occasion pour les élèves d'apprendre comment les théories sur les origines et l'évolution de l'Univers sont élaborées à partir de l'analyse des données recueillies au moyen de télescopes, de spectromètres et de radiotélescopes. Donnez aux élèves la possibilité d'explorer comment ces instruments et d'autres moyens technologiques ont permis aux scientifiques de recueillir des données à échanger et à comparer pour prouver ou réfuter des théories sur les origines et l'évolution de l'Univers.

Pour étudier les composantes de l'Univers, les élèves peuvent, dans un premier temps, faire des recherches sur les éléments constitutifs des galaxies, soit les divers types d'étoiles. Des renseignements sur l'emplacement des étoiles, leur distance de la Terre, leur magnitude, leur taille et autres renseignements du même genre peuvent être puisés dans des documents imprimés et électroniques. Les élèves devraient organiser leurs renseignements sous forme de tableau et les utiliser pour créer un modèle qui illustre, par exemple, la taille relative des étoiles. Vous pouvez également leur demander de faire des affiches ou des modèles pour illustrer le diamètre de différents types d'étoiles.

La présente section offre une excellente occasion de parler de la grande variété de professions qui contribuent à l'étude des divers aspects de l'Univers. Vous pouvez notamment parler du travail des astrophysiciens, des programmeurs d'ordinateurs, des ingénieurs électriciens, des fabricants de lentilles et de nombreux autres types de professionnels. Les élèves devraient pouvoir décrire diverses technologies utilisées pour explorer l'Univers et les sciences associées à ces technologies.

Encouragez les élèves à cerner des questions ou des problèmes touchant les théories ou les sujets associés à l'Univers. Ils pourraient par exemple poser des questions comme : Quelles sont les limites du déplacement dans l'espace? Quel âge a l'Univers? Y a-t-il d'autres systèmes planétaires semblables au nôtre dans l'Univers?

Les élèves doivent pouvoir associer diverses sciences à des technologies conçues pour explorer l'espace, par exemple le télescope Hubble (ondes optiques et électromagnétiques - physique), les aliments en conserve et la propulsion (chimie) et les radiotélescopes (physique).

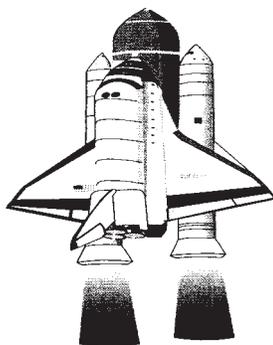
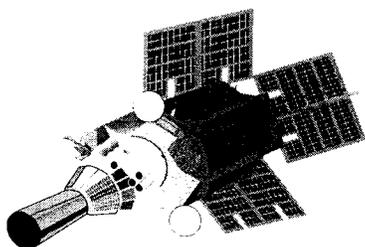
Les élèves doivent étudier les fondements scientifiques de diverses technologies. Ils peuvent étudier par exemple la propulsion par réaction (réaction chimique et forces), les télescopes à réflecteur et les réfracteurs (propriétés de la lumière) et les radiotélescopes (rayons électromagnétiques).

**Composition et caractéristiques du Système solaire (suite)****Méthodes d'enseignement ou de mesure****Ressources/Notes***Journaux d'apprentissage*

- Un jeune enfant a dit qu'une étoile brillante est sans doute plus proche de la Terre qu'une étoile plus éloignée. Que pouvez-vous faire pour démontrer que ce n'est pas nécessairement vrai? (209-4, 211-1, 211-3, 210-9)
- Pourquoi est-il possible de partir en voyage pour une étoile au-delà de notre Système solaire sans savoir que l'étoile visée n'existe peut-être plus? (210-9)

*Interrogations papier-crayon*

- À une vitesse donnée, calculez le temps qu'il faudra à une navette spatiale pour atteindre une étoile donnée. (210-9)
- Si un objet explose à cinq années-lumière de la Terre, quand l'explosion a-t-elle vraiment eu lieu? (210-9)
- Énumérez et décrivez plusieurs technologies et sciences associées aux deux objets illustrés ci-dessous. (109-11, 111-5)

*Interview*

- Pourquoi peut-on dire que la lumière provenant d'une supernova est « chose du passé »? (210-9)

*Exposés*

- Faites une recherche et expliquez comment nous avons réussi à comprendre le mouvement des planètes, les orbites et le Système solaire de notre galaxie et d'autres galaxies. (209-4, 211-1, 211-3)
- Créez un modèle ou une affiche qui illustre les divers types d'étoiles que vous avez étudiées dans le module. (312-2)

Sciences 9

Un choix judicieux s'impose.

- p. 480-483 : 15.6 & 15.7  
p. 448-450 : 14.6  
(109-3)

- p. 468-469 : 15.1  
(209-11, 211-1, 211-3)

- Profils de carrière aux pages  
429, 451, 474 et 507  
(112-11)

- p. 566 : 16.9  
(109-11, 111-5)

- p. 508-510 : 16.10 & 16.11  
(210-16)

Audiovisuel

Space Stations Film Series,  
CANL

Film 1 *Uses International*  
n° 702769, VH

Film 2 *Today's Reality*  
n° 702768, VH

Film 3, *Zero Gravity*  
n° 704530, VH  
(112-11, 210-16, 109-11,  
111-5)



## **Exemples de chemins critiques**

## **Modèles de plans de cheminement**

La présente section contient des modèles de plans de cheminement visant à guider les enseignants quant à l'utilisation des ressources pédagogiques. Les plans de cheminement aideront les enseignants à réaliser le plus d'objectifs d'apprentissage possible dans les délais accordés, soit environ 20 périodes d'enseignement par module. L'enseignant qui choisit de faire les 16 à 20 leçons suggérées, selon le module, sera assuré de couvrir la plus grande partie de la matière liée aux objectifs d'apprentissage énumérés dans le présent guide pédagogique. Les tests et les jeux-questionnaires ne sont pas mentionnés dans les plans de cheminement, mais ils doivent faire partie du plan de travail global de l'enseignant pour chaque module. Certains enseignants voudront peut-être voir certaines des sections facultatives du manuel s'ils jugent que ces sections permettent mieux d'atteindre les objectifs d'apprentissage visés.

Les modèles de plans de cheminement porte sur un ouvrage en particulier, mais les enseignants sont toujours encouragés à utiliser d'autres ressources pour les aider à réaliser des objectifs d'apprentissage précis. Des formulaires vierges sont fournis pour que les enseignants puissent les photocopier et élaborer leur propres plans de cheminement. On recommande de consacrer de 4 à 5 semaines à chaque module du programme des sciences.

Les enseignants sont encouragés à utiliser les plans de cheminement de manière à prévoir du temps pour les expos-sciences, les concours de sciences et autres activités de nature scientifique importantes pour aider les élèves à acquérir une culture scientifique.

Module type 1

Cheminement critique (Sciences de la vie : La reproduction - Sciences 9)

Leçon	Section(s) de texte	OU	Autre Section(s) de texte	► Résultat(s)
1	5.2		5.1	305-1, 109-14
2	5.4			304-11
3	5.5			304-11, 109-14
4	5.6			305-1, 304-11, 109-14
5	5.7		5.11	210-2, 210-4, 210-9
6	5.8		5.9	305-2, 305-3
7	5.12			210-2, 210-4, 210-9, 304-11
8	6.1			305-1, 110-3
9	6.2		6.3	305-5, 113-10
10	6.4			209-5, 210-8, 305-5
11	6.6		6.7 ou 6.8 ou 6.9	111-1, 209-5, 210-8, 305-2
12	7.1			305-3
13	7.2			304-11, 109-14
14	7.3			208-2, 209-6, 211-2
15	7.4			208-2, 209-6, 211-2
16	7.10			209-5, 210-8
17	7.11			209-5, 210-8

## Module type 2

Cheminement critique (Sciences physique : Les atomes et les éléments - Sciences 9)

Leçon	Section(s) de texte	OU	Autre Section(s) de texte	► Résultat(s)
1	1.1			209-7, 307-13
2	1.2			307-12
3	1.3		1.5	307-12, 210-2
4	1.6			210-11, 210-16, 307-13
5	1.7		1.9	210-11, 210-16, 307-13
6	1.8			210-11, 210-16, 307-13
7	Revision 2.1		2.2	307-15
8	2.7		2.8 ou 2.9	307-16
9	2.10			307-16
10	2.12		2.11	111-1, 112-3
11	3.2		3.1	110-1, 110-3
12	3.3			109-13, 307-14
13	3.4		3.5	110-3
14	3.6			109-13, 307-14
15	4.1			109-2, 210-1
16	4.2			109-2, 210-1
17	4.3			109-2, 210-1
18	4.4			109-2, 210-1
19	4.5		4.6	109-2, 210-1

Module type   3  

**Cheminement critique** (Sciences physique : caractéristiques de l'électricité - Sciences 9)

Leçon	Section(s) de texte OU Autre Section(s) de texte		► Résultat(s)
1	9.1		308-14
2	9.2 / 9.3	9.4 ou 9.5	308-14, 308-13
3	9.8		308-13
4	9.9		308-13
5	9.11		111-1, 112-7
6	10.1	10.2	109-14, 308-16
7	10.3		109-14, 308-16
8	10.9		308-15
9	10.10		109-14, 308-16
10	10.11		210-5, 211-2, 109-14, 308-16, 209-3, 210-10, 210-7
11	10.12	10.13	208-1, 209-3, 210-10, 210-7
12	11.2		308-18, 308-19
13	11.4	11.3	308-18, 308-19
14	11.8		308-20, 210-8, 113-6
15	11.9	Le project "Energy Generation" peut couvrir les autres objectifs.	308-20, 210-8, 113-6
16	12.6		109-14, 308-19
17	12.7		308-19
18	12.8		113-9, 113-13
19	12.9		113-9, 113-13

Module type 4

Cheminement critique (Science de la Terre et de l'espace :  
L'exploration de l'espace - Sciences 9)

Leçon	Section(s) de texte	OU Autre Section(s) de texte	► Résultat(s)
1	13.2	13.1	312-4
2	13.3		312-4
3	13.10	13.11	312-5
4	13.12	13.13	312-4, 110-6, 112-6, 210-3
5	13.14	Projet de recherche	312-4, 312-5
6	13.15		312-5, 110-6, 210-3
7	14.1		110-6, 210-3
8	14.4	14.3 ou 14.5	210-9
9	14.6		110-6, 210-3
10	14.7		312-6
11	14.8		312-6
12	15.1		312-2
13	15.2		312-1, 312-3
14	15.3		312-1, 312-3
15	15.4 / 15.5		312-1, 312-3
16	16.6		208-4, 211-1
17	16.12	16.7	112-6, 211-5
18	2 <sup>e</sup> défi p. 514		211-3, 208-4

Module \_\_\_\_\_

Plan de cheminement critique ( \_\_\_\_\_ )

Leçon	Section(s) de texte OU Autre Section(s) de texte		► Résultat(s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			