

Guide de Mathématiques (à utiliser à partir de septembre 2020 / janvier 2021)

Première évaluation électronique en mai 2022 / novembre 2022

Guide de Mathématiques (à utiliser à partir de septembre 2020 / janvier 2021)

Première évaluation électronique en mai 2022 / novembre 2022

Programme d'éducation intermédiaire (PEI)
Guide de Mathématiques (à utiliser à partir de
septembre 2020 / janvier 2021)

Version française de la publication parue originalement en anglais
en février 2020 sous le titre *Mathematics guide (for use from*
September 2020/January 2021)

Publiée en février 2020

Mise à jour en mai et août 2020, en avril et décembre 2021, et en février, mai et août 2022

Publiée 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 : ibo.org/fr/

© Organisation du Baccalauréat International 2020

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 produit 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 titulaires des droits relatifs à tout matériel protégé par le droit d'auteur et d'obtenir, avant publication, l'autorisation de réutiliser ce matériel. L'IB tient à remercier les titulaires 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.

La volonté d'inclusion de l'IB passe par les communications écrites. Ainsi, dans le respect de l'esprit international cher à l'IB, le français utilisé dans le présent document se veut standard et compréhensible par tout le monde, et non propre à une région particulière. De même, pour assurer une communication plus inclusive, l'IB recommande l'utilisation d'un langage non sexiste, qui représente une première étape vers l'adoption de l'écriture inclusive et non genrée.

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 le [règlement de l'IB en matière d'utilisation de sa propriété intellectuelle](#).

Vous pouvez vous procurer les articles et les publications de l'IB sur le [magasin en ligne de l'IB](#) (adresse électronique : sales@ibo.org). Toute utilisation commerciale des publications de l'IB (qu'elles soient commerciales ou comprises dans les droits et frais) par des tierces parties exerçant dans le milieu de l'IB, mais sans relation formelle avec lui (ce qui comprend notamment les organisations consacrées au tutorat, les prestataires de perfectionnement professionnel, les maisons d'édition spécialisées dans le domaine de l'éducation et les spécialistes de la planification de programmes d'études ou de la gestion de plateformes numériques contenant des ressources pédagogiques) est interdite et nécessite par conséquent l'obtention d'une licence écrite accordée par l'IB. Veuillez envoyer toute demande de licence à l'adresse copyright@ibo.org. Des informations complémentaires sont disponibles sur le [site Web public de l'IB](#).

Déclaration de mission de l'IB

Le Baccalauréat International (IB) 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 faire preuve de compassion et à comprendre que les autres, dans leurs différences, puissent aussi être dans le vrai.



Profil de la communauté d'apprentissage 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 les êtres humains, soucieuses de notre responsabilité partagée envers la planète et désireuses de contribuer à l'édification d'un monde meilleur et plus paisible.

En tant que membres de la communauté d'apprentissage de l'IB, nous nous efforçons de démontrer les aptitudes suivantes :

ESPRIT DE RECHERCHE

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.

CONNAISSANCE

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.

RAISONNEMENT

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.

COMMUNICATION

Nous nous exprimons avec assurance et créativité dans plus d'une langue et de différentes façons. Nous écoutons également les points de vue d'autres personnes et groupes, ce qui permet une collaboration efficace.

INTÉGRITÉ

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 la personne, partout dans le monde. Nous sommes responsables de nos actes et de leurs conséquences.

OUVERTURE 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 cherchons à en tirer des enrichissements.

ALTRUISME

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.

AUDACE

Nous abordons les incertitudes avec discernement et détermination. Nous travaillons de façon autonome et collaborative pour explorer de nouvelles idées et des stratégies innovantes. Nous faisons preuve d'ingéniosité et nous savons nous adapter aux défis et aux changements.

ÉQUILIBRE

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.

RÉFLEXION

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 la communauté d'apprentissage de l'IB présente dix aptitudes mises en valeur par les écoles du monde de l'IB. Nous avons la conviction que ces aptitudes, et d'autres qui leur sont liées, peuvent nous aider à devenir des membres responsables au sein de nos communautés locales, nationales et mondiales.

Table des matières

Introduction	1
Objectif du présent guide	1
Les mathématiques au sein du PEI	2
Modèle du programme	2
Nature des mathématiques	4
Les mathématiques dans le continuum des programmes de l'IB	5
Objectifs globaux	7
Objectifs spécifiques	8
Planification de la progression de l'apprentissage	10
Apprentissage interdisciplinaire	12
Projets du PEI	13
Programme établi et enseigné	14
Aspects obligatoires	14
Planification du programme d'études de mathématiques	16
Enseignement et apprentissage par le biais de la recherche	19
Cadre pour les mathématiques	25
Directives propres aux matières	35
Programme évalué	38
Alignement des objectifs spécifiques et des critères d'évaluation	38
Présentation des critères d'évaluation	39
Critères d'évaluation pour les mathématiques en 1 ^{re} année	40
Critères d'évaluation pour les mathématiques en 3 ^e année	44
Critères d'évaluation pour les mathématiques en 5 ^e année	49
Évaluation électronique du PEI	54
Annexes	61
Concepts connexes en mathématiques	61
Termes relatifs aux mathématiques	62
Mots-consignes du PEI pour les Mathématiques	64
Suggestions de lectures	66

Objectif du présent guide

Ce guide est à utiliser à partir de septembre 2020 ou janvier 2021, selon le début de l'année scolaire.

Cette publication fournit un cadre à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques du Programme d'éducation intermédiaire (PEI). Elle doit être lue et utilisée conjointement avec le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique* 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 mathématiques 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 le document *Résultats de cours du Programme d'éducation intermédiaire de l'IB* pour le groupe de matières Mathématiques. Ces résultats peuvent contribuer à la délivrance du *Certificat du Programme d'éducation intermédiaire de l'IB*. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet dans la publication annuelle intitulée *Procédures d'évaluation* du Programme d'éducation intermédiaire.

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

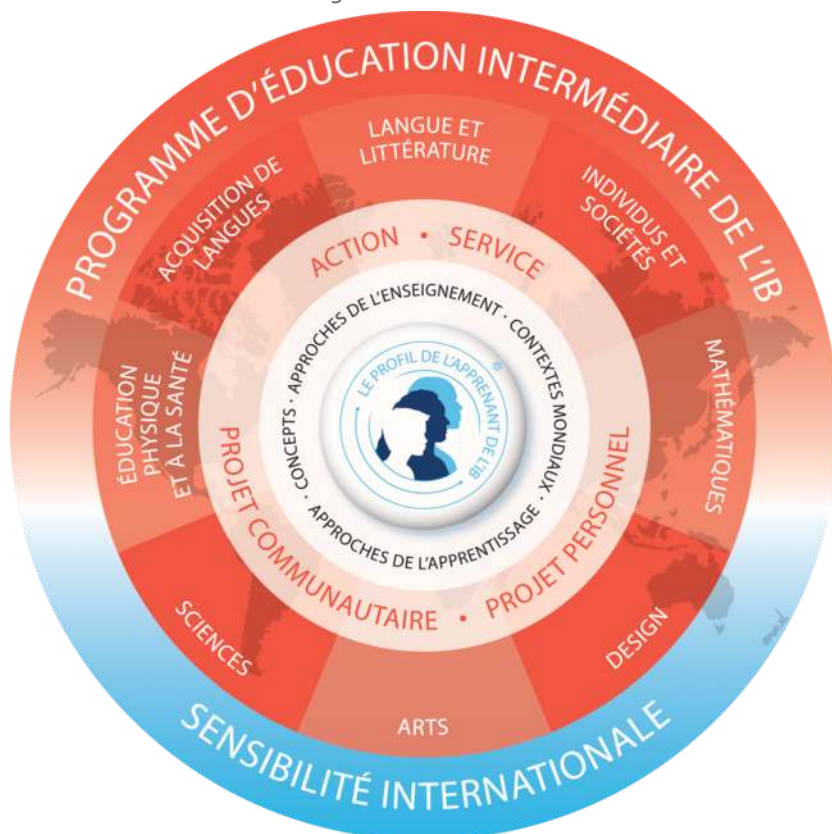
Remerciements

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 PEI.

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, le PEI 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 mathématiques

En négligeant les mathématiques, on porte atteinte à la connaissance en général, car celui qui les ignore ne peut connaître les autres sciences ni les choses de ce monde.

Roger Bacon (1214 – 1294)

L'étude des mathématiques est fondamentale pour une éducation équilibrée. Elles constituent un puissant langage universel, favorisent le raisonnement analytique et développent les compétences de résolution de problèmes qui contribuent au développement de la pensée logique, abstraite et critique. Les mathématiques peuvent aider à comprendre le monde et permettent de décrire précisément des phénomènes. Elles encouragent également l'analyse minutieuse et la recherche de modèles et de relations, des compétences nécessaires à la réussite en classe comme à l'extérieur. Les mathématiques devraient donc être accessibles à tous les élèves et étudiées par chacun d'entre eux.

Mais l'étude des mathématiques ne doit pas se limiter à l'apprentissage de formules ou de règles. Les élèves ne doivent pas avoir l'impression que toutes les réponses aux mathématiques peuvent se trouver dans un livre, mais qu'ils peuvent au contraire participer activement à la recherche de concepts et de relations. Les mathématiques deviennent alors une matière vivante, permettant la joie de l'exploration et la satisfaction de la découverte. Parallèlement, ce nouveau savoir peut être appliqué à d'autres situations et ouvrir ainsi davantage de possibilités aux élèves. Les cours de mathématiques du PEI encouragent cette recherche et cette application, aidant ainsi les élèves à développer des techniques de résolution de problèmes qui transcendent la matière et qui sont utiles dans le monde extérieur.

Un programme de mathématiques du PEI doit être adapté aux besoins des élèves et chercher à les intriguer et à les motiver de manière à ce qu'ils aient envie d'en apprendre les principes. Les élèves doivent voir des exemples authentiques de l'utilité et de la pertinence des mathématiques dans leur vie et être encouragés à les appliquer dans de nouvelles situations. Les mathématiques fournissent les bases nécessaires pour l'étude des sciences, de l'ingénierie et de la technologie. Cependant, elles sont aussi évidentes dans les arts et de plus en plus importantes en économie, en sciences sociales et en linguistique. Les élèves du PEI sont incités à utiliser les outils des TIC pour représenter les informations, explorer et modéliser des situations, et trouver des solutions à divers problèmes. Ces compétences s'avèrent utiles dans un large éventail de domaines. Les cours de mathématiques du PEI visent à donner à tous les élèves les connaissances, la compréhension et les capacités intellectuelles requises pour poursuivre des études plus avancées en mathématiques, et ont également pour but de préparer les élèves qui auront à utiliser les mathématiques dans leurs études, dans leur travail et dans leur vie quotidienne.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

Les mathématiques 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. Dans le Programme primaire (PP) de l'IB, les mathématiques sont considérées essentiellement comme un vecteur de soutien à la recherche fournissant un langage universel qui nous permet de comprendre le monde qui nous entoure. Les élèves sont censés devenir des utilisateurs compétents du langage mathématique et commencer à l'utiliser comme un mode de pensée, plutôt que comme une série de faits et d'équations à mémoriser. Il est également reconnu que les élèves peuvent apprécier la fascination intrinsèque qu'exercent les mathématiques et les exploiter pour explorer le monde à travers cette grille de lecture remarquable. De la même façon que les élèves se décrivent comme « auteurs » ou « artistes », le programme de mathématiques de l'établissement doit également leur permettre de se considérer comme des « mathématiciens » qui apprécient avec enthousiasme l'exploration et l'apprentissage de cette matière. Le programme d'études des mathématiques 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 d'acquis antérieurs ; cependant, une liste de suggestions d'acquis antérieurs est fournie dans le présent guide avec le cadre pour les mathématiques.

Il est important que les apprenants du PP et du PEI acquièrent une compréhension mathématique en construisant eux-mêmes du sens par l'intermédiaire de niveaux d'abstraction croissants, en commençant par une exploration de leurs expériences, compréhensions et connaissances personnelles. De plus, selon la philosophie des deux programmes, il est fondamental que les mathématiques soient enseignées dans des contextes pertinents et réalistes, puisqu'elles doivent être utilisées dans des situations réelles plutôt qu'en essayant de transmettre aux élèves un ensemble défini de connaissances. Dans les deux programmes, les mathématiques sont considérées non seulement parce qu'elles sont belles mais aussi parce qu'elles nous aident à comprendre comment le monde fonctionne et nous offrent un moyen de communication particulier. Les mathématiques sont un outil essentiel pour la recherche transdisciplinaire et interdisciplinaire. Les expériences d'enseignement et d'apprentissage réalisées dans le cadre du PP et du PEI encouragent les élèves à faire preuve de curiosité, à poser des questions, à explorer leur environnement et à interagir avec celui-ci sur les plans physique, social et intellectuel. En s'engageant dans un tel processus, les élèves sont capables de donner du sens aux concepts mathématiques, de transférer leur signification aux symboles et d'appliquer leur compréhension mathématique dans des situations familières et non familières.

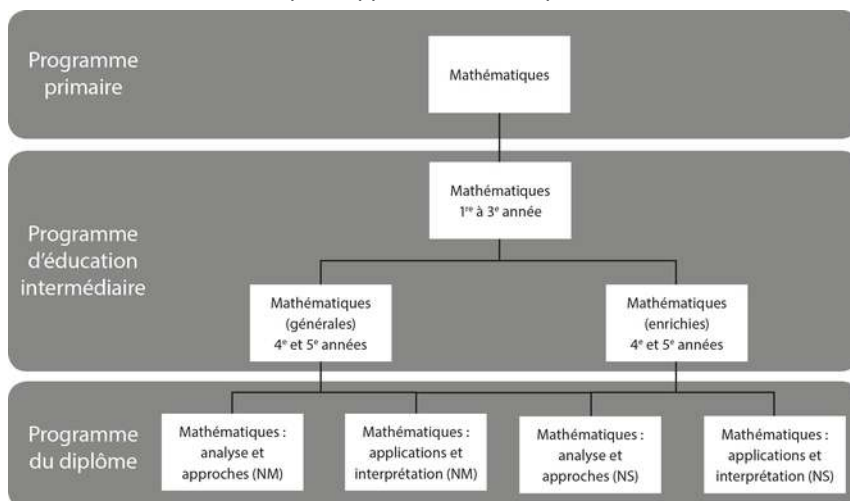
Les cours de mathématiques du PEI contribuent spécifiquement à préparer les élèves à suivre les matières du groupe Mathématiques du Programme du diplôme. Lorsque les élèves passent du PEI au Programme du diplôme ou au POP, l'importance accordée à la compréhension s'accroît. Les élèves travaillent à développer une base de connaissances mathématiques solide qui leur permettra d'étudier une vaste gamme de thèmes. Cette démarche les conduit également à s'entraîner à exprimer leurs idées de manière à ce que les autres comprennent leur raisonnement. Les objectifs spécifiques et les critères des cours de mathématiques du PEI ont été mis au point en ayant à l'esprit les modalités d'évaluation interne et externe du Programme du diplôme. L'utilisation de la technologie, qui est exigée dans les cours de mathématiques du Programme du diplôme, est également mise en avant dans le PEI comme outil d'apprentissage, d'application et de communication des mathématiques. Les élèves du PEI peuvent choisir entre l'étude des mathématiques générales ou des mathématiques enrichies, tandis que les élèves du Programme du diplôme ont le choix entre deux cours, tous deux disponibles au niveau moyen (NM) et au niveau supérieur (NS) : celui de mathématiques : analyse et approches, et celui de mathématiques : applications et interprétation. Les élèves du PEI qui ont choisi les mathématiques enrichies décident généralement de suivre l'un des cours de mathématiques du Programme du diplôme au NS. Il est vivement recommandé aux élèves suivant le cours de mathématiques générales du PEI de demander conseil à leur enseignant concernant le choix du cours

qu'ils suivront dans le Programme du diplôme. En effet, pour ces élèves, les cours de mathématiques NS du Programme du diplôme sont rarement adaptés.

La figure 2 illustre les parcours au sein du continuum des programmes de l'IB menant aux cours de mathématiques du Programme du diplôme.

Figure 2

Parcours menant aux cours du Programme du diplôme – mathématiques : analyse et approches (NM), mathématiques : applications et interprétations (NM), mathématiques : analyse et approches (NS) et mathématiques : applications et interprétations (NS)



Quelles que soient les options proposées aux élèves, les enseignants peuvent notamment utiliser les stratégies générales suivantes pour assurer une transition fluide entre les cours de mathématiques du PEI et ceux du Programme du diplôme :

- faciliter les sessions de planification verticale des mathématiques entre le PEI et le Programme du diplôme ;
- développer une compréhension et une utilisation cohérente d'un ensemble commun de termes clés, de la notation et des formules qui sont applicables à tous les programmes ;
- préparer les élèves à développer des stratégies efficaces pour les examens externes ainsi qu'un apprentissage reposant sur la recherche dans tous les cours de mathématiques ;
- donner aux élèves des occasions d'explorer des problèmes incorporant plusieurs domaines des mathématiques ;
- donner aux élèves l'occasion de résoudre des problèmes en utilisant des concepts mathématiques dans des situations non familières.

Les connaissances, compétences et attitudes que les élèves développent dans les cours de mathématiques leur procurent des bases solides pour leurs études ultérieures et les préparent à entreprendre des carrières dans des domaines tels que la recherche climatologique, l'actuariat et les assurances, le développement de politiques gouvernementales, l'ingénierie, l'analyse financière et le développement économique, la recherche et l'analyse, le développement de logiciels, la biostatistique et l'épidémiologie, le droit ou encore la médecine.

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 mathématiques du PEI consistent à encourager et à permettre aux élèves :

- d'apprécier les mathématiques, de commencer à comprendre leur élégance et leur puissance et de développer leur curiosité ;
- de développer leur compréhension des principes et de la nature même des mathématiques ;
- de communiquer clairement et avec confiance dans des contextes variés ;
- de développer leur pensée logique, critique et créative ;
- de développer leur confiance en eux, leur persévérance et leur autonomie en matière de raisonnement mathématique et de résolution de problèmes ;
- de développer leur capacité de généralisation et d'abstraction ;
- d'appliquer et de transférer des compétences à une grande variété de situations de la vie réelle, dans d'autres domaines de la connaissance et dans les développements à venir ;
- de comprendre la façon dont les développements technologiques et mathématiques s'influencent mutuellement ;
- de prendre conscience des implications morales, sociales et éthiques qui découlent du travail des mathématiciens ainsi que des applications des mathématiques ;
- de comprendre la dimension internationale des mathématiques par la prise de conscience du caractère universel des mathématiques ainsi que de leurs perspectives multiculturelles et historiques ;
- de comprendre la contribution des mathématiques à d'autres domaines de la connaissance ;
- de développer les connaissances, les compétences et les attitudes nécessaires pour poursuivre l'étude des mathématiques ;
- de développer leur capacité à porter un regard critique sur leur propre travail et sur le travail des autres.

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 mathématiques 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.

A Connaissances et compréhension

Les connaissances et la compréhension sont des éléments essentiels dans l'étude des mathématiques et constituent la base à partir de laquelle il devient possible d'explorer des concepts et de développer des compétences. Cet objectif spécifique évalue dans quelle mesure les élèves savent sélectionner et appliquer les mathématiques pour résoudre des problèmes dans des situations familières et non familières, et ce dans divers contextes.

Dans le cadre de cet objectif spécifique, les élèves doivent démontrer leurs connaissances et leur compréhension des concepts et des compétences liés aux quatre branches du cadre prescrit pour les mathématiques (raisonnement numérique et abstrait, réflexion à l'aide de modèles, raisonnement spatial et raisonnement à l'aide de données).

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

- i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;
- ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;
- iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.

B Recherche de modèles

La recherche de modèles permet aux élèves de connaître l'enthousiasme et la satisfaction que procure la découverte mathématique. Les recherches mathématiques encouragent les élèves à faire preuve d'audace, de sens critique et à être des chercheurs. La capacité à effectuer une recherche est d'une valeur inestimable dans le PEI et contribue à l'apprentissage tout au long de la vie.

Une tâche qui ne permet pas aux élèves de choisir la technique à utiliser pour résoudre un problème est trop guidée ; si tel est le cas, le niveau le plus élevé qui pourra être attribué est le niveau 6 (en 1^{re} et 2^e années) et le niveau 4 (à partir de la 3^e année). Les enseignants doivent cependant donner suffisamment d'indications pour s'assurer que tous les élèves peuvent commencer la recherche.

À partir de la 3^e année, un élève qui décrit une règle générale cohérente avec des résultats erronés pourra se voir attribuer le niveau 6 comme niveau le plus élevé, à condition que la règle soit d'un niveau de complexité équivalent.

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

- i. de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ;
- ii. de décrire des modèles comme des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;
- iii. de prouver, ou de vérifier et de justifier, des règles générales.

C Communication

Les mathématiques constituent un langage puissant et universel. Il est attendu des élèves qu'ils utilisent le langage mathématique approprié et différentes formes de représentation lorsqu'ils communiquent des idées mathématiques, des raisonnements et des résultats, et ce, tant à l'oral qu'à l'écrit.

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

- i. d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et terminologie) pour fournir des explications orales et écrites ;
- ii. d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ;
- iii. de passer d'une forme de représentation mathématique à une autre ;
- iv. de communiquer un raisonnement mathématique complet, cohérent et concis ;
- v. d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.

D Application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle

Les mathématiques du PEI encouragent les élèves à considérer les mathématiques comme un outil permettant de résoudre des problèmes dans des contextes authentiques de la vie réelle. Il est attendu des élèves qu'ils transfèrent leurs connaissances mathématiques théoriques dans des situations de la vie réelle, qu'ils appliquent des stratégies appropriées pour résoudre des problèmes, qu'ils en tirent des conclusions valables et qu'ils réfléchissent aux résultats obtenus.

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

- i. d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ;
- ii. de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ;
- iii. d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ;
- iv. de justifier le degré de précision d'une solution ;
- v. de justifier si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Planification de la progression de l'apprentissage

Les mathématiques du PEI reposent sur une progression de la complexité des niveaux de mathématiques tout au long du programme. C'est la raison pour laquelle les objectifs spécifiques répertoriés ci-après sont assez similaires entre la 1^{re}, la 3^e et la 5^e année ; la progression est marquée par le niveau de complexité sans croissant des mathématiques évaluées. 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	3 ^e année	5 ^e année
Pour atteindre les objectifs globaux des mathématiques, les élèves devront être capables :	Pour atteindre les objectifs globaux des mathématiques, les élèves devront être capables :	Pour atteindre les objectifs globaux des mathématiques, les élèves devront être capables :
Objectif spécifique A : connaissances et compréhension		
i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;	i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;	i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;
ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;	ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;	ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;
iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.	iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.	iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.
Objectif spécifique B : recherche de modèles		
i. d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour reconnaître des modèles ;	i. de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ;	i. de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ;
ii. de décrire des modèles comme des relations ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;	ii. de décrire des modèles comme des relations et/ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;	ii. de décrire des modèles comme des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;
iii. de vérifier si le modèle fonctionne pour d'autres exemples.	iii. de vérifier et de justifier des relations et/ou des règles générales.	iii. de prouver, ou de vérifier et de justifier, des règles générales.
Objectif spécifique C : communication		
i. d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et	i. d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et terminologie) pour fournir	i. d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et terminologie) pour fournir

1 ^{re} année	3 ^e année	5 ^e année
Pour atteindre les objectifs globaux des mathématiques, les élèves devront être capables :	Pour atteindre les objectifs globaux des mathématiques, les élèves devront être capables :	Pour atteindre les objectifs globaux des mathématiques, les élèves devront être capables :
terminologie), tant à l'oral qu'à l'écrit ; ii. d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ; iii. <i>(non applicable à ce niveau)</i> ; iv. de communiquer un raisonnement mathématique cohérent ; v. d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.	des explications orales et écrites ; ii. d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ; iii. de passer d'une forme de représentation mathématique à une autre ; iv. de communiquer un raisonnement mathématique complet et cohérent ; v. d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.	des explications orales et écrites ; ii. d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ; iii. de passer d'une forme de représentation mathématique à une autre ; iv. de communiquer un raisonnement mathématique complet, cohérent et concis ; v. d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.
Objectif spécifique D : application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle		
i. d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ; ii. de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ; iii. d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ; iv. d'expliquer le degré de précision d'une solution ; v. de décrire si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.	i. d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ; ii. de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ; iii. d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ; iv. d'expliquer le degré de précision d'une solution ; v. d'expliquer si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.	i. d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ; ii. de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ; iii. d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ; iv. de justifier le degré de précision d'une solution ; v. de justifier si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

L'éventail des compétences, techniques et stratégies évaluées, 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.

Apprentissage interdisciplinaire

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 au niveau supérieur ainsi qu'à la vie dans un monde de plus en plus interconnecté.

L'enseignement et l'apprentissage interdisciplinaires sont ancrés dans les différentes matières, mais élargissent la compréhension propre à la discipline de façon :

- **cohésive** – en rassemblant des concepts, des compétences ou des modes de communication relevant d'au moins deux groupes de matières, disciplines ou domaines d'expertise reconnus pour développer de nouvelles perspectives ou compréhensions ;
- **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'apprentissage interdisciplinaire peut et doit avoir lieu au sein des matières ; les concepts et les contextes mondiaux du PEI fournissent les outils nécessaires pour faciliter les occasions de transfert (même si ce n'est pas l'élément central). Les unités interdisciplinaires donnent également aux enseignants la possibilité d'effectuer un tel transfert, car elles visent à développer une compréhension conceptuelle nouvelle à l'aide de connaissances d'une multitude de disciplines.

Au sein des unités interdisciplinaires, 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 document intitulé *Enseignement et apprentissage interdisciplinaires dans le cadre du PEI* fournit davantage de renseignements. Il propose notamment un processus détaillé pour la planification de ces unités et des critères pour évaluer la compréhension interdisciplinaire.

Il incombe aux établissements proposant le PEI de faire en sorte que les élèves participent à au moins une unité interdisciplinaire planifiée collectivement chaque année du programme en intégrant des disciplines d'un ou de plusieurs groupes de matières.

Les cours de Mathématiques du PEI offrent de nombreuses possibilités d'enseignement et d'apprentissage interdisciplinaires au sein des unités des matières ou en tant qu'unités interdisciplinaires adaptées. Les unités interdisciplinaires menées dans le cadre de ce groupe de matières pourraient comprendre des recherches portant sur :

- le recueil et l'analyse de données statistiques dans des cours d'Éducation physique et à la santé ;
- l'application de connaissances géométriques dans le cadre des projets de Design ;
- la recherche des liens entre la théorie musicale et les suites mathématiques.

Un véritable apprentissage interdisciplinaire requiert en principe une réflexion critique et une planification collaborative 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 du PEI de mettre au point des possibilités d'enseignement et d'apprentissage interdisciplinaires continues et constructives dans leurs disciplines ainsi que dans le cadre des unités interdisciplinaires.

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 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 accomplissements.

Les cours de mathématiques 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 des compétences spécifiques aux approches de l'apprentissage, en particulier en ce qui concerne les compétences cognitives. L'organisation et la transformation des informations constituent des aspects essentiels des mathématiques.

Les activités d'apprentissage réalisées dans ce groupe de matières peuvent servir de sources d'inspiration pour les projets des élèves. L'application des mathématiques dans des situations de la vie réelle permettra aux élèves de prendre conscience des nombreuses manières dont ils peuvent exploiter leurs compétences en mathématiques dans le cadre de leurs projets.

Les mathématiques 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 :

- l'analyse statistique d'une question relative à la durabilité à l'échelle locale ou mondiale ;
- l'analyse mathématique de la performance athlétique d'une équipe ou d'un individu ;
- l'élaboration de solutions de réseaux pour les itinéraires de transport à destination et en provenance de l'établissement.

Pour en savoir plus, veuillez consulter le [Guide du projet personnel](#) et le [Guide du projet communautaire](#), tous deux disponibles sur le Centre de ressources pédagogiques sous Ressources du PEI.

Aspects obligatoires

Heures d'enseignement

Les établissements scolaires sont tenus d'attribuer le nombre d'heures d'enseignement nécessaire pour répondre aux exigences des cours de mathématiques 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 le document *Résultats de cours du Programme d'éducation intermédiaire de l'IB* afin de pouvoir prétendre à l'obtention du *Certificat du Programme d'éducation intermédiaire de l'IB*, le minimum d'heures d'enseignement recommandé pour les cours de mathématiques est de 70 heures pour chacune des deux dernières années du programme (4^e et 5^e années du PEI).

Organisation du cours de mathématiques dans l'établissement

Toutes les matières du PEI, y compris les mathématiques, s'articulent autour d'un cadre définissant des objectifs globaux et des objectifs spécifiques finaux. Les mathématiques du PEI s'articulent également autour d'un cadre de thèmes et de compétences organisé en quatre branches à trois niveaux différents : le premier niveau va de la 1^{re} à la 3^e année du PEI, le deuxième correspond aux mathématiques générales (4^e et 5^e années du PEI), et le troisième aux mathématiques enrichies (4^e et 5^e années du PEI). Le cadre contient également des suggestions de thèmes pour enrichir les cours ; ceux-ci sont facultatifs et ne sont pas inclus dans les évaluations électroniques.

Niveaux de mathématiques en 4^e et 5^e années du PEI

Les mathématiques du PEI doivent être accessibles à tous les élèves et étudiées par chacun d'entre eux. Les établissements scolaires doivent s'assurer que le programme d'études de mathématiques permet à tous les élèves d'avoir l'occasion de réaliser leur plein potentiel et d'atteindre les objectifs globaux et les objectifs spécifiques finaux des mathématiques du PEI. Le cadre pour les mathématiques est organisé de manière à ce que les élèves de 4^e et 5^e années puissent avoir le choix entre deux niveaux de difficulté : **mathématiques générales** et **mathématiques enrichies**.

- Les **mathématiques générales** visent à donner à l'ensemble des élèves une connaissance solide des principes mathématiques, tout en leur permettant de développer les compétences nécessaires pour atteindre les objectifs spécifiques des mathématiques du PEI.
- Les **mathématiques enrichies** comprennent le cadre des mathématiques générales ainsi que des thèmes et des compétences supplémentaires. Ce niveau fournit les bases nécessaires aux élèves qui désirent poursuivre l'étude des mathématiques, par exemple en suivant des cours de mathématiques du Programme du diplôme au niveau supérieur (NS). Les mathématiques enrichies permettent une extension et un approfondissement du cadre des mathématiques générales.

Dans le cadre prescrit, les enseignants de l'ensemble des cours de mathématiques du PEI doivent s'assurer que les élèves :

- appliquent les mathématiques à des situations authentiques de la vie réelle ;
- effectuent des recherches pour découvrir des modèles.

Planification du programme d'études de mathématiques

Les écoles du monde de l'IB doivent élaborer et structurer des cours de mathématiques 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 mathématiques 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 collaborative à des fins de développement et de révision du programme d'études.

Les objectifs spécifiques des mathématiques 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 mathématiques 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 mathématiques 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 mathématiques, 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.

L'apprentissage des mathématiques est généralement séquentiel. La réussite dans les cours de mathématiques ultérieurs est liée à l'acquisition des principes de base dans les cours antérieurs. Ce n'est pas seulement le contenu qui doit être planifié de manière adaptée, mais également les méthodes d'enseignement, les évaluations et les stratégies de résolution de problèmes. Les enseignants sont invités à mettre en œuvre le continuum des mathématiques dans leurs établissements. Cela peut se faire de plusieurs façons mais une approche planifiée est toujours nécessaire. La prise en considération des connaissances, des compétences et des attitudes est nécessaire pour aligner verticalement l'apprentissage et l'évaluation. Les exemples suivants illustrent différentes façons possibles de planifier les activités afin de préparer les élèves aux cours de mathématiques du Programme du diplôme. Ces exemples montrent différentes approches que l'enseignant peut choisir lorsqu'il planifie une transition fluide de la 1^{re} année du PEI jusqu'aux mathématiques du Programme du diplôme.

Exemple 1 : modélisation de mesures anthropométriques (parties du corps humain)

Cet exemple illustre une méthode qui pourrait être utilisée pour planifier les compétences nécessaires pour une évaluation interne. Il porte sur des activités visant à modéliser les mesures anthropométriques (mesures des proportions du corps humain) de la 1^{re} année du PEI au Programme du diplôme.

Année	Thèmes/Compétences	Activités possibles
1 ^{re} année du PEI	- Recueil de données - Représentations graphiques	Modèles simples, tels que la taille d'une personne en

Année	Thèmes/Compétences	Activités possibles
	- Variables à mettre en relation - Description informelle et formelle de tendances observées	fonction de la longueur de son pied
3 ^e année du PEI	- Plan cartésien - Placer des points - Tendances et prévisions - Modèle « visuel » - Variables indépendantes ou dépendantes - Valeurs appropriées pour les variables	Modélisation des données : par exemple, homme/femme
5 ^e année du PEI	- Domaine et image - Régression linéaire - Précision (corrélation) - Prévision - Utilisation de la technologie	Extension basée sur la modélisation du domaine et l'image par exemple, la taille (homme ou femme) en fonction de la longueur du pied (homme ou femme) Résoudre des crimes : si vous avez la longueur du pied, quelle est la taille probable de la personne ? Les géants peuvent-ils exister ?
1 ^{re} et 2 ^e années du Programme du diplôme	- Choisir ses propres modèles - Comparer - Coefficient de corrélation - Utilisation de modèles plus complexes - Les élèves discutent des limites de leurs modèles et de leurs données	Modélisation basée sur un éventail de fonctions Application de la paléo-anthropométrie (utiliser la taille des os pour déterminer la taille d'un dinosaure/pré-humain)

Exemple 2 : volume et aire

Cet exemple illustre une méthode qui pourrait être utilisée pour planifier un problème spécifique. Il porte sur des activités visant à étudier le volume et l'aire de la 1^{re} année du PEI au Programme du diplôme.

Année	Activités possibles
1 ^{re} année du PEI	Les élèves étudieront l'approximation en utilisant un cylindre afin de trouver la valeur approximative du volume de divers récipients à forme irrégulière destinés à contenir des boissons. Ils produiront un rapport décrivant et expliquant pour quels récipients la meilleure approximation peut être obtenue à l'aide d'un cylindre.
3 ^e année du PEI	Les élèves étudieront les conséquences du changement des dimensions (rayon et hauteur) d'une boîte cylindrique et produiront un rapport décrivant quelle dimension modifie le plus l'aire et le volume.
5 ^e année du PEI	Les élèves détermineront, à l'aide d'une représentation graphique (utilisant une calculatrice à écran graphique), les dimensions d'une canette de boisson gazeuse qui minimiseront son aire de surface étant donné un volume fixe (330 ml).
1 ^{re} et 2 ^e années du Programme du diplôme	Les élèves détermineront, par le calcul, les dimensions d'une canette de boisson gazeuse qui minimiseront son aire de surface étant donné un volume fixe (330 ml) et les compareront à la valeur produite à l'aide d'une autre méthode.

Tout ce qui peut être fait dans ces domaines pour faciliter la transition du PEI au Programme du diplôme aidera les élèves à mieux réussir, et les exemples précédents ne doivent pas être interprétés comme étant les seuls moyens possibles de faciliter cette transition.

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 mathématiques 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. Grâce à 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 mathématiques.

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 thèmes.

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 Mathématiques (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 mathématiques sont la **forme**, la **logique** et les **relations**.

Tableau 1
Concepts clés du PEI

Changement	Communautés	Communication	Créativité
Culture	Développement	Esthétique	Forme

Identité	Interactions mondiales	Liens	Logique
Perspective	Relations	Systèmes	Temps, lieu et espace

Ces concepts clés orientent les unités de travail et aident à organiser l'enseignement et l'apprentissage.

Forme

La **forme** désigne la configuration et la structure sous-jacente d'une entité ou d'un travail, notamment son organisation, sa nature essentielle et son aspect extérieur.

Dans les mathématiques du PEI, la **forme** fait référence à la compréhension du fait que la structure sous-jacente et la configuration d'une entité se distinguent par leurs propriétés. La forme donne des occasions aux élèves d'apprécier la nature esthétique des constructions utilisées dans une discipline.

Logique

La **logique** désigne une méthode de raisonnement et un système de principes utilisés pour formuler des arguments et tirer des conclusions.

Dans les mathématiques du PEI, la **logique** sert de processus pour prendre des décisions relatives à des nombres, à des figures et à des variables. Ce système de raisonnement procure aux élèves une méthode qui leur permet d'expliquer la validité de leurs conclusions. Dans le cadre du PEI, ce concept ne doit pas être confondu avec le sous-domaine des mathématiques intitulé « logique symbolique ».

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.

Dans les mathématiques du PEI, le concept de **relations** fait référence aux liens entre les quantités, les propriétés ou les concepts. Ces liens peuvent être exprimés comme modèles, règles ou instructions. Les relations donnent des occasions aux élèves d'explorer des modèles dans le monde qui les entoure. Les liens établis entre l'élève et les mathématiques dans le contexte du monde réel sont importants pour approfondir la compréhension.

D'autres concepts clés peuvent également revêtir de l'importance en mathématiques. Ces concepts sont présentés dans le chapitre du présent guide intitulé « **Cadre pour les mathématiques** ».

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.

Le tableau 2 répertorie les concepts connexes définis pour l'étude des mathématiques. 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.

Tableau 2

Concepts connexes en mathématiques

Approximation	Changement	Équivalence
Espace	Généralisation	Modèles
Quantité	Représentation	Séries

Simplification	Systèmes	Validité
----------------	----------	----------

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

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

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 mathématiques 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 mathématiques se concentrent naturellement sur l'innovation scientifique et technique. Cependant, les enseignants sont encouragés à concevoir leurs cours de sorte à offrir aux élèves des occasions d'explorer d'autres contextes mondiaux du PEI en rapport avec les objectifs globaux et spécifiques du groupe de matières.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

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. Le tableau 3 suggère plusieurs énoncés de recherche possibles pour des unités de travail consacrées aux mathématiques du PEI.

Tableau 3
Exemples d'énoncés de recherche

Énoncé de recherche	Concept clé Concepts connexes Contexte mondial	Projet/Étude possible
La conception de structures est souvent influencée par l'utilisation responsable de ressources limitées.	• Forme • Espace • Quantité	Géométrie et trigonométrie – Volume

Énoncé de recherche	Concept clé Concepts connexes Contexte mondial	Projet/Étude possible
	Équité et développement	
La logique constitue un outil puissant pour évaluer la validité des découvertes réalisées à l'aide de mesures et d'observations.	- Logique - Validité - Orientation dans l'espace et dans le temps	Géométrie et trigonométrie – Lignes parallèles et transversales
L'utilisation d'un modèle pour représenter des relations peut améliorer la prise de décisions.	- Relations - Modèles - Représentation - Identités et relations	Algèbre – Fonctions du second degré
La compréhension de séries d'objets dans des figures et dans l'espace peut améliorer la créativité.	- Forme - Séries - Espace - Expression personnelle et culturelle	Géométrie et trigonométrie – Transformations
La modélisation selon un processus logique comprenant la simplification de séries nous aide à comprendre le monde.	- Logique - Séries - Simplification - Modèles - Innovation scientifique et technique	Algèbre – Mouvement d'un projectile
Les relations et les changements qui les affectent peuvent nous aider à comprendre les répercussions des activités humaines sur les systèmes de l'environnement.	- Relations - Systèmes - Changement - Mondialisation et durabilité	Arithmétique – Fonctions exponentielles et logarithmes
Le fait de décrire des séries dans le monde naturel sous forme de relations permet souvent d'arriver à des principes et à des découvertes.	- Relations - Séries - Innovation scientifique et technique	Statistiques et probabilités – Droite de régression

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

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 cours de mathématiques du PEI.

Tableau 4

Exemples de questions factuelles, conceptuelles et invitant au débat

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
• Quelle comparaison peut-on établir entre les pentes de droites perpendiculaires ? • En quoi le volume d'une quantité diffère-t-il de son aire ? • Quels aspects permettent de déterminer si deux événements sont indépendants ?	• Que signifie avoir la « solution » d'une fonction ? • Pourquoi l'approximation peut-elle s'avérer utile ? • Comment pourrions-nous cartographier le réseau neuronal d'un cerveau humain ?	• Quel est le plus naturel : l'ordre ou le chaos ? • Les événements de l'univers sont-ils tous déterminés par la probabilité ? • Quelle est la taille de l'infini ?

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

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 spécifiques 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 mathématiques.

Tableau 5

Exemples d'indications de compétences spécifiques aux mathématiques

Catégorie	Indication de compétence
Compétences de pensée	Établir des priorités et utiliser l'ordre de priorité lors de la résolution de problèmes.
Compétences sociales	Aider d'autres personnes à réussir lors des travaux de groupe.
Compétences de communication	Organiser et interpréter les données à l'aide d'outils analogues et numériques.
Compétences d'autogestion	Entraîner son esprit à la concentration lors de la résolution de plusieurs problèmes.
Compétences de recherche	Utiliser diverses technologies et plateformes multimédia, notamment les médias sociaux et les réseaux en ligne, pour rechercher des informations.

Les activités d'apprentissage et les évaluations bien conçues offrent aux élèves de multiples occasions de mettre en pratique et de démontrer des compétences spécifiques aux approches de l'apprentissage. Chaque unité de travail du PEI identifie de façon explicite les compétences spécifiques 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 mathématiques.

Tableau 6

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

Approches de l'apprentissage
Pensée (pensée critique) : tirer des conclusions et des généralisations justifiables à partir de la recherche de modèles. Communication (réflexion) : tenir un journal de bord et y consigner régulièrement ses réflexions au cours de la recherche.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

Cadre pour les mathématiques

Le cadre pour les mathématiques du PEI met en avant quatre branches de l'étude des mathématiques :

- raisonnement numérique et abstrait ;
- réflexion à l'aide de modèles ;
- raisonnement spatial ;
- raisonnement à l'aide de données.

Les établissements scolaires peuvent utiliser le cadre pour les mathématiques comme un outil pour planifier le programme de mathématiques. **Il n'est pas attendu des établissements qu'ils abordent toutes les branches du cadre lors de chaque année du programme, ni qu'ils enseignent chacun des thèmes ou chacune des compétences suggérés dans le cadre.** Cependant, au cours des cinq années (ou de toute la durée) du programme, les élèves doivent acquérir des connaissances dans chacune des quatre branches du cadre pour les mathématiques.

Ces thèmes et compétences constituent des **exemples** de ce que les élèves peuvent s'attendre à étudier de la 1^{re} à la 3^e année du programme, puis dans les deux niveaux (mathématiques générales et mathématiques enrichies) en 4^e et 5^e années. Le cadre contient également des suggestions de thèmes pour enrichir les cours ; ceux-ci sont facultatifs et ne sont pas inclus dans les évaluations électroniques. Une compétence indiquée dans le cadre comme relevant des **mathématiques enrichies** ou de **l'enrichissement** peut, dans certains cas, être abordée lors d'un cours de mathématiques générales. Il incombe aux établissements de définir ce qui fait la différence entre les cours de mathématiques générales et de mathématiques enrichies. De même, il leur revient de déterminer s'il est approprié d'inclure des thèmes et des compétences relevant de l'enrichissement dans une unité de recherche.

Acquis antérieurs recommandés

Le cadre pour les mathématiques du PEI est fondé sur le fait qu'il est attendu des élèves intégrant la 1^{re} année du PEI qu'ils aient déjà étudié les mathématiques pendant au moins cinq ans et aient une certaine maîtrise des compétences et des thèmes suivants. Les enseignants doivent donc s'assurer que toutes les compétences mentionnées ici qui ne sont pas maîtrisées par leurs élèves au début du cours soient introduites très tôt. Ils doivent également prendre en compte les connaissances mathématiques acquises par leurs élèves afin de concevoir un programme d'études approprié.

Afin d'être en mesure de chercher à atteindre les objectifs spécifiques des mathématiques du PEI et de développer les compétences contenues dans le cadre pour les mathématiques, les élèves doivent être capables :

- d'utiliser le système décimal à valeur de position pour représenter la longueur de très grandes et de très petites quantités ;
- d'utiliser l'associativité et la commutativité pour exprimer des quantités et des expressions dans de multiples formes équivalentes ;
- d'utiliser les relations entre les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et de division afin de traiter des informations pour résoudre des problèmes ;
- d'utiliser des fractions et des décimales pour représenter les relations entre un tout et les parties d'un tout ;
- de modéliser des opérations complexes de différentes manières, comme des algorithmes ou des organigrammes ;
- d'analyser et d'identifier des règles pour des modèles ;

- d'utiliser des fonctions ou des règles pour prolonger et décrire des modèles ;
- d'appliquer plusieurs façons de procéder pour déterminer les propriétés d'objets et d'événements ;
- de décrire le niveau de précision de mesures compte tenu de la situation et de la précision de l'outil ;
- de convertir des unités et des mesures pour décrire le monde dans lequel nous vivons dans des termes compréhensibles ;
- de transformer des figures en utilisant la rotation, la réflexion et la translation ;
- d'utiliser le vocabulaire géométrique pour montrer que modifier la position d'une figure ne modifie pas ses propriétés ;
- d'utiliser le vocabulaire et les figures géométriques utiles pour représenter et décrire des objets et des événements réels ;
- de recueillir, d'organiser, de présenter et d'interpréter des données de différentes façons ;
- d'utiliser différentes formes de graphiques pour mettre en évidence différents aspects des données ;
- d'exprimer la probabilité à l'aide de systèmes numériques ;
- d'utiliser des données pour décrire la probabilité d'événements de la vie quotidienne.

Raisonnement numérique et abstrait

La capacité à travailler avec des nombres et des symboles est une compétence essentielle en mathématiques. Il est attendu des élèves qu'ils aient une compréhension des concepts arithmétiques et qu'ils développent des compétences qui leur permettent de faire des calculs et des approximations. L'algèbre se sert de lettres et de symboles pour représenter des nombres, des quantités et des opérations, et emploie des variables pour résoudre des problèmes mathématiques. L'algèbre est une abstraction des concepts. Elle fut d'abord utilisée avec les nombres et elle est essentielle à l'apprentissage plus avancé en mathématiques. Les élèves doivent comprendre que l'utilisation de nombres et de symboles pour exprimer des modèles et pour décrire des situations de la vie réelle remonte au tout début de l'humanité, et que les mathématiques possèdent des racines multiculturelles.

Liens avec les concepts du PEI

Les concepts clés issus d'autres matières du PEI peuvent être utilisés dans la branche **raisonnement numérique et abstrait** du cadre pour les mathématiques, notamment le **changement** (rapports, bases de systèmes de numération), la **communication** (droites numériques, unités de mesure), les **liens** (bases de systèmes de numération, suites numériques, diagrammes de Venn), le **développement** (suites numériques, nombres premiers), l'**identité** (ensembles, facteurs) et les **systèmes** (ensembles, systèmes numériques). Les concepts connexes des mathématiques du PEI peuvent être utilisés dans la branche **raisonnement numérique et abstrait** du cadre pour les mathématiques, notamment l'**approximation**, l'**équivalence**, la **généralisation**, la **quantité**, les **systèmes** et la **validité**.

Thèmes et compétences

Les thèmes et les compétences en raisonnement numérique et abstrait aideront les élèves à développer une compréhension des éléments suivants :

- sens des nombres et opérations arithmétiques ;
- commutativité, associativité et distribution des opérations arithmétiques ;
- estimation et approximation ;
- mesure et unités ;
- chiffres après la virgule et chiffres significatifs ;
- équivalence numérique et représentation ;
- raisonnement proportionnel à l'aide de rapports et de pourcentages ;
- relations proportionnelles menant à des équations du premier degré et à la modélisation ;
- comment des rapports associent des quantités qui varient ensemble ;

- résoudre une équation / satisfaire une équation ;
- expressions équivalentes ;
- application et limites de la précision ;
- culture financière ;
- appréciation des erreurs.

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
Arithmétique		
• Opérations arithmétiques		
• Formes des nombres (entiers, fractions, nombres décimaux et pourcentages) et passage d'une forme à une autre	• Systèmes numériques et leur notation (ensemble des nombres naturels incluant zéro [N], des entiers [Z], des nombres rationnels [Q], des nombres irrationnels [Q'] et des réels [R])	
• Estimation, notamment l'utilisation des façons appropriées pour arrondir afin d'estimer des résultats, les approximations décimales et les chiffres significatifs		• Bornes inférieures et supérieures
• Décimales récurrentes	• Valeurs absolues	
• Fuseaux horaires, horloges et horaires		
• Droites numériques et inéquations simples	• Représenter des inéquations, notamment des inéquations composées et doubles	
• Facteurs des nombres	• Suites numériques (prédiction, description)	
• Nombres premiers et facteurs, y compris le plus grand commun diviseur et le plus petit commun multiple		
• Carrés et racines carrées	• Racines et radicaux, notamment leur simplification	• Logarithmes, notamment les propriétés des logarithmes et l'utilisation de la technologie pour trouver des valeurs
• Exposants	• Lois des exposants, notamment les exposants entiers négatifs • Forme standard (notation scientifique)	• Lois des exposants, notamment les exposants fractionnaires/rationnels
• Rapports	• Proportionnalité directe et inverse	
Algèbre		

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
• Trouver et vérifier les règles générales d’une suite	• Trouver, justifier et prouver le terme général d’une suite	
• Poser des équations	• Résoudre des équations simultanées, notamment algébriquement et graphiquement (voir aussi la section « Réflexion à l’aide de modèles »)	
• Opérations avec des expressions algébriques	• Résoudre des inéquations, notamment des inéquations composées et doubles	
• Utiliser la substitution dans des expressions		
• Développer des expressions algébriques		
• Factoriser des expressions algébriques	• Factoriser des polynômes du second degré	
• Réarranger et résoudre des équations simples	• Résoudre des équations du second degré en utilisant la factorisation, la formule quadratique et une méthode graphique	
• Utiliser des formules	• Réarranger des formules	• Utiliser la notation et les formules pour continuer une suite arithmétique ou géométrique, en trouver des termes spécifiques et la progression
• Organigrammes et algorithmes simples		
Enrichissement		
Arithmétique		
• Rationaliser le dénominateur • Bases des systèmes de numération		
Algèbre		
• Équations exponentielles • Utiliser la notation et les formules pour trouver la somme d’une suite arithmétique et d’une suite géométrique • Notation sigma • Convergence et divergence		

Réflexion à l'aide de modèles

Un modèle constitue une représentation d'un événement de la vie réelle à l'aide d'expressions, d'équations ou de graphiques alors qu'une fonction est définie comme étant une relation faisant intervenir une ou

plusieurs variables. Il existe différentes façons de communiquer des idées mathématiques en créant diverses représentations de fonctions pour modéliser les relations entre des variables, visuellement et symboliquement, par des graphiques, des équations et des tableaux. Pour utiliser et développer des modèles mathématiques, les élèves auront besoin de connaître les concepts et les thèmes en algèbre et d'acquérir des compétences dans ce domaine. Les enseignants devront favoriser la compréhension des modèles par les élèves en utilisant des contextes de la vie réelle pour l'application des connaissances et des compétences algébriques, et ce, dans des situations de résolution de problèmes.

Liens avec les concepts du PEI

Les concepts clés issus d'autres matières du PEI peuvent être utilisés dans la branche **réflexion à l'aide de modèles** du cadre pour les mathématiques, notamment l'**esthétique** (modèles et suites, graphiques), le **changement** (expressions algébriques, transformations), les **liens** (modèles et suites, fonctions et graphiques), les **systèmes** (fonctions, séries) et le concept de **temps, lieu et espace** (fonctions, équations). Les concepts connexes des mathématiques du PEI peuvent être utilisés dans la branche **réflexion à l'aide de modèles** du cadre pour les mathématiques, notamment le **changement**, l'**équivalence**, les **séries**, la **quantité**, la **représentation**, la **simplification** et les **systèmes**.

Thèmes et compétences

Les thèmes et les compétences pour la réflexion à l'aide de modèles aideront les élèves à développer une compréhension des éléments suivants :

- représentation et forme de fonctions ;
- pensée algorithmique ;
- transformations de fonctions ;
- modélisation avec les fonctions ;
- applications et limites de modèles.

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
Inapproprié pour cette tranche d'âge	• Applications	• Domaine et image
	• Notation de fonctions	
	• Fonctions affines de la forme $f(x) = mx + c$ (voir aussi la section « Raisonnement spatial »)	• Fonctions rationnelles de la forme $f(x) = \frac{ax + b}{cx + d}$
	• Droites parallèles et perpendiculaires (voir aussi la section « Raisonnement spatial »)	
	• Systèmes d'équations/équations simultanées, notamment leur résolution algébrique et graphique (voir aussi la section « Raisonnement numérique et abstrait »)	• Programmation linéaire, notamment les inéquations
	• Fonctions du second degré sous les formes : $f(x) = ax^2 + bx + c$, $f(x) = a(x - p)(x - q)$ $f(x) = a(x - h)^2 + k$	• Transformations de fonctions du second degré, notamment translation, réflexion et dilatation

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
	notamment la signification de leurs paramètres	
	Représentation et forme de fonctions exponentielles ainsi que leurs asymptotes horizontales	Représentation et forme de fonctions cubiques, rationnelles, trigonométriques et logarithmiques, ainsi que de leurs asymptotes
	Algorithmes (analyser et utiliser des procédures bien définies pour résoudre des problèmes complexes)	- Réseaux, notamment arêtes et arcs, nœuds/sommets, chemins - Calculer des trajets dans un réseau - Réseaux pondérés
Enrichissement		
- Transformer des fonctions cubiques et trigonométriques - Fonctions incluant le logarithme népérien (ln) et le nombre e - Fonctions composées - Fonctions réciproques - Fonctions logarithmiques		

Raisonnement spatial

Les compétences de raisonnement spatial fournissent aux élèves des outils pour analyser, mesurer et transformer des quantités géométriques en deux et trois dimensions.

Liens avec les concepts du PEI

Les concepts clés issus d'autres matières du PEI peuvent être utilisés dans la branche **raisonnement spatial** du cadre pour les mathématiques, notamment l'**esthétique** (figures géométriques, transformations), le **changement** (identités, transformations), les **communautés** (propriétés des angles, propriétés des triangles), la **créativité** (transformations, similitude et congruence), l'**identité** (cercle unité, identités), la **perspective** (géométrie analytique, similitude et congruence), et le concept de **temps, lieu et espace** (géométrie analytique tridimensionnelle, transformations). Les concepts connexes des mathématiques du PEI peuvent être utilisés dans la branche **raisonnement spatial** du cadre pour les mathématiques, notamment le **changement**, l'**équivalence**, les **modèles**, les **séries**, la **quantité**, la **représentation**, l'**espace** et les **systèmes**.

Thèmes et compétences

Les thèmes et les compétences en raisonnement spatial aideront les élèves à développer une compréhension des éléments suivants :

- compétences manuelles et de construction ;
- visualiser et représenter des figures en trois dimensions ;
- passer d'une dimension à une autre ;
- pensée algorithmique en trigonométrie.

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
Géométrie		

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
Classer des figures et des angles	Conversions métriques	
Calculs à l'aide des propriétés des angles		
Angles avec des droites sécantes et des droites parallèles	Géométrie et théorèmes du cercle, notamment angles, rayon, diamètre et tangente	
Périmètre (circonférence) et aire de figures planes, notamment de triangles, de cercles, de parallélogrammes, de losanges, de rectangles, de carrés, de cerfs-volants, de trapèzes et de figures composées	Longueur d'arc et de corde, périmètre et aire de secteur et de segments	
Volume, aire et patrons de cubes, de parallélépipèdes rectangles, de cylindres et de prismes	Volume, aire et patrons de pyramides, de cônes et de figures tridimensionnelles composées	Capacité
Coordonnées	$y = mx + c$, pentes et intersections avec les axes (voir aussi la section « Réflexion à l'aide de modèles »)	
	Pentes de droites parallèles	Relations entre les pentes de droites perpendiculaires
	Géométrie analytique, notamment les formules pour la distance, le milieu et la pente	
Symétrie et réflexion	- Rotation autour d'un point donné - Similitude et congruence, notamment prouver que des triangles sont semblables ou isométriques - Mouvement sur un plan : transformations isométriques, homothéties et pavages	- Homothétie par rapport à un point donné - Homothétie de rapport rationnel - Représentation identique de transformations
Trigonométrie		
Inapproprié pour cette tranche d'âge	Propriétés des triangles	
	Cap (calcul des angles en degrés à partir du Nord)	

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
	Théorème de Pythagore	Réciproque du théorème de Pythagore
	Rapports trigonométriques dans les triangles rectangles	Lois des sinus et des cosinus, et applications (lien avec les fonctions trigonométriques)
Enrichissement		
Géométrie - Fractales (introduction informelle) - Dilatation - Figures inscrites et circonscrites - Longueur d'un arc et secteur (en radians) - Coordonnées polaires - Notation vectorielle - Espaces vectoriels Trigonométrie - Géométrie analytique en trois dimensions - Aire d'un triangle - Cercle trigonométrique - Radians - Équation d'un cercle centré à l'origine - Identités trigonométriques		

Raisonnement à l'aide de données

Cette branche des mathématiques s'intéresse au recueil, à l'analyse et à l'interprétation de données quantitatives et utilise la théorie des probabilités pour estimer des paramètres, découvrir des lois empiriques, tester des hypothèses et prévoir des événements.

À travers l'étude des statistiques, les élèves doivent développer des compétences en lien avec le recueil, l'organisation et l'analyse de données, qui leur permettront de présenter clairement des informations et de découvrir des modèles. Les élèves développeront également leur pensée critique et pourront ainsi faire la différence entre ce qui arrive en théorie (probabilités) et ce qui est observé (statistiques).

Les élèves doivent comprendre le potentiel et les limites des statistiques, en prenant conscience de leur utilisation légitime pour appuyer et remettre en question des hypothèses, mais également en reconnaissant les façons dont les statistiques peuvent être utilisées pour induire en erreur ainsi que pour contester des opinions et contrer une propagande.

Les élèves doivent utiliser ces compétences dans leurs recherches et sont encouragés à utiliser les TIC, le cas échéant.

Liens avec les concepts du PEI

Les concepts clés issus d'autres matières du PEI peuvent être utilisés dans la branche **raisonnement à l'aide de données** du cadre pour les mathématiques, notamment la **communication** (représentation, probabilité d'événements), les **communautés** (échantillons, populations), les **liens** (probabilité d'essais successifs, mesures de tendance centrale), le **développement** (probabilité d'essais successifs, échantillonnage), les **interactions mondiales** (échantillonnage, représentation) et les **systèmes** (probabilité d'événements, probabilité conditionnelle). Les concepts connexes des mathématiques du PEI

peuvent être utilisés dans la branche **raisonnement à l'aide de données** du cadre pour les mathématiques, notamment l'**approximation**, le **changement**, l'**équivalence**, la **généralisation**, les **modèles**, les **séries**, la **quantité**, la **représentation**, la **simplification**, les **systèmes** et la **validité**.

Thèmes et compétences

Les thèmes et les compétences en raisonnement à l'aide de données aideront les élèves à développer une compréhension des éléments suivants :

- dispersion et hasard ;
- causalité/corrélation ;
- inférences et raisonnement inférentiel informel ;
- prédiction et test d'hypothèses ;
- échantillonnage, rééchantillonnage et agrégation ;
- le rôle du contexte dans une enquête statistique ;
- le lien entre but et utilité ;
- les valeurs aberrantes ou comment séparer le signal du bruit ;
- littératie critique en statistiques, prendre en considération les sources et évaluer les techniques ;
- distribution des données et comment les analyser et les comparer ;
- la loi des grands nombres ;
- probabilités théoriques et expérimentales (fréquentielles) ;
- stratégies de résolution reposant sur des listes.

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
• Données discrètes simples et classements	• Techniques d'échantillonnage et taux de réponse	
• Recueillir et générer des données, notamment par des sondages	• Manipulation des données et interprétation erronée	
• Limites et contexte dans une enquête statistique (fiabilité des données, biais d'échantillonnage et estimation dans les calculs)		
• Représentations graphiques, notamment des diagrammes circulaires, des diagrammes à barres, des diagrammes à tige et feuilles, des pictogrammes	• Représentations graphiques, notamment des représentations graphiques à deux variables, des nuages de points, des diagrammes en boîte, des courbes des effectifs cumulés	• Histogrammes avec des classes fixes à intervalles continus
• Visualisation des données et infographies	• Droites de régression	
• Traitement des données : moyenne, médiane (mesure de tendance centrale) et mode pour des données discrètes et groupées	• Traitement des données : moyenne, médiane (mesure de tendance centrale) et mode pour des données continues, et quartiles et	

1 ^{re} à 3 ^e année du PEI	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques générales)	4 ^e et 5 ^e années du PEI (mathématiques enrichies)
	centiles pour des données discrètes et continues	
• Mesures de dispersion, notamment l'écart	• Mesures de dispersion, notamment l'écart interquartile (application et relation avec la médiane)	• Mesures de dispersion, notamment l'écart type (application et relation avec la moyenne)
	• Description d'une corrélation (positive, négative, inexistante, forte et faible)	• Utilisation de la technologie pour trouver la valeur numérique de la corrélation et sa signification
• Traitement qualitatif des probabilités	• Ensembles, notamment la notation et les opérations dans trois ensembles maximum	
• Probabilités d'événements simples	• Calculs de probabilités avec des diagrammes de Venn, des diagrammes en arbre et l'univers des possibles	• Calculs de probabilités pour des événements dépendants et indépendants (à l'aide des principes d'addition et de multiplication), notamment la probabilité conditionnelle
• Univers des possibles	• Événements incompatibles	
• Échelle de probabilité, notamment la signification du nombre	• Événements composés	
• Probabilités théoriques et expérimentales (fréquentielles)	• Fréquence relative	
Enrichissement		
• Calcul manuel de l'écart type et du coefficient de corrélation		
• Histogrammes et polygones des effectifs		
• Covariance		
• Interpolation et extrapolation		
• Biais de confirmation		
• Principes de dénombrement		
• Analyse combinatoire		
• Permutations		
• Factorielles		
• Moyenne géométrique		
• Régression : interprétation des résultats		
• Réseaux et probabilités, triangle de Pascal		

Directives propres aux matières

Utilisation efficace des technologies de l'information et de la communication (TIC) en mathématiques

L'utilisation adéquate d'ordinateurs, d'applications informatiques et de calculatrices peut améliorer la compréhension de tous les élèves. Selon les ressources disponibles dans l'établissement, les TIC doivent être utilisées, lorsque cela est pertinent :

- comme un moyen d'étendre les connaissances des élèves sur le monde dans lequel ils vivent ;
- comme un moyen de développer des concepts et des compétences ;
- comme un puissant outil de communication.

Les TIC fournissent un large éventail de ressources et d'applications que les enseignants peuvent explorer afin d'améliorer leur enseignement et l'apprentissage de leurs élèves. En mathématiques, les TIC peuvent servir d'outils pour effectuer des calculs complexes, résoudre des problèmes, dessiner des représentations graphiques, et interpréter et analyser des données. Les TIC peuvent aussi s'avérer utiles pour :

- explorer des données et des concepts mathématiques ;
- obtenir une réponse rapide lorsque l'on teste des solutions ;
- observer des tendances et faire des généralisations ;
- passer de représentations analytiques à des représentations graphiques, et vice versa ;
- visualiser des transformations géométriques.

De plus, l'utilisation appropriée des TIC peut améliorer les compétences de communication des élèves et les assister dans le recueil, l'organisation et l'analyse d'informations ainsi que dans la présentation de leurs résultats.

Cependant, pour que les TIC soient un outil d'apprentissage intéressant, les élèves doivent connaître les ressources et les applications, et savoir quand et comment les utiliser. Ils doivent être capables de décider à quel moment le recours aux TIC est pertinent et à quel moment il est préférable d'employer d'autres méthodes comme le papier-crayon, le calcul mental ou les diagrammes. Il est donc important que les enseignants montrent aux élèves comment utiliser ces ressources de façon judicieuse, tout en favorisant le développement de leurs capacités intellectuelles.

Les TIC peuvent offrir un support aux élèves ayant des besoins en matière de soutien à l'apprentissage qui éprouvent des difficultés à comprendre un concept donné ou qui auraient besoin de plus de pratique. Elles peuvent aussi fournir un défi supplémentaire pour les élèves surdoués et talentueux, en leur permettant d'explorer des idées et des concepts plus poussés. Des technologies de soutien adaptées peuvent permettre aux élèves ayant des troubles majeurs d'apprentissage de devenir des apprenants actifs dans la salle de classe en compagnie de leurs pairs. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les technologies et les besoins en matière de soutien à l'apprentissage, veuillez consulter la page [Éducation inclusive](#) du Centre de ressources pédagogiques.

Selon les équipements dont dispose l'établissement et la disponibilité des TIC, les enseignants sont encouragés à utiliser les TIC, lorsque cela est possible et approprié, afin d'améliorer l'apprentissage.

Les ressources en TIC pour les mathématiques peuvent consister en :

- des bases de données et des tableurs ;
- des logiciels de représentation graphique ;

- des logiciels de géométrie dynamique ;
- des logiciels mathématiques spécialisés ;
- des calculatrices à écran graphique ;
- des moteurs de recherche sur Internet ;
- des CD-ROM ;
- des logiciels de traitement de texte ou de microédition ;
- des organisateurs graphiques ;
- un système de calcul formel.

Tâches d'évaluation des Mathématiques du PEI

En règle générale, les critères A, B et D sont évalués à l'aide de différents types de tâches. Le critère C est souvent associé au critère B ou D pour évaluer les réponses et les rapports structurés.

Critère	Tâches d'évaluation types	Remarques
Critère A : connaissances et compréhension	Tests effectués en classe Examens Travaux portant sur des situations familières et non familières	Les enseignants qui choisissent d'utiliser le critère A avec le critère B doivent être capables de définir clairement les aspects de la tâche qui seront évalués à l'aide de chaque critère et s'assurer que la tâche est suffisamment rigoureuse pour permettre aux élèves d'atteindre les plus hauts niveaux des deux critères.
Critère B : recherche de modèles	Recherches mathématiques d'une certaine complexité qui permettent aux élèves de : • choisir leurs propres techniques mathématiques ; • raisonner du cas particulier au cas général.	Les tâches d'évaluation peuvent avoir diverses solutions et doivent enrichir la pensée mathématique indépendante.
Critère C : communication	Recherches et problèmes de la vie réelle Rapports : • nécessitant une structure logique ; • permettant d'utiliser plusieurs formes de représentation pour présenter les informations.	Le critère C est souvent utilisé lorsque les élèves présentent par exemple un rapport nécessitant une structure logique et qui permettrait d'utiliser plusieurs formes de représentation pour présenter les informations.
Critère D : application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle	Occasions d'utiliser des concepts mathématiques pour résoudre des problèmes de la vie réelle	Par exemple : tâches de modélisation ou d'ajustement de courbes basées sur des contextes authentiques. Les mathématiques peuvent être utilisées pour modéliser de nombreuses situations (par exemple, mise en peinture d'une

Critère	Tâches d'évaluation types	Remarques
		pièce, analyse de la tarification de téléphonie mobile, triangulation, projets de régime).

Pour de plus amples informations, veuillez consulter la section « [Programme évalué](#) » du présent guide et le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

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 mathématiques du PEI dispose d'un équivalent dans les critères d'évaluation définis pour ce groupe de matières. La figure 3 illustre cet alignement ainsi que la complexité croissante des exigences auxquelles les élèves doivent satisfaire pour atteindre les niveaux les plus élevés.

Figure 3

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

A Connaissances et compréhension

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

- i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;
- ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;
- iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes simples dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
3 – 4	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes plus complexes dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
5 – 6	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
7 – 8	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières et non familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**, et le document intitulé *Recommandations supplémentaires concernant le programme évalué du PEI* (avril 2015, mis à jour en septembre 2016), qui est accessible dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

Présentation des critères d'évaluation

L'évaluation des cours de mathématiques est critériée pour 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 de modèles	Maximum : 8
Critère C	Communication	Maximum : 8
Critère D	Application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle	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 mathématiques 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.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

Critères d'évaluation pour les mathématiques 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 sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;
- ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;
- iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes simples dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
3 – 4	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes plus complexes dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
5 – 6	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
7 – 8	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières et non familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.

Critère B : recherche de modèles

Maximum : 8

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

- d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour reconnaître des modèles ;
- de décrire des modèles comme des relations ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;
- de vérifier si le modèle fonctionne pour d'autres exemples.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : - d'appliquer, avec l'aide de l'enseignant, des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour reconnaître des modèles simples ; - d'indiquer des prévisions cohérentes avec des modèles simples ; (non applicable à ce niveau).
3 – 4	L'élève est capable : - d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour reconnaître des modèles ; - de suggérer comment fonctionnent ces modèles ; (non applicable à ce niveau).
5 – 6	L'élève est capable : - d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour reconnaître des modèles ; - de suggérer des relations ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ; - de vérifier si les modèles fonctionnent pour un autre exemple.
7 – 8	L'élève est capable : - de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour reconnaître des modèles corrects ; - de décrire des modèles comme des relations ou des règles générales cohérentes avec les résultats corrects obtenus ; - de vérifier si les modèles fonctionnent pour d'autres exemples.

Remarque : une tâche qui ne permet pas aux élèves de choisir la technique à utiliser pour résoudre un problème est trop guidée ; si tel est le cas, le niveau le plus élevé qui pourra être attribué est le niveau 6 (en 1^{re} et 2^e années).

Critère C : communication

Maximum : 8

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

- d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et terminologie), tant à l'oral qu'à l'écrit ;
- d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ;

- iii. de communiquer un raisonnement mathématique cohérent ;
- iv. d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'utiliser un langage mathématique limité ; ii. d'utiliser des formes limitées de représentation mathématique pour présenter les informations ; iii. de communiquer à l'aide d'un raisonnement difficile à comprendre ; iv. <i>(non applicable à ce niveau).</i>
3 – 4	L'élève est capable : i. d'utiliser en partie un langage mathématique approprié ; ii. d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter convenablement les informations ; iii. de communiquer à l'aide d'un raisonnement compréhensible, même s'il n'est pas toujours cohérent ; iv. d'organiser convenablement les informations à l'aide d'une structure logique.
5 – 6	L'élève est capable : i. en règle générale, d'utiliser le langage mathématique approprié ; ii. en règle générale, d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter correctement les informations ; iii. de communiquer à l'aide d'un raisonnement généralement cohérent ; iv. de présenter un travail généralement organisé à l'aide d'une structure logique.
7 – 8	L'élève est capable : i. d'utiliser systématiquement le langage mathématique approprié ; ii. d'utiliser systématiquement des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter correctement les informations ; iii. de communiquer clairement à l'aide d'un raisonnement cohérent ; iv. de présenter un travail systématiquement organisé à l'aide d'une structure logique.

Critère D : application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle

Maximum : 8

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

- i. d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ;
- ii. de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ;
- iii. d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ;
- iv. d'expliquer le degré de précision d'une solution ;
- v. de décrire si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'identifier certains éléments dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. d'appliquer, avec un succès limité, des stratégies mathématiques afin de trouver une solution pour la situation authentique de la vie réelle ; iii. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> iv. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> v. <i>(non applicable à ce niveau).</i>
3 – 4	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. d'appliquer des stratégies mathématiques afin de parvenir à une solution pour la situation authentique de la vie réelle ; iii. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> iv. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> v. d'indiquer, d'une manière qui n'est pas toujours correcte, si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.
5 – 6	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner des stratégies mathématiques convenables pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution valable pour la situation authentique de la vie réelle ; iv. de décrire le degré de précision de la solution ; v. d'indiquer correctement si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.
7 – 8	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner des stratégies mathématiques convenables pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution correcte pour la situation authentique de la vie réelle ; iv. d'expliquer le degré de précision de la solution ; v. de décrire correctement si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Critères d'évaluation pour les mathématiques 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 sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;
- ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;
- iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes simples dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
3 – 4	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes plus complexes dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
5 – 6	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
7 – 8	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières et non familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.

Critère B : recherche de modèles

Maximum : 8

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

- de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ;
- de décrire des modèles comme des relations et/ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;
- de vérifier et de justifier des relations et/ou des règles générales.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : - d'appliquer, avec l'aide de l'enseignant, des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles simples ; - d'indiquer des prévisions cohérentes avec les modèles ; (non applicable à ce niveau).
3 – 4	L'élève est capable : - d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles simples ; - de suggérer des relations et/ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ; (non applicable à ce niveau).
5 – 6	L'élève est capable : - de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ; - de décrire des modèles comme des relations et/ou des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ; - de vérifier ces relations et/ou ces règles générales.
7 – 8	L'élève est capable : - de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ; - de décrire des modèles comme des relations et/ou des règles générales cohérentes avec les résultats corrects obtenus ; - de vérifier et de justifier ces relations et/ou ces règles générales.

Remarque : une tâche qui ne permet pas aux élèves de choisir la technique à utiliser pour résoudre un problème est trop guidée ; si tel est le cas, le niveau le plus élevé qui pourra être attribué est le niveau 4 (à partir de la 3^e année). Les enseignants doivent cependant donner suffisamment d'indications pour s'assurer que tous les élèves peuvent commencer la recherche.

À partir de la 3^e année, un élève qui décrit une règle générale cohérente avec des résultats erronés pourra se voir attribuer le niveau 6 comme niveau le plus élevé, à condition que la règle soit d'un niveau de complexité équivalent.

Critère C : communication

Maximum : 8

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

- i. d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et terminologie) pour fournir des explications orales et écrites ;
- ii. d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ;
- iii. de passer d'une forme de représentation mathématique à une autre ;
- iv. de communiquer un raisonnement mathématique complet et cohérent ;
- v. d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'utiliser un langage mathématique limité ; ii. d'utiliser des formes limitées de représentation mathématique pour présenter les informations ; iii. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> iv. de communiquer à l'aide d'un raisonnement difficile à interpréter ; v. <i>(non applicable à ce niveau).</i>
3 – 4	L'élève est capable : i. d'utiliser en partie un langage mathématique approprié ; ii. d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter convenablement les informations ; iii. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> iv. de communiquer à l'aide d'un raisonnement compréhensible, même s'il n'est pas toujours clair ; v. d'organiser convenablement les informations à l'aide d'une structure logique.
5 – 6	L'élève est capable : i. en règle générale, d'utiliser le langage mathématique approprié ; ii. en règle générale, d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter correctement les informations ; iii. de passer, avec un certain succès, d'une forme de représentation mathématique à une autre ; iv. de communiquer à l'aide d'un raisonnement mathématique clair, même s'il n'est pas toujours cohérent ou complet ; v. de présenter un travail généralement organisé à l'aide d'une structure logique.
7 – 8	L'élève est capable : i. d'utiliser systématiquement le langage mathématique approprié ; ii. d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter systématiquement les informations de manière correcte ; iii. de passer efficacement d'une forme de représentation mathématique à une autre ; iv. de communiquer à l'aide d'un raisonnement complet et cohérent ; v. de présenter un travail systématiquement organisé à l'aide d'une structure logique.

Critère D : application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle

Maximum : 8

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

- i. d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ;
- ii. de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ;
- iii. d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ;
- iv. d'expliquer le degré de précision d'une solution ;
- v. d'expliquer si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'identifier certains éléments dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. d'appliquer, avec un succès limité, des stratégies mathématiques afin de trouver une solution pour la situation authentique de la vie réelle ; iii. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> iv. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> v. <i>(non applicable à ce niveau).</i>
3 – 4	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner, avec un certain succès, des stratégies mathématiques convenables pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer des stratégies mathématiques afin de parvenir à une solution pour la situation authentique de la vie réelle ; iv. <i>(non applicable à ce niveau) ;</i> v. de décrire si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.
5 – 6	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner des stratégies mathématiques convenables pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution valable pour la situation authentique de la vie réelle ; iv. de décrire le degré de précision de la solution ; v. de discuter si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.
7 – 8	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner des stratégies mathématiques appropriées pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ;

Niveaux	Descripteurs de niveaux
	iii. d'appliquer les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution correcte ; iv. d'expliquer le degré de précision de la solution ; v. d'expliquer si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Critères d'évaluation pour les mathématiques 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. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes dans des situations familières et non familières ;
- ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de problèmes ;
- iii. de résoudre des problèmes correctement dans divers contextes.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes simples dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
3 – 4	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes plus complexes dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
5 – 6	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.
7 – 8	L'élève est capable : i. de sélectionner les mathématiques appropriées lors de la résolution de problèmes difficiles dans des situations familières et non familières ; ii. d'appliquer avec succès les mathématiques sélectionnées lors de la résolution de ces problèmes ; iii. en règle générale, de résoudre ces problèmes correctement dans divers contextes.

Critère B : recherche de modèles

Maximum : 8

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

- de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ;
- de décrire des modèles comme des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ;
- de prouver, ou de vérifier et de justifier, des règles générales.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : - d'appliquer, avec l'aide de l'enseignant, des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles simples ; - d'indiquer des prévisions cohérentes avec les modèles ; (non applicable à ce niveau).
3 – 4	L'élève est capable : - d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles simples ; - de suggérer des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ; (non applicable à ce niveau).
5 – 6	L'élève est capable : - de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ; - de décrire des modèles comme des règles générales cohérentes avec les résultats obtenus ; - de vérifier la validité de ces règles générales.
7 – 8	L'élève est capable : - de sélectionner et d'appliquer des techniques mathématiques de résolution de problèmes pour découvrir des modèles complexes ; - de décrire des modèles comme des règles générales cohérentes avec les résultats corrects obtenus ; - de prouver, ou de vérifier et de justifier, ces règles générales.

Remarque : une tâche qui ne permet pas aux élèves de choisir la technique à utiliser pour résoudre un problème est trop guidée ; si tel est le cas, le niveau le plus élevé qui pourra être attribué en 5^e année est le niveau 4. Les enseignants doivent cependant donner suffisamment d'indications pour s'assurer que tous les élèves peuvent commencer la recherche.

En 5^e année, un élève qui décrit une règle générale cohérente avec des résultats erronés pourra se voir attribuer le niveau 6 comme niveau le plus élevé, à condition que la règle soit d'un niveau de complexité équivalent.

Voici une liste d'exemples non exhaustive.

Modèles simples : fonctions affines et quadratiques sous la forme ax^2 ou $ax^2 + c$.

Modèles complexes : fonctions quadratiques, cubiques, quartiques, exponentielles ou rationnelles sous la forme

$$\frac{f(x)}{g(x)}$$

où $f(x)$ et $g(x)$ peuvent être affines, quadratiques ou exponentielles.

Critère C : communication

Maximum : 8

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

- d'utiliser le langage mathématique approprié (notation, symboles et terminologie) pour fournir des explications orales et écrites ;
- d'utiliser les formes appropriées de représentation mathématique pour présenter les informations ;
- de passer d'une forme de représentation mathématique à une autre ;
- de communiquer un raisonnement mathématique complet, cohérent et concis ;
- d'organiser les informations à l'aide d'une structure logique.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : - d'utiliser un langage mathématique limité ; - d'utiliser des formes limitées de représentation mathématique pour présenter les informations ; (non applicable à ce niveau) ; - de communiquer à l'aide d'un raisonnement difficile à interpréter ; (non applicable à ce niveau).
3 – 4	L'élève est capable : - d'utiliser en partie un langage mathématique approprié ; - d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter convenablement les informations ; (non applicable à ce niveau) ; - de communiquer à l'aide d'un raisonnement complet ; - d'organiser convenablement les informations à l'aide d'une structure logique.
5 – 6	L'élève est capable : en règle générale, d'utiliser le langage mathématique approprié ; en règle générale, d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter correctement les informations ; en règle générale, de passer d'une forme de représentation mathématique à une autre ; - de communiquer à l'aide d'un raisonnement complet et cohérent ; - de présenter un travail généralement organisé à l'aide d'une structure logique.
7 – 8	L'élève est capable : - d'utiliser systématiquement le langage mathématique approprié ; - d'utiliser des formes de représentation mathématique appropriées pour présenter systématiquement les informations de manière correcte ;

Niveaux	Descripteurs de niveaux
	iii. de passer efficacement d'une forme de représentation mathématique à une autre ; iv. de communiquer à l'aide d'un raisonnement complet, cohérent et concis ; v. de présenter un travail systématiquement organisé à l'aide d'une structure logique.

Critère D : application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle

Maximum : 8

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

- d'identifier les éléments pertinents dans des situations authentiques de la vie réelle ;
- de sélectionner les stratégies mathématiques appropriées lors de la résolution de situations authentiques de la vie réelle ;
- d'appliquer avec succès les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution ;
- de justifier le degré de précision d'une solution ;
- de justifier si une solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Niveaux	Descripteurs de niveaux
0	L'élève n'atteint aucun des niveaux décrits ci-dessous.
1 – 2	L'élève est capable : i. d'identifier certains éléments dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. d'appliquer, avec un succès limité , des stratégies mathématiques afin de trouver une solution pour la situation authentique de la vie réelle ; iii. <i>(non applicable à ce niveau)</i> ; iv. <i>(non applicable à ce niveau)</i> ; v. <i>(non applicable à ce niveau)</i> .
3 – 4	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner, avec un certain succès , des stratégies mathématiques convenables pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer des stratégies mathématiques afin de parvenir à une solution pour la situation authentique de la vie réelle ; iv. <i>(non applicable à ce niveau)</i> ; v. de discuter si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.
5 – 6	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner des stratégies mathématiques convenables pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution valable pour la situation authentique de la vie réelle ;

Niveaux	Descripteurs de niveaux
	iv. d'expliquer le degré de précision de la solution ; v. d'expliquer si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.
7 – 8	L'élève est capable : i. d'identifier les éléments pertinents dans la situation authentique de la vie réelle ; ii. de sélectionner des stratégies mathématiques appropriées pour modéliser la situation authentique de la vie réelle ; iii. d'appliquer les stratégies mathématiques sélectionnées afin de parvenir à une solution correcte pour la situation authentique de la vie réelle ; iv. de justifier le degré de précision de la solution ; v. de justifier si la solution a un sens dans le contexte de la situation authentique de la vie réelle.

Évaluation électronique du PEI

Les élèves qui souhaitent obtenir le document *Résultats de cours du Programme d'éducation intermédiaire de l'IB* pour le groupe de matières Mathématiques 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 Programme d'éducation intermédiaire de l'IB*.

Dans le groupe de matières Mathématiques, les examens sur ordinateur facultatifs sont élaborés en partant du principe que les élèves ont terminé l'étude du cadre pour les mathématiques pour les mathématiques générales ou les mathématiques enrichies. Cette vérification de l'apprentissage permet de garantir l'application de normes précises et cohérentes.

Plan détaillé des examens du groupe de matières Mathématiques

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 Mathématiques.

Tâche	Points	Principaux critères utilisés pour l'évaluation	Nombre de points pour chaque critère
Connaissances et compréhension	31 – 35*	A	25
		C	6 – 10*
Application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle	31 – 35*	D	25
		C	6 – 10*
Recherche de modèles	31 – 35	B	25
		C	6 – 10
	100		

* Veuillez noter que tous les critères ont la même pondération. Le critère C est donc lui aussi évalué sur 25 points, mais il s'agit du nombre de points total qui doit être réparti entre les trois tâches.

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.

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

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, des canevas mathématiques, un traceur de courbes et un outil de création de tableaux.

Tâches

Connaissances et compréhension

La première tâche permet d'évaluer les connaissances et la compréhension mathématiques des élèves. Toutefois, des 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 exiger des élèves qu'ils passent d'une forme de représentation mathématique à une autre.

Application des mathématiques dans des contextes de la vie réelle

La deuxième tâche permet d'évaluer la capacité des élèves à appliquer les mathématiques dans un contexte de la vie réelle qui présentera généralement un lien étroit avec le contexte mondial défini pour la session. Il peut être demandé aux élèves de produire des travaux écrits approfondis pour évaluer et justifier la validité de leurs modèles mathématiques.

Recherche de modèles

Les compétences de recherche en mathématiques seront évaluées dans le cadre de la dernière tâche. Les questions abstraites de cette tâche présenteront un degré d'étayage plus élevé que celui qui serait nécessaire en classe pour permettre aux élèves ayant des aptitudes différentes de réaliser la tâche.

Conventions pour les examens sur ordinateur de mathématiques du PEI

Symboles, notation et terminologie normalisés pour les mathématiques

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 en mathématiques 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, les symboles, les unités et les équations seront mis à disposition dans une barre d'outils (le cas échéant) afin de garantir une utilisation cohérente ainsi qu'une communication mathématique 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.

$$a \times 10^k, \text{ où } 1 \leq a \leq 10 \text{ et } k \in \mathbb{Z}$$

Les réponses requerront une utilisation appropriée des chiffres significatifs ou des chiffres après la virgule, 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 mathématiques qui s'y prêtent.

Si des symboles particuliers de devises sont requis, ils seront fournis sous forme de boutons dans la barre d'outils.

La liste suivante ne constitue pas un ensemble de spécifications supplémentaires sortant du cadre du programme d'études de mathématiques du PEI, tel qu'il est publié dans ce guide. Les symboles répertoriés ci-dessous illustrent plutôt l'univers des symboles mathématiques qui pourraient être utilisés dans les questions s'y prêtant, ainsi que les symboles à utiliser dans les réponses, qui seront mis à la disposition des élèves. Ils représentent une convention de communication commune pour l'évaluation électronique du PEI.

Tableau 7

Symboles normalisés

Symbole	Signification
$\mathbb{N}$	Ensemble des entiers naturels dont le zéro, {0, 1, 2, 3, etc. }
$\mathbb{Z}$	Ensemble des entiers relatifs, {0, ± 1 , ± 2 , ± 3 , etc. }
$\mathbb{Q}$	Ensemble des nombres rationnels
$\mathbb{R}$	Ensemble des nombres réels
+	Plus
–	Moins
$\pm$	Plus ou moins
$a \times b$	a multiplié par / fois b Remarque : les notations indiquées ci-dessous sont également acceptées. $a \cdot b$ (point à mi-hauteur centré) ab La notation suivante n'est pas acceptée : $a \ b$.
$\frac{a}{b}$	Divisé par Remarque : la notation $a \times b^{-1}$ est également acceptée.
=	Est égal à
$\neq$	N'est pas égal à

Symbole	Signification
$\equiv$	Est identique à
$\approx$	Est presque égal à
$\sim$	Est proportionnel à
$<$	Inférieur à
$\leq$	Inférieur ou égal à
$>$	Supérieur à
$\geq$	Supérieur ou égal à
∞	Infini
$0.\dot{8}\dot{1}$	Nombre décimal périodique, signalé par le point qui surmonte le premier nombre et le dernier nombre qui se répètent
$\sphericalangle ABC$	Angle B au sommet du triangle ABC Remarque : l'angle n'est pas orienté, donc $\sphericalangle ABC = \sphericalangle CBA$.
$\overline{AB}$	Segment de droite reliant les points A et B
$\overrightarrow{AB}$	Vecteur reliant les points A et B
a	Vecteur a Remarque : une flèche surmontant la lettre peut être utilisée à la place du caractère gras pour indiquer le vecteur ($\vec{a}$).
a • b	Produit scalaire de a et b Remarque : les caractères gras doivent être utilisés pour distinguer cette opération de la multiplication simple.
Σ	Sigma, somme de
$\sum_{i=1}^n a_i$	$a_1 + a_2 + \dots + a_n$ somme de $a_1, a_2, \dots, a_n$
a^p	a à la puissance p Remarque : l'utilisation de la notation des calculatrices, à savoir « $\wedge$ », ne sera pas acceptée.
$\sqrt{a}$	Racine carrée Remarque : la notation $a^{1/2}$ sera également acceptée.
$\sqrt[n]{a}$	Racine $n^{\text{ième}}$ de a Remarque : si le symbole s'applique à une expression composée, des parenthèses ou des crochets doivent être utilisés pour éviter toute ambiguïté. La notation $a^{1/n}$ sera également acceptée.
$\bar{X}$	Valeur moyenne de x
σ	Écart type
$ a $	Valeur absolue de a Également : norme d'un vecteur
$f, g, h \approx$	Fonctions, modèles, par exemple : $f(x) =$ Remarque : la notation $y =$ est également acceptée, sauf indication contraire dans le stimulus ou la question.

Symbole	Signification
f^{-1}, g^{-1}	Fonctions réciproques
$g \circ f$	Fonction composée Remarque : $(g \circ f)(x) = g(f(x))$
e	Base de logarithme naturel
$\log_2(x)$	Logarithme de base 2 et d'argument x
$\ln(x)$	Logarithme naturel de x
π	Pi, rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre
$\sin(x)$ $\cos(x)$ $\tan(x)$ $\sin^{-1}(x)$ $\cos^{-1}(x)$ $\tan^{-1}(x)$	Sinus de x, cosinus de x, tangente de x Fonctions réciproques des éléments ci-dessus Remarque : la notation arcsin (etc.) sera acceptée, mais ne sera pas mise à disposition dans la calculatrice ni dans la barre d'outils.
$\in$	Appartient à
$\notin$	N'appartient pas à
$\emptyset$	Ensemble vide (nul)
$n(A)$	Le nombre d'éléments de l'ensemble fini A
$\mathbb{U}$	Ensemble universel
$\cup$	Union
$\cap$	Intersection
$\subset$	Est un sous-ensemble convenable de
$\subseteq$	Est un sous-ensemble de
A'	Complément de l'ensemble A

Descripteurs des notes finales spécifiques au groupe de matières Mathématiques

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 du PEI 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'examen, 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
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 de raisonnement mathématique. Manque considérablement de flexibilité, utilise rarement des connaissances ou des compétences.
2	Produit un travail mathématique de faible qualité. Communique une compréhension limitée de certains concepts et contextes. Fait rarement preuve de raisonnement mathématique. Le transfert des connaissances mathématiques et l'application des compétences sont limités.
3	Produit un travail mathématique de qualité convenable. Communique une compréhension élémentaire d'un grand nombre de concepts et de contextes en appliquant parfois les techniques et la terminologie mathématiques de manière adéquate, avec quelques erreurs de compréhension ou lacunes importantes. Commence à faire preuve d'une certaine pensée analytique lors de la résolution de problèmes et de la réalisation de recherches. Commence à transposer des connaissances mathématiques et à appliquer des compétences, mais a besoin d'aide, y compris dans les situations familières de la classe.
4	Produit un travail mathématique de bonne qualité. Communique une compréhension élémentaire de la plupart des concepts et des contextes en appliquant les techniques et la terminologie mathématiques de manière adéquate, avec quelques erreurs de compréhension et lacunes mineures. Fait souvent preuve de pensée analytique lors de la résolution de problèmes et de la réalisation de recherches. Transpose quelques connaissances mathématiques et applique des compétences dans les situations familières de la classe, mais a besoin d'aide dans les situations non familières.
5	Produit généralement un travail mathématique de très bonne qualité. Communique une bonne compréhension des concepts et des contextes en appliquant les techniques et la terminologie mathématiques de manière compétente. Fait preuve de pensée analytique et de compétences en matière de processus logiques, parfois de manière complexe, lors de la résolution de problèmes et de la réalisation de recherches. Transpose généralement ses connaissances mathématiques et applique généralement ses compétences avec un certain degré d'autonomie dans des situations familières de la classe et de la vie réelle.
6	Produit un travail mathématique de très bonne qualité, qui fait parfois preuve de perspicacité. Communique une très bonne compréhension des concepts et des contextes en appliquant les techniques et la terminologie mathématiques de manière compétente. Fait preuve de pensée analytique et de compétences en matière de processus logiques, souvent de manière complexe, lors de la résolution de problèmes et

Note finale	Descripteur
	de la réalisation de recherches. Transpose ses connaissances mathématiques et applique ses compétences, souvent de manière autonome, dans un éventail de situations familières et non familières de la classe et de la vie réelle.
7	Produit un travail de très bonne qualité, qui utilise souvent les mathématiques de manière perspicace. Communique une compréhension approfondie et nuancée des concepts et des contextes en appliquant les techniques et la terminologie mathématiques de manière compétente. Fait systématiquement preuve de pensée analytique et de compétences en matière de processus logiques de manière complexe lors de la résolution de problèmes et de la réalisation de recherches. Transpose souvent ses connaissances mathématiques et applique souvent ses compétences de manière autonome et compétente, dans un éventail de situations complexes de la classe et de la vie réelle.

Concepts connexes en mathématiques

Concept connexe	Définition
Approximation	Une quantité ou une représentation qui est presque, mais pas tout à fait exacte.
Changement	Variation en termes de taille, de quantité ou de comportement.
Équivalence	Le fait d'être égal ou interchangeable, appliqué à des énoncés, des quantités ou des expressions.
Espace	Cadre des dimensions géométriques décrivant une entité.
Généralisation	Énoncé général établi à partir d'exemples spécifiques.
Modèles	Représentations d'un événement de la vie réelle à l'aide d'expressions, d'équations ou de graphiques.
Quantité	Montant ou nombre.
Représentation	Manière de présenter quelque chose.
Séries	Ensembles de nombre ou d'objets structurés selon un ordre ou une règle spécifique.
Simplification	Démarche qui consiste à réduire sous une forme moins complexe.
Systèmes	Groupes d'éléments interdépendants.
Validité	Utilisation de notions mathématiques fondées et logiques pour parvenir à une conclusion juste et précise ou à une interprétation correcte des résultats.

Termes relatifs aux mathématiques

Terme	Définition
Aide de l'enseignant	Conseils donnés par l'enseignant pour aider les élèves à réaliser les éléments de la tâche (par exemple, afin de permettre à un élève de commencer à résoudre le problème).
Authentique de la vie réelle (situation)	Pertinent, significatif et ancré dans la réalité.
Communiquer	S'exprimer de manière à être clairement et aisément compris. Transmettre des informations dans le cadre d'un échange de réflexions, de messages ou de renseignements par le biais du discours, de l'expression écrite, de signes, de comportements, etc.
Contexte	Le cadre du problème.
Difficile	Définit des problèmes exigeants d'une grande complexité pour lesquels les élèves doivent adopter une perspective mathématique afin de pouvoir utiliser leurs connaissances et/ou les compétences apprises.
Forme	Ce concept fait référence à la compréhension du fait que la structure sous-jacente et la configuration d'une entité se distinguent par leurs propriétés. La forme donne des occasions aux élèves d'apprécier la nature esthétique des constructions utilisées en mathématiques.
Formes de représentation mathématique	Termes, formules, diagrammes, tableaux, graphiques, graphes et modèles utilisés pour représenter des informations de nature mathématique.
Justification	Raisons ou preuves valables qui soutiennent une conclusion et expliquent pourquoi la règle fonctionne.
Langage mathématique	L'utilisation de la notation, des symboles, de la terminologie et des explications verbales.
Logique	Ce concept est l'outil de base utilisé en mathématiques pour tirer des conclusions relatives à des nombres, à des figures et à des variables. La logique structure le processus de raisonnement qui contribue à la construction des connaissances. Elle permet aux élèves d'évaluer la véracité des conclusions et de transférer leurs acquis en mathématiques dans d'autres situations.
Modéliser	Représenter.
Preuve	L'utilisation d'un enchaînement d'étapes logiques pour obtenir le résultat requis de manière formelle.
Raisonnement	Un enchaînement d'étapes connexes.
Recherche	Une tâche où, à des degrés divers, les élèves ont l'occasion de poser des questions, choisir des techniques de résolution de problèmes, découvrir des modèles, faire des généralisations et communiquer leurs résultats.

Terme	Définition
Relations	Ce concept fait référence aux liens entre les quantités, les propriétés ou les concepts, qui peuvent être exprimés comme modèles, règles ou instructions. Les relations donnent des occasions aux élèves d'explorer des modèles dans le monde qui les entoure.
Modèle	L'ordre, la régularité ou la prévisibilité sous-jacents des éléments d'un système mathématique. Les caractéristiques répétitives propres aux modèles peuvent être identifiées et décrites comme des relations ou des règles générales.
Situations familières	Des problèmes similaires à ceux vus précédemment et pour lesquels les élèves doivent utiliser les connaissances et/ou les compétences qu'ils ont apprises.
Situations non familières	De nouveaux contextes dans lesquels les élèves doivent utiliser les connaissances et/ou les compétences qu'ils ont apprises.
Structure logique	Organisation générale qui évite d'avoir à effectuer des allers-retours (entre les instructions écrites et le travail de l'élève, et au sein du travail de l'élève) pour comprendre et suivre le travail.
Techniques de résolution de problèmes	Stratégies utilisées par les élèves pour résoudre des problèmes (par exemple, faire un tableau ou un diagramme, résoudre un problème plus simple, travailler à rebours, dessiner une image, deviner et vérifier, etc.).
Test de fin d'unité	Un test composé de compétences issues d'une seule branche du cadre pour les mathématiques.
Tester	Vérifier si une règle fonctionne avec diverses valeurs.
Valable	Solution plausible dans le contexte de la situation.

Mots-consignes du PEI pour les Mathématiques

Mot-consigne	Définition
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. (Voir aussi « Utiliser ».)
Calculer	Obtenir une réponse numérique en montrant les étapes pertinentes du raisonnement.
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.
Démontrer	Établir de manière évidente, par un raisonnement ou des éléments de preuve, en illustrant à l'aide d'exemples ou d'applications.
Dériver	Manipuler une relation mathématique pour donner une nouvelle équation ou relation.
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.
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.
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.
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 figure ou de la relation à représenter et comporter des caractéristiques principales.
Estimer	Donner la valeur approximative d'une quantité inconnue.
Expliquer	Donner un compte rendu détaillé incluant les raisons ou les causes. (Voir aussi « Justifier ».)
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.
Justifier	Donner des raisons ou des preuves valables pour étayer une réponse ou une conclusion. (Voir aussi « Expliquer ».)

Mot-consigne	Définition
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.
Prédire	Donner un résultat attendu d'une action ou d'un événement à venir.
Prouver	Utiliser une suite d'étapes logiques pour obtenir le résultat demandé de manière formelle.
Résoudre	Obtenir la ou les réponses, en utilisant des méthodes algébriques, numériques et/ou graphiques.
Sélectionner	Choisir dans une liste ou un groupe.
Suggérer	Proposer une solution, une hypothèse ou une autre réponse possible.
Tracer	Effectuer la trace d'un algorithme, c'est-à-dire en suivre et enregistrer les actions.
Utiliser	Appliquer des connaissances ou des règles pour mettre la théorie en pratique. (Voir aussi « Appliquer ».)
Vérifier	Fournir des arguments qui valident le résultat.

Les questions des examens sur ordinateur du groupe de matières Mathématiques 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*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

Suggestions de lectures

Pour de plus amples informations, veuillez consulter le document intitulé *Le Programme d'éducation intermédiaire : des principes à la pratique*, qui est accessible sur le Centre de ressources pédagogiques dans la section **Ressources du PEI**, sous **Apprentissage et enseignement**.

BOALER, J. The Role of Contexts in the Mathematics Classroom: Do They Make Mathematics More 'Real'? *For the Learning of Mathematics*. 1993, volume 13, numéro 2, pages 12 à 17.

BRIDGES, J. 1914. *The Life and Work of Roger Bacon: An Introduction to the Opus Majus* (1914). Londres, Royaume-Uni : Williams & Norgate.

FENNELL, F. et ROWAN, T. Representation: An important process for teaching and learning mathematics. *Teaching Children Mathematics*. 2001, volume 7, numéro 5, page 288.

HARRIS, K., MARCUS, R., MCLAREN, K. et FEY, J. Curriculum materials supporting problem-based teaching. *School Science and Mathematics*. 2001, volume 101, numéro 6, pages 310 à 318.

KANTROV, I. 2000. *Assessing students' mathematics learning. K-12 Mathematics Curriculum Center Issues Paper Series*. Newton (Massachusetts), États-Unis : Education Development Center, Inc.

KEISER, J. The role of definition. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 2000, volume 5, numéro 8, pages 506 à 511.

KENDAL, M. et STACEY, K. The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 2001, volume 6, numéro 2, pages 143 à 165.

LESH, R., POST, T. et BEHR, M. Representations and Translations among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving. In *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics*, édité par Claude Janvier. 1987, pages 33 à 40. Hillsdale (New Jersey), États-Unis : Lawrence Erlbaum Associates.

MEYER, M., DECKER, T. et QUERELLE, N. Context in mathematics curricula. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 2001, volume 6, numéro 9, pages 522 à 527.

MOSKAL, B. Understanding student responses to open-ended tasks. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 2000, volume 5, numéro 8, pages 500 à 505.

SCHOENFELD, A. Making mathematics work for all children: Issues of standards, testing, and equity. *Educational Researcher*. 2002, volume 31, numéro 1, pages 13 à 25.

SULLIVAN, P. 2011. *Teaching Mathematics: Using Research-informed Strategies*. Camberwell (Victoria), Australie : ACER Press (Australian Council for Educational Research).

WATSON, A., JONES, K. et PRATT, D. 2013. *Key Ideas in Teaching Mathematics: Research-based Guidance for Ages 9-19*. Oxford, Royaume-Uni : Oxford University Press.