

Guide de sciences

À utiliser à partir de septembre 2014 / janvier 2015



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Guide de sciences

À utiliser à partir de septembre 2014 / janvier 2015

Programme d'éducation intermédiaire

Guide de sciences

Version française de l'ouvrage publié originalement en anglais
en mai 2014 sous le titre *Sciences guide*

Publié en mai 2014
Mis à jour en septembre 2014 et en septembre 2017

Publié pour le compte de l'Organisation du Baccalauréat International, fondation éducative à but non lucratif
sise 15 Route des Morillons, CH-1218 Le Grand-Saconnex, Genève, Suisse, par

International Baccalaureate Organization (UK) Ltd
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate
Cardiff, Pays de Galles CF23 8GL
Royaume-Uni
Site Web : www.ibo.org

© Organisation du Baccalauréat International 2014

L'Organisation du Baccalauréat International (couramment appelée l'IB) propose quatre programmes d'éducation stimulants et de grande qualité à une communauté mondiale d'établissements scolaires, dans le but de bâtir un monde meilleur et plus paisible. Cette publication fait partie du matériel publié pour appuyer la mise en œuvre de ces programmes.

L'IB peut être amené à utiliser des sources variées dans ses travaux, mais vérifie toujours l'exactitude et l'authenticité des informations employées, en particulier dans le cas de sources participatives telles que Wikipédia. L'IB respecte les principes de la propriété intellectuelle et s'efforce toujours d'identifier les détenteurs des droits relatifs à tout matériel protégé par le droit d'auteur et d'obtenir d'eux, avant publication, l'autorisation de réutiliser ce matériel. L'IB tient à remercier les détenteurs de droits d'auteur qui ont autorisé la réutilisation du matériel apparaissant dans cette publication et s'engage à rectifier dans les meilleurs délais toute erreur ou omission.

Le générique masculin est utilisé ici sans aucune discrimination et uniquement pour alléger le texte.

Dans le respect de l'esprit international cher à l'IB, le français utilisé dans le présent document se veut mondial et compréhensible par tous, et non propre à une région particulière du monde.

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche documentaire, ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, sans autorisation écrite préalable de l'IB ou sans que cela ne soit expressément autorisé par la loi ou par la politique et le règlement de l'IB en matière d'utilisation de sa propriété intellectuelle. Veuillez consulter à cet effet la page <http://www.ibo.org/fr/copyright>.

Vous pouvez vous procurer les articles et les publications de l'IB par l'intermédiaire du magasin en ligne de l'IB sur le site <http://store.ibo.org>.

Courriel : sales@ibo.org

Déclaration de mission de l'IB

Le Baccalauréat International a pour but de développer chez les jeunes la curiosité intellectuelle, les connaissances et la sensibilité nécessaires pour contribuer à bâtir un monde meilleur et plus paisible, dans un esprit d'entente mutuelle et de respect interculturel.

À cette fin, l'IB collabore avec des établissements scolaires, des gouvernements et des organisations internationales pour mettre au point des programmes d'éducation internationale stimulants et des méthodes d'évaluation rigoureuses.

Ces programmes encouragent les élèves de tout pays à apprendre activement tout au long de leur vie, à être empreints de compassion, et à comprendre que les autres, en étant différents, puissent aussi être dans le vrai.



Profil de l'apprenant de l'IB

Tous les programmes de l'IB ont pour but de former des personnes sensibles à la réalité internationale, conscientes des liens qui unissent entre eux les humains, soucieuses de la responsabilité de chacun envers la planète et désireuses de contribuer à l'édification d'un monde meilleur et plus paisible.

En tant qu'apprenants de l'IB, nous nous efforçons d'être :

CHERCHEURS

Nous cultivons notre curiosité tout en développant des capacités d'investigation et de recherche. Nous savons apprendre indépendamment et en groupe. Nous apprenons avec enthousiasme et nous conservons notre plaisir d'apprendre tout au long de notre vie.

INFORMÉS

Nous développons et utilisons une compréhension conceptuelle, en explorant la connaissance dans un ensemble de disciplines. Nous nous penchons sur des questions et des idées qui ont de l'importance à l'échelle locale et mondiale.

SENSÉS

Nous utilisons nos capacités de réflexion critique et créative, afin d'analyser des problèmes complexes et d'entreprendre des actions responsables. Nous prenons des décisions réfléchies et éthiques de notre propre initiative.

COMMUNICATIFS

Nous nous exprimons avec assurance et créativité dans plus d'une langue ou d'un langage et de différentes façons. Nous écoutons également les points de vue d'autres individus et groupes, ce qui nous permet de collaborer efficacement avec eux.

INTÈGRES

Nous adhérons à des principes d'intégrité et d'honnêteté, et possédons un sens profond de l'équité, de la justice et du respect de la dignité et des droits de chacun, partout dans le monde. Nous sommes responsables de nos actes et de leurs conséquences.

OUVERTS D'ESPRIT

Nous portons un regard critique sur nos propres cultures et expériences personnelles, ainsi que sur les valeurs et traditions d'autrui. Nous recherchons et évaluons un éventail de points de vue et nous sommes disposés à en tirer des enrichissements.

ALTRUISTES

Nous faisons preuve d'empathie, de compassion et de respect. Nous accordons une grande importance à l'entraide et nous œuvrons concrètement à l'amélioration de l'existence d'autrui et du monde qui nous entoure.

AUDACIEUX

Nous abordons les incertitudes avec discernement et détermination. Nous travaillons de façon autonome et coopérative pour explorer de nouvelles idées et des stratégies innovantes. Nous sommes ingénieux et nous savons nous adapter aux défis et aux changements.

ÉQUILIBRÉS

Nous accordons une importance équivalente aux différents aspects de nos vies – intellectuel, physique et affectif – dans l'atteinte de notre bien-être personnel et de celui des autres. Nous reconnaissons notre interdépendance avec les autres et le monde dans lequel nous vivons.

RÉFLÉCHIS

Nous abordons de manière réfléchie le monde qui nous entoure, ainsi que nos propres idées et expériences. Nous nous efforçons de comprendre nos forces et nos faiblesses afin d'améliorer notre apprentissage et notre développement personnel.

Le profil de l'apprenant de l'IB incarne dix qualités mises en avant par les écoles du monde de l'IB. Nous sommes convaincus que ces qualités, et d'autres qui leur sont liées, peuvent aider les individus à devenir des membres responsables au sein des communautés locales, nationales et mondiales.



Table des matières

Introduction	1
Objectif du présent guide	1
Les sciences au sein du PEI	2
Modèle du programme	2
Nature des sciences	4
Les sciences dans le continuum des programmes de l'IB	5
Objectifs globaux	8
Objectifs spécifiques	9
Planification de la progression de l'apprentissage	12
Apprentissage interdisciplinaire	15
Projets du PEI	16
Programme établi et enseigné	17
Aspects obligatoires	17
Planification du programme d'études de sciences	19
Enseignement et apprentissage par le biais de la recherche	20
Directives propres aux matières	28
Programme évalué	32
Alignement des objectifs spécifiques et des critères d'évaluation	32
Présentation des critères d'évaluation	33
Critères d'évaluation pour les sciences en 1 ^{re} année	34
Critères d'évaluation pour les sciences en 3 ^e année	40
Critères d'évaluation pour les sciences en 5 ^e année	46
Évaluation électronique du PEI	52
Annexes	62
Concepts connexes en sciences	62
Termes relatifs aux sciences	64
Mots-consignes du PEI pour les sciences	66
Suggestions de lectures	68

Objectif du présent guide

Ce guide est à utiliser à partir de septembre 2014 ou janvier 2015, selon le début de l'année scolaire.

Ce document fournit un cadre à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences du Programme d'éducation intermédiaire (PEI). Il doit être lu et utilisé conjointement avec le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique* (mai 2014) qui contient :

- des informations d'ordre général relatives au programme ;
- le plan de travail des unités du PEI, ainsi que des directives concernant l'élaboration du programme d'études dans chacun des groupes de matières ;
- des informations détaillées sur les approches de l'apprentissage ;
- des conseils pour faciliter l'accès au programme et l'inclusion (y compris les aménagements destinés aux élèves ayant des besoins en matière de soutien à l'apprentissage) ;
- une déclaration sur l'intégrité intellectuelle.

Dans les publications du PEI, les exigences sont présentées dans des encadrés semblables à celui-ci.

Ressources complémentaires

Du matériel de soutien pédagogique est disponible sur le Centre de ressources pédagogiques (<https://resources.ibo.org>). Le matériel de soutien pédagogique pour les sciences fournit des conseils sur l'élaboration du programme établi, enseigné et évalué. Il contient des exemples de bonnes pratiques, notamment des descriptions générales du groupe de matières, des tâches d'évaluation, des barèmes de notation et des travaux d'élèves annotés par des enseignants.

Dans le cadre d'un processus facultatif d'évaluation externe, les élèves ont la possibilité d'obtenir des **résultats de cours du PEI de l'IB** pour le groupe de matières Sciences. Ces résultats peuvent contribuer à la délivrance du **certificat du PEI de l'IB**. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet dans les *Procédures d'évaluation* du Programme d'éducation intermédiaire.

Diverses publications consacrées au PEI sont disponibles sur le magasin de l'IB (<http://store.ibo.org>).

Remerciements

L'IB tient à exprimer sa reconnaissance aux écoles du monde de l'IB et à la communauté mondiale de professionnels de l'éducation qui ont généreusement contribué au développement du Programme d'éducation intermédiaire.

Modèle du programme

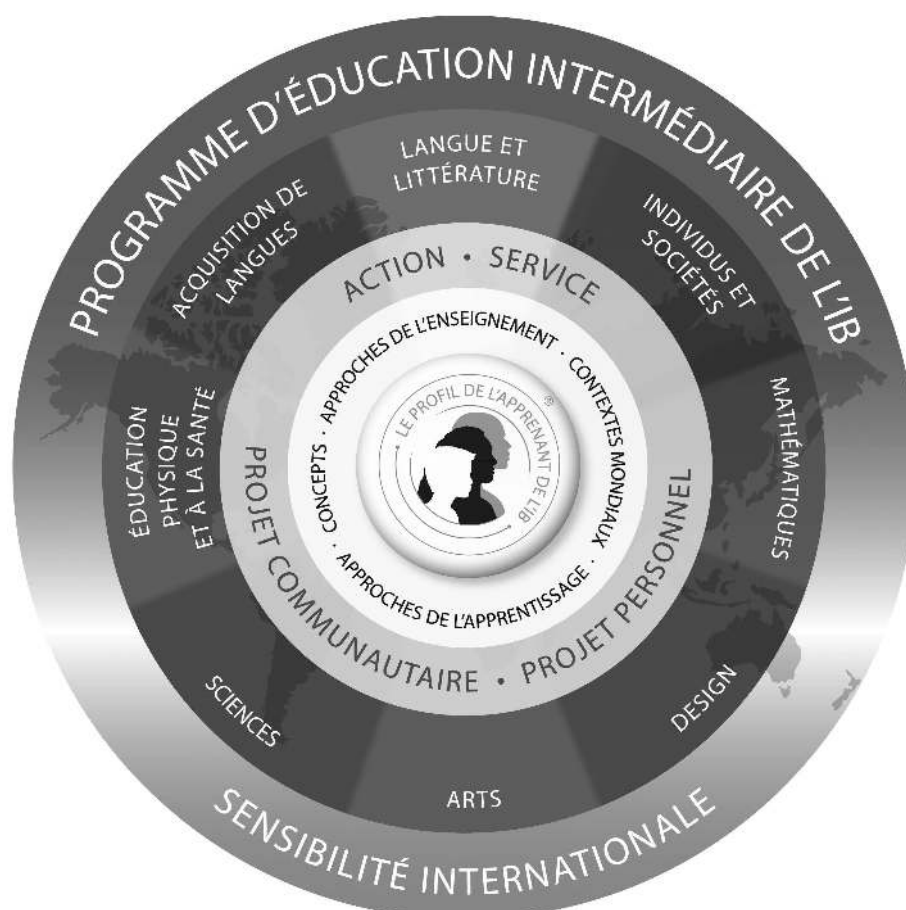


Figure 1

Modèle du Programme d'éducation intermédiaire

Conçu pour des élèves âgés de 11 à 16 ans, le PEI fournit un cadre d'apprentissage qui les encourage à devenir des individus faisant preuve de créativité, de pensée critique et de réflexion. Ce programme accorde une place prépondérante au défi intellectuel, encourageant ainsi les élèves à établir des liens entre leur étude des disciplines scolaires traditionnelles et le monde réel. Il favorise le développement des compétences nécessaires à la communication, à la compréhension interculturelle et à l'engagement mondial, trois qualités essentielles pour des jeunes qui se préparent à devenir les chefs de file du monde de demain.

La souplesse qui caractérise le PEI permet aux établissements scolaires de répondre à la plupart des exigences pédagogiques nationales ou locales. Prenant appui sur les connaissances, savoir-faire et savoir-être développés dans le cadre du Programme primaire (PP) de l'IB, il prépare les élèves à relever les défis pédagogiques qui les attendent dans le cadre du Programme du diplôme de l'IB et du Programme à orientation professionnelle de l'IB (POP).

Le PEI :

- contribue de façon globale au **bien-être** intellectuel, social, émotionnel et physique des élèves ;
- offre aux élèves des possibilités de développer les **connaissances, attitudes et compétences** nécessaires pour gérer des situations complexes et entreprendre des actions responsables dans le futur ;
- assure l'étendue et la profondeur des compréhensions acquises par les élèves à travers l'étude de **huit groupes de matières** ;
- impose aux élèves d'étudier au moins **deux langues** afin de les aider à comprendre leur propre culture et celles des autres ;
- donne aux élèves les moyens de prendre part à des activités de **service avec la communauté** ;
- contribue à préparer les élèves à **l'enseignement supérieur**, au **monde du travail** et à un **apprentissage tout au long de la vie**.

Nature des sciences

L'esprit scientifique n'est pas tant de fournir les bonnes réponses que de poser les bonnes questions.

Claude Lévi-Strauss

Le cadre pour les sciences du PEI, dans lequel la recherche occupe une place centrale, vise à orienter les élèves dans l'exploration de questions, seuls et à plusieurs, par le biais de la recherche, de l'observation et de l'expérimentation. Le programme d'études de sciences du PEI doit permettre d'explorer les liens qui existent entre la science et la vie quotidienne. À travers l'étude d'exemples concrets d'applications de la science, les élèves découvriront les tensions et les corrélations existant entre la science et la morale, l'éthique, la culture, l'économie, la politique et l'environnement.

La recherche scientifique favorise par ailleurs la pensée critique et créative en matière de recherche et de conception, ainsi que l'identification d'hypothèses et de différentes explications. Les élèves doivent apprendre à apprécier et à respecter les idées des autres, acquérir de solides compétences en matière de raisonnement éthique et développer davantage leur sens des responsabilités en tant que membres de communautés locales et mondiales.

L'apprentissage de la science implique plus que le simple apprentissage d'un vocabulaire technique. Selon la philosophie du PEI, tous les enseignants sont des enseignants de langue. Par conséquent, les sciences du PEI doivent permettre aux élèves d'accéder à des connaissances scientifiques, d'apprendre à les utiliser et à les communiquer avec compétence et assurance que ce soit à l'oral, à l'écrit ou sur un support visuel.

Les sciences dans le continuum des programmes de l'IB

Le continuum d'éducation internationale de l'IB favorise une progression de l'apprentissage pour les élèves âgés de 3 à 19 ans. Au PP, les sciences sont considérées comme l'exploration d'aspects du monde naturel. Les sciences au sein des programmes de l'IB encouragent la recherche, la curiosité et l'ingéniosité. Les apprenants doivent développer d'une part une compréhension des ressources à la disposition d'une société scientifique et technologique en constante évolution et d'autre part les compétences pour les utiliser de façon judicieuse. Le programme d'études de sciences du PEI a pour but de mettre à profit les connaissances et compétences acquises au cours du PP et d'autres programmes d'enseignement primaire centrés sur l'élève. Il ne comporte aucune exigence officielle en matière de connaissances préalables.

La recherche structurée dans le cadre d'unités interdisciplinaires est la principale méthode d'enseignement et d'apprentissage des sciences. Les élèves sont encouragés à faire des recherches en sciences en formulant leurs propres questions et en y apportant des réponses, notamment grâce à la recherche et à l'expérimentation.

La recherche scientifique permet aux élèves de développer une façon de penser et un ensemble de compétences et de processus qu'ils peuvent utiliser pour aborder en toute confiance la composante d'évaluation interne de matières scientifiques du Programme du diplôme, à savoir la biologie, la chimie et la physique. Par ailleurs, les objectifs spécifiques des sciences du PEI ainsi que les critères d'évaluation A à D sont alignés sur les objectifs spécifiques et les critères d'évaluation interne du Programme du diplôme, ce qui permet d'assurer une transition en douceur entre le PEI et le Programme du diplôme.

Tous les programmes de l'IB partagent les convictions et les valeurs suivantes concernant l'enseignement et l'apprentissage des sciences.

- **Une dimension internationale :** les élèves prennent conscience du fait que les sciences exigent une ouverture d'esprit et une liberté de pensée allant au-delà des limites établies par la politique, la culture, la langue, la nationalité, le sexe et la religion.
- **Une dimension esthétique :** les élèves apprennent à connaître et à apprécier les complexités, les subtilités et la beauté des sciences, ce qui éveille leur curiosité et intensifie leur apprentissage.
- **Une dimension éthique :** les élèves réfléchissent aux implications éthiques, sociales, économiques, politiques, culturelles et environnementales du recours à la science pour résoudre des problèmes spécifiques. Les élèves développent une position éthique personnelle concernant des questions liées à la science.
- **Un apprentissage par le biais de la recherche :** les élèves construisent du sens en concevant et en menant des recherches scientifiques, et en y réfléchissant. Le processus scientifique – qui encourage l'expérience pratique, la recherche et la pensée critique – permet aux élèves de prendre des décisions avisées et responsables non seulement dans le domaine des sciences, mais aussi dans d'autres domaines de la vie.
- **Un travail en collaboration :** les élèves ont la possibilité de travailler seuls et avec leurs pairs afin d'acquérir des connaissances sur les sciences en classe mais aussi au-delà. Ils développent des habitudes de travail fondées sur la responsabilité et la sécurité lors de la pratique des sciences.

Le profil de l'apprenant de l'IB offre une base solide à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences dans les programmes de l'IB et fait partie intégrante de la réussite de leur mise en œuvre.

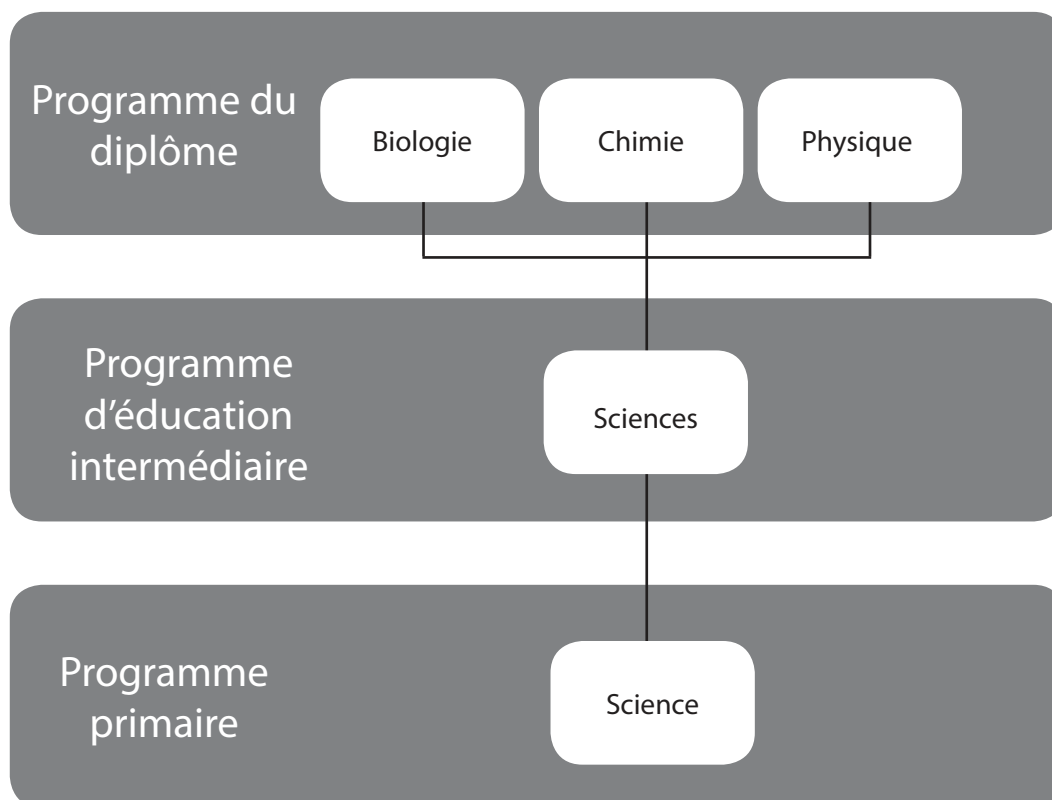


Figure 2

Parcours au sein du continuum des programmes de l'IB menant aux matières suivantes du Programme du diplôme : biologie, chimie et physique

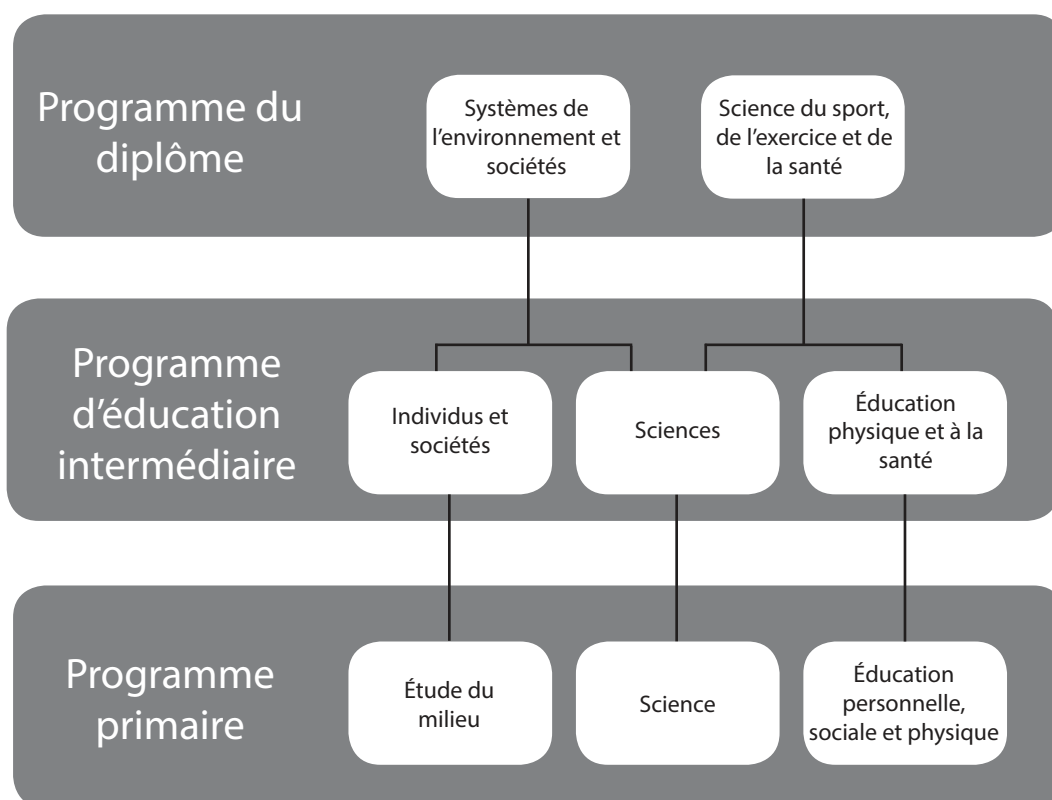


Figure 3

Parcours au sein du continuum des programmes de l'IB menant aux matières suivantes du Programme du diplôme : science du sport, de l'exercice et de la santé et systèmes de l'environnement et sociétés

Les sciences du PEI contribuent également à préparer les élèves à suivre avec succès le Programme du diplôme de l'IB dans son ensemble.

Les connaissances, compétences et attitudes que les élèves développent dans les cours de sciences leur procurent des bases solides pour leurs études ultérieures et les préparent à entreprendre des carrières en tant que chercheurs au sein d'universités et d'entreprises, assistants et responsables de laboratoires, consultants scientifiques pour un large éventail de sociétés et d'organisations non gouvernementales, ou encore à occuper des postes d'enseignants, de chercheurs sur le terrain et de journalistes.

Objectifs globaux

Les objectifs globaux de toutes les matières du PEI énoncent ce que l'enseignant pourra aborder en classe et ce que les élèves pourront s'attendre à découvrir et à apprendre. Ces objectifs suggèrent les changements qui pourront résulter de l'apprentissage chez l'élève.

Les objectifs globaux des sciences du PEI consistent à encourager et à permettre aux élèves :

- de comprendre et d'apprécier la science et ses implications ;
- d'envisager la science comme une entreprise humaine présentant des avantages et des limites ;
- de cultiver un esprit analytique, curieux et ouvert afin de soulever des questions, résoudre des problèmes, élaborer des explications et évaluer des arguments ;
- de développer des compétences pour élaborer et réaliser des recherches, évaluer des éléments de preuve et arriver à des conclusions ;
- de prendre conscience de la nécessité de collaborer et communiquer de manière efficace ;
- de mettre en pratique leurs connaissances et compétences linguistiques dans divers contextes de la vie réelle ;
- d'acquérir une sensibilité à l'égard des environnements vivants et non vivants ;
- de réfléchir à leurs expériences d'apprentissage et de faire des choix avisés.

Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques des différents groupes de matières du PEI énoncent les buts spécifiques fixés pour l'apprentissage dans chacun de ces groupes. Ils définissent ce que l'élève sera capable d'accomplir grâce à l'étude de ces matières.

Les objectifs spécifiques des sciences du PEI englobent les dimensions factuelles, conceptuelles, procédurales et métacognitives de la connaissance.

Les établissements scolaires **sont tenus** d'utiliser les objectifs spécifiques énoncés dans le présent guide pour les 1^{re}, 3^e et 5^e années du programme.

Chaque objectif spécifique se compose de plusieurs **aspects**. Un aspect désigne un élément ou une indication concernant l'attente en matière d'apprentissage.

Les groupes de matières **doivent** aborder **tous** les aspects de **chacun** des quatre objectifs spécifiques **au moins deux fois** lors de **chaque année** du PEI.

Ces objectifs spécifiques sont directement liés aux critères d'évaluation présentés dans la section « Programme évalué » du présent guide.

Considérés conjointement, ces objectifs reflètent la nature globale des sciences et la réalité du travail des scientifiques. Ils permettent aux élèves d'aborder tous les aspects des sciences, que ce soit dans le cadre d'objectifs spécifiques individuels ou de processus connexes.

A Connaissances et compréhension

Les élèves acquièrent des connaissances scientifiques (faits, idées, concepts, processus, lois, principes, modèles et théories) et les mettent en pratique pour résoudre des problèmes et formuler des jugements scientifiquement étayés.

Les tests ou les examens doivent être évalués à l'aide de cet objectif spécifique. Pour atteindre le plus haut niveau, les élèves doivent formuler des jugements scientifiquement étayés sur la validité et/ou la qualité des informations qui leur sont présentées. Les tâches d'évaluation peuvent comprendre des questions se rapportant aux « affirmations scientifiques » présentées dans des articles de presse ou aux résultats et conclusions d'expériences réalisées par d'autres, ou encore toute autre question incitant les élèves à analyser et à examiner des informations et leur permettant de résumer des arguments sur leur validité et/ou qualité à l'aide de leurs connaissances et de leur compréhension scientifiques.

Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :

- i. d'expliquer des connaissances scientifiques ;
- ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ;
- iii. d'analyser et d'évaluer des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

B Recherche et élaboration

Les élèves acquièrent des compétences intellectuelles et pratiques par le biais de l'élaboration, de l'analyse ainsi que de la réalisation de recherches scientifiques. Bien que la méthode scientifique puisse prendre diverses formes, le PEI met l'accent sur le travail expérimental et la recherche scientifique.

Lorsque les élèves élaborent une recherche scientifique, ils doivent développer une méthode qui leur permettra de recueillir suffisamment de données pour apporter une réponse à la question ou au problème posé(e). Afin de permettre aux élèves d'élaborer des recherches scientifiques de façon indépendante, les enseignants doivent leur fournir des problèmes ouverts. Un problème ouvert est un problème comportant plusieurs variables indépendantes appropriées à la recherche et qui a suffisamment de portée pour permettre d'identifier des variables indépendantes et des variables contrôlées. Afin d'atteindre le niveau le plus élevé de l'aspect qui demande aux élèves d'élaborer une méthode sûre, logique et complète, l'élève doit uniquement fournir les informations pertinentes et les présenter dans le bon ordre.

Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :

- i. d'expliquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ;
- ii. de formuler une hypothèse vérifiable et de l'expliquer en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. d'expliquer la façon de manipuler les variables et d'expliquer la manière dont les données seront recueillies ;
- iv. d'élaborer des recherches scientifiques.

C Traitement et évaluation

Les élèves recueillent, traitent et interprètent des données qualitatives et/ou quantitatives, et expliquent les conclusions pertinentes qu'ils en ont tirées. Les sciences du PEI aident les élèves à acquérir des compétences de pensée analytique auxquelles ils peuvent faire appel afin d'évaluer les méthodes employées et de discuter des moyens possibles pour les améliorer ou les approfondir.

Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :

- i. de présenter des données recueillies et transformées ;
- ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. d'évaluer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat de la recherche scientifique ;
- iv. d'évaluer la validité de la méthode employée ;
- v. d'expliquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.

D Réflexion sur les répercussions de la science

Les élèves acquièrent une compréhension globale de la science en évaluant les conséquences des développements scientifiques et de leurs applications à un problème ou une question spécifique. Il est attendu d'eux qu'ils utilisent un langage scientifique varié pour démontrer leur compréhension. Les élèves devront prendre conscience de l'importance de documenter les travaux d'autrui lorsqu'ils communiquent leurs propos scientifiques.

Les élèves doivent réfléchir aux conséquences de l'utilisation de la science par rapport à l'un des facteurs suivants : moral, éthique, social, économique, politique, culturel et environnemental (suivant la tâche). Le facteur choisi par l'élève peut être étroitement lié à d'autres facteurs.

Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :

- i. d'expliquer la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ;
- ii. de discuter et d'évaluer les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ;
- iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ;
- iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.

Planification de la progression de l'apprentissage

Tout au long du programme, les élèves doivent s'investir dans le programme d'études et démontrer leur compréhension à un niveau de complexité sans cesse croissant.

1 ^{re} année Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :	3 ^e année Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :	5 ^e année Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :
Objectif spécifique A : connaissances et compréhension		
i. de résumer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières et de suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations nouvelles ; iii. d'interpréter des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.	i. de décrire des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ; iii. d'analyser des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.	i. d'expliquer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ; iii. d'analyser et d'évaluer des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.
Objectif spécifique B : recherche et élaboration		
i. de résumer un problème ou une question de recherche adapté(e) qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer une prévision vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la façon de manipuler les variables et de résumer la manière dont les données seront recueillies ; iv. d'élaborer des recherches scientifiques.	i. de décrire un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer une hypothèse vérifiable et de l'expliquer en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de décrire la façon de manipuler les variables et de décrire la manière dont les données seront recueillies ; iv. d'élaborer des recherches scientifiques.	i. d'expliquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de formuler une hypothèse vérifiable et de l'expliquer en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. d'expliquer la façon de manipuler les variables et d'expliquer la manière dont les données seront recueillies ; iv. d'élaborer des recherches scientifiques.

1 ^{re} année Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :	3 ^e année Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :	5 ^e année Pour atteindre les objectifs globaux des sciences, les élèves devront être capables :
Objectif spécifique C : traitement et évaluation		
i. de présenter des données recueillies et transformées ; ii. d'interpréter des données et de résumer des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de discuter la validité d'une prévision en fonction du résultat de la recherche scientifique ; iv. de discuter la validité de la méthode employée ; v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.	i. de présenter des données recueillies et transformées ; ii. d'interpréter des données et de décrire des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de discuter la validité d'une hypothèse en fonction du résultat de la recherche scientifique ; iv. de discuter la validité de la méthode employée ; v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.	i. de présenter des données recueillies et transformées ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. d'évaluer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat de la recherche scientifique ; iv. d'évaluer la validité de la méthode employée ; v. d'expliquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.
Objectif spécifique D : réflexion sur les répercussions de la science		
i. de récapituler la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de décrire et de récapituler les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ; iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ; iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.	i. de décrire la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de discuter et d'analyser les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ; iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ; iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.	i. d'expliquer la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de discuter et d'évaluer les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ; iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ; iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.

L'éventail des compétences, techniques et concepts évalués, ainsi que la complexité de leur mise en pratique, doivent s'amplifier et s'intensifier d'année en année au fur et à mesure de la progression des élèves dans le programme.

Représentation visuelle du processus scientifique

Le processus scientifique formé par la recherche, l'élaboration, le traitement et l'évaluation est représenté par l'objectif spécifique B (recherche et élaboration) et l'objectif spécifique C (traitement et évaluation) des sciences du PEI. La représentation visuelle proposée à la figure 4 illustre la relation dynamique qui existe entre ces quatre domaines de la conception de la méthode expérimentale et de la communication de ses résultats.

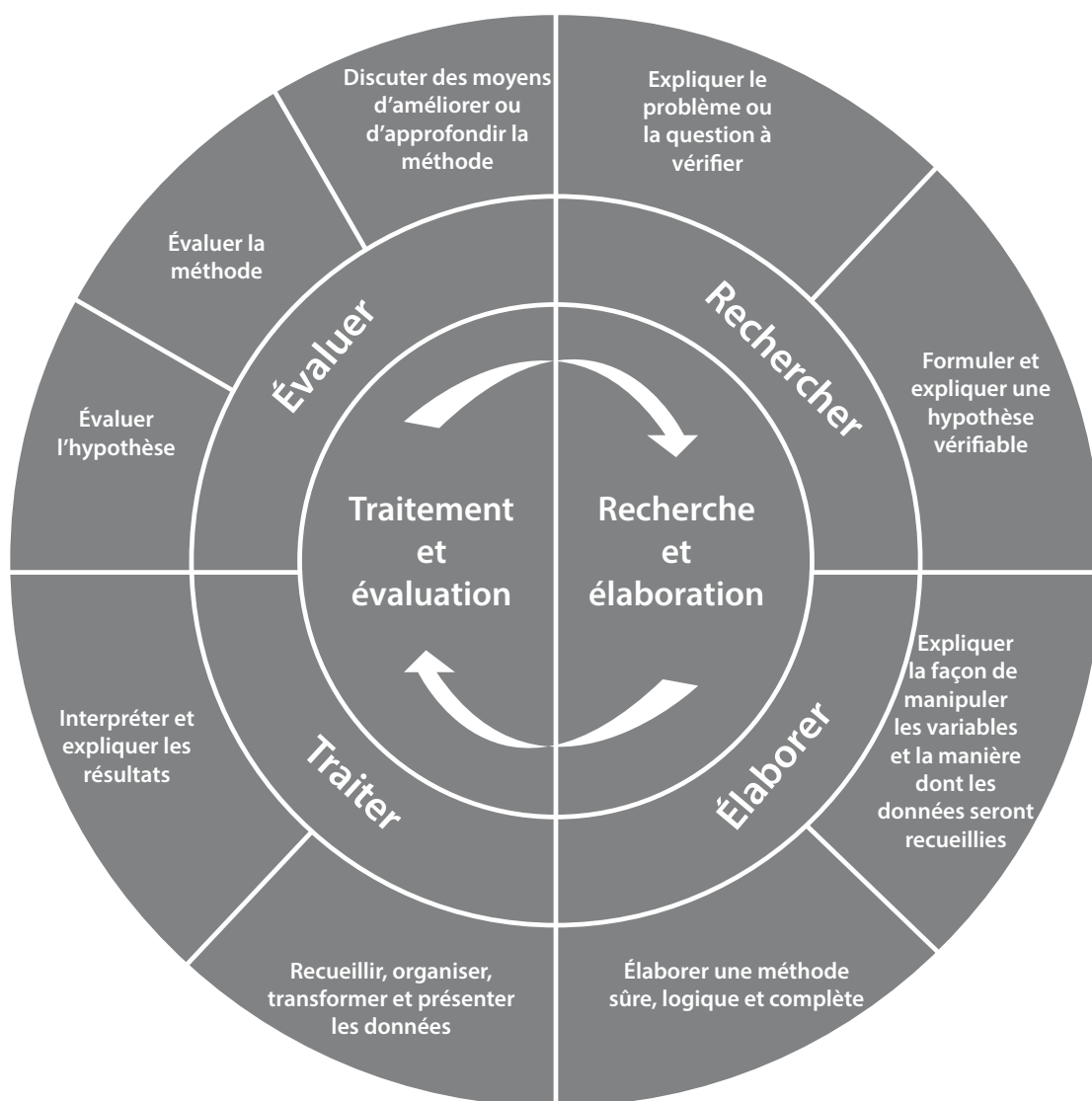


Figure 4
Le cycle expérimental

Apprentissage interdisciplinaire

L'enseignement et l'apprentissage interdisciplinaires sont ancrés dans les différents groupes de matières et disciplines, mais élargissent la compréhension disciplinaire de façon :

- **cohésive** – en rassemblant des concepts, des méthodes ou des modes de communication relevant de deux groupes de matières, disciplines ou domaines d'expertise reconnus, ou davantage, pour développer de nouvelles perspectives ;
- **significative** – en associant des disciplines pour résoudre des problèmes concrets, créer des produits ou traiter des questions complexes de façons qui n'auraient sans doute pas été possibles en ne recourant qu'à une seule discipline.

L'enseignement et l'apprentissage interdisciplinaires forment un programme d'études connexe qui est adapté aux besoins des élèves du PEI en matière de développement. Il prépare les élèves à poursuivre des études (inter)disciplinaires au niveau supérieur ainsi qu'à la vie dans un monde de plus en plus interconnecté.

Le PEI se base sur des concepts et des contextes pour permettre une intégration et un transfert efficaces des connaissances entre les groupes de matières et les disciplines. Le guide *Favoriser l'enseignement et l'apprentissage interdisciplinaires dans le cadre du PEI* (2014) fournit davantage de renseignements et propose notamment un processus détaillé pour la planification et la consignation des unités interdisciplinaires.

Il incombe aux établissements dispensant le PEI d'amener les élèves à prendre part à au moins une unité interdisciplinaire planifiée collectivement lors de chaque année du programme.

Les sciences du PEI offrent de nombreuses possibilités d'enseignement et d'apprentissage interdisciplinaires. Les unités interdisciplinaires menées dans le cadre de ce groupe de matières pourraient comprendre des recherches portant sur :

- l'utilisation des mathématiques pour interpréter et présenter des données ;
- la conception d'éclairages et d'effets sonores pour des productions artistiques à l'aide d'une analyse quantitative ;
- l'exploration des propriétés de matériaux pour des projets de conception.

L'apprentissage interdisciplinaire peut prendre la forme d'activités d'apprentissage à petite et grande échelle. Un véritable apprentissage interdisciplinaire requiert en principe une réflexion critique et une planification collective détaillée. Les enseignants et les élèves peuvent toutefois établir des liens interdisciplinaires dans le cadre d'activités d'apprentissage et de conversations menées de façon spontanée.

Il incombe à tous les enseignants des groupes de matières du PEI de mettre au point des possibilités d'enseignement et d'apprentissage interdisciplinaires continues et constructives.

Projets du PEI

Projets du PEI

Le projet communautaire du PEI (pour les élèves de 3^e et 4^e années) et le projet personnel du PEI (pour les élèves de 5^e année) ont pour but d'encourager la réalisation d'une recherche soutenue dans un contexte mondial en vue d'acquérir de nouvelles connaissances et d'approfondir la compréhension. Ces projets, qui marquent l'aboutissement d'une année, permettent aux élèves de prendre confiance en leur capacité à apprendre tout au long de leur vie en faisant preuve d'intégrité. Ils améliorent leur aptitude à appréhender leur propre apprentissage, à communiquer de manière efficace et à être fiers de leurs réalisations.

Les cours de sciences aident les élèves à développer des approches de l'apprentissage essentielles qui leur permettront de réussir et de s'épanouir dans les projets du PEI. Ce groupe de matières procure aux élèves d'importantes occasions de mettre en pratique leurs compétences liées aux approches de l'apprentissage, en particulier en ce qui concerne l'organisation et la représentation logique des informations. Les compétences de collaboration constituent des aspects essentiels de la démarche scientifique.

Les activités d'apprentissage réalisées dans ce groupe de matières peuvent servir de sources d'inspiration pour les projets des élèves. L'intérêt que ces derniers nourrissent à l'égard du monde naturel et des innovations technologiques offre de nombreux points de départ pour les projets portant sur la science, les technologies, l'ingénierie et les mathématiques.

Les sciences du PEI fournissent de nombreuses possibilités d'apprentissage par l'action. Elles peuvent inspirer des recherches portant sur les thèmes suivants dans le cadre des projets communautaires et des projets personnels :

- principes scientifiques et phénomènes naturels relevant d'un intérêt personnel ;
- applications de la science pour résoudre des problèmes pratiques ;
- défis d'ordre personnel, communautaire ou mondial faisant appel à la compréhension scientifique ;
- la culture scientifique au sein des communautés locales et nationales ;
- répercussions des développements et des innovations scientifiques.

Aspects obligatoires

Heures d'enseignement

Les établissements scolaires sont tenus d'allouer le nombre d'heures d'enseignement nécessaire pour répondre aux exigences des sciences du PEI.

Le PEI impose un minimum de 50 heures d'enseignement pour chacun des groupes de matières lors de chaque année du programme.

En pratique, il s'avère souvent nécessaire d'y consacrer davantage de temps non seulement pour satisfaire aux objectifs globaux et aux objectifs spécifiques du groupe de matières concerné, mais également pour permettre aux disciplines d'être enseignées en parallèle et dans la durée, afin de faciliter l'étude interdisciplinaire.

En ce qui concerne les élèves qui souhaitent obtenir les résultats de cours du PEI de l'IB afin de pouvoir prétendre à l'obtention du certificat du PEI de l'IB, le minimum d'heures d'enseignement recommandé pour les cours de sciences est de 70 heures pour chacune des deux dernières années du programme (4^e et 5^e années du PEI).

Organisation du cours de sciences dans l'établissement

Les cours de sciences du PEI regroupent généralement la biologie, la chimie et la physique. Néanmoins, les établissements peuvent également concevoir et proposer d'autres cours de sciences à condition que ceux-ci permettent aux élèves de satisfaire aux objectifs globaux et aux objectifs spécifiques du groupe de matières de l'IB. Ils peuvent proposer, entre autres, un cours de sciences environnementales, de sciences de la vie, de sciences physiques, de sciences du sport, de sciences de la santé ou de sciences de la Terre.

La façon dont les établissements structurent le programme de sciences tout au long des cinq années du PEI peut varier d'un établissement à l'autre. Cependant, ils doivent proposer des cours de sciences distincts ou modulaires.

Les cours de sciences distincts regroupent généralement la biologie, la chimie et la physique mais peuvent également comprendre d'autres disciplines scientifiques. Les cours de sciences distincts peuvent comprendre des unités scientifiques interdisciplinaires qui explorent des concepts, compétences et processus relevant d'au moins deux disciplines scientifiques, à condition que les enseignants :

- utilisent des concepts connexes relevant de la discipline ciblée par le cours ;
- consacrent au moins la moitié (50 %) des heures d'enseignement prescrites pour aborder la discipline ciblée par le cours.

Les cours de sciences modulaires se composent d'au moins deux matières scientifiques distinctes enseignées de manière alternée. Une telle structure peut également inclure des unités scientifiques interdisciplinaires, à condition que les établissements :

- déterminent clairement les résultats des élèves par rapport aux objectifs spécifiques des sciences du PEI dans chacune des disciplines ;
- proposent un choix équilibré de disciplines scientifiques.

Lors de **chaque année** du PEI, tous les élèves de sciences doivent impérativement réaliser de manière autonome un **travail de recherche scientifique** évalué à l'aide du **critère B** (recherche et élaboration) et du **critère C** (traitement et évaluation).

Planification du programme d'études de sciences

Les écoles du monde de l'IB doivent élaborer et structurer des cours de sciences du PEI qui permettent aux élèves d'atteindre les objectifs globaux et spécifiques du programme. Selon les circonstances qui leur sont propres, notamment les exigences des programmes d'études locaux et nationaux, les établissements décident de l'organisation des cours de sciences dans leur structure.

Les normes de mise en œuvre et applications concrètes spécifiques au PEI exigent des établissements qu'ils facilitent et encouragent la planification collective à des fins de développement et de révision du programme d'études.

Les objectifs spécifiques des sciences élaborés pour les années 1 à 5 du programme d'études assurent une continuité ainsi qu'une progression de l'apprentissage. Ces objectifs spécifiques aident les enseignants à prendre des décisions concernant le choix d'expériences d'apprentissage adaptées aux stades de développement des élèves, y compris dans le cadre des évaluations formatives et sommatives.

Lors de la planification de l'articulation verticale des sciences sur les différentes années du programme, les enseignants doivent élaborer des unités de travail de plus en plus complexes qui permettent d'aborder plusieurs objectifs spécifiques. Cependant, au sein de ces unités de travail, des tâches particulières ou de plus petites unités de travail peuvent porter sur certains objectifs spécifiques ou certains aspects particuliers.

Les cours de sciences offrent de nombreuses occasions d'établir des liens interdisciplinaires à travers le programme d'études. L'articulation horizontale élaborée pour chaque année du programme doit permettre de coordonner l'enseignement et l'apprentissage dans les différents cours de sciences, ainsi que d'identifier des compréhensions conceptuelles et des approches de l'apprentissage communes à plusieurs groupes de matières. Elle doit par ailleurs contribuer à proposer aux élèves une expérience d'apprentissage cohérente tout au long de l'année.

Enseignement et apprentissage par le biais de la recherche

Dans son sens le plus large, la recherche est le processus mis en œuvre pour acquérir un niveau de compréhension approfondie. La recherche implique la formulation d'hypothèses, l'exploration, le questionnement et l'établissement de liens. Dans tous les programmes de l'IB, la recherche développe la curiosité et encourage la pensée critique et créative.

Le PEI fournit un cadre à la recherche soutenue en sciences en développant la **compréhension conceptuelle** dans des **contextes mondiaux**. Les enseignants et les élèves élaborent un **énoncé de recherche** et utilisent des **questions de recherche** pour explorer un sujet. Par le biais de leur recherche, les élèves développent des compétences interdisciplinaires et disciplinaires spécifiques aux **approches de l'apprentissage**.

Compréhension conceptuelle

Un concept désigne une « grande idée ». Autrement dit, il s'agit d'un principe ou d'une notion immuable, dont l'importance transcende son origine, son époque ou son sujet particulier. Les concepts représentent les vecteurs de la recherche des élèves sur des questions et des idées d'importance personnelle, locale et mondiale, et leur fournissent les moyens d'explorer l'essence des sciences.

Les concepts occupent une place importante dans la structure de la connaissance qui exige des élèves et des enseignants d'adopter une manière de penser de plus en plus complexe au fur et à mesure qu'ils organisent et établissent des liens entre des faits et des sujets.

Les concepts représentent des compréhensions que les élèves doivent retenir pour mener un apprentissage tout au long de leur vie. Ils aident les élèves à formuler des principes, des généralisations et des théories. Les élèves ont recours à la compréhension conceptuelle pour résoudre des problèmes, analyser des questions et évaluer des décisions susceptibles d'avoir des répercussions sur eux-mêmes, sur leurs communautés et sur le monde au sens large.

Dans le PEI, la compréhension conceptuelle est structurée à l'aide de concepts clés et de concepts connexes prescrits. Les enseignants sont tenus d'utiliser ces concepts pour développer le programme d'études. Les établissements peuvent identifier et développer des concepts supplémentaires en vue de s'adapter au contexte qui leur est propre et de satisfaire aux exigences pédagogiques locales.

Concepts clés

Les concepts clés favorisent le développement d'un programme d'études vaste. Ils représentent de grandes idées qui sont pertinentes au niveau disciplinaire et interdisciplinaire. Les recherches portant sur les concepts clés peuvent faciliter l'établissement de passerelles dans et entre :

- les cours dispensés dans le cadre du groupe de matières des sciences (apprentissage intradisciplinaire) ;
- d'autres groupes de matières (apprentissage interdisciplinaire).

Le tableau 1 fournit la liste des concepts clés qui doivent être explorés dans le cadre du PEI. Les concepts clés abordés dans le cadre de l'étude des sciences sont **le changement, les relations et les systèmes**.

Changement	Communautés	Communication	Créativité
Culture	Développement	Esthétique	Forme
Identité	Interactions mondiales	Liens	Logique
Perspective	Relations	Systèmes	Temps, lieu et espace

Tableau 1
Concepts clés du PEI

Ces concepts clés fournissent un cadre pour le programme de sciences. Ils orientent les unités de travail et facilitent l'organisation de l'enseignement et de l'apprentissage.

Changement

Le **changement** désigne la conversion, la transformation ou l'évolution d'une forme, d'une valeur ou d'un état à un(e) autre. Les recherches portant sur le concept de changement font appel à la compréhension et à l'évaluation des causes, des processus et des conséquences.

En sciences, le changement est défini comme la différence d'état d'un système observé à divers moments. Ce changement peut être qualitatif (comme les différences de structure, de comportement ou de niveau) ou quantitatif (comme une variable numérique ou un taux). Le changement peut être irréversible, réversible ou autoperpétué.

Relations

Les **relations** désignent les liens et les interactions qui s'opèrent entre des propriétés, des objets, des individus et des idées, y compris les liens qui existent entre la communauté humaine et le monde dans lequel nous vivons. Tout changement d'une relation entraîne des conséquences. Certaines de ces conséquences auront une faible portée alors que d'autres pourront toucher des réseaux et des systèmes de plus grande envergure tels que les sociétés humaines et l'écosystème de la planète.

En sciences, les relations désignent les liens constatés entre les variables par le biais de l'observation ou de l'expérimentation. Ces relations peuvent également être mises à l'épreuve à travers l'expérimentation. Les scientifiques cherchent souvent à déceler les liens entre la forme et la fonction. La modélisation est également utilisée pour représenter les relations lorsque des facteurs tels que l'échelle, le volume de données ou le temps limitent le recours à d'autres méthodes.

Systèmes

Les **systèmes** sont des ensembles de composantes interdépendantes ou en interaction. Les systèmes apportent ordre et structure dans les environnements humains, naturels et artificiels. Ils peuvent être statiques ou dynamiques, simples ou complexes.

En sciences, les systèmes décrivent des ensembles de composantes qui fonctionnent en raison de leur interdépendance ou de leur nature complémentaire. Les sciences se composent habituellement de systèmes fermés, dans lesquels les ressources ne sont ni supprimées ni remplacées, et de systèmes ouverts, dans lesquels les ressources nécessaires sont régulièrement renouvelées. La modélisation fait souvent appel à des systèmes fermés pour simplifier ou limiter les variables.

D'autres concepts clés peuvent également revêtir de l'importance en sciences. Par exemple, le développement est un aspect majeur de la croissance continue découlant du changement qui caractérise le savoir scientifique. Les sciences ouvrent de formidables perspectives en matière de définition, de mesure et de signification du temps, du lieu et de l'espace. La créativité revêt toujours de l'importance pour les scientifiques qui travaillent ensemble à repousser les limites de la compréhension humaine.

Concepts connexes

Les concepts connexes permettent d'approfondir l'apprentissage. Ils sont ancrés dans des disciplines spécifiques et sont utiles pour explorer les concepts clés de manière plus détaillée. Les recherches portant sur les concepts connexes aident les élèves à développer une compréhension conceptuelle plus complexe et plus précise. Les concepts connexes peuvent dériver du sujet de l'unité ou de l'essence de la matière – autrement dit de ses caractéristiques et processus.

Les tableaux ci-après répertorient les concepts connexes définis pour l'étude des sciences. Les enseignants ne sont pas limités aux concepts connexes rassemblés ici mais peuvent en choisir d'autres lors de la planification des unités, y compris dans d'autres groupes de matières.

Concepts connexes en biologie		
Conséquences	Énergie	Environnement
Équilibre	Fonction	Forme
Interaction	Modèles	Mouvement
Preuves	Schémas	Transformation

Tableau 2a
Concepts connexes en biologie

Concepts connexes en chimie		
Conditions	Conséquences	Énergie
Équilibre	Fonction	Forme
Interaction	Modèles	Mouvement
Preuves	Schémas	Transfert

Tableau 2b
Concepts connexes en chimie

Concepts connexes en physique		
Conséquences	Développement	Énergie
Environnement	Fonction	Forme
Interaction	Modèles	Mouvement
Preuves	Schémas	Transformation

Tableau 2c
Concepts connexes en physique

Concepts connexes pour les cours de sciences modulaires		
Conséquences	Énergie	Environnement
Équilibre	Fonction	Forme
Interaction	Modèles	Mouvement
Preuves	Schémas	Transformation

Tableau 2d
Concepts connexes pour les cours de sciences modulaires

Un glossaire des concepts connexes définis pour les sciences est proposé en annexe du présent guide.

Contextes mondiaux pour l'enseignement et l'apprentissage

Les contextes mondiaux orientent l'apprentissage vers une recherche autonome et collective des liens qui unissent entre eux les humains et de la responsabilité de chacun envers la planète. En utilisant le monde en tant que contexte d'apprentissage le plus vaste, les sciences du PEI peuvent donner lieu à des explorations enrichissantes des thèmes suivants :

- identités et relations ;
- orientation dans l'espace et dans le temps ;
- expression personnelle et culturelle ;
- innovation scientifique et technique ;
- mondialisation et durabilité ;
- équité et développement.

Les enseignants doivent choisir un contexte mondial pour l'enseignement et l'apprentissage, ou élaborer d'autres contextes pour aider les élèves à explorer la pertinence de leur recherche (l'intérêt qu'elle présente).

De nombreuses recherches portant sur des concepts scientifiques se concentrent naturellement sur l'innovation scientifique et technique. Cependant, les cours dispensés dans le cadre de ce groupe de matières doivent, au fil du temps, offrir aux élèves de multiples occasions d'explorer tous les contextes mondiaux du PEI en rapport avec les objectifs globaux et spécifiques du groupe de matières.

Énoncés de recherche

Les énoncés de recherche placent la compréhension conceptuelle dans un contexte mondial en vue de structurer les recherches menées en classe et d'orienter l'apprentissage de façon pertinente. Ils établissent l'objectif de l'unité dans le cadre d'une exploration spécifique, pertinente et intéressante d'un contexte mondial. Le tableau 3 suggère plusieurs énoncés de recherche possibles pour des unités de travail consacrées aux sciences du PEI.

Énoncé de recherche	Concept clé Concepts connexes Contexte mondial (pistes d'exploration à développer)	Sujet/Domaine d'étude possible
Les sociétés doivent prendre en considération les conséquences du changement rendu possible grâce aux innovations technologiques réalisées dans le cadre de la révolution biologique.	• Changement • Conséquences, fonction • Innovation scientifique et technique (la révolution biologique)	Biologie : biotechnologie Chimie physique : la nanotechnologie
Les modèles permettent de visualiser les relations entre les structures et les fonctions qui façonnent l'identité humaine.	• Relations • Fonction, modèles • Identités et relations (la formation de l'identité)	Biologie : évolution (ADN et génétique)
L'énergie est distribuée au sein d'un système et peut être transférée d'un système à son environnement.	• Systèmes • Énergie, environnement, transfert • Innovation scientifique et technique : explorer le monde naturel et les lois qui le gouvernent (produits, processus et solutions)	Biologie : interactions entre organismes Physique : transfert et transformation de l'énergie Chimie : liaisons
La santé est fonction des interactions entre les individus et les sociétés.	• Relations • Conditions, interaction • Identités et relations (santé et bien-être, choix de styles de vie)	Biologie : interactions avec l'environnement Chimie : science de l'alimentation
Les découvertes révolutionnaires peuvent remettre en question les croyances populaires et mener à une compréhension plus approfondie.	• Changement • Preuves, développement, schémas • Orientation dans l'espace et dans le temps : découvertes et tournants (évolution, contraintes et adaptation)	Chimie : tableau périodique (tendances, groupes et périodes) Nature de la science et modes de la connaissance fondés sur la science

Énoncé de recherche	Concept clé Concepts connexes Contexte mondial (pistes d'exploration à développer)	Sujet/Domaine d'étude possible
Les scientifiques observent des schémas et les utilisent pour construire des systèmes reposant sur des règles et des conventions qui permettent d'expliquer comment le monde fonctionne.	• Systèmes • Modèles, schémas • Expression personnelle et culturelle (constructions sociales de la réalité, histoire des idées, domaines et disciplines, analyse et argumentation)	Chimie : chimie organique, types de réactions chimiques, nomenclature chimique
Afin de répondre aux besoins croissants en matière d'énergie, les sociétés se tournent souvent vers les nouvelles technologies qui interagissent avec le monde naturel.	• Changement • Conséquences, énergie, interaction • Équité et développement (imaginer un avenir prometteur)	Physique : électromagnétisme (génération et transmission de l'électricité) Forces et énergie (pression, travail et puissance), physique atomique (utilisations et dangers)
Les innovations techniques transforment souvent les relations que les individus entretiennent avec leur environnement local ou mondial.	• Relations • Développement, environnement • Mondialisation et durabilité (consommation, conservation, ressources naturelles et biens publics)	Physique : forces et énergie (combustibles et impact environnemental)
Des appareils innovants transforment la matière et l'énergie pour répondre aux besoins des êtres humains et satisfaire leurs envies.	• Créativité • Forme, fonction, transformation • Expression personnelle et culturelle (entrepreneuriat, pratique et compétence)	Physique : chaleur, lumière et son ; ondes (spectre électromagnétique, imagerie et applications)

Tableau 3
Exemples d'énoncés de recherche

Questions de recherche

Les enseignants et les élèves utilisent des énoncés de recherche pour faciliter la définition de questions de recherche factuelles, conceptuelles et invitant au débat. Les questions de recherche orientent l'enseignement et l'apprentissage. Elles contribuent par ailleurs à définir l'organisation et l'enchaînement des expériences d'apprentissage.

Le tableau 4 suggère plusieurs questions de recherche possibles pour des unités de travail consacrées aux sciences du PEI.

Questions factuelles : mémorisation de faits et de sujets	Questions conceptuelles : analyse de grandes idées	Questions invitant au débat : évaluation de perspectives et développement de théories
- À quoi ressemblent les cellules ? - Comment les scientifiques mesurent-ils les molécules et les composés chimiques ? - Quelles sont les technologies disponibles pour produire de l'énergie électrique à l'échelle industrielle ?	- Comment l'univers est-il structuré ? - Comment les modèles évoluent-ils et se transforment-ils ? - Quel est le lien entre la microbiologie et la sélection naturelle ?	- Qui devrait avoir le pouvoir de modifier et de contrôler le matériel génétique ? - Quelles sont les conséquences sociales et économiques de l'énergie nucléaire ? - Quelles sont les limites de la compréhension scientifique ?

Tableau 4

Exemples de questions factuelles, conceptuelles et invitant au débat

Approches de l'apprentissage

Toutes les unités de travail du PEI donnent l'occasion aux élèves de développer et de mettre en pratique leurs compétences spécifiques aux approches de l'apprentissage. Ces compétences apportent une aide précieuse aux élèves qui s'efforcent de satisfaire aux objectifs globaux et spécifiques du groupe de matières.

Les compétences spécifiques aux approches de l'apprentissage sont regroupées en cinq catégories qui couvrent l'ensemble du continuum d'éducation internationale de l'IB. Les programmes de l'IB identifient, dans chacune de ces catégories, des compétences distinctes pouvant être présentées, mises en pratique et consolidées au sein de la classe et en dehors.

Bien que les compétences liées aux approches de l'apprentissage soient pertinentes dans tous les groupes de matières du PEI, les enseignants peuvent également identifier, au sein même de ces compétences, des indications particulièrement appropriées, voire spécifiques, à un groupe de matières ou à un cours donné.

Le tableau 5 suggère plusieurs indications susceptibles de revêtir de l'importance en sciences.

Catégorie	Indication de compétence
Compétences de pensée	Interpréter les données recueillies à l'occasion de recherches scientifiques.
Compétences sociales	S'entraîner à fournir un retour d'information sur l'élaboration de méthodes expérimentales.
Compétences de communication	Utiliser des représentations visuelles des données adaptées aux objectifs et au public.
Compétences d'autogestion	Structurer les informations de façon appropriée dans les rapports de recherches en laboratoire.
Compétences de recherche	Établir des liens entre la recherche scientifique et les facteurs moraux, éthiques, sociaux, économiques, politiques, culturels et environnementaux qui s'y rapportent.

Tableau 5

Exemples d'indications de compétences spécifiques aux sciences

Les activités d'apprentissage et les évaluations bien conçues offrent aux élèves de multiples occasions de mettre en pratique et de démontrer leurs compétences liées aux approches de l'apprentissage. Chaque unité de travail du PEI identifie de façon explicite les compétences liées aux approches de l'apprentissage permettant d'orienter l'enseignement et l'apprentissage et grâce auxquelles les élèves peuvent véritablement démontrer leurs aptitudes. Les évaluations formatives fournissent un retour d'information important sur le développement de compétences particulières, et de nombreuses compétences liées aux approches de l'apprentissage aident les élèves à démontrer leurs accomplissements dans le cadre des évaluations sommatives portant sur les objectifs spécifiques du groupe de matières.

Le tableau 6 présente certaines compétences spécifiques aux approches de l'apprentissage dont les élèves peuvent faire preuve à travers leurs accomplissements relevant de la compréhension des sciences.

Approches de l'apprentissage
Pensée (pensée critique) : tirer des conclusions justifiables en s'appuyant sur le traitement, l'interprétation et l'évaluation de données recueillies à l'occasion de recherches scientifiques. Communication (interaction) : utiliser un vocabulaire scientifique, des tableaux et des graphiques appropriés pour expliquer clairement la signification de vos résultats à un public composé de pairs.

Tableau 6

Exemples de démonstrations des compétences liées aux approches de l'apprentissage en sciences

Directives propres aux matières

Compétences mathématiques requises

Tout au long du programme de sciences du PEI, les élèves doivent être régulièrement confrontés aux compétences mathématiques développées dans le cadre des mathématiques du PEI et utilisées par les scientifiques. À la fin du cours de sciences du PEI, les élèves devront être capables :

- d'effectuer les opérations mathématiques de base : addition, soustraction, multiplication et division ;
- d'effectuer des calculs impliquant des moyennes, des nombres décimaux, des fractions, des pourcentages, des ratios, des approximations et des inverses ;
- d'exprimer les nombres dans la forme standard (notation scientifique), comme suit : $a \times 10^k$ où $1 \leq a \leq 10$ et $k \in \mathbb{Z}$;
- d'utiliser la proportionnalité directe et inverse ;
- de résoudre des équations algébriques simples ;
- de résoudre des systèmes d'équations linéaires ;
- de tracer des graphiques (avec des échelles et des axes appropriés), y compris pour des équations à deux variables présentant des relations linéaires et non linéaires ;
- d'interpréter des graphiques, y compris la signification des pentes, les changements de pentes, les intersections et les aires ;
- de tracer des lignes (courbes ou droites) de meilleur ajustement sur un graphique de dispersion ;
- d'interpréter des données présentées sous différentes formes (par exemple, graphiques en bâtons, histogrammes et graphiques circulaires) ;
- de représenter une moyenne arithmétique en utilisant la notation $\bar{x}$.

Sécurité lors des travaux pratiques

Étant donné que les cours de sciences du PEI mettent l'accent sur la recherche et l'expérimentation, les établissements doivent proposer à leurs élèves un grand nombre d'expériences sur le terrain et de travaux en laboratoire. Le respect des directives énoncées ci-après aidera les établissements à assurer la sécurité lors des travaux pratiques.

- Évaluer et gérer les risques potentiels.
- Entretenir les laboratoires de sciences de l'établissement et veiller à ce qu'ils soient sûrs et bien équipés.
- S'assurer que toutes les personnes impliquées dans les travaux pratiques connaissent les codes et procédures de sécurité adéquats qu'il convient de respecter.
- Adapter l'effectif de la classe et l'encadrement des travaux pratiques de façon appropriée pour réduire les risques et les dangers potentiels.

Toutes les personnes impliquées dans les sciences du PEI ont la responsabilité fondamentale de s'assurer que la santé et la sécurité font l'objet d'un engagement permanent dans le respect des exigences locales, des diverses traditions éducatives et culturelles, des contraintes financières et des systèmes législatifs

nationaux. Les enseignants peuvent utiliser les directives développées par le comité de sécurité de l'International Council of Associations for Science Education (ICASE, conseil international des associations pour l'enseignement des sciences) et le Laboratory Safety Institute (LSI, institut de sécurité en laboratoire) et dont une traduction libre est fournie ci-après.

Directives de sécurité en laboratoire du Laboratory Safety Institute

40 recommandations pour un laboratoire plus sûr

Mesures demandant des dépenses minimales

1. Avoir un document écrit présentant la politique en matière de santé, de sécurité et d'environnement.
2. Former un comité départemental composé d'employés, de membres de la direction, de membres du corps enseignant, de membres du personnel et d'élèves, qui se réunira régulièrement pour discuter de questions liées à la santé, à la sécurité et à l'environnement.
3. Élaborer un programme de formation axé sur la santé, la sécurité et l'environnement pour tous les nouveaux employés et élèves.
4. Encourager les employés et les élèves à se préoccuper de leur santé et de leur sécurité et de celles des autres.
5. Impliquer chaque employé et élève dans certains aspects du programme de sécurité et donner à chacun des responsabilités spécifiques.
6. Récompenser les employés et les élèves pour leur performance dans le domaine de la sécurité.
7. Exiger de tous les employés qu'ils lisent le manuel de sécurité approprié. Exiger des élèves qu'ils lisent les règles de sécurité du laboratoire de l'établissement. Faire signer aux deux groupes une déclaration attestant qu'ils en ont bien pris connaissance, qu'ils les ont comprises, et qu'ils acceptent de suivre les procédures et de respecter ces pratiques. Conserver ces déclarations dans un dossier dans le bureau du département.
8. Faire des inspections périodiques et inopinées du laboratoire pour déceler les conditions et les pratiques dangereuses et y remédier. Faire participer les élèves et les employés à des simulations d'inspections de santé et sécurité.
9. Faire de l'apprentissage de la sécurité une partie intégrante du cours de science, du travail et de la vie.
10. Organiser régulièrement des réunions départementales de sécurité pour tous les élèves et les employés afin qu'ils puissent discuter des résultats des inspections et de certains aspects de la sécurité au laboratoire.
11. Lorsque des expériences dangereuses ou potentiellement dangereuses sont réalisées, se poser les questions suivantes :
 - Quels sont les risques ?
 - Quelle est la pire chose qui pourrait arriver ?
 - Comment réagir face à ces dangers ?
 - Quelles sont les mesures de prudence à adopter et quel est l'équipement de protection nécessaire pour minimiser l'exposition aux risques ?
12. Exiger que tous les accidents (incidents) soient signalés, évalués par le comité départemental de sécurité et abordés lors des réunions départementales de sécurité.
13. Exiger que chaque discussion précédant un travail en laboratoire ou une expérience prenne en considération les aspects liés à la santé et à la sécurité.
14. Ne jamais laisser une expérience en cours sans surveillance, à moins qu'elle ne présente aucun danger.

15. Interdire de travailler seul dans un laboratoire ou d'y travailler sans avoir au préalable informé un membre du personnel.
16. Étendre le programme de sécurité du laboratoire à l'automobile et à la maison.
17. Ne permettre le stockage que de petites quantités de liquides inflammables dans chaque laboratoire.
18. Interdire de fumer, de manger et de boire dans le laboratoire.
19. Interdire de conserver de la nourriture dans les réfrigérateurs où sont stockés des produits chimiques.
20. Élaborer des plans et des exercices d'entraînement pour faire face aux urgences telles que les incendies, les explosions, les empoisonnements, les déversements de produits chimiques ou les émissions de vapeurs, les électrocutions, les hémorragies et les contaminations individuelles.
21. Exiger de bonnes pratiques de nettoyage et d'entretien dans tous les espaces de travail.
22. Afficher les numéros de téléphone du service de lutte contre les incendies, des services de police et des services d'ambulances locaux sur ou à proximité de chaque téléphone.
23. Stocker les acides et les bases séparément. Stocker les combustibles et les oxydants séparément.
24. Faire un inventaire des produits chimiques, afin d'éviter les achats de quantités superflues.
25. Utiliser des panneaux d'avertissement pour signaler les risques.
26. Élaborer des pratiques de travail spécifiques pour toutes les expériences, telles que celles qui doivent être faites uniquement sous hotte aspirante ou qui nécessitent d'utiliser des produits particulièrement dangereux. Dans la mesure du possible, les expériences les plus dangereuses doivent être faites sous hotte.

Mesures demandant des dépenses modérées

27. Allouer une partie du budget du département à la sécurité.
28. Exiger l'utilisation de lunettes de protection appropriées en tout temps, et ce, dans les laboratoires et les zones où sont transportés des produits chimiques.
29. Fournir un équipement de protection individuel adéquat (lunettes à branches, lunettes-masques, écrans faciaux, gants, blouses blanches et écrans de protection pour paillasses).
30. Pourvoir chaque laboratoire d'extincteurs, de douches de sécurité, de douches oculaires, de trousse de premiers secours, de couvertures anti-feu et de hottes aspirantes, et tester ou vérifier cet équipement chaque mois.
31. Installer des protections sur toutes les pompes à vide et attacher solidement toutes les bouteilles de gaz.
32. Fournir du matériel de premier secours en quantité suffisante et des instructions pour son utilisation correcte.
33. Fournir des armoires ignifuges pour le stockage des produits chimiques inflammables.
34. Au centre du département, constituer une bibliothèque dédiée à la sécurité.
35. Retirer toutes les connexions électriques à l'intérieur des réfrigérateurs réservés aux produits chimiques et exiger des fermetures magnétiques.
36. Exiger des prises de terre sur tous les appareils électriques et installer des disjoncteurs différentiels si nécessaire.
37. Étiqueter tous les produits chimiques en indiquant le nom du produit, la nature et le degré du risque, les précautions à prendre et le nom de la personne responsable du contenant.
38. Élaborer un programme pour la datation des produits chimiques stockés et leur nouvelle certification ou leur destruction après la période de stockage maximale déterminée.

39. Élaborer un système d'élimination des déchets chimiques qui soit légal, sûr et écologique.
40. Stocker les produits chimiques dans des endroits sûrs, suffisamment espacés et bien ventilés.

Alignement des objectifs spécifiques et des critères d'évaluation

Dans le PEI, l'évaluation est étroitement liée au programme établi et enseigné. Chaque aspect des objectifs spécifiques des sciences du PEI dispose d'un équivalent dans les critères d'évaluation définis pour ce groupe de matières. La figure 5 illustre cet alignement ainsi que la complexité croissante des exigences auxquelles les élèves doivent satisfaire pour atteindre les niveaux les plus élevés.

C Traitement et évaluation

À la fin de la 5^e année, les élèves doivent être capables :

- i. de présenter des données recueillies et transformées ;
- ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. d'évaluer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat de la recherche scientifique ;
- iv. d'évaluer la validité de la méthode employée ;
- v. d'expliquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle ; ii. d'interpréter des données de manière correcte ; iii. d'indiquer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. d'indiquer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. d'indiquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.
3 – 4	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats de façon précise ; iii. de résumer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de résumer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de résumer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
5 – 6	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de discuter la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de discuter la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
7 – 8	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser, de transformer et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique correct ; iii. d'évaluer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. d'évaluer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. d'expliquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.

Figure 5

Alignement des objectifs spécifiques et des critères d'évaluation en sciences

Présentation des critères d'évaluation

L'évaluation des cours de sciences est critériée à chaque année du programme. Elle s'appuie sur quatre critères d'évaluation qui ont tous la même pondération :

Critère A	Connaissances et compréhension	Maximum : 8
Critère B	Recherche et élaboration	Maximum : 8
Critère C	Traitement et évaluation	Maximum : 8
Critère D	Réflexion sur les répercussions de la science	Maximum : 8

Dans le cadre des groupes de matières, **tous** les aspects de **chacun** des critères d'évaluation **doivent impérativement** être évalués **au moins deux fois** lors de **chaque année** du PEI.

Dans le PEI, les objectifs spécifiques des groupes de matières correspondent aux critères d'évaluation. Chaque critère comporte huit niveaux possibles (1 – 8) répartis en quatre bandes qui représentent généralement un travail limité (1 – 2), convenable (3 – 4), considérable (5 – 6) et excellent (7 – 8). Chaque bande possède un descripteur qui lui est propre. Les enseignants s'appuient sur ces descripteurs pour décider du niveau qui correspond le mieux aux progrès et aux résultats des élèves.

Le présent guide fournit les **critères d'évaluation prescrits** pour les 1^{re}, 3^e et 5^e années des sciences du PEI. Pour se conformer aux exigences locales ou nationales, les établissements peuvent ajouter des critères et utiliser des modèles d'évaluation supplémentaires. Les établissements sont tenus d'utiliser les critères d'évaluation appropriés, tels qu'ils sont publiés dans le présent guide, pour consigner le niveau d'accomplissement des élèves à la fin du programme.

Les enseignants doivent clarifier les attentes pour chaque tâche d'évaluation sommative en faisant directement référence aux critères d'évaluation prescrits. Les clarifications spécifiques à la tâche doivent expliquer clairement les connaissances et les compétences attendues des élèves. Les clarifications peuvent se présenter sous les formes suivantes :

- une version des critères d'évaluation prescrits spécifique à la tâche ;
- une discussion en classe menée de façon traditionnelle ou virtuelle ;
- une tâche ou un devoir comportant des instructions détaillées.

Critères d'évaluation pour les sciences en 1^{re} année

Critère A : connaissances et compréhension

Maximum : 8

À la fin de la 1^{re} année, les élèves doivent être capables :

- i. de résumer des connaissances scientifiques ;
- ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières et de suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations nouvelles ;
- iii. d'interpréter des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de sélectionner des connaissances scientifiques ; ii. de sélectionner des connaissances et une compréhension scientifiques pour suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'appliquer des informations afin de formuler des jugements, mais avec un succès limité.
3 – 4	L'élève est capable : i. de se rappeler des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'appliquer des informations afin de formuler des jugements.
5 – 6	L'élève est capable : i. d'indiquer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'appliquer des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.
7 – 8	L'élève est capable : i. de résumer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières et de suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations nouvelles ; iii. d'interpréter des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

Critère B : recherche et élaboration

Maximum : 8

À la fin de la 1^{re} année, les élèves doivent être capables :

- i. de résumer un problème ou une question de recherche adapté(e) qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ;
- ii. de résumer une prévision vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. de résumer la façon de manipuler les variables et de résumer la manière dont les données seront recueillies ;
- iv. d'élaborer des recherches scientifiques.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de sélectionner un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de sélectionner une prévision vérifiable ; iii. d'indiquer une variable ; iv. d'élaborer une méthode, mais avec un succès limité.
3 – 4	L'élève est capable : i. d'indiquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. d'indiquer une prévision vérifiable ; iii. d'indiquer la façon de manipuler les variables et d'indiquer la manière dont les données seront recueillies ; iv. d'élaborer une méthode sûre pour laquelle il choisit du matériel et un équipement.
5 – 6	L'élève est capable : i. d'indiquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer une prévision vérifiable ; iii. de résumer la façon de manipuler les variables et d'indiquer la manière dont les données pertinentes seront recueillies ; iv. d'élaborer une méthode sûre et complète pour laquelle il choisit du matériel et un équipement appropriés.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
7 – 8	L'élève est capable : i. de résumer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer une prévision vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la façon de manipuler les variables et de résumer la manière dont des données pertinentes seront recueillies en quantités suffisantes ; iv. d'élaborer une méthode sûre, logique et complète pour laquelle il choisit du matériel et un équipement appropriés.

Critère C : traitement et évaluation

Maximum : 8

À la fin de la 1^{re} année, les élèves doivent être capables :

- i. de présenter des données recueillies et transformées ;
- ii. d'interpréter des données et de résumer des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. de discuter la validité d'une prévision en fonction du résultat de la recherche scientifique ;
- iv. de discuter la validité de la méthode employée ;
- v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle ; ii. d'interpréter des données ; iii. d'indiquer la validité d'une prévision en fonction du résultat d'une recherche scientifique, mais avec un succès limité ; iv. d'indiquer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique, mais avec un succès limité ; v. d'indiquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique, mais avec un succès limité.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
3 – 4	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter correctement des données sous forme numérique et/ou visuelle ; ii. d'interpréter des données et de résumer des résultats de façon précise ; iii. d'indiquer la validité d'une prévision en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. d'indiquer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. d'indiquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
5 – 6	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser et de présenter correctement des données sous forme numérique et/ou visuelle ; ii. d'interpréter des données et de résumer des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la validité d'une prévision en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de résumer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de résumer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
7 – 8	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser, de transformer et de présenter correctement des données sous forme numérique et/ou visuelle ; ii. d'interpréter des données et de résumer des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique correct ; iii. de discuter la validité d'une prévision en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de discuter la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.

Critère D : réflexion sur les répercussions de la science

Maximum : 8

À la fin de la 1^{re} année, les élèves doivent être capables :

- i. de récapituler la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ;
- ii. de décrire et de récapituler les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ;
- iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ;
- iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable, mais avec un succès limité : i. d'indiquer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. d'indiquer les conséquences de l'utilisation de la science pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer un langage scientifique pour communiquer sa compréhension ; iv. de documenter ses sources.
3 – 4	L'élève est capable : i. d'indiquer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. d'indiquer les conséquences de l'utilisation de la science pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer parfois un langage scientifique pour communiquer sa compréhension ; iv. de documenter parfois ses sources de façon correcte.
5 – 6	L'élève est capable : i. de résumer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de résumer les conséquences de l'utilisation de la science pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer généralement un langage scientifique pour communiquer sa compréhension avec clarté et précision ; iv. de documenter généralement ses sources de façon correcte.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
7 – 8	L'élève est capable : i. de récapituler la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de décrire et de récapituler les conséquences de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer systématiquement un langage scientifique pour communiquer sa compréhension avec clarté et précision ; iv. de documenter intégralement ses sources.

Critères d'évaluation pour les sciences en 3^e année

Critère A : connaissances et compréhension

Maximum : 8

À la fin de la 3^e année, les élèves doivent être capables :

- i. de décrire des connaissances scientifiques ;
- ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ;
- iii. d'analyser des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de se rappeler des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'appliquer des informations afin de formuler des jugements.
3 – 4	L'élève est capable : i. d'indiquer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'appliquer des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.
5 – 6	L'élève est capable : i. de résumer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières et de suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations nouvelles ; iii. d'interpréter des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.
7 – 8	L'élève est capable : i. de décrire des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ; iii. d'analyser des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

Critère B : recherche et élaboration

Maximum : 8

À la fin de la 3^e année, les élèves doivent être capables :

- i. de décrire un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ;
- ii. de résumer une hypothèse vérifiable et de l'expliquer en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. de décrire la façon de manipuler les variables et de décrire la manière dont les données seront recueillies ;
- iv. d'élaborer des recherches scientifiques.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'indiquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique, mais avec un succès limité ; ii. d'indiquer une hypothèse vérifiable ; iii. d'indiquer les variables ; iv. d'élaborer une méthode, mais avec un succès limité.
3 – 4	L'élève est capable : i. d'indiquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer une hypothèse vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la façon de manipuler les variables et d'indiquer la manière dont des données pertinentes seront recueillies ; iv. d'élaborer une méthode sûre pour laquelle il choisit du matériel et un équipement.
5 – 6	L'élève est capable : i. de résumer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer et d'expliquer une hypothèse vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la façon de manipuler les variables et de résumer la manière dont des données pertinentes seront recueillies en quantités suffisantes ; iv. d'élaborer une méthode sûre et complète pour laquelle il choisit du matériel et un équipement appropriés.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
7 – 8	L'élève est capable : - de décrire un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; - de résumer et d'expliquer une hypothèse vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique correct ; - de décrire la façon de manipuler les variables et de décrire la manière dont des données pertinentes seront recueillies en quantités suffisantes ; - d'élaborer une méthode sûre, logique et complète pour laquelle il choisit du matériel et un équipement appropriés.

Critère C : traitement et évaluation

Maximum : 8

À la fin de la 3^e année, les élèves doivent être capables :

- de présenter des données recueillies et transformées ;
- d'interpréter des données et de décrire des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- de discuter la validité d'une hypothèse en fonction du résultat de la recherche scientifique ;
- de discuter la validité de la méthode employée ;
- de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : - de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle ; d'interpréter des données ; d'indiquer la validité d'une hypothèse en faisant référence à une recherche scientifique, mais de façon limitée ; d'indiquer la validité de la méthode employée en faisant référence à une recherche scientifique, mais de façon limitée ; d'indiquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode, mais de façon limitée.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
3 – 4	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et de décrire des résultats de façon précise ; iii. d'indiquer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. d'indiquer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. d'indiquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
5 – 6	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et de décrire des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de résumer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de résumer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
7 – 8	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser, de transformer et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et de décrire des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique correct ; iii. de discuter la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de discuter la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.

Critère D : réflexion sur les répercussions de la science

Maximum : 8

À la fin de la 3^e année, les élèves doivent être capables :

- i. de décrire la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ;
- ii. de discuter et d'analyser les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ;
- iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ;
- iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'indiquer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. d'indiquer les conséquences de l'utilisation de la science pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer un langage scientifique pour communiquer sa compréhension, mais avec un succès limité ; iv. de documenter ses sources, mais avec un succès limité.
3 – 4	L'élève est capable : i. de résumer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de résumer les conséquences de l'utilisation de la science pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer parfois un langage scientifique pour communiquer sa compréhension ; iv. de documenter parfois ses sources de façon correcte.
5 – 6	L'élève est capable : i. de récapituler la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de décrire les conséquences de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer généralement un langage scientifique pour communiquer sa compréhension avec clarté et précision ; iv. de documenter généralement ses sources de façon correcte.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
7 – 8	L'élève est capable : i. de décrire la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de discuter et d'analyser les conséquences de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer systématiquement un langage scientifique pour communiquer sa compréhension avec clarté et précision ; iv. de documenter intégralement ses sources.

Critères d'évaluation pour les sciences en 5^e année

Critère A : connaissances et compréhension

Maximum : 8

À la fin de la 5^e année, les élèves doivent être capables :

- i. d'expliquer des connaissances scientifiques ;
- ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ;
- iii. d'analyser et d'évaluer des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'indiquer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'interpréter des informations afin de formuler des jugements.
3 – 4	L'élève est capable : i. de résumer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières ; iii. d'interpréter des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.
5 – 6	L'élève est capable : i. de décrire des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations familières et de suggérer des solutions à des problèmes tirés de situations nouvelles ; iii. d'analyser des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.
7 – 8	L'élève est capable : i. d'expliquer des connaissances scientifiques ; ii. d'appliquer des connaissances et une compréhension scientifiques pour résoudre des problèmes tirés de situations aussi bien familières que nouvelles ; iii. d'analyser et d'évaluer des informations afin de formuler des jugements scientifiquement étayés.

Critère B : recherche et élaboration

Maximum : 8

À la fin de la 5^e année, les élèves doivent être capables :

- i. d'expliquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ;
- ii. de formuler une hypothèse vérifiable et de l'expliquer en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. d'expliquer la façon de manipuler les variables et d'expliquer la manière dont les données seront recueillies ;
- iv. d'élaborer des recherches scientifiques.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'indiquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de résumer une hypothèse vérifiable ; iii. de résumer les variables ; iv. d'élaborer une méthode, mais avec un succès limité.
3 – 4	L'élève est capable : i. de résumer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de formuler une hypothèse vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de résumer la façon de manipuler les variables et de résumer la manière dont des données pertinentes seront recueillies ; iv. d'élaborer une méthode sûre pour laquelle il choisit du matériel et un équipement.
5 – 6	L'élève est capable : i. de décrire un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de formuler et d'expliquer une hypothèse vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de décrire la façon de manipuler les variables et de décrire la manière dont des données pertinentes seront recueillies en quantités suffisantes ; iv. d'élaborer une méthode sûre et complète pour laquelle il choisit du matériel et un équipement appropriés.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
7 – 8	L'élève est capable : i. d'expliquer un problème ou une question qui sera vérifié(e) par une recherche scientifique ; ii. de formuler et d'expliquer une hypothèse vérifiable en faisant appel à un raisonnement scientifique correct ; iii. d'expliquer la façon de manipuler les variables et d'expliquer la manière dont des données pertinentes seront recueillies en quantités suffisantes ; iv. d'élaborer une méthode sûre, logique et complète pour laquelle il choisit du matériel et un équipement appropriés.

Critère C : traitement et évaluation

Maximum : 8

À la fin de la 5^e année, les élèves doivent être capables :

- i. de présenter des données recueillies et transformées ;
- ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats en faisant appel à un raisonnement scientifique ;
- iii. d'évaluer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat de la recherche scientifique ;
- iv. d'évaluer la validité de la méthode employée ;
- v. d'expliquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle ; ii. d'interpréter des données de manière correcte ; iii. d'indiquer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. d'indiquer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. d'indiquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
3 – 4	L'élève est capable : i. de recueillir et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats de façon précise ; iii. de résumer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de résumer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de résumer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
5 – 6	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique ; iii. de discuter la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. de discuter la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. de décrire des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.
7 – 8	L'élève est capable : i. de recueillir, d'organiser, de transformer et de présenter des données sous forme numérique et/ou visuelle de manière correcte ; ii. d'interpréter des données et d'expliquer des résultats de façon précise en faisant appel à un raisonnement scientifique correct ; iii. d'évaluer la validité d'une hypothèse en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; iv. d'évaluer la validité de la méthode employée en fonction du résultat d'une recherche scientifique ; v. d'expliquer des moyens d'améliorer ou d'approfondir la méthode qui profiteraient à la recherche scientifique.

Critère D : réflexion sur les répercussions de la science

Maximum : 8

À la fin de la 5^e année, les élèves doivent être capables :

- i. d'expliquer la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ;
- ii. de discuter et d'évaluer les conséquences diverses de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique ;
- iii. d'appliquer un langage scientifique de manière efficace ;
- iv. de documenter les travaux d'autrui et les sources d'information utilisées.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de résumer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de résumer les conséquences de l'utilisation de la science pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer un langage scientifique pour communiquer sa compréhension, mais avec un succès limité ; iv. de documenter ses sources, mais avec un succès limité.
3 – 4	L'élève est capable : i. de récapituler la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de décrire les conséquences de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer parfois un langage scientifique pour communiquer sa compréhension ; iv. de documenter parfois ses sources de façon correcte.
5 – 6	L'élève est capable : i. de décrire la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de discuter des conséquences de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer généralement un langage scientifique pour communiquer sa compréhension avec clarté et précision ; iv. de documenter généralement ses sources de façon correcte.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
7 – 8	L'élève est capable : i. d'expliquer la manière dont la science est appliquée et utilisée pour traiter un problème ou une question spécifique ; ii. de discuter et d'évaluer les conséquences de l'utilisation de la science et de ses applications pour résoudre un problème ou une question spécifique en rapport avec un facteur ; iii. d'appliquer systématiquement un langage scientifique pour communiquer sa compréhension avec clarté et précision ; iv. de documenter intégralement ses sources.

Évaluation électronique du PEI

Les élèves qui souhaitent obtenir les **résultats de cours du PEI** de l'IB pour le groupe de matières Sciences du PEI doivent réaliser un examen sur ordinateur qui leur permet de démontrer leurs accomplissements par rapport aux objectifs spécifiques du groupe de matières. S'ils sont satisfaisants, les résultats obtenus peuvent contribuer à la délivrance du **certificat du PEI de l'IB**.

Dans le groupe de matières Sciences, une évaluation électronique facultative est proposée en biologie, en chimie, en physique et en sciences intégrées (biologie, chimie et physique) et les élèves sont évalués au moyen d'un examen sur ordinateur. Cette vérification de l'apprentissage permet de garantir l'application de normes précises et cohérentes.

Listes des thèmes pour le groupe de matières Sciences

Aux fins de l'évaluation externe, le PEI définit un éventail de thèmes spécifiques à chaque matière qui constitue l'une des variables prises en considération par les auteurs lors de l'élaboration des examens sur ordinateur. Ces thèmes sont moins précis que ceux figurant dans le programme officiel d'une matière équivalente dans le Programme du diplôme de l'IB et ils laissent une marge de manœuvre importante aux établissements, qui peuvent ainsi élaborer leur propre programme établi tout en respectant les exigences du PEI.

Ces thèmes déterminent les sujets susceptibles d'apparaître dans les examens sur ordinateur du PEI. Les établissements sont libres d'en choisir d'autres pour le programme d'études élaboré en interne. La liste fournie ne constitue pas un programme d'études exclusif et approuvé par l'IB pour les élèves des 4^e et 5^e années du PEI.

Biologie

- Cellules (tissus, organes, systèmes, structure et fonction ; facteurs influant sur la santé humaine ; physiologie ; vaccination)
- Organismes (habitat, écosystèmes, interdépendance, unité et diversité des formes de vie ; transfert et cycles d'énergie [y compris nutriments, carbone, azote] ; classification)
- Procédés (photosynthèse, respiration cellulaire, aérobie et anaérobie, équations faisant intervenir des mots et des formules chimiques)
- Métabolisme (nutrition, digestion, biochimie et enzymes ; mouvement et transport, diffusion ; osmose ; échanges gazeux ; circulation, transpiration et translocation ; homéostasie)
- Évolution (cycles de vie, sélection naturelle ; division cellulaire, mitose, méiose ; reproduction ; biodiversité ; hérédité et variation, ADN et génétique)
- Interactions avec l'environnement (tropisme, sens, système nerveux, récepteurs et hormones)
- Interactions entre organismes (agents pathogènes et parasites, prédateurs et proies, chaînes et réseaux alimentaires ; compétition, spéciation et extinction)
- Interactions entre l'homme et son environnement (influences humaines, modification ou destruction de l'habitat, pollution et préservation ; surexploitation, atténuation des effets négatifs)
- Biotechnologies (modification génétique, clonage ; implications éthiques ; cartographie génomique et applications ; impression 3D des tissus et des organes)

Chimie

- Tableau périodique (métaux et non-métaux ; métaux de transition, gaz rares, tendances, périodes, groupes)
- Union internationale de chimie pure et appliquée (nomenclature et classification de l'UICPA des alcanes, alcènes, alcools, acides carboxyliques et éthers ; formules développées)
- Atmosphère (caractéristiques des gaz ; composition de l'atmosphère, contrôle et traitement ; extraction, émissions de gaz et implications environnementales)
- Matière (états et propriétés de la matière ; théorie des particules ou théorie cinétique, diffusion ; structure atomique [y compris isotopes] ; configuration électronique et valence)
- Substances pures et impures (types de mélanges [solutions, huiles, alliages, émulsions] ; techniques de séparation, notamment filtration, distillation [y compris huile brute], chromatographie)
- Liaisons (structure et liaisons, propriétés, formules chimiques, réactions chimiques et conservation de la masse ; équilibrage d'équations, notion de mole et calculs chimiques ; cinétique des réactions [vitesse des réactions chimiques et facteurs les influençant ou théorie des collisions] ; réactions à l'équilibre ou réversibles ; changements d'énergie dans les réactions chimiques, réactions endothermiques et exothermiques ; combustion)
- Types de réactions chimiques (acides et bases, solutions neutres, réactions acides et basiques, pH et indicateurs, formation des sels, utilisation des sels ; réactions d'oxydoréduction, échelles de réactivité ; extraction des métaux et corrosion, cellules électrochimiques)

Physique

- Forces et énergie (mesures en sciences ; états et propriétés de la matière, théorie cinétique, densité ; forces et effets des forces ; forces et mouvement, vitesse, graphiques du mouvement, lois de Newton ; pression ; travail et puissance, efficacité ; gravité et champs de gravitation ; sources d'énergie et ressources, combustibles et effets sur l'environnement ; transfert et transformation de l'énergie, conservation de l'énergie)
- Électromagnétisme (magnétisme, champs électriques et magnétiques ; électricité statique ; forces électromagnétiques et induction, courant alternatif et courant continu ; courant, tension, puissance, génération et transmission de l'électricité ; circuits électriques)
- Astrophysique (système solaire, planètes et satellites, théorie du big bang)
- Chaleur, lumière et son (thermique ; transfert de chaleur, condensation et évaporation)
- Ondes (ondes longitudinales et transversales, ondes sonores ; phénomènes ondulatoires y compris réflexion, réfraction, diffraction ; équation d'onde ; spectre électromagnétique, imagerie et applications)
- Physique atomique (structure atomique, particules, charges et masses ; radioactivité, désintégration radioactive et période radioactive, formes de rayonnement ; utilisations et dangers)

Sciences intégrées

- Atomes (structure atomique et configuration électronique)
- Liaisons (réactions et formules faisant intervenir des mots et la notation chimique ; acides, bases et pH)
- Cellules (tissus, organes et systèmes ; division cellulaire ; reproduction)
- Électromagnétisme (magnétisme, champs magnétiques ; circuits électriques)
- Forces et énergie (mouvement, graphiques du mouvement, lois de Newton ; transfert et transformation de l'énergie)

- Combustibles (combustion)
- Interactions entre organismes (chaînes et réseaux alimentaires)
- Matière (théorie des particules et théorie cinétique)
- Métabolisme (digestion, échanges gazeux)
- Tableau périodique (tendances, périodes, groupes)
- Systèmes (photosynthèse et respiration)

Plan détaillé des examens du groupe de matières Sciences

Les examens sur ordinateur du PEI se présentent sous la forme d'un ensemble de tâches qui reprennent, simulent ou reproduisent les pratiques d'évaluation interne. Ces examens suivent une structure convenue qui fournit un cadre clair pour l'élaboration de chacun d'entre eux. Dans chaque examen, la répartition des points peut varier de trois points maximum par rapport à la répartition présentée dans le plan détaillé.

Étant donné qu'ils s'inscrivent dans le cadre d'un modèle d'évaluation éthique, ces plans détaillés des examens constituent un gage de cohérence et de transparence et garantissent l'adoption d'une approche équilibrée pour mesurer les accomplissements des élèves par rapport aux objectifs spécifiques du PEI. Les plans détaillés des examens sur ordinateur du PEI rendent compte de l'étroite relation entre l'évaluation à grande échelle et les objectifs spécifiques des groupes de matières, les activités d'apprentissage réalisées en classe et les exigences rigoureuses de l'évaluation interne du programme.

Ces plans détaillés permettent aux enseignants et aux élèves de passer en revue la nature et le but de l'évaluation électronique du PEI. Ils constituent une ressource importante pour aider les élèves à se préparer aux examens sur ordinateur en mettant l'accent sur les critères et les stratégies d'évaluation propres à chaque groupe de matières.

Présentation

Le tableau suivant illustre la structure des examens sur ordinateur du groupe de matières Sciences.

Tâches	Points	Principaux critères utilisés pour l'évaluation	Nombre de points pour chaque critère
Connaissances et compréhension	25	A	25
Compétences de recherche	50	B	25
		C	25
Application de la science	25	D	25
	100		

Sources, outils et tâches dans le cadre des examens

Sources

Chaque évaluation reposera sur diverses sources qui se présenteront notamment sous les formes indiquées ci-après.

- Tableaux de données
- Images fixes
- Vidéos
- Animations
- Simulations
- Graphiques

Outils

Les élèves auront à leur disposition divers outils pour répondre aux questions, y compris une calculatrice à l'écran, un outil de mesure, des zones de dessin, un traceur de courbes et un outil de création de tableaux.

Ils pourront avoir accès à une version interactive adaptée à leur âge du tableau périodique de l'UICPA utilisé dans le cadre des examens du Programme du diplôme. À l'exception du cuivre et du chlore, les masses atomiques relatives de tous les éléments seront arrondies au nombre entier le plus proche.

1	2											3	4	5	6	7	0	
H																		He
Li	Be												B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg								

Cu

Cuivre

Numéro atomique : 29

Masse atomique relative : 63.5

Tableau 7

Tableau périodique de l'UICPA

Toutes les autres données nécessaires seront fournies dans les questions.

Tâches

Connaissances et compréhension

La première tâche permet d'évaluer les connaissances et la compréhension scientifiques des élèves. Toutefois, les points peuvent être attribués selon les autres critères lorsqu'ils correspondent aux compétences utilisées pour répondre à la question. Par exemple, une question évaluant les connaissances et la compréhension peut aussi faire intervenir l'interprétation de données. Dans ce cas, les points seront attribués selon les critères A et C.

Compétences de recherche

La deuxième tâche permet d'évaluer les compétences nécessaires dans les recherches scientifiques (critères B et C). Elle peut impliquer une seule recherche ou évaluer des compétences spécifiques dans le cadre de plusieurs scénarios distincts. Divers supports riches en contenu seront utilisés afin de présenter les différents problèmes. Les élèves doivent s'attendre à formuler des hypothèses, à planifier des recherches, à recueillir des données à partir de simulations, à présenter des données de façon appropriée ainsi qu'à interpréter et à évaluer des données et des hypothèses.

Application de la science

Dans le cadre de la troisième tâche, les élèves doivent expliquer la manière dont la science est utilisée pour traiter un problème de la vie réelle. Cette tâche sera évaluée à l'aide du critère D, mais des points pourront aussi être attribués selon les trois autres critères si cela s'avère approprié pour la question. Les élèves devront rédiger des réponses développées tenant compte d'un ou plusieurs facteurs indiqués dans le guide pédagogique.

Conventions pour les examens sur ordinateur de sciences du PEI

Symboles, notation et terminologie normalisés pour les sciences

L'évaluation électronique du PEI reposera sur les normes que l'IB a adoptées à partir d'un système de notation lui-même basé sur la norme ISO 80000 (Organisation internationale de normalisation, 2009). Les élèves doivent être en mesure de reconnaître cette notation dans les disciplines scientifiques et les enseignants doivent leur présenter cette notation dans le cadre de l'enseignement des cours du PEI comme il convient.

Lors des examens sur ordinateur de sciences, les symboles, les unités et les équations seront fournis (le cas échéant) afin de garantir une utilisation cohérente ainsi qu'une communication scientifique authentique et adaptée à l'âge des élèves. Si une question d'examen requiert l'utilisation de symboles ou de notations supplémentaires, ceux-ci seront définis et expliqués dans le contexte de la tâche concernée.

Dans tous les cas, les candidats seront tenus d'utiliser la notation mathématique correcte et non la notation des calculatrices. Ils devront connaître la notation scientifique, également appelée « forme standard », comme suit : $a \times 10^k$ où $1 \leq a \leq 10$ et $k \in \mathbb{Z}$.

Les réponses requerront une utilisation appropriée des chiffres significatifs et des décimales, conformément aux exigences de la question. Sauf indication contraire, les réponses définitives devront être exactes à trois chiffres significatifs près. Les estimations devront être effectuées en arrondissant les nombres ; les troncatures ne seront pas récompensées.

Les notations supérieures et inférieures (exposant et indice) devront être utilisées dans tous les contextes scientifiques et mathématiques qui s'y prêtent.

Les candidats devront utiliser les outils à l'écran pour présenter les formules chimiques de manière appropriée. Les formules chimiques sans notations supérieures et inférieures seront considérées comme incorrectes et ne seront pas récompensées.

En sciences, les valeurs numériques se rapportent généralement à des quantités physiques et elles ont donc des unités associées. Il sera donc attendu des candidats qu'ils incluent les unités appropriées dans leurs réponses. Dans la mesure du possible, les unités de mesure et de calcul seront basées sur les unités SI (Système international d'unités). Les candidats doivent aussi connaître les multiplicateurs métriques SI et les unités dérivées plus complexes (mol dm^{-3} , $\text{J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, kJ mol^{-1} , g dm^{-3} , ms^{-1} , ms^{-2}).

Exceptions :

- la masse est mesurée en kilogrammes (kg), mais elle peut aussi être mesurée en grammes (g), notamment en conditions de laboratoire. La tonne (t), qui équivaut à 1 000 kg, sera utilisée pour les masses plus importantes ;
- le volume est mesuré en dm^3 , mais aussi en cm^3 , notamment en conditions de laboratoire ;
- les températures sont mesurées en C ;
- la pression est mesurée en Pa (pascal).

Dans le cadre de l'évaluation électronique, les symboles de danger du règlement CLP (Classification, Labelling and Packaging) mis à jour sont ceux figurant sur le site suivant : <http://www.unece.org> (en anglais).

Multiplicateurs métriques

Les informations suivantes sur les multiplicateurs métriques seront fournies lors des examens sur ordinateur de toutes les matières du groupe Sciences.

Préfixe	Abréviation	Valeur
téra	T	10^{12}
giga	G	10^9
méga	M	10^6
kilo	k	10^3
déci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

Liste de formules pour la physique du PEI

Masse volumique	masse volumique = $\frac{\text{masse}}{\text{volume}}$	$\rho = \frac{m}{v}$
Force	force = masse $\times$ accélération	$F = ma$
Mouvement	vitesse finale = vitesse initiale + (accélération $\times$ temps)	$v = u + at$
	distance = (vitesse initiale $\times$ temps) + $\frac{1}{2} \times$ accélération $\times$ (temps) ²	$s = ut + \frac{1}{2}at^2$
	(vitesse finale) ² = (vitesse initiale) ² + 2 $\times$ accélération $\times$ distance	$v^2 = u^2 + 2as$
	distance = $\frac{(\text{vitesse finale} + \text{vitesse initiale}) \times \text{temps}}{2}$	$s = \frac{(v + u)t}{2}$
Quantité de mouvement	quantité de mouvement = masse $\times$ vitesse	$p = mv$
Pression	pression = $\frac{\text{force}}{\text{surface}}$	$p = \frac{F}{A}$
Travail	travail = force $\times$ distance	$W = Fs$
Énergie cinétique	énergie cinétique = $\frac{1}{2} \times$ masse $\times$ (vitesse) ²	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
Intensité du champ gravitationnel	intensité du champ gravitationnel = $\frac{\text{force}}{\text{masse}}$	$g = \frac{F}{m}$
Énergie potentielle gravitationnelle	variation de l'énergie potentielle gravitationnelle = masse $\times g \times$ variation de la hauteur	$\Delta E_p = mg \Delta h$
Rendement	rendement = $\frac{\text{énergie utile à la sortie}}{\text{énergie totale à l'entrée}} \times 100$	
Puissance	puissance = $\frac{\text{travail effectué}}{\text{temps}}$	$P = \frac{W}{t}$
Courant	courant = $\frac{\text{déplacement des charges}}{\text{temps}}$	$I = \frac{\Delta Q}{t}$
Puissance	puissance = courant $\times$ tension	$P = IV$
Tension	tension = courant $\times$ résistance	$V = IR$

Transformateurs	$\frac{\text{tension primaire}}{\text{tension secondaire}} = \frac{\text{nombre de tours d'une bobine primaire}}{\text{nombre de tours d'une bobine secondaire}}$	$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$
Vitesse de propagation	vitesse de propagation = fréquence × longueur d'onde	$v = f \lambda$
Période	période = $\frac{1}{\text{fréquence}}$	$T = \frac{1}{f}$

Liste de formules pour les sciences intégrées du PEI

Masse volumique	masse volumique = $\frac{\text{masse}}{\text{volume}}$	$\rho = \frac{m}{v}$
Force	force = masse × accélération	$F = ma$
Mouvement	vitesse finale = vitesse initiale + (accélération × temps)	$v = u + at$
	distance = (vitesse initiale × temps) + $\frac{1}{2} \times \text{accélération} \times (\text{temps})^2$	$s = ut + \frac{1}{2}at^2$
	(vitesse finale) ² = (vitesse initiale) ² + 2 × accélération × distance	$v^2 = u^2 + 2as$
	distance = $\frac{(\text{vitesse finale} + \text{vitesse initiale}) \times \text{temps}}{2}$	$s = \frac{(v + u)t}{2}$
Quantité de mouvement	quantité de mouvement = masse × vitesse	$p = mv$
Énergie cinétique	énergie cinétique = $\frac{1}{2} \times \text{masse} \times (\text{vitesse})^2$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
Intensité du champ gravitationnel	intensité du champ gravitationnel = $\frac{\text{force}}{\text{masse}}$	$g = \frac{F}{m}$
Énergie potentielle gravitationnelle	variation de l'énergie potentielle gravitationnelle = masse × g × variation de la hauteur	$\Delta E_p = mg \Delta h$
Courant	courant = $\frac{\text{déplacement des charges}}{\text{temps}}$	$I = \frac{\Delta Q}{t}$
Puissance	puissance = courant × tension	$P = IV$
Tension	tension = courant × résistance	$V = IR$
Transformateurs	$\frac{\text{tension primaire}}{\text{tension secondaire}} = \frac{\text{nombre de tours d'une bobine primaire}}{\text{nombre de tours d'une bobine secondaire}}$	$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$

Descripteurs des notes finales spécifiques au groupe de matières Sciences

Les descripteurs des notes finales spécifiques à chaque groupe de matières constituent une référence importante dans le cadre du processus d'évaluation. Ils ont été rédigés suite à une analyse minutieuse des critères d'évaluation des groupes de matières et des descripteurs généraux des notes finales du PEI afin de cerner et de décrire dans un seul descripteur les accomplissements des élèves pour chaque note finale dans chaque groupe de matières du PEI.

Dans les matières concernées par les examens sur ordinateur, les enseignants doivent envoyer des notes finales prévues. Pour les déterminer, ils doivent examiner les notes qu'ils ont attribuées aux élèves au cours de la 4^e année et de la première partie de la 5^e année du PEI, puis tenir compte du développement scolaire subséquent de leurs élèves pour prévoir les résultats que ces derniers obtiendront aux examens sur ordinateur, en utilisant les descripteurs de notes finales spécifiques à leur groupe de matières comme référence. Les notes finales prévues aident l'IB à vérifier la conformité entre les attentes des enseignants et les résultats de l'évaluation de l'IB. Elles constituent donc une stratégie essentielle pour garantir la fiabilité des résultats.

Lors de chaque session d'évaluation, les descripteurs des notes finales spécifiques aux groupes de matières sont également la principale référence pour définir les seuils d'attribution des notes finales pour chaque discipline. Au cours de ce processus, l'équipe chargée de l'attribution des notes finales compare les travaux des élèves aux descripteurs correspondant aux notes finales 2 et 3, 3 et 4 ou 6 et 7 (les autres seuils sont établis à intervalles réguliers entre ces seuils clés). Le processus d'attribution des notes finales peut compenser les variations du degré de difficulté entre les examens et les variations des normes appliquées pour la notation (à la fois entre les matières et pour une matière donnée au cours des différentes sessions) car il établit des seuils pour chaque discipline et chaque session d'examens, en se servant des travaux des élèves comme référence.

Les descripteurs des notes finales spécifiques aux groupes de matières relient l'évaluation électronique à l'évaluation critériée ainsi qu'aux critères d'évaluation et aux descripteurs de niveaux du PEI par lesquels s'applique le principe de l'évaluation critériée du programme.

Note finale	Descripteur
7	Produit un travail de très bonne qualité, qui s'appuie souvent sur des discussions scientifiques perspicaces pleinement justifiées. Communique une compréhension approfondie et nuancée des concepts et des contextes en utilisant les modes de communication scientifique et technique de manière compétente. Fait systématiquement preuve de pensée analytique et de compétences d'évaluation critique complexes afin de formuler des jugements scientifiquement étayés. Transpose souvent ses connaissances scientifiques et applique souvent ses compétences scientifiques de manière autonome et compétente, dans des situations complexes de la classe et de la vie réelle.
6	Produit un travail de très bonne qualité, qui s'appuie parfois sur des discussions scientifiques et des justifications perspicaces. Communique une très bonne compréhension des concepts et des contextes en utilisant les modes de communication scientifique et technique de manière compétente. Fait preuve de pensée analytique et de compétences d'évaluation critique afin de formuler des jugements scientifiquement étayés, souvent de manière complexe. Transpose ses connaissances scientifiques et applique ses compétences scientifiques, souvent de manière autonome, dans des situations de la classe et de la vie réelle.

Note finale	Descripteur
5	Produit généralement un travail de très bonne qualité qui s'appuie sur des discussions scientifiques et des justifications. Communique une bonne compréhension des concepts et des contextes en utilisant les modes de communication scientifique et technique de manière compétente. Fait preuve de pensée analytique et de compétences d'évaluation critique afin de formuler des jugements scientifiquement étayés, parfois de manière complexe. Transpose généralement ses connaissances scientifiques et applique généralement ses compétences scientifiques avec un certain degré d'autonomie dans des situations de la classe et de la vie réelle.
4	Produit un travail de bonne qualité, qui s'appuie sur quelques discussions scientifiques et quelques justifications. Communique une compréhension élémentaire de la plupart des concepts et des contextes en utilisant les modes de communication scientifique et technique de manière adéquate, avec quelques erreurs de compréhension et lacunes mineures. Fait souvent preuve de pensée analytique afin de formuler des jugements scientifiquement étayés. Transpose quelques connaissances scientifiques et applique quelques compétences scientifiques dans les situations de la classe et de la vie réelle, mais a besoin d'aide dans les situations inconnues.
3	Produit un travail de qualité convenable, qui s'appuie parfois sur des descriptions scientifiques. Communique une compréhension élémentaire d'un grand nombre de concepts et de contextes, avec quelques erreurs de compréhension ou lacunes importantes. Commence à faire preuve d'une certaine pensée analytique et à formuler des jugements scientifiquement étayés. Commence à transposer des connaissances scientifiques et à appliquer des compétences, mais a besoin d'aide, y compris dans les situations familières de la classe.
2	Produit un travail de faible qualité. Communique une compréhension limitée de certains concepts et contextes, avec des lacunes importantes en matière de compréhension. Fait rarement preuve d'un raisonnement scientifique. Le transfert des connaissances scientifiques et l'application des compétences sont limités.
1	Produit un travail de très faible qualité. Fait un grand nombre d'erreurs de compréhension importantes ou a une mauvaise compréhension de la plupart des concepts et des contextes. Fait très rarement preuve d'un raisonnement scientifique. Manque considérablement de flexibilité, utilise rarement des connaissances ou des compétences.

Concepts connexes en sciences

Concept connexe	Définition
Conditions : spécifique à la chimie	Environnement physique et chimique d'une réaction ou d'un processus ; facteurs contribuant à une interaction, notamment la température, la pression, la concentration, le pH et l'absence ou la présence d'un catalyseur.
Conséquences	Effets, résultats ou répercussions observables ou quantifiables qui sont en corrélation avec un ou des événements survenus antérieurement.
Développement : spécifique à la physique	Processus qui consiste à appliquer des théories à des données et des observations en vue d'améliorer, de faire progresser ou de faire avancer la compréhension scientifique.
Énergie	Capacité d'un objet à produire un travail ou à transférer de la chaleur.
Environnement : spécifique à la biologie	Ensemble des facteurs biotiques et abiotiques ayant un impact sur un organisme, une population ou une communauté et exerçant une influence sur sa survie, son évolution et son développement.
Environnement : spécifique à la physique	Description de l'univers ou d'un système fermé à travers l'application des lois de la physique ; ensemble des conditions physiques ou climatiques affectant un habitat ou une communauté.
Équilibre : spécifique à la biologie	Harmonie dynamique qui existe entre les membres d'une communauté naturelle stable ; régulation de l'environnement interne d'un organisme.
Équilibre : spécifique à la chimie	État d'harmonie ou de distribution stable.
Fonction	But, rôle ou façon de se comporter qui peut faire l'objet de recherches ; relation mathématique entre des variables.
Forme	Caractéristiques d'un objet pouvant être observées, identifiées, décrites et classées.
Interaction	Effet ou effets qu'au moins deux systèmes, ensembles, substances ou organismes produisent les uns sur les autres, dont le résultat global n'est pas simplement la somme de leurs effets séparés.
Modèles	Représentations utilisées pour tester des théories ou des propositions scientifiques pouvant être répétées et validées avec précision ; simulations utilisées pour expliquer ou prévoir des processus qui peuvent ne pas être observables, ou pour comprendre la dynamique de phénomènes multiples sous-tendant un système complexe.
Mouvement	Acte, processus ou résultat d'un déplacement d'un endroit à un autre ou d'une position à une autre dans un cadre de référence défini.

Concept connexe	Définition
Preuves	Éléments corroborant un énoncé et découlant de l'observation et de l'interprétation de données.
Schémas	Répartition de variables dans le temps ou dans l'espace ; séries d'événements ou de caractéristiques.
Transfert : spécifique à la chimie	Déplacement net de matière ou de particules d'un endroit à un autre.
Transformation : spécifique à la biologie	Différenciation d'une cellule ; modification d'une forme d'énergie, y compris au niveau moléculaire ; altération des molécules, du métabolisme et/ou de la structure génétique d'un organisme ou d'une espèce et, par conséquent, d'une communauté, par rapport à des facteurs externes.
Transformation : spécifique à la physique	Passage d'un état bien défini à un autre état bien défini ; modification en termes de forme ou de condition, notamment concernant l'énergie et la nature des particules.

Termes relatifs aux sciences

Terme	Définition
Approfondissement de la méthode	Suites possibles à donner à la recherche en fonction des résultats obtenus.
Culturel	Schémas de connaissances, de comportements, de convictions et d'attitudes, valeurs, pratiques et objectifs collectifs qui caractérisent des groupes d'individus.
Données	Mesure d'un paramètre qui peut être quantitatif (volume, température, pH, etc.) ou qualitatif (couleur, forme, texture, etc.).
Données qualitatives	Données ou informations non numériques qu'il est difficile de mesurer avec une valeur numérique.
Données quantitatives	Mesures numériques des variables associées à la recherche.
Économique	Production, distribution et utilisation des revenus, de la richesse et des marchandises.
Environnemental	Circonstances, objets ou conditions qui entourent un individu.
Éthique	Processus de questionnement rationnel permettant de décider ce qui est bénéfique ou préjudiciable ; concerne les individus et leurs actions.
Formes numériques	Peuvent comprendre des calculs mathématiques, tels que la détermination de moyennes ou de valeurs à partir d'un graphique ou d'un tableau.
Formes visuelles	Peuvent impliquer de tracer différentes sortes de graphiques adaptés au type de données présentées (par exemple graphiques linéaires, graphiques en barres, histogrammes ou graphiques circulaires).
Hypothèse	Tentative d'explication d'une observation ou d'un phénomène qui nécessite d'être confirmée par une expérience ; peut prendre la forme d'une question ou d'une affirmation.
Moral	Principes de bon ou de mauvais comportement découlant d'une société donnée.
Politique	Concerne le gouvernement ou les affaires publiques.
Prévision	Résultat attendu d'une action ou d'un événement devant se produire.
Situation nouvelle	Problème ou situation dont le contexte ou l'application est modifié(e) et par conséquent considéré(e) comme inconnu(e) pour l'élève.
Social	Interactions entre des groupes de personnes sur des sujets tels que les affaires sociales, la sécurité, les droits, la justice ou les classes sociales.

Terme	Définition
Transformation de données	Transformation des données brutes afin de les représenter visuellement de manière appropriée. Ce processus peut notamment consister à combiner et manipuler des données brutes (par l'addition, la soustraction, l'élévation au carré ou la division) afin de déterminer la valeur d'une quantité physique, et à déterminer la moyenne de plusieurs mesures. Il se peut que les données recueillies aient déjà une forme adaptée à la représentation visuelle (comme par exemple la distance parcourue par un cloporte). Si les données brutes sont représentées de cette manière et qu'un graphique avec droite de meilleur ajustement est tracé, on considère qu'il y a eu traitement des données brutes.
Validité de la méthode	Capacité de la méthode à recueillir suffisamment de données valides pour apporter une réponse à la question. Cette validité dépend de facteurs tels que la capacité de l'instrument de mesure à remplir sa fonction, les conditions dans lesquelles l'expérience est réalisée et la manipulation des variables (expérience avec variable indépendante).
Variable dépendante	Variable dont les valeurs sont mesurées au cours de l'expérience.
Variable indépendante	Variable sélectionnée et manipulée par le chercheur au cours d'une expérience.

Mots-consignes du PEI pour les sciences

Mot-consigne	Définition
Analyser	Décomposer de manière à exposer les éléments essentiels ou la structure. (Identifier des parties et des relations, et interpréter des informations pour parvenir à des conclusions.)
Annoter	Ajouter des notes brèves à un diagramme ou un graphique.
Appliquer	Utiliser des connaissances et une certaine compréhension face à une situation donnée ou un contexte réel. Utiliser une idée, une équation, un principe, une théorie ou une loi en relation avec un problème ou une question donnés.
Calculer	Obtenir une réponse numérique en montrant les étapes pertinentes du raisonnement.
Classer	Organiser ou ranger par classes ou catégories.
Commenter	Formuler un jugement basé sur un énoncé ou un résultat d'un calcul donné.
Construire	Présenter les informations de manière schématique ou logique.
Décrire	Exposer de façon détaillée ou faire le portrait d'une situation, d'un événement, d'un modèle ou d'un processus.
Définir	Donner la signification précise d'un mot, d'une expression, d'un concept ou d'une grandeur physique.
Démontrer	Établir de manière évidente, par un raisonnement ou des éléments de preuve, en illustrant à l'aide d'exemples ou d'applications.
Dessiner	Représenter à l'aide d'un diagramme ou d'une représentation graphique précise et légendée, en utilisant un crayon. Une règle doit être utilisée pour dessiner les droites. Les diagrammes doivent être dessinés à l'échelle. Les points des représentations graphiques doivent être placés correctement (si nécessaire) et joints par des segments de droite ou par une ligne courbe.
Déterminer	Obtenir la seule réponse possible.
Discuter	Présenter une critique équilibrée et réfléchie s'appuyant sur différents arguments, facteurs ou hypothèses. Les opinions et conclusions doivent être présentées clairement et étayées de preuves adéquates.
Documenter	Mentionner toutes les sources d'information utilisées en les citant et en respectant un système de citation des sources reconnu. Les références doivent être incluses dans le texte et présentées sous forme de liste ou de bibliographie à la fin de la production écrite.
Écrire	Donner la ou les réponses, habituellement en extrayant des informations. Peu ou pas de calculs sont nécessaires. Le raisonnement n'a pas besoin d'être écrit.
Élaborer	Produire un plan, une simulation ou un modèle.
Énumérer	Fournir une série de réponses brèves sans explications.

Mot-consigne	Définition
Esquisser	Représenter à l'aide d'un diagramme ou d'une représentation graphique (légendé(e) de manière appropriée). Une esquisse doit donner une idée générale de la forme ou de la relation à représenter et comporter des caractéristiques principales.
Estimer	Donner la valeur approximative d'une quantité inconnue.
Évaluer	Émettre un jugement en pesant les points forts et les points faibles.
Expliquer	Donner un compte rendu détaillé incluant les raisons ou les causes. (Voir aussi « Justifier ».)
Formuler	Exprimer de façon précise et systématique le ou les concepts ou arguments pertinents.
Identifier	Fournir la bonne réponse à partir de plusieurs possibilités. Reconnaître et présenter brièvement un fait distinctif ou une caractéristique.
Indiquer	Donner un nom spécifique, une valeur ou toute autre réponse brève sans explication ni calcul.
Interpréter	Utiliser ses connaissances et sa compréhension pour reconnaître les tendances et tirer des conclusions à partir des informations données.
Justifier	Donner des raisons ou des preuves valables pour étayer une réponse ou une conclusion. (Voir aussi « Expliquer ».)
Légender	Ajouter des titres, des légendes ou une ou plusieurs brèves explications à un diagramme ou à un graphique.
Mesurer	Obtenir une valeur pour une quantité.
Montrer	Donner les étapes d'un calcul ou d'une manipulation.
Organiser	Classer des idées et des informations dans un ordre précis ou systématique.
Placer les points	Indiquer la position de points sur un diagramme.
Présenter	Montrer, donner à observer, examiner ou considérer.
Récapituler	Extraire un thème général ou un ou des aspects principaux.
Résoudre	Obtenir la ou les réponses, en utilisant des méthodes appropriées.
Résumer	Présenter brièvement ou donner une idée générale.
Sélectionner	Choisir dans une liste ou un groupe.
Se rappeler	Se souvenir ou reconnaître à partir d'expériences d'apprentissage précédentes.
Suggérer	Proposer une solution, une hypothèse ou une autre réponse possible.
Trouver	Obtenir une réponse en montrant les étapes pertinentes du raisonnement.
Vérifier	Fournir des arguments qui valident le résultat.

Les questions des examens sur ordinateur du groupe de matières Sciences seront formulées à l'aide de la liste complète des mots-consignes du PEI disponible dans la publication intitulée *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*.

Suggestions de lectures

FENSHAM, P. Knowledge to deal with challenges to science education from without and within. In CORRIGAN, D., DILLON, J., GUNSTONE, R. 2011. *The Professional Knowledge Base of Science Teaching*. Monash University, Melbourne, Australie : Springer.

KUHLTHAU, C. Guided inquiry: school libraries in the 21st century. *School Libraries Worldwide*. 2010, volume 16, numéro 1, pages 17 à 28.

RHOTON, J. 2010. *Science Education Leadership: Best Practices for the New Century*. Arlington (Virginie), États-Unis : National Science Teachers Association Press.

SIMON, H. A. 1996. Observations on the sciences of science learning. (Article préparé pour le *Committee on Developments in the Science of Learning for the Sciences of Science Learning: An Interdisciplinary Discussion*.) Département de psychologie, Carnegie Mellon University.

WRIGHT, T., HAMILTON, S. 2009. *Assessing student understanding in the molecular life using a concept inventory*. Queensland, Australie : The University of Queensland.

Ressources sur la sécurité en laboratoire

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. 2003. *Safety in Academic Chemistry Laboratories*. Washington DC, États-Unis : American Chemical Society.

COUNCIL OF STATE SCIENCE SUPERVISORS. *Manual of Safety and Health Hazards in the School Science Laboratory*. Massachusetts, États-Unis : The Laboratory Safety Institute.

COUNCIL OF STATE SCIENCE SUPERVISORS. *Safety in the School Science Laboratory*. Massachusetts, États-Unis : The Laboratory Safety Institute.

COUNCIL OF STATE SCIENCE SUPERVISORS. *School Science Laboratories: A guide to Some Hazardous Substances*. Massachusetts, États-Unis : The Laboratory Safety Institute.

FURR A. K. 2000. *Handbook of Laboratory Safety*. 5^e édition. Boca Raton, États-Unis : CRC Press.

MERCIER, P. 1996. *The Laboratory Safety Pocket Guide*. New York, États-Unis : Genium Publishing Corporation.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 2010. *Fire Protection Guide on Hazardous Materials*. Massachusetts, États-Unis : National Fire Protection Association.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1995. *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Hazardous Chemicals*. 2^e édition. Boca Raton, États-Unis : CRC Press.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. *Biosafety in the Laboratory*. Washington DC, États-Unis : The National Academies Press.

THE LABORATORY SAFETY INSTITUTE. 1997–2000, *Learning By Accident*. Volumes 1 à 3. Massachusetts, États-Unis : The Laboratory Safety Institute.

WOOD, C. 1994. *Safety in School Science Labs*. Wellesley, États-Unis : Kaufman & Associates.