

Résultat d'apprentissage général A **Nature de la science et de la technologie**

Distinguer les sciences de la technologie, reconnaître à la fois leurs capacités et leurs limites à avancer notre compréhension du monde, et apprécier les interactions entre la culture et la technologie

Survol

Les élèves doivent apprendre que les sciences et la technologie sont des activités humaines créatives dont la longue histoire est ancrée dans toutes les cultures de la planète.

Les sciences constituent une façon de connaître l'Univers. Cet apprentissage repose sur la curiosité, la créativité, l'imagination, l'intuition, l'exploration, l'observation, la capacité de reproduire des expériences, l'interprétation des données et les débats qui en découlent. L'activité scientifique comprend la prédiction, l'interprétation et l'explication de phénomènes naturels et de conception humaine. Bon nombre de personnes expertes en histoire, en sociologie et en philosophie des sciences affirment qu'il n'y a pas qu'une seule méthode établie pour permettre de mener une étude scientifique. Elles croient plutôt que les sciences sont dirigées par un ensemble de théories, de connaissances, d'expériences et de processus ancrés dans le monde physique.

La technologie naît en grande partie de la proposition de solutions à des problèmes soulevés par suite des tentatives des humains de s'adapter à leur environnement externe. La technologie comprend beaucoup plus que les connaissances et les habiletés liées aux ordinateurs et à leurs applications.

La technologie est à la fois une forme de connaissances qui utilisent les concepts et les habiletés des autres disciplines, y compris les sciences, et l'application de ces connaissances pour satisfaire à un besoin ou pour résoudre un problème à l'aide de matériaux, d'énergie et d'outils, dont les ordinateurs. La technologie occasionne aussi des effets sur les procédés et les systèmes, sur la société et sur la façon dont les gens pensent, perçoivent et définissent leur monde.

Résultats d'apprentissage spécifiques

RAS A1 : distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;

RAS A2 : reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;

RAS A3 : identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;

RAS A4 : reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;

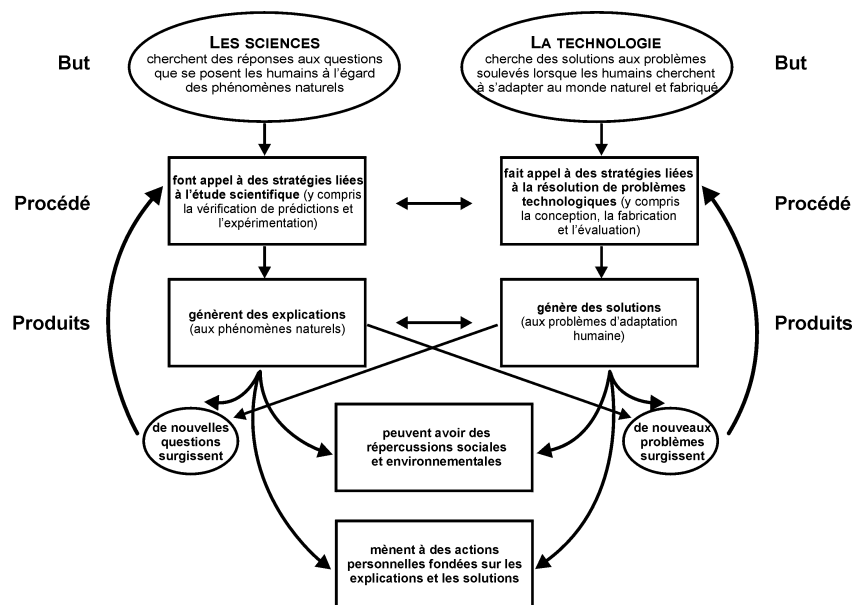
RAS A5 : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.

RAS A1 : distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;

Stratégies d'enseignement suggérées

Renseignements pour l'enseignant

Les sciences et la technologie sont des activités humaines créatives dont la longue histoire est ancrée dans toutes les cultures de la planète. La science est une façon d'apprendre au sujet de l'Univers, qui satisfait la curiosité des humains et produit des connaissances sur les événements et phénomènes du monde naturel. La technologie fournit aux humains des moyens efficaces et efficients d'accomplir des tâches ou de satisfaire à leurs besoins.



Tiré de *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction*, par Rodger W. Bybee, ©The Network, Inc. (adaptation autorisée).

L'apprentissage des sciences trouve sa source dans la curiosité, la créativité, l'imagination, l'intuition, l'exploration, l'observation, la répétition des expériences, l'interprétation des données et les débats qui en découlent. L'activité scientifique comprend la prédiction, l'interprétation et l'explication de phénomènes naturels et de conception humaine. Bien des historiens, sociologues et philosophes des sciences affirment qu'il n'y a pas qu'une seule méthode établie pour permettre de mener une étude scientifique.

« La production du savoir scientifique est une entreprise essentiellement collective : il n'y a pas de science idiosyncratique. Les modèles et les solutions proposés sont soumis à l'évaluation des pairs qui en apprécient la pertinence logique et expérimentale par rapport au savoir établi. » (Larochelle et Désautels 1992).

Les connaissances et théories scientifiques sont constamment mises à l'épreuve, modifiées et perfectionnées au fur et à mesure que de nouvelles connaissances et théories les remplacent. À travers l'histoire, plusieurs intervenantes et intervenants d'origines et de formations diverses ont débattu chaque nouvelle observation et hypothèse, remettant ainsi en question des connaissances scientifiques jusqu'alors acceptées.

Ce débat scientifique se poursuit encore aujourd'hui, selon un jeu très élaboré de discussions théoriques, d'expériences, de pressions sociales, culturelles, économiques et politiques, d'opinions personnelles et de besoins de reconnaissance et d'acceptation par des pairs. L'élève se rendra compte que bien qu'il puisse y avoir des changements majeurs dans notre compréhension du monde lors de découvertes scientifiques révolutionnaires, une grande partie de cette compréhension est plutôt le fruit de l'accumulation constante et progressive de connaissances.

L'histoire démontre cependant que de grands progrès dans la pensée scientifique ont débouché sur la disparition complète de certaines disciplines, faisant entrer des praticiens autant que des théoriciens dans un tout nouvel ensemble d'hypothèses directrices. Les *révolutions scientifiques* de ce genre, mentionnées par Thomas S. Kuhn dans son ouvrage majeur *La structure des révolutions scientifiques*, sont des exemples qui peuvent dynamiser l'enseignement des sciences, et fournissent des contextes particulièrement motivateurs et novateurs pour les élèves. La technologie se préoccupe principalement de proposer des solutions à des problèmes soulevés lorsque les humains s'efforcent de s'adapter à leur environnement. La technologie peut être considérée comme « un outil ou une machine; un procédé, un système, un environnement, une épistémologie, une éthique; l'application systématique de connaissances, de matériel, d'outils et d'aptitudes pour étendre les capacités humaines ». (Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *La technologie comme compétence de base*.)

La technologie comprend beaucoup plus que les connaissances et les habiletés liées aux ordinateurs et à leurs applications. La technologie est à la fois une forme de connaissances qui utilisent les concepts et les habiletés des autres disciplines, y compris les sciences, et l'application de ces connaissances pour satisfaire à un besoin ou pour résoudre un problème à l'aide de matériaux, d'énergie et d'outils, dont les ordinateurs. La technologie occasionne aussi des effets sur les procédés et les systèmes, sur la société et sur la façon dont les gens pensent, perçoivent et définissent leur monde.

Activation

Activités fondées sur les connaissances antérieures

- Demander aux élèves d'examiner l'exemple du café chaud dans le modèle des Processus d'enseignement des sciences. Les inviter à créer d'autres exemples qui correspondent au modèle.

	Étude scientifique	Résolution de problèmes technologiques (processus de design)	Prise de décisions
But :	Satisfaire sa curiosité à l'égard des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Composer avec la vie de tous les jours, les pratiques et les besoins des humains.	Identifier divers points de vue ou perspectives à partir de renseignements différents ou semblables.
Procédé :	Que savons-nous ? Que voulons-nous savoir ?	Comment pouvons-nous y arriver ? La solution fonctionnera-t-elle ?	Existe-t-il des solutions de rechange ou des conséquences ? Quel est le meilleur choix en ce moment ?
Produit :	Une compréhension des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Un moyen efficace d'accomplir une tâche ou de satisfaire un besoin.	Une décision avisée compte tenu des circonstances.
	Question scientifique	Problème technologique	Enjeu STSE
Exemples :	Pourquoi mon café refroidit-il si vite ? <i>Une réponse possible :</i> L'énergie calorifique est transférée par conduction, convection et rayonnement.	Quel matériau permet de ralentir le refroidissement de mon café ? <i>Une solution possible :</i> Le polystyrène (tasse) ralentit le refroidissement des liquides chauds.	Devrions-nous choisir des tasses en polystyrène ou en verre pour notre réunion ? <i>Une décision possible :</i> La décision éventuelle doit tenir compte de ce que dit la recherche scientifique et technologique à ce sujet ainsi que des facteurs tels que la santé, l'environnement, et le coût et la disponibilité des matériaux.

Adaptation autorisée par le Minister of Learning de la province de l'Alberta (Canada), 2001.

- Proposer aux élèves d'utiliser un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.24) pour établir une distinction essentielle entre les sciences et la technologie.

Acquisition

Développement de concepts

- Inviter les élèves à utiliser un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.20, 10.24) pour différencier les questions scientifiques des problèmes technologiques.

Exemples

Question scientifique	par rapport à	Problème technologique
<ul style="list-style-type: none"> • « Quel est le mécanisme responsable du mouvement des continents? » • « Comment le corps humain réagit-il à un environnement en apesanteur? » • « Qu'est-ce qu'une cellule? » 		<ul style="list-style-type: none"> • « Comment peut-on mesurer à quelle vitesse les continents se séparent? » • « Comment peut-on contrer les effets négatifs de l'apesanteur sur le corps humain? » • « Comment peut-on faire pour voir les organelles à l'intérieur d'une cellule? »

- Demander aux élèves d'expliquer comment évoluent les connaissances scientifiques à mesure que de nouvelles données sont recueillies et que des théories sont mises à l'épreuve et par la suite restreintes, révisées ou remplacées.

Exemples

- Proposer aux élèves d'expliquer comment les données sur les fossiles ont contribué à soutenir la théorie de l'évolution des espèces.
- Inviter les élèves à expliquer comment les données sur les phénomènes sismiques, les fossiles et la géologie ont contribué à étayer la théorie de la tectonique des plaques.

Application**Étude de cas**

- Inviter les élèves à expliquer comment les connaissances scientifiques ont mené à la mise au point d'un produit de la technologie.

Exemples

- appareil à dialyse rénale
 - laparoscope
 - appareil d'imagerie par résonance magnétique (scanneur IRM)
 - cœur artificiel
- Demander aux élèves d'expliquer comment un jalon scientifique ou technologique a révolutionné la pensée de la communauté scientifique ou d'un programme de recherche.

Exemples

- Comment la théorie des champs a-t-elle aidé les scientifiques à comprendre les mouvements des corps célestes ou ceux des particules dans un champ magnétique?
- Comment les expériences de Pasteur ont-elles contribué à une meilleure connaissance des microorganismes et des maladies?

Stratégies d'évaluation suggérées

- Proposer aux élèves d'utiliser un cadre d'organisation des concepts comme le cadre de concept ou le cadre de sommaire de concept (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.35-11.37) pour résumer l'apprentissage relatif aux concepts de sciences et de technologie. Le type de cadre de concept employé peut être déterminé par l'enseignant ou par l'élève. Certains élèves préféreront utiliser un cadre ou l'autre, mais ils devront le présenter à l'enseignant pour obtenir ses commentaires. Comme il s'agit d'une stratégie

d'évaluation formative, qui permet de vérifier la compréhension de l'élève, il n'est pas nécessaire d'attribuer une note officielle pour ce travail.

On trouvera ci-dessous un sommaire des catégories utilisées pour chaque cadre. Pour plus de détails et des feuilles reproductibles, consulter *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* (11.23-11.24, 11.36-11.37).

Cadre de concept	Cadre de sommaire de concept
<ul style="list-style-type: none">• Concept• Caractéristiques• Exemples• Comparaison (à quoi ça ressemble?)• Contraste (qu'est-ce qui est différent de cela?)• Définition• Illustration	<ul style="list-style-type: none">• Concept ou mot clé• Représentation figurative• Explication ou définition dans ses propres termes• Faits• Questions de l'élève au sujet du concept• Analogie

- *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire et l'annexe 7* offrent une variété de stratégies d'évaluation qui peuvent être adaptées à des démarches pédagogiques précises et aux besoins particuliers des élèves.

RAS A2 : reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;

Stratégies d'enseignement suggérées

Activation

Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Inviter les élèves à faire un remue-méninges et à discuter ensemble de la mesure dans laquelle les sciences ont répondu à des questions au sujet du monde et ont expliqué des phénomènes naturels, et d'autres questions qui ont alors fait surface.

Acquisition

- Proposer aux élèves de lire une biographie ou une autobiographie d'un scientifique et de faire rapport sur cette lecture en s'efforçant d'établir la progression et le développement de sa compréhension scientifique.

Exemple

– *La double hélice* par James Watson

- Demander aux élèves de dresser une liste de questions scientifiques et de problèmes technologiques reliés au travail de ce scientifique dans chacune des catégories suivantes. Le scientifique :
 - a fourni une réponse ou une solution,
 - n'a pas fourni de réponse ou de solution,
 - a fourni une réponse ou une solution limitée.

Application

- Demander aux élèves d'indiquer des cas où les sciences et la technologie ont une capacité limitée de trouver des réponses aux questions ou la solution à des problèmes.

Exemples

- Quelle est la cause (ou les causes) du cancer? Comment le cancer doit-il être traité? Combien de temps une personne atteinte du cancer peut-elle vivre?
- Comment la vie sur Terre est-elle apparue?
- De quoi est fait l'intérieur de la Terre?
- Comment peut-on établir une colonie permanente dans l'espace?
- Comment peut-on expliquer les changements géologiques survenus sur la surface terrestre?
- Quels sont les causes et traitements du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) et du syndrome respiratoire aigu sévère(SRAS)?

Stratégies d'évaluation suggérées

- Inviter les élèves à analyser avec un esprit critique un texte scientifique comme un article dans une revue scientifique.

- Pour obtenir un synopsis détaillé de la façon d'intégrer le traitement d'une rédaction scientifique comme facteur impératif de l'évaluation de la littératie de l'élève, consulter le chapitre 14 de *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*.

RAS A3: identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;

Stratégies d'enseignement suggérées

Activation

Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Amorcer une discussion en classe sur les points de vue sociétaux concernant des dossiers scientifiques : *Est-ce que différentes sociétés ont des points de vue philosophiques différents relativement aux sciences? Comment la philosophie d'une société concernant les sciences et la technologie a-t-elle été façonnée par son histoire et sa culture?*

Exemples

- Les cultures autochtones nord-américaines
- Les cultures asiatiques
- Les cultures des Indes orientales

Acquisition

Recherche

- Demander aux élèves de faire une recherche sur les contributions des progrès scientifiques et technologiques apportées par des femmes et des hommes de plusieurs sociétés et horizons culturels.
- Les inviter à faire une recherche sur l'élaboration d'une somme de connaissances particulières en science dans une société ou culture, et d'en faire une chronologie. Proposer aux différents groupes de partager et de comparer leurs résultats.

Exemples

- connaissance et compréhension de l'Univers
- connaissance et compréhension des maladies
- Proposer aux élèves de se documenter sur le développement de programmes de recherche similaires en sciences et technologie dans différents pays et de les comparer. Leur demander d'adopter une approche multi-perspective, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux locaux.

Exemples

- voyages dans l'espace
- technologies médicales
- puissance nucléaire

Application

Débat

- Proposer aux élèves d'utiliser le débat pour analyser comment les programmes de recherche en sciences et technologie sont appuyés et financés par la population, et font l'objet de diverses pressions venant d'influences prioritaires, ou au mérite et d'autres influences prévisibles sur la vie des collectivités.

Exemples

- Discuter des avantages et désavantages du financement de la recherche pour la mise au point de médicaments visant à combattre les symptômes du SIDA, plutôt qu'à étudier les aspects médicaux de l'alcoolisme et du syndrome d'alcoolisation fœtale (SAF).
- Discuter du rôle des compagnies pharmaceutiques dans la mise au point de nouveaux traitements de maladies.
- Discuter de la pertinence d'explorer l'espace par rapport à la vie sur Terre.
- Discuter du rôle des traitements homéopathiques par rapport aux traitements médicaux usuels
- Discuter de l'importance de protéger les espèces végétales et animales menacées pour préserver la vie sur Terre.

Stratégies d'évaluation suggérées

- Inviter les élèves à se documenter sur le développement des sciences ou de la technologie par suite d'un événement historique, et à l'analyser.
Leur proposer de jouer le rôle de reporters de la période en question et d'écrire un article pour illustrer une perspective sociale et historique particulière sur un sujet ou un progrès scientifique donné.

Exemples

- 1944 : Comment les événements de la Deuxième Guerre mondiale ont influé sur la mise au point et l'usage de la bombe atomique?
 - 1632 : Comment la position de Copernic sur l'Univers a-t-elle influé sur la société d'alors?
- Demander aux élèves de penser à une nouvelle technologie ou invention et d'élaborer un plan d'implantation à l'échelle locale, nationale ou mondiale pour une nouvelle idée, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux.

RAS A4 : reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;

Stratégies d'enseignement suggérées

Activation

Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Au cours d'une discussion en classe, produire un réseau ou une « toile » illustrant les interconnexions entre les sciences et la technologie, en utilisant des exemples précis trouvés par les élèves.

Acquisition

Développement de concepts

- Demander aux élèves de trouver, d'analyser et de décrire des exemples où la compréhension d'enjeux scientifiques a été renforcée ou révisée suivant l'invention d'une technologie.

Exemples

- Chercher et décrire comment la sismologie a aidé les géoscientifiques à enrichir leurs connaissances sur l'intérieur de la Terre grâce à des applications comme la tomographie sismique.
- Comment le développement du télescope a-t-il modifié la compréhension de l'Univers par notre société et la place de l'humanité dans cet Univers?
- Comment l'amélioration des techniques de cristallographie aux rayons X a-t-elle contribué à la détermination de la structure de l'acide désoxyribonucléique (ADN)?
- Quelles sont les relations ou interactions entre les éléments suivants : le développement d'accélérateurs de particules, la découverte des particules subatomiques et la révision de la théorie atomique?
- Inviter les élèves à analyser les systèmes naturels et technologiques permettant d'interpréter et d'expliquer leur structure et leur dynamique.

Exemples

- Analyser les nombreuses étapes du raffinage du pétrole pour obtenir de l'essence et divers additifs pour les moteurs d'automobiles.
- Examiner la production d'hydroélectricité.

Application

- Proposer aux élèves de décrire le fonctionnement de technologies résidentielles, industrielles ou médicales en indiquant les principes scientifiques à la base de ces systèmes.

Exemples

- Quels sont les principes de physique à la base de la conception et de l'utilisation de technologies relatives à la tomographie axiale transverse commandée par ordinateur (TACO) ou de l'imagerie par résonance magnétique (IRM)?
- Décrire le développement de l'industrie aérospatiale et de l'aéronef moderne.

RAS A5 : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.

Stratégies d'enseignement suggérées

Activation

Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Inviter les élèves à faire un remue-méninges sur certains sujets scientifiques et à utiliser un schéma conceptuel pour établir le lien entre les processus unidisciplinaires et interdisciplinaires facilitant l'étude et la compréhension de ces sujets.

Exemples

- Clonage
- la vie dans l'espace
- voyage dans le temps
- analyses médico-légales/judiciaires

Acquisition

Développement de concepts

- Demander aux élèves d'expliquer les rôles des données/éléments de preuve, théories et paradigmes dans l'acquisition de connaissances scientifiques, et de discuter comment un changement de paradigme majeur peut modifier la vision scientifique du monde.

Exemples

- Expliquer comment le fait de prendre conscience que certaines substances acides ne contiennent aucun atome d'hydrogène dans leur formule a mené à la révision de la définition théorique d'acide d'Arrhenius.
- Discuter du changement radical qui a dû être apporté au processus de réflexion lorsque la conception sur la forme de la Terre (qu'on pensait plate et non changeante) a été abandonnée pour adopter la conception d'une Terre ronde et changeante.
- Comparer les preuves et théories de Lamarck et de Darwin.
- Discuter de la façon dont la théorie de la tectonique des plaques explique la répartition des mammifères autour de la planète.

- Inviter les élèves à déterminer et à expliquer l'importance des systèmes de nomenclature scientifique, et à développer leur expérience personnelle dans l'utilisation de ces systèmes, y compris la communication des résultats d'une recherche scientifique à l'aide des conventions et modes linguistiques appropriés.

Exemples

- Utiliser les conventions applicables à la géologie et plus précisément à la stratigraphie pour expliquer l'importance de préciser les données de datation relative et absolue quand on décrit l'emplacement d'un fossile en particulier.
- Utiliser la nomenclature appropriée pour décrire la composition chimique de solutions.
- Utiliser la désignation correcte des espèces pour comparer des organismes similaires.
- Décrire la fonction des enzymes.

Application

- Demander aux élèves de trouver les caractéristiques de la révision par les pairs dans le développement des connaissances scientifiques, et d'établir le modèle de ces caractéristiques.

Exemples

- Utiliser les grilles d'évaluation pour évaluer les rapports de recherche ou de laboratoire des camarades de classe.
- Rédiger un compte rendu de lecture d'un article de revue scientifique.
- Décrire comment la théorie de l'évolution a été précisée grâce à la contribution de différents scientifiques.
- Chercher comment le manque de reconnaissance ou d'acceptation de la part des pairs a entraîné le rejet de bien des idées scientifiques (par exemple, les idées de Mendel, Jenner et Galilée).

