

PROGRAMME DE MATHÉMATIQUES DU SECONDAIRE DEUXIÈME CYCLE



Le ministère de l'Éducation et de la Petite enfance

MATHÉMATIQUES 621M

Dernière révision : juin 2025

Table des matières

Introduction

Avant-propos	2
Remerciements	3
A – Contexte et fondement	4
Orientations de l'éducation publique	5
Vision, mandat et valeurs	5
Buts	6
Composantes pédagogiques	7
Les résultats d'apprentissage	7
Les compétences transdisciplinaires	8
Les indicateurs de réalisation	12
Travailler avec les résultats d'apprentissage spécifiques	13
L'évaluation	15
La pédagogie à l'école de langue française (PELF)	18
La littératie et la numératie pour tous	20
Sensibilisation à la diversité	21
La différenciation	23
L'orientation de l'enseignement des mathématiques	24
Philosophie concernant l'apprentissage des mathématiques	24
Domaine affectif	24
Des buts pour les élèves	25
Le processus de résolution de problèmes STIAM	26
Les composantes pédagogiques du programme	28
Cadre conceptuel des mathématiques 10 - 12	28
Les processus mathématiques	29
Voies et sujets d'étude	36
Le rôle des parents	38
Le choix de carrières	38
B - Résultats d'apprentissage et indicateurs de rendement	39
Trigonométrie	40
Relations et fonctions	54
C - Continuum des compétences en TIC	82
D - Références	85

Avant-propos

Ce programme d'études s'adresse à tous les intervenants en éducation qui œuvrent, de près ou de loin, au niveau des mathématiques de la douzième année. Il précise les résultats d'apprentissage en mathématiques que les élèves dans les écoles françaises et les écoles d'immersion de l'Île-du-Prince-Édouard devraient avoir atteints à la fin du cours MAT621M.

S'inspirant des normes du **National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)** et du **Cadre commun des programmes d'études de mathématiques 10-12** défini en vertu du **Protocole de l'Ouest et du Nord canadiens (PONC)**, le programme d'études a été conçu en vue de bien préparer les élèves à poursuivre leurs apprentissages en mathématiques du niveau secondaire.

Dans le but d'alléger le texte, les termes de genre masculin sont utilisés pour désigner les femmes et les hommes.

Remerciements

Le ministère de l'Éducation et de la Petite enfance tient à remercier les personnes qui ont apporté leur expertise à l'élaboration de ce document.

- Les spécialistes suivants, qui œuvrent au sein du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance :

Eric Arseneault

Spécialiste des programmes
en français de sciences et de
mathématiques au secondaire
Ministère de l'Éducation et du
Développement de la petite
enfance

Blaine Bernard

Spécialiste des programmes
en anglais de mathématiques
au secondaire
Ministère de l'Éducation et du
Développement de la petite
enfance

Wendy Gallant

Leader des mathématiques 7-12
Division de l'éducation, des programmes
et des services en français.
Ministère de l'Éducation et de la Petite
enfance

Murielle Joshua

Coordonnatrice de la numératie
La Commission scolaire de
langue françaises

Enfin, le Ministère tient à remercier toutes les autres personnes qui ont contribué à la création et à la révision de ce document.

Contexte et fondement

ORIENTATIONS DE L'ÉDUCATION PUBLIQUE À L'Î.-P.-É.

Vision

La vision représente les plus hautes aspirations de notre organisation quant à l'impact de notre travail sur la société. La vision du ministère de l'Éducation, du Développement préscolaire et de la Culture est :

Un système d'éducation et de développement préscolaire qui permet à tous les élèves et enfants de prospérer, de réussir et de se réaliser pleinement en tant que citoyen à part entière.

Mandat

Le mandat exprime notre rôle en tant qu'organisation au sein du système d'éducation et de développement de la petite enfance. En plus du travail qui s'effectue au sein du Ministère, nous collaborons avec des individus, des groupes et des organisations de l'extérieur du Ministère pour la réussite des enfants et des élèves. Le mandat du ministère de l'Éducation, du Développement préscolaire et de la Culture est :

Fournir du leadership, des directives, des ressources et des services pour l'éducation et le développement de la petite enfance.

Valeurs

Nos valeurs guident la façon dont les membres du personnel du ministère de l'Éducation, du Développement préscolaire et de la Culture travaillent les uns avec les autres, avec des partenaires externes et avec les personnes que nous servons. Nos valeurs comprennent :

Reddition de comptes - *Le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance est responsable du travail qu'il accomplit et de ses répercussions sur la réussite des enfants et des élèves.*

Excellence - *Le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance devrait offrir le meilleur niveau de service aux personnes qui ont recours à ses services.*

Apprentissage – *L'appréciation de l'apprentissage et la croyance qu'il est le fondement de la croissance et de la réussite.*

Respect - *Respecter chaque personne et le rôle qu'elle joue à l'appui de l'éducation et du développement de la petite enfance.*

Buts

Les buts du ministère de l'Éducation, du Développement préscolaire et de la Culture sont les facteurs critiques de succès à la réalisation de la vision du Ministère d'un système d'éducation et de développement de la petite enfance qui permet à tous les enfants et les élèves d'acquérir les compétences nécessaires pour prospérer, s'épanouir et réussir en tant que citoyens à part entière. Les objectifs du Ministère sont les enjeux qui doivent être relevés avec succès afin de répondre aux buts du Ministère.

- 1. *Prestation de services et de ressources de haute qualité pour la réussite des enfants et des élèves***
 - Offrir des services et des ressources pour améliorer le rendement
 - Offrir des services et des ressources pour soutenir le mieux-être des enfants et des élèves
 - Offrir des services et des ressources pour appuyer les éducateurs
 - Élaborer des programmes de haute qualité
 - Élaborer et administrer des évaluations communes provinciales de grande qualité

- 2. *Pratiques efficaces de communication et de collaboration***
 - Communiquer et collaborer efficacement au sein du Ministère
 - Communiquer et collaborer efficacement avec les partenaires et avec le public

- 3. *Amélioration de l'efficacité organisationnelle et de la responsabilisation au sein du Ministère et avec les partenaires extérieurs***
 - Élaborer et mettre en œuvre un cadre de responsabilisation
 - Gérer efficacement les ressources du Ministère
 - Soutenir le personnel du Ministère

COMPOSANTES PÉDAGOGIQUES

Les résultats d'apprentissage¹

L'orientation de l'enseignement se cristallise autour de la notion de **résultat d'apprentissage**.

Les **résultats d'apprentissage** définissent ce que l'élève est censé savoir et pouvoir faire à la fin de son niveau scolaire ou au terme de ses études secondaires. À ce titre, tous les résultats d'apprentissage d'un programme d'études doivent être atteints.

Les résultats d'apprentissage spécifiques sont précisés à chaque niveau scolaire, de la maternelle à la 12^e année.

Le programme d'études est divisé en **quatre** types de résultats d'apprentissage :

Les compétences transdisciplinaires (CT)	Les résultats d'apprentissage généraux (RAG)	Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)	Les indicateurs de réalisation
Ils énoncent les apprentissages que l'on retrouve dans toutes les matières et qui sont attendus de tous les élèves à la fin de leurs études secondaires.	Ils décrivent les attentes générales communes à chaque niveau, de la maternelle à la 12 ^e année, dans chaque domaine.	Il s'agit d'énoncés précis décrivant les habiletés spécifiques, les connaissances et la compréhension que les élèves devraient avoir acquises à la fin de chaque niveau scolaire.	Exemples de façons dont les élèves pourraient avoir à faire la preuve de l'atteinte d'un résultat d'apprentissage donné.

La gradation du niveau de difficulté des résultats d'apprentissage spécifiques d'une année à l'autre permettra à l'élève de bâtir progressivement ses connaissances, ses habiletés, ses stratégies et ses attitudes.

Pour que l'élève puisse atteindre un résultat spécifique à un niveau donné, il faut qu'au cours des années antérieures et subséquentes les habiletés, les connaissances, les stratégies et les attitudes fassent l'objet d'un enseignement et d'un réinvestissement graduels et continus.

La présentation des résultats d'apprentissage par année, qui est conforme à la structure établie dans ce document, ne constitue pas une séquence d'enseignement suggérée. On s'attend à ce que les enseignants définissent eux-mêmes l'ordre dans lequel les résultats d'apprentissage seront abordés. Bien que certains résultats d'apprentissage doivent être atteints avant d'autres, une grande souplesse existe en matière d'organisation du programme.

¹ Adapté de la Nouvelle-Écosse. Programme de français M-8, p. 3-4.

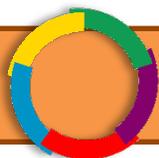
Les compétences transdisciplinaires²



Les compétences transdisciplinaires définissent l'ensemble interdépendant d'attitudes, d'habilités et de connaissances que les apprenants doivent posséder pour participer activement à l'apprentissage continu et réussir les transitions vie-travail. Elles s'appliquent à toutes les disciplines. Les programmes et les cours, décrits au moyen de résultats d'apprentissage généraux et spécifiques, fournissent le contexte dans lequel ces compétences seront développées au fil des ans.

Les compétences transdisciplinaires sont un cadre pour l'élaboration des programmes et des cours. Le développement prévu dans ce cadre fait en sorte que les résultats d'apprentissage s'alignent avec les compétences et donne des occasions d'apprentissage interdisciplinaires.

Les compétences transdisciplinaires suivantes forment le profil de formation des finissants de langue française au Canada atlantique



Appropriation de la langue française et de la culture acadienne et francophone

Les apprenants reconnaîtront la contribution historique et contemporaine du peuple acadien et des Canadiens francophones à notre société. Ils s'approprieront des référents culturels qui leur permettront de développer leur propre identité acadienne et francophone. Ils seront compétents et autonomes face à la langue et s'exprimeront en français ainsi que par leur culture, dans le respect et la valorisation de la diversité qui les entoure. Ils seront conscients des forces et des défis reliés au vécu en milieu minoritaire et pourront ainsi faire des choix linguistiques et sociaux quotidiens éclairés qui les inciteront à s'engager auprès de leur communauté ou à l'échelle locale, nationale et mondiale. Ils contribueront ainsi à la vitalité et à la durabilité de leur communauté et de la francophonie canadienne.

Les apprenants devraient être en mesure :

- de vivre des rapports positifs face à la langue française ;
- de s'exprimer couramment à l'oral et à l'écrit en français en plus de manifester le goût de communiquer dans cette langue ;
- d'accéder à de l'information en français provenant de divers médias et de la traiter ;
- de développer des sentiments de compétence, d'autonomie et d'appartenance à la langue française ;
- de s'approprier la culture acadienne et francophone ancestrale et contemporaine par l'entremise des repères culturels et des contacts avec les membres de la communauté acadienne et francophone ;
- d'être créateur de et s'identifier à la culture acadienne et francophone ;
- de participer activement et de s'engager dans leur communauté acadienne et francophone ;
- d'exercer un esprit critique face à la réalité qui les entoure et aux rapports de forces particuliers vécus en milieu minoritaire ;
- de faire valoir leurs droits et d'assumer leurs responsabilités en tant que francophones.

² Tiré du document CAMEF. *Le cadre des compétences transdisciplinaires*. 2015



Citoyenneté

Les apprenants devraient contribuer à la qualité et à la durabilité de leur environnement, de leur communauté et de la société. Ils analysent des enjeux culturels, économiques, environnementaux, politiques et sociaux, et prennent des décisions éclairées, font preuve d'esprit d'analyse, résolvent des problèmes et agissent en tant qu'individu responsable dans un contexte local, national et mondial.

Les apprenants devraient être en mesure :

- de reconnaître les principes et les actions des citoyens dans une société juste, pluraliste et démocratique ;
- de démontrer la disposition et les habiletés nécessaires à une citoyenneté efficace ;
- d'analyser et de prendre en considération les conséquences possibles des décisions prises, des jugements portés et des solutions adoptées ;
- de reconnaître l'influence de la société sur leur vie, leurs choix et ceux des citoyens en général ;
- de reconnaître l'influence de leurs choix quotidiens sur les autres et ce à l'échelle locale, nationale et mondiale.
- de faire des choix éclairés et responsables, visant la justice et l'équité pour tous et la pérennité de la planète ;
- de connaître les institutions aux niveaux local, national et mondial ;
- de participer à des activités civiques qui appuient la diversité et la cohésion sociales et culturelles;
- de participer et de s'engager dans leur communauté afin d'en assurer sa vitalité et sa durabilité;
- de faire valoir leurs droits et d'assurer leurs responsabilités en tant que francophones ;
- d'être ouvert d'esprit de promouvoir et protéger les droits humains et l'équité ;
- de saisir la complexité et l'interdépendance des facteurs en analysant des enjeux ;
- de débattre et de porter un regard critique et autonome sur les situations qui constituent des débats de société ;
- de démontrer une compréhension du développement durable ;
- d'apprécier leur identité et leur patrimoine culturel et la contribution des différentes cultures à la société ;
- d'imaginer des possibilités d'action et de les mettre en œuvre.



Communication

Les apprenants devraient pouvoir interpréter et s'exprimer efficacement à l'aide de divers médias. Ils participent à un dialogue critique, écoutent, lisent, visionnent et créent à des fins d'information, d'enrichissement et de plaisir.

Les apprenants devraient être en mesure :

- d'écouter et d'interagir de façon consciente et respectueuse dans des contextes officiels et informels ;
- de participer à un dialogue constructif et critique ;
- de comprendre des pensées, des idées et des émotions présentées par de multiples formes de médias, de les interpréter et d'y réagir ;
- d'exprimer des idées, de l'information, des apprentissages, des perceptions et des sentiments par diverses formes de médias en tenant compte de la situation de la communication ;

-
- d'évaluer l'efficacité de la communication et de faire une réflexion critique sur le but visé, le public et le choix du média ;
 - d'analyser les répercussions des technologies de l'information et des communications sur l'équité sociale ; de démontrer un niveau de compétence de l'autre langue officielle du Canada.



Créativité et innovation

Les apprenants devraient se montrer ouverts aux nouvelles expériences, participer à des processus créatifs, faire des liens imprévus et générer des idées, des techniques et des produits nouveaux. Ils apprécient l'expression esthétique ainsi que le travail créatif et novateur des autres.

Les apprenants devraient être en mesure :

- de recueillir des renseignements à l'aide de tous les sens afin d'imaginer de créer et d'innover ;
- de développer et d'appliquer leur créativité pour communiquer des idées, des perceptions et des sentiments ;
- de prendre des risques réfléchis, d'accepter la critique, de réfléchir et d'apprendre par essai et erreur
- de penser de façon divergente et d'assumer la complexité et l'ambiguïté ;
- de reconnaître que les processus de création sont essentiels à l'innovation ;
- d'utiliser des techniques de création pour générer des innovations ;
- de collaborer afin de créer et d'innover ;
- de faire une réflexion critique sur les travaux et les processus de création et d'innovation ;
- d'apprécier la contribution de la créativité et de l'innovation au bien-être social et économique.



Développement personnel et cheminement de carrière

Les apprenants devraient devenir des personnes conscientes d'elles-mêmes et autonomes qui se fixent des objectifs et cherchent à les atteindre. Ils comprennent la contribution de la culture aux rôles joués dans la vie personnelle et dans leur cheminement de carrière. Ils prennent des décisions réfléchies à l'égard de leur santé, de leur bien-être et de leur cheminement personnel et leur cheminement de carrière.

Les apprenants devraient être en mesure :

- de faire des liens entre l'apprentissage, d'une part, et le développement personnel et le cheminement de carrière, d'autre part ;
- de démontrer des comportements qui contribuent à leur bien-être et à celui des autres ;
- de bâtir des relations personnelles et professionnelles saines ;
- de se connaître comme individu et comme apprenant et d'utiliser des stratégies qui leur correspondent le mieux afin de se sentir autonome et compétent dans leurs vies personnelles et leur cheminement de carrière ;
- d'acquérir des habiletés et des habitudes propices à leur bien-être physique, spirituel, mental et émotif ;
- d'élaborer des stratégies pour gérer l'équilibre entre leur vie professionnelle et personnelle ;
- de créer et de mettre en œuvre un plan personnel, d'études, de carrière et financier pour réussir les transitions et atteindre leurs objectifs d'études et de carrière ;

- de montrer qu'ils sont prêts à apprendre et à travailler d'une manière individuelle, coopérative et collaborative dans divers milieux dynamiques et en évolution ;
- de montrer qu'ils ont la capacité à répondre et à s'adapter efficacement à des situations nouvelles (résilience).



Maîtrise de la technologie

Les apprenants devraient utiliser et appliquer la technologie afin de collaborer, de communiquer, de créer, d'innover, de résoudre des problèmes tout en adoptant les comportements d'un citoyen numérique actif et éclairé.

Les apprenants devraient être en mesure :

- de reconnaître que la technologie englobe une gamme d'outils et de contextes
- d'apprentissage ;
- d'utiliser la technologie et d'interagir avec elle afin de créer de nouvelles connaissances ;
- d'appliquer la technologie numérique afin de recueillir, de filtrer, d'organiser, d'évaluer, d'utiliser, d'adapter, de créer et d'échanger de l'information ;
- de choisir et d'utiliser la technologie pour créer et innover, et pour communiquer, collaborer et s'ouvrir sur le monde ;
- d'analyser l'influence de la technologie sur la société et son évolution et l'influence de la société sur la technologie et son évolution ;
- d'adopter, d'adapter et d'appliquer la technologie de façon efficace et productive ;
- d'utiliser la technologie de manière sécuritaire, en toute légalité et de façon responsable ;
- d'utiliser diverses technologies pour réseauter avec d'autres francophones et contribuer à la vitalité et à la pérennité de leur communauté et de la francophonie canadienne.



Pensée critique

Les apprenants devraient analyser et évaluer des éléments de preuve, des arguments et des idées à l'aide de divers types de raisonnement afin de se renseigner, de prendre des décisions et de résoudre des problèmes. Ils se livrent à une réflexion critique sur les processus cognitifs.

Les apprenants devraient être en mesure :

- d'utiliser des aptitudes à la pensée critique pour se renseigner, prendre des décisions et résoudre des problèmes ;
- de reconnaître le caractère réfléchi de la pensée critique ;
- de faire preuve de curiosité, de créativité, de flexibilité, de persévérance, d'ouverture d'esprit, de sens de l'équité et de tolérance à l'ambiguïté, à la retenue de jugement et de poser des questions efficaces qui appuient la recherche de renseignements, la prise de décisions et la résolution de problèmes ;
- d'acquérir, d'interpréter et de synthétiser les renseignements pertinents et fiables de diverses sources ;
- d'analyser et d'évaluer des éléments de preuve, des arguments et des idées ;
- de travailler de façon individuelle et collaborative pour utiliser divers types de raisonnement et diverses stratégies, tirer des conclusions, prendre des décisions et résoudre des problèmes à partir d'éléments de preuve ;

- de faire une réflexion critique sur les processus de pensée utilisés et de reconnaître des hypothèses ;
- de communiquer efficacement des idées, des conclusions, des décisions et des solutions ;
- d'apprécier les idées et les contributions des autres qui ont des points de vue divers ;
- de remettre en question ce qui influence leur vie afin de faire des choix linguistiques culturels et sociaux éclairés.

Les indicateurs de réalisation³

Les **indicateurs de réalisation** sont des exemples de façons dont les élèves peuvent prouver l'atteinte d'un résultat d'apprentissage.

En d'autres mots les indicateurs de réalisation fournis dans un programme d'études à l'égard d'un résultat d'apprentissage donné :

- ❖ ne constituent pas une liste de contrôle ou de priorités applicable aux activités pédagogiques ou aux éléments d'évaluation obligatoires ;
- ❖ précisent l'intention du résultat d'apprentissage ;
- ❖ situent le résultat d'apprentissage dans un contexte de connaissance et d'habileté ;
- ❖ définissent le niveau et la nature des connaissances recherchées pour le résultat d'apprentissage.

Au moment de planifier leur cours, les enseignants doivent bien connaître l'ensemble des indicateurs de réalisation de manière à bien comprendre le résultat d'apprentissage. Ils peuvent aussi élaborer leurs propres indicateurs pour satisfaire aux besoins des élèves. Ces indicateurs doivent respecter avec le résultat d'apprentissage.

Exemple provenant du programme d'études de mathématiques 8^e année :

RAG : L'élève pourra recueillir, présenter et analyser des données afin de résoudre des problèmes.

RAS : SP1 – Critiquer les façons dont les données sont présentées.

Indicateurs de réalisation :

- A. Comparer les informations provenant d'un ensemble de diagrammes donné construit à partir des mêmes données, y compris des diagrammes circulaires, des diagrammes linéaires, des diagrammes à bandes, des diagrammes à double bande et des pictogrammes, afin de déterminer les avantages et les désavantages de chaque diagramme.

³ Tiré du Programme d'études de la Saskatchewan, *La mise à jour des programmes expliquée – Comprendre les résultats d'apprentissage*. 2010.

Travailler avec les résultats d'apprentissage spécifiques

L'élaboration des RAS est basée sur la taxonomie de Bloom. Celle-ci:

- ❖ apporte un langage commun à la conception des attentes d'apprentissage qui facilite la communication entre professionnels ;
- ❖ assure l'harmonisation entre l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation ;
- ❖ permet d'établir un continuum dans l'acquisition de connaissances et dans le développement d'habiletés cognitives de plus en plus complexes.

Dimension des processus cognitifs					
Mémorisation <i>(plus bas niveau de savoir)</i>	Compréhension	Application	Analyse	Évaluation	Création <i>(plus haut niveau de savoir)</i>
<i>Faire appel aux connaissances antérieures.</i>	<i>Déterminer le sens de messages oraux, écrits ou graphiques.</i>	<i>Suivre une procédure pour exécuter une tâche.</i>	<i>Désassembler un tout et déterminer comment ses éléments sont liés les uns aux autres.</i>	<i>Porter un jugement en utilisant des critères et des normes.</i>	<i>Assembler des éléments pour en faire un tout cohérent ou fonctionnel selon un nouveau modèle ou une nouvelle structure.</i>
verbes comme : arranger, définir, dupliquer, étiqueter, faire une liste, mémoriser, nommer, ordonner, identifier, relier, rappeler, répéter, reproduire	verbes comme : classifier, décrire, discuter, expliquer, exprimer, identifier, indiquer, situer, reconnaître, rapporter, reformuler, réviser, choisir, traduire	verbes comme : appliquer, choisir, démontrer, employer, illustrer, interpréter, pratiquer, planifier, schématiser, résoudre, utiliser, écrire	verbes comme : analyser, estimer, calculer, catégoriser, comparer, contraster, critiquer, différencier, discriminer, distinguer, examiner, expérimenter, questionner, tester, cerner	verbes comme : arranger, argumenter, évaluer, rattacher, choisir, comparer, justifier, estimer, juger, prédire, chiffrer, élaguer, sélectionner, supporter	verbes comme : arranger, assembler, collecter, composer, construire, créer, concevoir, développer, formuler, gérer, organiser, planifier, préparer, proposer, installer, écrire

Taxonomie révisée de Bloom (Anderson et Krathwohl, 2011, pp. 67-68)

En plus, les résultats d'apprentissage cherchent à amener les élèves à acquérir un ensemble de connaissances **factuelles**, **conceptuelles**, **procédurales** et **métacognitives**. La dimension des connaissances ajoutées au tableau de spécifications indique le genre d'information ciblé.

Afin de mieux comprendre un RAS, il est important de comprendre comment l'apprentissage est représentatif de la **dimension des processus cognitifs** et de la **dimension des connaissances**.

* À l'Île-du-Prince-Édouard, on regroupe les 6 dimensions des processus cognitifs de Bloom en 3 niveaux.

Dimension des processus cognitifs			
Dimension des connaissances	NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3
	Mémoriser et comprendre	Appliquer et analyser	Évaluer et créer
Factuelles (faits, termes, détails, ou éléments essentiels)	TE1 Décrire les caractéristiques générales de l'hydrosphère.	UV4 Décrire les modes de reproduction chez les animaux et les végétaux.	
Conceptuelles (principes, généralisations, théories, modèles)		UT2 Analyser les types de mouvements d'un objet technique ainsi que les effets des forces agissants à l'intérieur de celui-ci.	
Procédurales (méthodes d'enquête, habiletés, techniques, stratégies)		UM3 Séparer des mélanges en employant une variété de techniques.	UT5 Évaluer un prototype ou un objet technique à l'aide du cahier des charges.
Métacognitives (conscience de sa réflexion et de ses processus propres)			

L'exemple des RAS ci-dessus provient du programme d'études de Sciences 7 (2016).

Les deux dimensions essentielles de l'apprentissage

Dans le tableau de spécifications, les verbes utilisés dans la formulation des RAS déterminent ainsi la dimension des processus cognitifs tandis que les noms situent les RAS dans la dimension des connaissances.

Dans ce contexte, l'enseignant est amené à équilibrer sa planification et son évaluation en utilisant les tableaux de spécifications incluse dans chaque programme d'étude.

L'évaluation

L'évaluation fait partie intégrante du processus d'apprentissage et d'instruction. Son but principal est d'améliorer et de guider le processus d'apprentissage. Le ministère croit que le rôle de l'évaluation est avant tout de rehausser la qualité de l'enseignement et d'améliorer l'apprentissage des élèves.

L'évaluation doit être planifiée en fonction de ses buts. L'évaluation au service de l'apprentissage, l'évaluation en tant qu'apprentissage et l'évaluation de l'apprentissage ont chacune un rôle à jouer dans le soutien et l'amélioration de l'apprentissage des élèves. La partie la plus importante de l'évaluation est la façon dont on interprète et on utilise les renseignements recueillis pour le but visé.

L'évaluation vise divers buts :

L'évaluation au service de l'apprentissage (diagnostique)

L'évaluation au service de l'apprentissage recueille des données sur l'apprentissage dans le but de guider l'instruction, l'évaluation et la communication des progrès et des résultats obtenus. Elle met en relief ce que les élèves savent, sont en mesure de faire et d'explicitier par rapport au programme d'études.

L'évaluation en tant qu'apprentissage (formative)

Cette évaluation permet aux élèves de prendre conscience de leurs méthodes d'apprentissage (métacognition), et d'en profiter pour ajuster et faire progresser leurs apprentissages en assumant une responsabilité accrue à leur égard.

L'évaluation de l'apprentissage (sommative)

L'évaluation de l'apprentissage est faite à la fin de la période désignée d'apprentissage. Elle sert, en combinaison avec les données recueillies par l'évaluation au service de l'apprentissage, à déterminer l'apprentissage réalisé.

L'évaluation est intimement liée aux programmes d'études et à l'enseignement. En même temps que les enseignants et les élèves travaillent en vue d'atteindre les résultats d'apprentissage des programmes d'études, l'évaluation joue un rôle essentiel en fournissant des renseignements utiles pour guider l'enseignement, pour aider les élèves à atteindre les prochaines étapes, et pour vérifier les progrès et les réalisations. Pour l'évaluation en classe, les enseignants recourent à toutes sortes de stratégies et d'outils différents, et ils les adaptent de façon qu'ils répondent au but visé et aux besoins individuels des élèves.

L'atteinte des *compétences transdisciplinaires* sera mesurée par l'évaluation au service de l'apprentissage et l'évaluation de l'apprentissage des résultats d'apprentissage élaborés pour chaque cours et programme.

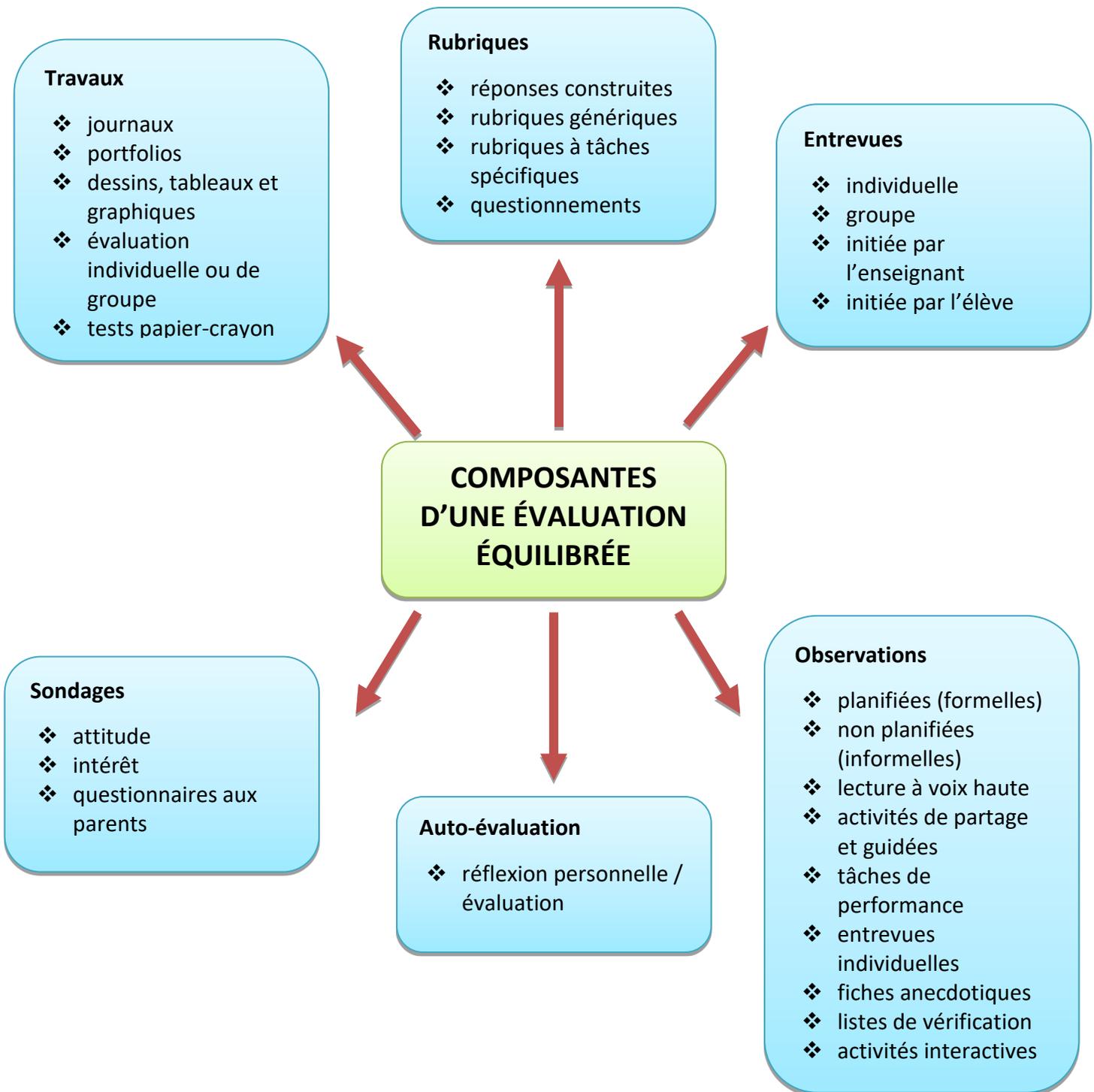
Les recherches et l'expérience démontrent que l'apprentissage de l'élève est meilleur quand :

- ❖ l'enseignement et l'évaluation sont basés sur des buts d'apprentissage clairs ;
- ❖ l'enseignement et l'évaluation sont différenciés en fonction des besoins des élèves ;
- ❖ les élèves participent au processus d'apprentissage (ils comprennent les buts de l'apprentissage et les critères caractérisant un travail de bonne qualité, reçoivent et mettent à profit les rétroactions descriptives, et travaillent pour ajuster leur performance) ;
- ❖ l'information recueillie au moyen de l'évaluation est utilisée pour prendre des décisions favorisant l'apprentissage continu ;
- ❖ les parents sont bien informés des apprentissages de leur enfant et travaillent avec l'école pour planifier et apporter le soutien nécessaire.

Engagement des élèves dans le processus d'évaluation

La participation des élèves au processus d'évaluation peut être réalisée de différentes façons :

- ❖ En s'assurant d'exploiter les intérêts des élèves lors des tâches d'évaluation (p.ex., permettre aux élèves de choisir eux-mêmes des textes lors d'évaluation de compétences en lecture) ;
- ❖ En présentant aux élèves des occasions de s'auto-évaluer ;
- ❖ En appliquant le processus de co-construction des critères d'évaluation avec les élèves pour déterminer la qualité d'une habileté ou l'aboutissement de plusieurs habiletés ;
- ❖ En utilisant des travaux produits par les élèves (p.ex., copies-types dans un continuum) pour illustrer l'étendue du développement des habiletés ;
- ❖ En adoptant un langage positif et transparent pour décrire ce que l'élève est capable de faire peu importe le niveau qu'il atteint (p.ex., "L'élève produit et reconnaît un ensemble de mots et de phrases appris par cœur" au lieu de "L'élève ne peut produire que des énumérations de mots et des énoncés tout faits.").



La pédagogie à l'école de langue française (PELF)

La PELF est un concept adapté au contexte francophone minoritaire et fonde les interventions qu'elle propose sur deux conditions essentielles et sur quatre concepts clés interreliés.

Conditions essentielles

Deux conditions sont essentielles pour vivre une pédagogie propre à l'école de langue française. Ce sont ces conditions qui serviront de canevas pour intégrer les quatre concepts clés de la PELF.

Les **relations interpersonnelles** saines : *Le climat de la salle de classe doit témoigner de saines relations interpersonnelles entre le personnel enseignant et les élèves.*

Le **partage de l'influence** sur les apprentissages : *Les élèves et le personnel enseignant ont une influence partagée sur le déroulement des apprentissages et ont un sentiment d'autonomie dans les tâches qu'ils effectuent.*

Concepts clés

Quatre concepts permettent au personnel enseignant et aux élèves de vivre une pédagogie qui tient compte de la réalité d'un contexte minoritaire. Ces concepts sont interreliés et complémentaires.

L'**actualisation** : *Les élèves et le personnel enseignant enrichissent leur bagage linguistique et culturel par une exploration commune de la francophonie dans une perspective contemporaine et actuelle.*

La **conscientisation** : *Les élèves et le personnel enseignant prennent conscience des enjeux de la francophonie et agissent sur leurs réalités.*

La **dynamisation**: *Les élèves et le personnel enseignant stimulent leur confiance langagière et culturelle, et leur motivation à s'engager dans la francophonie.*

La **sensification**: *Les élèves et le personnel enseignant vivent des apprentissages contextualisés qui donnent du sens à ce qu'ils vivent par rapport à la francophonie.*



Lorsque le personnel enseignant en contexte francophone minoritaire instaure un climat de classe basé sur les conditions essentielles de la PELF et applique les concepts clés de cette pédagogie, les élèves ont la chance de développer une relation saine avec la langue française et avec la communauté francophone. Ils ont le goût de prendre leur place dans cette communauté et, par un questionnement critique qui mène à l'action, ils sont motivés à assumer leur parcours dans la francophonie en toute autonomie.

De plus, lorsque le personnel enseignant applique les rudiments de la PELF dans sa classe, l'élève comprend que l'enseignement tient compte de sa perspective et lui offre l'occasion de bien saisir les enjeux sociaux reliés à la langue française et à sa diversité culturelle. L'élève est stimulé par le constat qu'il est tout à fait possible de développer son identité linguistique et culturelle et d'appuyer le développement de la francophonie de façon actuelle et moderne.

L'élève qui évolue dans une classe où la PELF est mise en pratique, construit son bagage linguistique et culturel en toute conscience de la diversité d'identités, d'accents et de référents culturels. Il apprend à connaître le monde en s'y négociant une place. Une telle expérience à l'école de langue française forme l'élève à s'engager comme citoyen responsable. Elle valorise l'élève dans son identité, nourrit son estime personnelle et l'appuie dans sa réussite scolaire.

La littératie et la numératie pour tous

(...) **les connaissances, les habiletés et les stratégies reliées à la littératie et la numératie ne sont pas uniquement des concepts devant être enseignés et appris. Elles font partie intégrante de notre façon de comprendre le monde (...)**

Au cours des dernières années, nous en sommes venus à comprendre que les connaissances, les habiletés et les stratégies reliées à la littératie et la numératie ne sont pas uniquement des concepts devant être enseignés et appris. Elles font partie intégrante de notre façon de comprendre le monde, de communiquer avec celui-ci et de participer à sa construction. C'est grâce à ces outils que l'élève deviendra un membre actif de sa communauté.

« La littératie désigne la capacité d'utiliser le langage et les images, de formes riches et variées, pour lire, écrire, écouter, parler, voir, représenter et penser de façon critique. Elle permet d'échanger des renseignements, d'interagir avec les autres et de produire du sens. C'est un processus complexe qui consiste à s'appuyer sur ses connaissances antérieures, sa culture et son vécu pour acquérir de nouvelles connaissances et mieux comprendre ce qui nous entoure. »

Ministère de l'Éducation de l'Ontario, « *La littératie au service de l'apprentissage : Rapport de la Table ronde des experts en littératie de la 4^e à la 6^e année* », 2004, p. 5.

« La littératie va plus loin que la lecture et l'écriture et vise la communication en société. Elle relève de la pratique sociale, des relations, de la connaissance, du langage et de la culture. Elle se manifeste sur différents supports de communication : sur papier, sur écran d'ordinateur, à la télévision, sur des affiches, sur des panneaux. Les personnes compétentes en littératie la considèrent comme un acquis quand les autres sont exclus d'une grande partie de la communication collective. En effet, ce sont les exclus qui peuvent le mieux apprécier la notion de littératie comme source de liberté. »

Adaptation de la déclaration de l'UNESCO à l'occasion de la Décennie des Nations Unies pour l'alphabétisation, 2003-2012.

« La numératie englobe les connaissances et les compétences requises pour gérer efficacement les exigences relatives aux notions de calcul de diverses situations. »

Statistique Canada, 2008.

« La *numératie* est une compétence qui se développe non seulement en étudiant les mathématiques, mais aussi dans l'étude des autres matières. Il s'agit de l'acquisition d'une connaissance des *processus mathématiques* et d'une appréciation de leur *nature*. Ainsi on développe un *sens de l'espace et des nombres* qu'on utilise dans des *contextes significatifs* qui reflètent notre monde. La confiance accrue au fur et à mesure qu'on se sert de sa compréhension et de sa *créativité* en *résolution de problèmes* rend l'apprenant plus compétent à fonctionner dans une société en évolution constante, et surtout sur le plan *technologique*. »

Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance, 2010.

Sensibilisation à la diversité⁴

Le présent programme d'études est inclusif et est conçu pour aider tous les élèves à réaliser leur potentiel en leur donnant accès à des objectifs d'apprentissage identiques.

La diversité est définie comme étant la présence d'une vaste gamme de qualités humaines et d'attributs dans un groupe, une organisation ou une société. Les dimensions de la diversité ont notamment trait à l'ascendance, à la culture, à l'origine ethnique, à l'identité sexuelle et à l'expression de l'identité sexuelle, à la langue, aux capacités physiques ou intellectuelles, à la race, à la religion, au sexe, à l'orientation sexuelle et au statut socioéconomique.

Un climat scolaire (milieu et relation d'apprentissage dans une école) est dit positif lorsque tous les membres de la communauté scolaire se sentent dans un milieu sécuritaire, inclusif et tolérant. De plus, ses membres ont le rôle de promouvoir des comportements et des interactions positifs. Les principes de l'équité et de l'éducation inclusive sont intégrés dans un milieu d'apprentissage dans le but de contribuer à un climat scolaire positif et à une culture de respect mutuel.

De nombreux facteurs influent sur le développement scolaire et sociale de chaque enfant et les enseignants ont la responsabilité de valoriser l'identité de chacun dans leur pédagogie (planification, tâches, stratégies, évaluation, choix de mots) et d'assurer sa réussite. Au sein de cette communauté, élèves et enseignants, conscients de cette diversité, peuvent comprendre et s'exprimer sur des points de vue et des expériences variés et teintés de leurs traditions, de leurs valeurs, de leurs croyances et de leur individualité.

Voici quelques autres facteurs auxquels il est important de porter attention :

L'identité bilingue

Pour l'élève en immersion, la langue française est à la fois un outil d'apprentissage, un mode d'interaction et un véhicule riche de culture.

De par sa relation avec la langue française, les gens qui la parlent et les cultures francophones qu'il rencontre, l'élève prend conscience de l'apport culturel et linguistique de cette langue d'apprentissage à son développement personnel, académique et social. De par ce processus, il reconnaît que la langue et la culture sont une valeur ajoutée à sa vie.

Parce que son identité se développe tout au long de sa vie, l'élève, au fil de ses apprentissages, découvre l'importance grandissante de l'immersion sur son devenir. Ceci l'entraîne à modifier ses comportements, et agir, penser et s'exprimer en fonction des idées

⁴ Les informations contenues dans cette section sont issues du document de l'Ontario intitulé Équité et éducation inclusive dans les écoles de l'Ontario, 2014.

et des perspectives divergentes qu'il développe. Cette prise de conscience l'oblige à faire appel à des stratégies métacognitives et socioaffectives pour comprendre comment l'apprentissage de la langue française influence et transforme son identité. L'élève, se donnant le droit à l'exploration et à la prise de risques, s'engage dans cette transformation et trouve ainsi sa place unique dans le monde.

La diversité culturelle

L'ensemble des idées, des croyances, des valeurs, des connaissances, des langues et des mœurs d'un groupe de personnes qui ont un certain patrimoine historique en commun.

La disparité sociale

L'écart qui existe entre catégories sociales ou entre régions et qui crée une situation de déséquilibre.

Les croyances et la religion

La croyance est définie comme « un système reconnu et une confession de foi, comprenant à la fois des convictions et des observances ou un culte », qui est « sincère » et qui inclut les systèmes de croyance non-déistes. Les personnes qui n'appartiennent à aucune communauté religieuse ou qui ne pratiquent aucune religion spécifique sont également protégées.

Le milieu familial

L'environnement ou l'espace où évoluent les membres de la famille directe (père, mère, frère, sœur) et dans certain cas, la famille étendue (beaux-parents, belle-sœur, beau-frère, grands-parents habitant sous le même toit)

L'orientation et l'identité sexuelle

Le fait qu'une personne soit attirée sexuellement par une personne du même sexe, de l'autre sexe ou des deux sexes. L'identité sexuelle est la façon dont les personnes expriment leur identité sexuelle aux autres. L'expression de l'identité sexuelle d'une personne est souvent fondée sur un concept social du genre, qui découle soit de stéréotypes masculins, soit de stéréotypes féminins. Toutefois, certaines personnes, qui se perçoivent comme n'étant ni homme ni femme, mais une combinaison des deux genres, ou encore comme n'ayant pas de genre, choisissent d'exprimer leur identité au moyen de différents modèles de genres, unissant des formes d'expression masculines et féminines.

Les besoins particuliers (physiques, émotionnelles)

Les élèves à besoins particuliers (physiques ou émotionnels) regroupent une grande variété d'élèves qui rencontrent, de manière générale, des défis autres que la majorité des enfants du même âge quand ils sont dans une situation particulière ou qu'ils souffrent d'un handicap qui les empêche ou les gêne dans leurs apprentissages.⁵

⁵ http://www.cndp.fr/crdp-reims/fileadmin/documents/cddp10/Y_Kerjean_inclusion/Animation_BEP.pdf

La différenciation

tous les élèves sont capables d'apprendre, mais ils ne le font pas tous nécessairement au même rythme ni de la même manière.

Les enseignants doivent adapter les contextes d'apprentissage de manière à offrir du soutien et des défis à tous les élèves.

Parce qu'il n'y a pas d'apprenants qui progressent à la même vitesse, apprennent en même temps, possèdent le même répertoire de comportements ou les mêmes motivations pour atteindre les mêmes buts, les enseignants doivent être préparés aux exigences de classes hétérogènes et adapter les contextes d'apprentissage de manière à offrir du soutien et des défis à tous les élèves. Ils doivent utiliser avec souplesse le continuum des énoncés des RAS de manière à planifier des expériences d'apprentissage visant le succès de chacun des élèves. Pour ce faire, l'enseignant fait appel à un enseignement explicite s'appuyant sur des stratégies efficaces variées, ainsi que sur l'utilisation de ressources diversifiées pertinentes aux élèves, au contenu et au contexte. L'utilisation de pratiques d'évaluation diversifiées offre également aux élèves des moyens multiples et variés de démontrer leurs réalisations et de réussir.

Pour reconnaître et valoriser la diversité chez les élèves, les enseignants doivent envisager des façons :

- ❖ de donner l'exemple par des attitudes, des actions et un langage inclusif qui appuient tous les apprenants ;
- ❖ d'établir un climat et de proposer des expériences d'apprentissage affirmant la dignité et la valeur de tous les apprenants de la classe ;
- ❖ d'adapter l'organisation de la classe, les stratégies d'enseignement, les stratégies d'évaluation, le temps et les ressources d'apprentissage aux besoins des apprenants et de mettre à profit leurs points forts ;
- ❖ de donner aux apprenants des occasions de travailler dans divers contextes d'apprentissage, y compris les regroupements de personnes aux aptitudes variées ;
- ❖ de relever la diversité des styles d'apprentissage des élèves et d'y réagir ;
- ❖ de mettre à profit les niveaux individuels de connaissances, de compétences et d'aptitudes des élèves ;
- ❖ de concevoir des tâches d'apprentissage et d'évaluation qui misent sur les forces des apprenants ;
- ❖ de veiller à ce que les apprenants utilisent leurs forces comme moyen de s'attaquer à leurs difficultés ;
- ❖ d'utiliser les forces et les aptitudes des élèves pour stimuler et soutenir leur apprentissage ;
- ❖ d'offrir des pistes d'apprentissage variées ;
- ❖ de souligner la réussite des tâches d'apprentissage que les apprenants estimaient trop difficiles pour eux.

L'ORIENTATION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Philosophie concernant les élèves et l'apprentissage des mathématiques

Les élèves sont des apprenants curieux et actifs ayant tous des intérêts, des habiletés et des besoins qui leur sont propres. Chacun arrive à l'école avec son propre bagage de connaissances, de vécu et d'acquis. Un élément clé de la réussite du développement de la numératie est l'établissement de liens entre ces acquis et ce vécu.

Les élèves apprennent quand ils peuvent attribuer une signification à ce qu'ils font ; et chacun d'entre eux doit construire son propre sens des mathématiques. C'est en allant du plus simple au plus complexe ou du plus concret au plus abstrait que les élèves ont le plus de possibilités de développer leur compréhension des mathématiques.

Il existe de nombreuses approches pédagogiques destinées aux enseignants qui ont à composer avec les multiples modes d'apprentissage de leurs élèves ainsi qu'avec leurs stades de développement respectifs. Quels que soient leurs niveaux, tous les élèves bénéficieront d'un enseignement appuyé par une variété de matériaux, d'outils et de contextes pour développer leurs conceptions personnelles des nouvelles notions de mathématiques qui leur sont proposées. La discussion entre élèves peut engendrer des liens essentiels entre des représentations concrètes, imagées et symboliques des mathématiques.

Le milieu d'apprentissage offert aux élèves devrait encourager, respecter et incorporer leur vécu et tous leurs modes de pensée, quels qu'ils soient. Ainsi, tout élève devrait se sentir en mesure de prendre des risques intellectuels en posant des questions et en formulant des hypothèses. L'exploration de situations de résolution de problèmes est essentielle au développement de stratégies personnelles et de littératie mathématique. Les élèves doivent se rendre compte qu'il est tout à fait acceptable de résoudre des problèmes de différentes façons et que les solutions peuvent varier selon la façon de comprendre le problème.

Domaine affectif

Sur le plan affectif, une attitude positive envers les matières qui leur sont enseignées aura un effet profond et marquant sur l'apprentissage. Les environnements qui offrent des chances de succès et favorisent le sentiment d'appartenance ainsi que la prise de risques contribuent au maintien de l'attitude positive des élèves et de leur confiance en eux-mêmes. Les élèves qui feront preuve d'une attitude positive envers les mathématiques

seront vraisemblablement motivés et disposés à apprendre, à participer à des activités, à persévérer face aux défis et à s'engager dans des pratiques réflexives.

Les enseignants, les élèves et les parents doivent comprendre la relation qui existe entre les domaines affectif et intellectuel et miser sur les aspects affectifs qui contribuent au développement d'attitudes positives. Pour réussir, les élèves doivent apprendre à se fixer des objectifs réalisables et à s'autoévaluer au fur et à mesure qu'ils s'efforcent de réaliser ces objectifs.

L'aspiration au succès et à l'autonomie et le développement du sens des responsabilités impliquent des retours réguliers sur les buts personnels fixés, sur l'autoévaluation et la réflexion.

Des buts pour les élèves

Dans l'enseignement des mathématiques, les principaux buts sont de préparer les élèves à :

- résoudre des problèmes ;
- communiquer et raisonner en termes mathématiques ;
- établir des liens entre les mathématiques et leurs applications ;
- devenir des adultes compétents en mathématiques ;
- apprécier et valoriser les mathématiques ;
- mettre à profit leur compétence en mathématiques afin de contribuer à la société.

Les élèves qui ont atteint ces buts vont :

- comprendre et apprécier la contribution des mathématiques à la société ;
- afficher une attitude positive envers les mathématiques ;
- entreprendre des travaux et des projets de mathématiques, et persévérer à les mener à terme ;
- participer à des discussions sur les mathématiques ;
- prendre des risques pour effectuer des travaux de mathématiques ;
- faire preuve de curiosité pour les mathématiques et dans les situations impliquant les mathématiques.

Afin d'appuyer les élèves dans l'atteinte de ces buts, on encourage les enseignants à créer une ambiance d'apprentissage qui favorise la compréhension des concepts par :

- la pensée et la réflexion indépendantes ;
- le partage et la communication de connaissances mathématiques ;
- la résolution de problèmes à l'aide de projets individuels et de groupe ;
- la recherche d'une compréhension plus approfondie des mathématiques ;
- la valorisation des mathématiques tout au long de l'histoire.

Le processus de résolution de problèmes STIAM

L'acronyme STIAM renvoie aux domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques. L'enseignement STIAM est une approche pédagogique ayant comme objectif d'aider les jeunes à se préparer à vivre, à apprendre et à contribuer à leur collectivité dans l'économie et la société de demain⁶, ainsi que de promouvoir la curiosité et de développer la logique et le sens de la collaboration. L'enseignement STIAM permet aux élèves d'intégrer l'apprentissage associé à ces cinq disciplines dans la résolution de problèmes significatifs. La résolution de problèmes est un processus qui implique de nombreuses étapes nécessitant des schémas de pensée flexible.

Le programme STIAM est une approche multidisciplinaire qui vise à favoriser la créativité chez les élèves ainsi qu'une participation importante de leur part dans la réalisation d'une série de projets de groupe, et non seulement en touchant aux matières enseignées à l'école, mais aussi en rendant ces projets plus pertinents, plus créatifs, plus intéressants et davantage axés sur la découverte.

Pour maximiser l'enseignement STIAM, il n'est pas nécessaire de cibler les cinq domaines en même temps lors d'une activité STIAM. De plus, le problème présenté ne devrait pas avoir une solution évidente ou viser un résultat d'apprentissage spécifique. Le problème devrait être ouvert et conçu de façon que l'apprenant puisse prendre plus qu'un chemin pour trouver la solution. La résilience et la réflexion devrait également être encouragée tout au long du processus.

Le tableau de résolution de problèmes STIAM



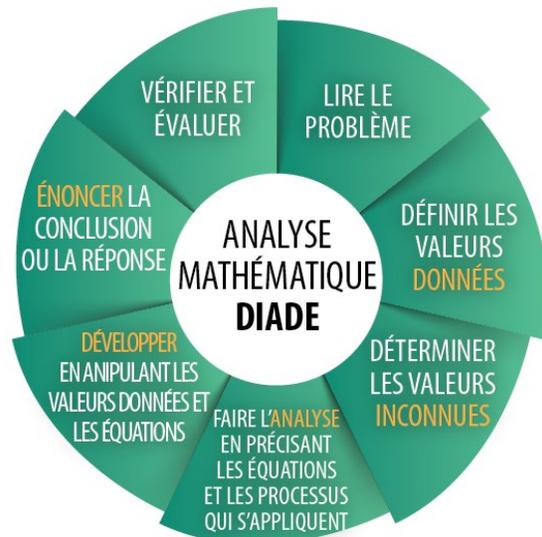
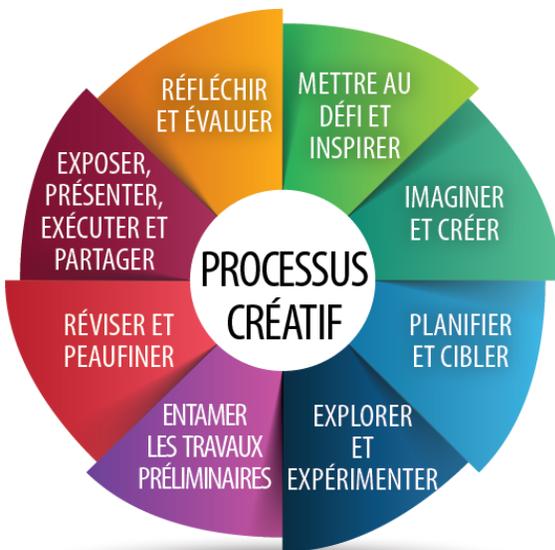
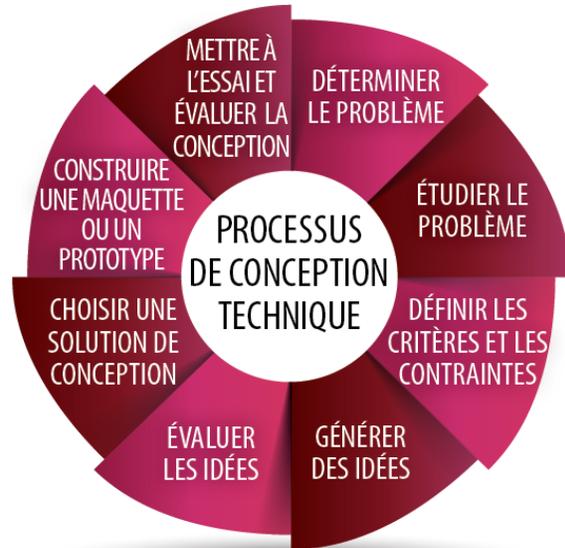
7

La résolution de problèmes	S	T	I	A	M
	<i>La science</i>	<i>La technologie</i>	<i>L'ingénierie</i>	<i>Les arts</i>	<i>Les mathématiques</i>
La nature du problème	Développer notre compréhension du monde naturel	Développer des moyens d'étendre les capacités humaines	Répondre à un besoin ou à une préoccupation humaine	Exprimer et interpréter la perception humaine	Découvrir les relations mathématiques
Le nom du processus	L'enquête scientifique	La conception de la technologie	La conception technique	Le processus créatif	L'analyse mathématique
La question initiale	Qu'est-ce qui cause...?	Comment puis-je...?	Comment puis-je faire...?	Imagine si...	Quelle est la relation...?
Les produits et les solutions	Communications de nouveaux résultats	Produits numériques, processus	Structures, équipements, machines, procédés	Produits d'expression esthétique, processus	Solutions numériques, équations

⁶ tiré du document "Cadre d'apprentissage des STIM de Canada 2067

⁷ tiré du site Web de la Commission Scolaire English Montréal.

Les processus de résolution de problèmes STIAM (c.-à-d. l'enquête scientifique, la conception de technologie et d'ingénierie, le processus de création et l'analyse mathématique) diffèrent dans la nature de la question et de la solution ou du produit. Cependant, tous sont basés sur le processus générique de résolution de problèmes. Tous sont des processus itératifs qui impliquent la réflexion, l'évaluation et la rétroaction. Tous exigent une réflexion analytique et une réflexion créative. Les images ci-dessous comparent les processus de résolution de problèmes pour la science, l'ingénierie, l'art et les mathématiques ⁸.



⁸ Adopté du programme d'études (PEI science Gr. 9) p. 29

LES COMPOSANTES PÉDAGOGIQUES DU PROGRAMME

Cadre conceptuel des mathématiques 10-12

Le diagramme ci-dessous montre l'incidence des processus mathématiques et de la nature même des mathématiques sur les résultats d'apprentissage.

DOMAINES \ NIVEAUX	10	11	12
Les sujets d'étude varient selon le cours de mathématiques de la 10 ^e à la 12 ^e année. Les sujets abordés dans ces cours peuvent comprendre : <ul style="list-style-type: none"> • l'algèbre • les mathématiques financières • la géométrie • le raisonnement logique • le projet de recherche mathématique • la mesure • le nombre • les permutations, les combinaisons et le théorème de Newton • la probabilité • les relations et les fonctions • la statistique • la trigonométrie 	RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX ET SPÉCIFIQUES, ET INDICATEURS DE RÉALISATION		

PROCESSUS MATHÉMATIQUES : COMMUNICATION, LIENS, CALCUL MENTAL ET ESTIMATION, RÉOLUTION DE PROBLÈMES, RAISONNEMENT, TECHNOLOGIE, VISUALISATION

NATURE DES MATHÉMATIQUES : CHANGEMENT, CONSTANCE, SENS DES NOMBRES, RÉGULARITÉS, RELATIONS, SENS DE L'ESPACE, INCERTITUDE

Les processus mathématiques

Les sept processus mathématiques sont des aspects cruciaux de l'apprentissage, de la compréhension et des applications des mathématiques. Les élèves doivent être constamment exposés à ces processus afin d'atteindre les buts de l'éducation aux mathématiques.

Les processus sont interdépendants et intégrés au *Cadre commun des programmes d'études de mathématiques 10-12*. L'enseignement et l'apprentissage des mathématiques devraient incorporer ces processus.

On s'attend à ce que l'élève puisse :

- communiquer pour apprendre des concepts et pour exprimer la compréhension qu'il en a ;
- établir des liens entre des idées et des concepts mathématiques, des expériences de la vie de tous les jours et d'autres disciplines ;
- démontrer une habileté en calcul mental et en estimation ;
- développer de nouvelles connaissances mathématiques et les appliquer pour résoudre des problèmes ;
- développer le raisonnement mathématique ;
- choisir et utiliser des outils technologiques pour apprendre et pour résoudre des problèmes ;
- développer des habiletés en visualisation pour faciliter le traitement d'informations, l'établissement de liens et la résolution de problèmes.

Les sept processus devraient être utilisés dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Chaque résultat d'apprentissage spécifique comprend une liste de processus mathématiques correspondants. Les processus mentionnés devraient être utilisés comme pierre angulaire de l'enseignement et de l'évaluation.

1) La communication (C)

Les élèves ont besoin d'occasions de lire, d'écrire, de représenter, de voir, d'entendre et de discuter de notions mathématiques. Ces opportunités favorisent chez l'élève la création des liens entre la langue et les idées, le langage formel et les symboles des mathématiques.

La communication joue un rôle important dans l'éclaircissement, l'approfondissement et la modification d'idées, d'attitudes et de croyances relatives aux mathématiques. Les élèves devraient être encouragés à utiliser une variété de formes de communication. Ils doivent utiliser la terminologie mathématique pour communiquer leur apprentissage des mathématiques.

La communication peut aider les élèves à établir des liens entre des représentations concrètes, imagées, symboliques, verbales, écrites et mentales de concepts mathématiques.

La technologie émergente permet aux élèves d'étendre la collecte de données et le partage d'idées mathématiques au-delà de la salle de classe traditionnelle.

2) Les liens (L)

La mise en contexte et l'établissement de liens avec les expériences de l'apprenant jouent un rôle important dans le développement de leur compréhension des mathématiques. Lorsque des liens sont créés entre des idées mathématiques ou entre ces idées et des phénomènes concrets, les élèves peuvent commencer à croire que les mathématiques sont utiles, pertinentes et intégrées.

L'apprentissage des mathématiques en contexte et l'établissement de liens pertinents avec les expériences de l'apprenant peuvent valider des expériences antérieures et accroître la volonté de l'élève à participer et à s'engager activement.

Le cerveau recherche et établit sans cesse des liens et des relations, et : « *Étant donné que l'apprenant est constamment à la recherche de liens, et ce, à plusieurs niveaux, ses enseignants doivent orchestrer des expériences desquelles l'apprenant tirera une compréhension. Les recherches sur le cerveau ont déjà démontré que des expériences multiples, complexes et concrètes, sont essentielles à un apprentissage et à un enseignement constructifs.* » (Caine and Caine, 1991, p. 5 [traduction])

3) Le calcul mental et l'estimation (CE)

Le calcul mental est une combinaison de stratégies cognitives qui renforcent la flexibilité de la pensée et le sens des nombres. C'est un exercice qui se fait dans l'absence d'aide-mémoire externes.

Le calcul mental permet aux élèves de trouver des réponses sans crayon ni papier. Il améliore la puissance de calcul par son apport d'efficacité, de précision et de flexibilité.

« *Encore plus importante que la capacité d'exécuter des procédures de calcul ou d'utiliser une calculatrice est la facilité accrue dont les élèves ont besoin – plus que jamais – en estimation et en calcul mental.* » (NCTM, mai 2005)

Les élèves compétents en calcul mental « *sont libérés de la dépendance à une calculatrice, développent une confiance dans leur capacité de faire des mathématiques et une flexibilité intellectuelle qui leur permet d'avoir recours à de multiples façons de résoudre des problèmes.* » (Rubenstein, 2001)

Le calcul mental « *est la pierre angulaire de tout procédé d'estimation où il existe une variété d'algorithmes et de techniques non standards pour arriver à une réponse.* » (Hope, 1988)

L'estimation comprend diverses stratégies utilisées pour déterminer des valeurs ou des quantités approximatives (en se basant habituellement sur des points de repère ou des référents) ou pour vérifier le caractère raisonnable ou la plausibilité des résultats de calculs. Il faut que les élèves sachent quand et comment ils doivent procéder à des estimations ainsi que quelles stratégies d'estimation ils doivent choisir.

L'estimation est courante dans la vie quotidienne. Elle sert à faire des jugements mathématiques et à élaborer des stratégies utiles et efficaces pour traiter de situations dans la vie de tous les jours.

4) La résolution de problèmes (RP)

La résolution de problèmes est l'un des processus clés et l'un des fondements des mathématiques. Apprendre en résolvant des problèmes devrait être au centre des apprentissages à tous les niveaux. Les élèves acquièrent une véritable compréhension des concepts et des procédures mathématiques lorsqu'ils résolvent des problèmes reliés à des contextes qui leur sont compréhensibles. L'apprentissage par la résolution de problèmes devrait être au centre de l'enseignement des mathématiques dans tous les sujets d'étude.

Lorsque les élèves font face à des situations nouvelles et répondent à des questions telles que « *Comment devriez-vous...* » ou « *Comment pourriez-vous...* », le processus de résolution de problèmes est enclenché. Les élèves développent leurs propres stratégies de résolution de problèmes en écoutant, en discutant et en testant différentes stratégies.

Pour qu'une activité soit fondée sur la résolution de problèmes, il faut demander aux élèves de déterminer une façon d'utiliser leurs connaissances antérieures pour arriver à la solution recherchée. Si on a déjà donné aux élèves des façons de résoudre le problème, ce n'est plus d'un problème qu'il s'agit, mais d'un exercice. Il ne devrait pas être possible d'en donner une réponse immédiate. Un vrai problème exige que les élèves utilisent leurs connaissances antérieures d'une façon différente et dans un nouveau contexte. La résolution de problèmes exige une profonde compréhension des concepts et un engagement de l'élève. Des problèmes reliés au vécu des élèves (culture, famille, intérêts personnels et actualité) susciteront leur engagement.

Autant la compréhension des concepts que l'engagement des élèves sont essentiels à la volonté des élèves de persévérer dans des tâches de résolution de problèmes.

Les problèmes de mathématiques ne consistent pas seulement à effectuer des calculs reliés à une histoire ou à une situation de façon artificielle. Ce sont des tâches qui sont à la fois riches et ouvertes, c'est-à-dire comportant plusieurs façons de les approcher et pouvant mener à diverses solutions selon les circonstances. De bons problèmes devraient permettre à chacun des élèves de la classe de faire état de ses compétences, de ses connaissances et de sa compréhension. La résolution de problèmes peut être une activité individuelle ou une activité de classe (et au-delà).

Dans une classe de mathématiques, on rencontre deux types de résolution de problèmes : la résolution de problèmes dans des contextes autres que les mathématiques et la résolution de problèmes strictement mathématiques. Trouver la façon d'optimiser les profits d'une entreprise en tenant compte des contraintes constitue un exemple de problème contextuel tandis que chercher et élaborer une formule générale pour résoudre une équation quadratique constitue un exemple de problème strictement mathématique.

La résolution de problèmes peut aussi être considérée comme une façon d'inciter les élèves à raisonner en utilisant une démarche inductive et/ou déductive. Lorsque les élèves comprennent un problème, ils ont tendance à formuler des conjectures et à rechercher des régularités qu'ils pourront par la suite généraliser. Cette façon de faire conduit souvent à un type de raisonnement par induction. Lorsque les élèves utilisent des approches visant à résoudre un problème en appliquant des concepts mathématiques, le raisonnement devient cette fois du type déductif. Il est essentiel que les élèves soient encouragés à utiliser les deux types de raisonnement et qu'ils puissent avoir accès aux démarches utilisées par d'autres élèves pour résoudre le même problème.

La résolution de problèmes est un outil puissant d'enseignement qui favorise la recherche de solutions multiples, créatives et innovatrices. La création d'un environnement où les élèves recherchent et se mettent à trouver, ouvertement, diverses stratégies de résolution de problèmes leur donne le pouvoir d'explorer des solutions de rechange et les rend aptes à prendre des risques mathématiques de façon confiante et intelligente.

5) Le raisonnement (R)

Le raisonnement mathématique aide les élèves à penser de façon logique et à saisir le sens des mathématiques. Les élèves doivent développer de la confiance dans leurs habiletés à raisonner et à justifier leur raisonnement mathématique. Certaines questions incitent les élèves à réfléchir, à analyser et à faire des synthèses et les aident à développer leur compréhension des mathématiques. Tous les élèves devraient être mis au défi de répondre à des questions telles que « *Pourquoi pensez-vous que ceci est vrai/faux?* » ou « *Que se passerait-il si...?* »

Que ce soit dans une salle de classe ou non, des expériences mathématiques fournissent des occasions propices au raisonnement inductif et déductif. Il y a raisonnement inductif lorsque les élèves explorent et enregistrent des résultats, analysent des observations, établissent des généralisations à partir de régularités et mettent ces généralisations à l'épreuve. Il y a raisonnement déductif lorsque les élèves arrivent à de nouvelles conclusions sur la base de ce qu'ils savent

déjà ou de ce qu'ils supposent être vrai. Les habiletés à penser acquises en mettant l'accent sur le raisonnement peuvent être utilisées au quotidien dans une multitude de contextes et de situations.

6) La technologie (T)

La technologie contribue à l'apprentissage d'une gamme étendue de résultats d'apprentissage et permet aux élèves d'explorer et de créer des régularités, d'étudier des relations, de vérifier des conjectures et de résoudre des problèmes.

À l'aide de calculatrices et d'ordinateurs, les élèves peuvent :

- explorer et démontrer des relations et des régularités mathématiques ;
- organiser et présenter des données ;
- élaborer et vérifier des conjectures par induction ;
- faire des extrapolations et des interpolations ;
- faciliter des calculs dans le contexte de la résolution de problèmes ;
- réduire le temps consacré à des calculs fastidieux lorsque d'autres apprentissages ont la priorité ;
- approfondir leur connaissance des faits mathématiques ;
- développer leurs propres algorithmes de calcul ;
- simuler des situations ;
- approfondir leur sens du nombre et de l'espace.

La technologie contribue à un environnement d'apprentissage où la curiosité grandissante des élèves peut les mener à de belles découvertes en mathématiques, et ce, à tous les niveaux. L'emploi de la technologie ne devrait pas se substituer à la compréhension des concepts mathématiques. L'emploi de la technologie devrait plutôt être considéré comme un outil et une approche parmi tant d'autres, permettant de favoriser cette compréhension.

7) La visualisation (V)

La visualisation « *met en jeu la capacité de penser en images, de percevoir, de transformer et de recréer différents aspects du monde visuel et spatial.* » (Armstrong, 1993, p. 10 [Traduction]) Le recours à la visualisation dans l'étude des mathématiques facilite la compréhension de concepts mathématiques et l'établissement de liens entre eux.

Les images et le raisonnement imagé jouent un rôle important dans le développement du sens des nombres, du sens de l'espace et du sens de la mesure. La visualisation du nombre a lieu quand les élèves créent des représentations mentales des nombres.

La capacité de créer, d'interpréter et de décrire une représentation visuelle fait partie du sens spatial ainsi que du raisonnement spatial. La visualisation et le raisonnement spatial permettent aux élèves de décrire les relations parmi et entre des objets à trois dimensions et des figures à deux dimensions.

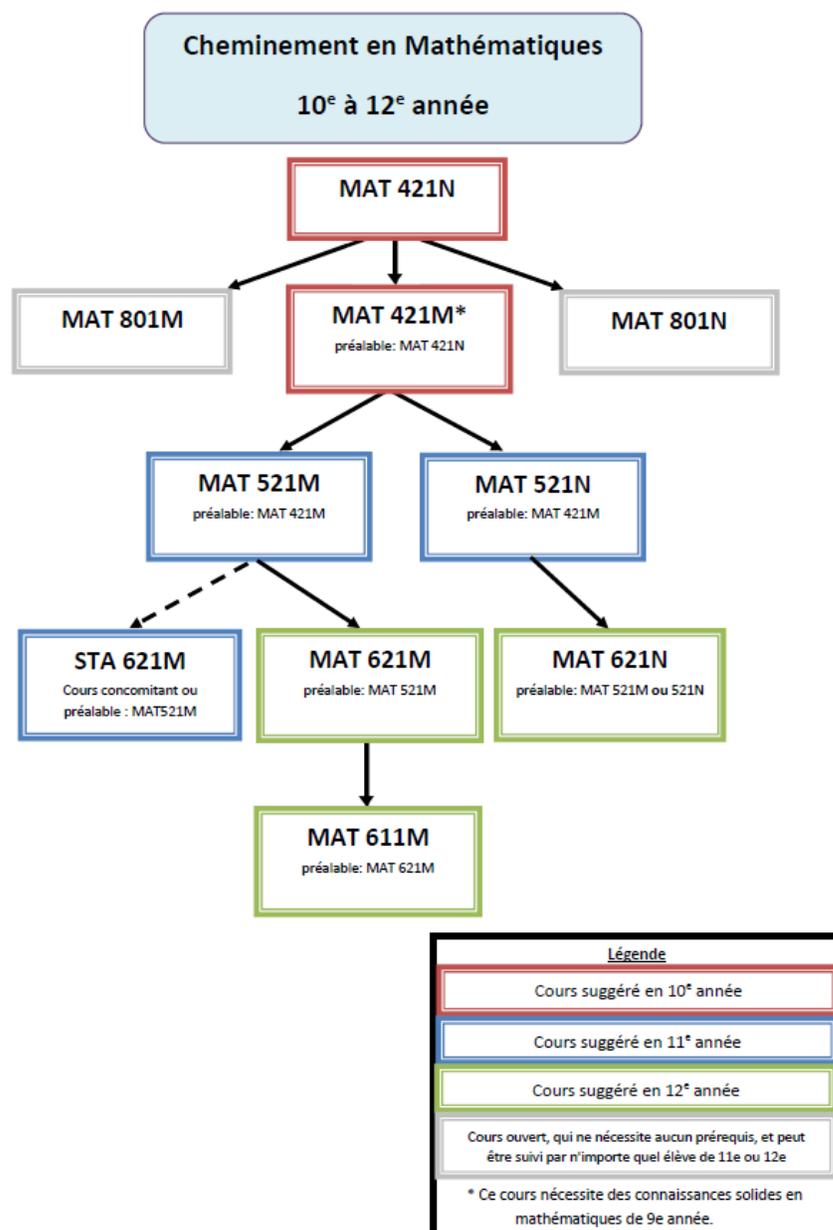
« Le développement du sens de la mesure va au-delà de l'acquisition d'habiletés spécifiques en matière de mesurage. Le sens de la mesure inclut l'habileté de juger quand il est nécessaire de prendre des mesures et quand il est approprié de faire des estimations ainsi que la connaissance de plusieurs stratégies d'estimation. » (Shaw et Cliatt, 1989 [Traduction])

La représentation visuelle est favorisée par l'emploi de matériel concret, de support technologique et de diverses représentations visuelles. C'est par des représentations visuelles que les concepts abstraits peuvent être compris de façon concrète par les élèves. La représentation visuelle est à la base de la compréhension des concepts abstraits, de la confiance et de l'aisance dont font preuve les élèves.

Voies et sujets d'étude

Alors qu'en M-9 les programmes de mathématiques sont regroupés par domaines, les programmes de mathématiques 10-12 comprennent trois voies regroupées par sujets d'étude. Trois voies sont disponibles : Mathématiques pour les métiers et le milieu de travail, Fondements mathématiques et Mathématiques pré-calcul.

Dans chacun des sujets, les élèves devront acquérir une compréhension des concepts de base et un ensemble de compétences qui leur seront utiles quel que soit le cours qu'ils ont choisi. Les sujets couverts dans une voie se fondent sur les connaissances antérieures, et la progression évolue d'une compréhension élémentaire vers une compréhension plus élaborée des mathématiques.



But des voies

Pour chacune des voies, le but est de procurer aux élèves les compétences, les attitudes et les connaissances nécessaires à l'accès à des programmes d'études postsecondaires spécifiques ou à l'entrée directe dans le milieu de travail. Les trois cours permettent aux élèves d'acquérir une compréhension et des connaissances mathématiques ainsi que de développer une démarche de pensée critique. Ce sont les choix de sujets d'étude par lesquels ces compétences et ces connaissances sont acquises selon la voie choisie.

Lors de leur choix de voies, les élèves devraient tenir compte de leurs champs d'intérêt tant présents que futurs. Les élèves, les parents et les enseignants sont invités à se renseigner sur les préalables d'admission aux divers programmes d'études postsecondaires, car ceux-ci varient d'une institution à l'autre et d'une année à l'autre.

Chacune des voies a été conçue de sorte à fournir aux élèves les connaissances mathématiques, la rigueur et les habiletés de pensée critique qui ont été identifiées pour des programmes d'études postsecondaires spécifiques ainsi que pour l'entrée directe dans le milieu de travail.

Le contenu des voies repose sur le *Protocole de l'Ouest et du Nord canadiens (PONC) – Consultation d'établissements d'enseignement postsecondaire et du monde des affaires et de l'industrie concernant leurs exigences en mathématiques de niveau secondaire : Rapport final* ainsi que sur des consultations effectuées auprès des enseignants de mathématiques.

Mathématiques pour les métiers et le milieu de travail

Cette voie a été conçue afin de fournir aux élèves les connaissances mathématiques et les habiletés de pensée critique qui ont été identifiées pour l'accès à la formation professionnelle et l'entrée directe dans le milieu de travail. Les sujets d'étude comprennent l'algèbre, la géométrie, la mesure, le nombre, la statistique et la probabilité.

Fondements mathématiques

Cette voie a été conçue afin de fournir aux élèves les connaissances mathématiques et les habiletés de pensée critique qui ont été identifiées pour des programmes d'études postsecondaires ne nécessitant pas l'étude du calcul différentiel et intégral. Les sujets d'étude comprennent les mathématiques financières, la géométrie, l'algèbre et le nombre, le raisonnement logique, la mesure, les relations et les fonctions, la statistique et la probabilité.

Mathématiques pré-calcul

Cette voie a été conçue afin de fournir aux élèves les connaissances mathématiques et les habiletés de pensée critique qui ont été identifiées pour l'accès aux études postsecondaires nécessitant

l'étude du calcul différentiel et intégral. Les sujets d'étude comprennent l'algèbre et le nombre, la mesure, les relations et les fonctions, les permutations, les combinaisons, le binôme de Newton et la trigonométrie.

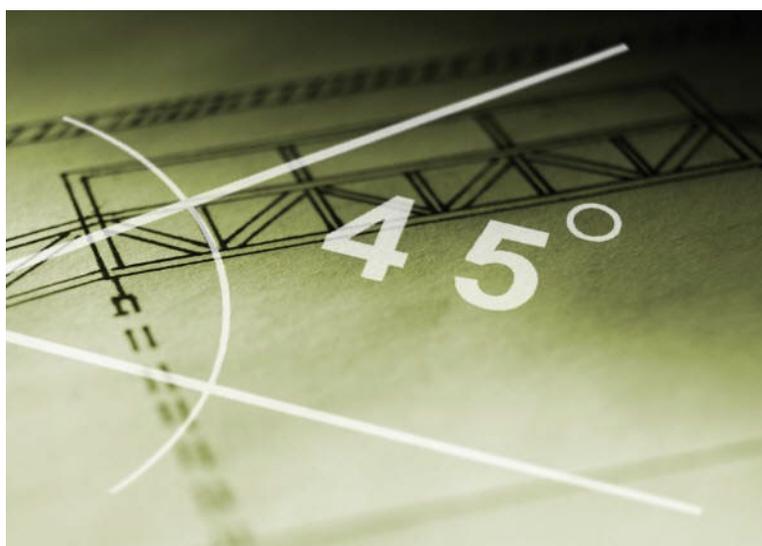
Le rôle des parents

En raison des changements qui se sont produits au sein de la société, les besoins mathématiques des élèves d'aujourd'hui sont différents de ceux de leurs parents. Ces différences se manifestent non seulement dans le contenu mathématique, mais aussi dans les méthodes pédagogiques. Par conséquent, il est important que les éducateurs saisissent chaque occasion qui leur est offerte de discuter avec les parents des changements qui se sont produits en matière de pédagogie des mathématiques et des raisons pour lesquelles ces changements sont importants. Les parents qui comprennent les raisons de ces changements en matière d'enseignement et d'évaluation seront davantage en mesure d'appuyer les élèves dans leurs démarches mathématiques, et ce, en favorisant une attitude positive face à cette discipline, en mettant l'accent sur l'importance des mathématiques dans la vie des jeunes, en aidant ces derniers dans le cadre des activités réalisées à la maison et, enfin, en les aidant à apprendre les mathématiques avec confiance et autonomie.

Le choix de carrières

Les mathématiques jouent un rôle important dans beaucoup de carrières. Il est donc important que les enseignants saisissent chaque occasion qui leur est offerte de discuter avec les élèves du vaste choix de carrières dans lesquelles les mathématiques figurent de façon importante. Tous les concepts et modules du programme de mathématiques peuvent être liés à des carrières. Par exemple, les ingénieurs doivent comprendre des régularités et des relations ; les cuisiniers, les pharmaciens, les optométristes, les menuisiers, les électriciens et les arpenteurs géomètres se servent quotidiennement de mesures.

Résultats d'apprentissage et indicateurs de rendement



Trigonométrie

Résultats d'apprentissage spécifiques

- T1 Montrer sa compréhension des angles en position standard exprimés en degrés et en radians.
- T2 Développer et appliquer l'équation du cercle unitaire.
- T3 Résoudre des problèmes à l'aide des six rapports trigonométriques d'angles exprimés en radians et en degrés.
- T4 Représenter graphiquement et analyser les fonctions trigonométriques sinus, cosinus et tangente pour résoudre des problèmes.
- T5 Résoudre, algébriquement et graphiquement, des équations trigonométriques du premier et du second degré dont le domaine est exprimé en degrés et en radians.
- T6 Démontrer des identités trigonométriques, y compris :
- les identités inverses ;
 - les identités des quotients ;
 - les identités de Pythagore ;
 - les identités de la somme ou de la différence (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente) ;
 - les identités de l'angle double (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente).

12^e année - Sujet : Trigonométrie (T)

RAG : L'élève pourra développer le raisonnement trigonométrique.

11 ^e année	12 ^e année
T1 Montrer sa compréhension des angles en position standard (0° à 360°).	T1 Montrer sa compréhension des angles en position standard exprimés en degrés et en radians.

RAS: T1 Montrer sa compréhension des angles en position standard exprimés en degrés et en radians. [CE, L, R, V]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A. Esquisser un angle (positif ou négatif) en position standard dont la mesure est exprimée en degrés.
- B. Décrire la relation parmi différentes façons d'exprimer la mesure d'un angle, particulièrement en degrés et en radians.
- C. Esquisser, en position standard, un angle dont la mesure est de 1 radian.
- D. Esquisser, en position standard, un angle dont la mesure est exprimée sous la forme de $k\pi$ radians, où $k \in \mathbb{Q}$.
- E. Exprimer en radians la mesure d'un angle (valeur exacte ou décimale approximative) étant donné sa mesure en degrés.
- F. Exprimer en degrés la mesure d'un angle (valeur exacte ou décimale approximative) étant donné sa mesure en radians.
- G. Déterminer la mesure, en degrés ou en radians, de tous les angles d'un domaine donné ayant le même côté terminal qu'un angle en position standard.
- H. Déterminer la forme générale des mesures, en degrés ou en radians, de tous les angles ayant le même côté terminal qu'un angle en position standard.
- I. Expliquer la relation entre la mesure en radians d'un angle en position standard et la longueur de l'arc intercepté d'un cercle de rayon r , et résoudre des problèmes connexes.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

4,1 (A B C D E F G H I)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS: T1 - Montrer sa compréhension des angles en position standard exprimés en degrés et en radians. [CE, L, R, V]

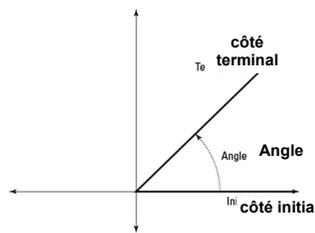
Explications détaillées

Les angles peuvent être mesurés en degrés ou en radians. Un angle mesuré dans une unité peut être converti dans l'autre unité à l'aide de la relation 1 tour complet = $360^\circ = 2\pi$ radians. Cette relation peut également s'écrire comme suit :

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ radians}$$

$$1 \text{ radian} = \left(\frac{180}{\pi}\right)^\circ$$

Un angle en position standard a son sommet à l'origine et son côté initial le long de l'axe x positif.

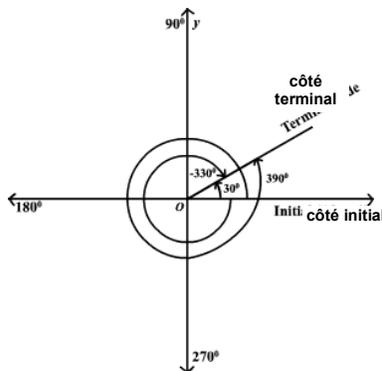


Les angles qui sont coterminaux ont le même côté initial et le même côté terminal. Un angle θ a un nombre infini d'angles qui lui sont coterminaux, exprimé par

$$\theta \pm (360n)^\circ \text{ (en degrés), où } n \text{ est un nombre entier}$$

ou

$$\theta \pm 2\pi n \text{ (en radians), où } n \text{ est un nombre entier}$$



La longueur de l'arc, a , d'un cercle peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$a = \theta r$$

où θ est l'angle central et r la longueur du rayon. Pour utiliser cette formule, a et r doivent être exprimés dans les mêmes unités, et θ doit être mesuré en radians.

12^e année - Sujet : Trigonométrie (T)

RAG : L'élève pourra développer le raisonnement trigonométrique.

11 ^e année	12 ^e année
T1 Montrer sa compréhension des angles en position standard (0° à 360°).	T2 Développer et appliquer l'équation du cercle unitaire.

RAS : T2 - Développer et appliquer l'équation du cercle unitaire. [L, R, V]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Formuler l'équation du cercle unitaire à partir du théorème de Pythagore.
- B.** Décrire les six rapports trigonométriques à l'aide d'un point $P(x, y)$ qui représente l'intersection du côté terminal d'un angle et du cercle unitaire.
- C.** Généraliser l'équation du cercle de centre $(0, 0)$ et de rayon.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

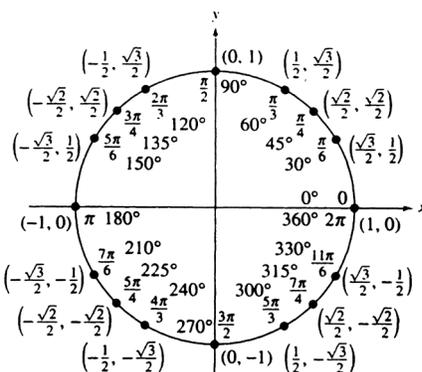
4,2 (A C)

4,3 (B)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

L'équation du cercle unitaire est $X^2 + Y^2 = 1$. Elle peut être utilisée pour déterminer si un point se trouve sur un cercle unitaire ou pour déterminer la valeur d'une coordonnée, compte tenu de l'autre coordonnée. L'équation d'un cercle de centre $(0,0)$ et de rayon r est $X^2 + Y^2 = r^2$. Sur le cercle unitaire, la mesure, en radians, de l'angle central et l'arc sous-tendu par cet angle central sont numériquement équivalents. Certains points du cercle unitaire correspondent aux valeurs exactes qui correspondent aux angles spéciaux en position standard appris précédemment.



Les régularités peuvent également être utilisées pour déterminer les coordonnées des points du cercle unitaire. Par exemple, la valeur numérique des coordonnées des points du cercle unitaire change de signe opposé à chaque demi-rotation. Par exemple, si $P(\theta) = (a, b)$ se trouve dans le quadrant I, a et b sont tous deux positifs. Comme $P(\theta + \pi)$ se trouve dans le quadrant III, ses coordonnées seront toutes deux négatives, $P(\theta + \pi) = (-a, -b)$.

Chaque rapport trigonométrique primaire possède un rapport trigonométrique réciproque, défini comme suit :

$$\sec \theta = \frac{1}{\cos \theta} \qquad \csc \theta = \frac{1}{\sin \theta} \qquad \cot \theta = \frac{1}{\tan \theta}$$

Les points situés à l'intersection du côté terminal de l'angle θ en position standard et du cercle unitaire peuvent être définis à l'aide de rapports trigonométriques, à savoir $P(\theta) = (x, y) = (\cos \theta, \sin \theta)$. Par conséquent, nous pouvons déterminer les rapports trigonométriques pour tout angle en position standard à l'aide des coordonnées du point d'intersection du côté terminal et du cercle unitaire, (x, y) :

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{x}{1} = x & \sin \theta &= \frac{y}{1} = y & \tan \theta &= \frac{y}{x} \\ \sec \theta &= \frac{1}{x} & \csc \theta &= \frac{1}{y} & \cot \theta &= \frac{x}{y} \end{aligned}$$

12^e année - Sujet : Trigonométrie (T)

RAG : L'élève pourra développer le raisonnement trigonométrique.

11 ^e année	12 ^e année
T2 Résoudre des problèmes comportant les rapports trigonométriques de base (sinus, cosinus et tangente) pour des angles de 0° à 360° en position standard.	T3 Résoudre des problèmes à l'aide des six rapports trigonométriques d'angles exprimés en radians et en degrés.

RAS : **T3 - Résoudre des problèmes à l'aide des six rapports trigonométriques d'angles exprimés en radians et en degrés. [CE, R, RP, T, V]**

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Déterminer, à l'aide de la technologie, la valeur approximative d'un rapport trigonométrique de tout angle dont la mesure est exprimée en degrés ou en radians.
- B.** Déterminer, à l'aide d'un cercle unitaire ou d'un triangle de référence, la valeur exacte du rapport trigonométrique d'un angle dont la mesure est exprimée en degrés qui sont des multiples de 0°, 30°, 45°, 60° ou 90° ou pour des angles dont la mesure est exprimée en radians, qui sont des multiples de 0, $\frac{\pi}{6}$, $\frac{\pi}{4}$, $\frac{\pi}{3}$ ou $\frac{\pi}{2}$ et expliquer la stratégie.
- C.** Déterminer, avec ou sans l'aide de la technologie, à partir de la valeur d'un rapport trigonométrique, les mesures exprimées en degrés ou en radians, des angles d'un domaine particulier.
- D.** Expliquer comment déterminer les valeurs exactes des six rapports trigonométriques à partir des coordonnées d'un point situé sur le côté terminal d'un angle en position standard.
- E.** Déterminer en degrés ou en radians les mesures des angles dans un domaine particulier à partir d'un point situé sur le côté terminal d'un angle en position standard.
- F.** Déterminer, à partir de la valeur d'un rapport trigonométrique dans un domaine particulier, les valeurs exactes des autres rapports trigonométriques.
- G.** Esquisser un schéma représentant un problème comportant des rapports trigonométriques.
- H.** Résoudre un problème à l'aide des rapports trigonométriques.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

4,3 (A B C D E F G H)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

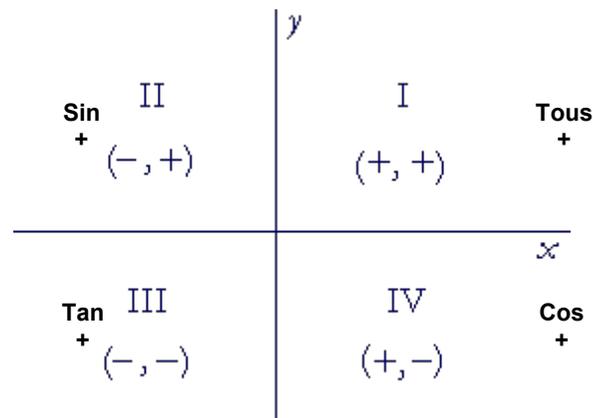
RAS : T3 - Résoudre des problèmes à l'aide des six rapports trigonométriques d'angles exprimés en radians et en degrés. [CE, R, RP, T, V]

Explications détaillées

Les valeurs approximatives des rapports trigonométriques peuvent être déterminées à l'aide d'une calculatrice dans le mode approprié. Les valeurs exactes des rapports trigonométriques pour les angles spéciaux énumérés dans le tableau ci-dessous et leurs multiples peuvent être déterminées en utilisant les coordonnées des points du cercle unitaire

		$\sin \theta$	$\cos \theta$	$\tan \theta$	$\operatorname{cosec} \theta$	$\sec \theta$	$\operatorname{cotan} \theta$
0°	0	0	1	0	indéfini	1	indéfini
30°	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	2	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$
45°	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	1
60°	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	2	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
90°	$\frac{\pi}{2}$	1	0	indéfini	1	indéfini	0

Étant donné la valeur d'un rapport trigonométrique, une calculatrice peut être utilisée pour déterminer une mesure d'angle correspondante. Ensuite, en utilisant sa connaissance des angles de référence, des angles coterminaux et des signes des rapports dans chaque quadrant, d'autres mesures d'angle possibles peuvent être trouvées. À moins que le domaine ne soit restreint, il y aura toujours un nombre infini de réponses.



Si un point (x, y) se trouve sur le côté terminal d'un angle θ en position standard, les valeurs des six fonctions trigonométriques de θ peuvent être trouvées à l'aide des formules suivantes :

$$\begin{array}{lll} \cos \theta = \frac{x}{r} & \sin \theta = \frac{y}{r} & \tan \theta = \frac{y}{x} \\ \sec \theta = \frac{r}{x} & \operatorname{cosec} \theta = \frac{r}{y} & \operatorname{cotan} \theta = \frac{x}{y} \end{array}$$

où $r^2 = x^2 + y^2$.

12^e année - Sujet : Trigonométrie (T)

RAG : L'élève pourra développer le raisonnement trigonométrique.

11 ^e année	12 ^e année
T2 Résoudre des problèmes comportant les rapports trigonométriques de base (sinus, cosinus et tangente) pour des angles de 0° à 360° en position standard.	T4 Représenter graphiquement et analyser les fonctions trigonométriques sinus, cosinus et tangente pour résoudre des problèmes.

RAS : **T4 - Représenter graphiquement et analyser les fonctions trigonométriques sinus, cosinus et tangente pour résoudre des problèmes. [L, RP, T, V]**

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A. Dessiner, avec ou sans technologie, les graphiques de $y = \sin x$, $y = \cos x$ et de $y = \tan x$.
- B. Déterminer les caractéristiques (amplitude, asymptotes, domaine, période, étendue et zéros) des graphes de $y = \sin x$, $y = \cos x$ et de $y = \tan x$.
- C. Déterminer comment la variation de la valeur de a affecte les graphiques de $y = a \sin x$ et de $y = a \cos x$.
- D. Déterminer comment la variation de la valeur de d affecte les graphiques de $y = \sin x + d$ et de $y = \cos x + d$.
- E. Déterminer comment la variation de la valeur de c affecte les graphiques de $y = \sin(x + c)$ et de $y = \cos(x + c)$.
- F. Déterminer comment la variation de la valeur de b affecte les graphiques de $y = \sin bx$ et de $y = \cos bx$.
- G. Esquisser, sans technologie, des graphiques de la forme $y = a \sin b(x - c) + d$ et $y = a \cos b(x - c) + d$, en utilisant des transformations, et expliquer les stratégies.
- H. Déterminer les caractéristiques (amplitude, asymptotes, domaine, période, déphasage, étendue et zéros) des graphiques des fonctions trigonométriques de la forme $y = a \sin b(x - c) + d$ et $y = a \cos b(x - c) + d$.
- I. Déterminer les valeurs de a , b , c et d pour les fonctions de la forme $y = a \sin b(x - c) + d$ et $y = a \cos b(x - c) + d$ correspondant à un graphique donné et écrire l'équation de la fonction.
- J. Déterminer une fonction trigonométrique qui modélise une situation pour résoudre un problème.
- K. Expliquer comment les caractéristiques du graphique d'une fonction trigonométrique sont liées aux conditions d'un problème.
- L. Résoudre un problème en analysant le graphique d'une fonction trigonométrique.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

5,1 (A B C F H)

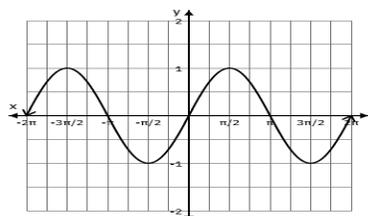
5,2 (C D E F G H I J K L)

5,3 (A B J K L)

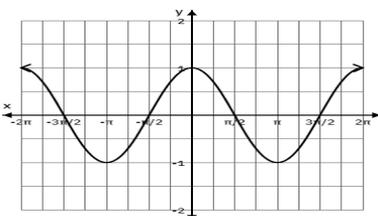
[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

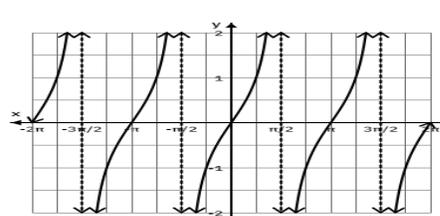
Afin d'esquisser les graphiques de $y = \sin x$ et $y = \cos x$, déterminer les coordonnées des points clés représentant les *abscisses*, les points maximums et les points minimums. Afin d'esquisser le graphique de $y = \tan x$, déterminer les coordonnées des *ordonnées à l'origine* et les équations des asymptotes. Ensuite, pour obtenir un graphique précis de chaque fonction, choisir huit points régulièrement espacés dans chaque période de la fonction et tracer le graphique des résultats.



$y = \sin x$



$y = \cos x$



$y = \tan x$

Le tableau suivant met en évidence les caractéristiques des graphiques de chaque fonction trigonométrique de base :

	$y = \sin x$	$y = \cos x$	$y = \tan x$
Valeur maximale	1	1	aucun
Valeur minimale	-1	-1	aucun
Amplitude	1	1	aucun
Période	2π	2π	π
Abscisse	$\pi n, n \in \mathbb{Z}$	$\frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$	$\pi n, n \in \mathbb{Z}$
ordonnée à l'origine	0	1	0
Domaine	$\{x \mid x \in \mathbb{R}\}$	$\{x \mid x \in \mathbb{R}\}$	$\left\{x \mid x \neq \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}\right\}$
Image	$\{y \mid -1 \leq y \leq 1, y \in \mathbb{R}\}$	$\{y \mid -1 \leq y \leq 1, y \in \mathbb{R}\}$	$\{y \mid y \in \mathbb{R}\}$
Asymptotes verticales	aucune	aucune	$x = \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$

Les caractéristiques des fonctions sinusoïdales de la forme $y = a \sin b(x - c) + d$ et $y = a \cos b(x - c) + d$ peuvent être résumées comme suit :

- L'amplitude est représentée par $|a|$. Elle peut être calculée à l'aide de la formule suivante

$$\text{amplitude} = \frac{\max - \min}{2}$$
- La période peut être calculée en utilisant la formule période = $\frac{2\pi}{|b|}$, en radians, ou période = $\frac{360^\circ}{|b|}$, en degrés.
- Le déphasage est représenté par c . Il s'agit d'un décalage vers la droite si $c > 0$, et vers la gauche si $c < 0$.
- Le déplacement vertical est représenté par d . Il est vers le haut si $d > 0$, et vers le bas si $d < 0$.

12^e année - Sujet : Trigonométrie (T)

RAG : L'élève pourra développer le raisonnement trigonométrique.

11 ^e année	12 ^e année
T2 Résoudre des problèmes comportant les rapports trigonométriques de base (sinus, cosinus et tangente) pour des angles de 0° à 360° en position standard.	T5 Résoudre, algébriquement et graphiquement, des équations trigonométriques du premier et du second degré dont le domaine est exprimé en degrés et en radians.

RAS: T5 - Résoudre, algébriquement et graphiquement, des équations trigonométriques du premier et du second degré dont le domaine est exprimé en degrés et en radians.
[L, R, RP, T, V]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A. Vérifier, avec ou sans l'aide de la technologie, qu'une valeur donnée est une solution d'une équation trigonométrique.
- B. Déterminer algébriquement la solution d'une équation trigonométrique et exprimer, dans la mesure du possible, la solution sous forme exacte.
- C. Déterminer, à l'aide de la technologie, la solution approximative d'une équation trigonométrique sur un domaine restreint.
- D. Établir le lien entre la solution générale d'une équation trigonométrique et les zéros de la fonction trigonométrique correspondante (se limiter aux fonctions sinus et cosinus).
- E. Identifier et corriger toute erreur dans la solution d'une équation trigonométrique.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

4,4 (A B C D E)

5,4 (A B C)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

Les mêmes techniques que celles utilisées pour résoudre les équations linéaires et quadratiques peuvent être utilisées pour résoudre les équations trigonométriques de manière algébrique. On obtient ainsi des équations simplifiées de la forme $\sin x = a$, $\cos x = a$, ou $\tan x = a$. Une valeur initiale de x peut être trouvée soit en utilisant le cercle unitaire pour les valeurs exactes de x , soit en utilisant une calculatrice pour les valeurs approximatives de x . Ensuite, les angles de référence peuvent être utilisés pour trouver d'autres solutions à l'intérieur du domaine donné.

Si une solution générale est requise pour une équation trigonométrique, trouver les solutions dans une rotation positive, 2π ou 360° . Ensuite, utiliser le concept d'angles coterminaux pour écrire une expression qui identifie toutes les solutions possibles.

Si une équation trigonométrique se simplifie en, ou a des composantes qui sont soit de la forme $\sin x = a$ soit $\cos x = a$, où $a \neq \pm 1$, il y aura deux ensembles de solutions générales de la forme $x + 2\pi n$, ou $x + (360n)^\circ$, $n \in \mathbb{Z}$, où x est une solution initiale de l'équation. Comme la période de $y = \sin x$ et $y = \cos x$ est 2π ou 360° , nous ajoutons des multiples de ces valeurs pour générer une solution générale. Si $a = \pm 1$, il n'y aura qu'un seul ensemble de solutions générales.

Prenons l'exemple de l'équation trigonométrique suivante :

$$\begin{aligned}\sqrt{2} \sin x &= 1 \\ \sin x &= \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}\end{aligned}$$

Puisque $\sin x$ est positif dans les quadrants I et II, nous avons les valeurs initiales de $x = \frac{\pi}{4}$ et $x = \frac{3\pi}{4}$. Ces

valeurs initiales peuvent être utilisées pour générer les solutions générales de $x = \frac{\pi}{4} + 2\pi n$, $n \in \mathbb{Z}$ et de

$$x = \frac{3\pi}{4} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}.$$

Si une équation trigonométrique se simplifie en, ou a des composantes qui sont de la forme $\tan x = a$, où a est un nombre réel, il y aura un ensemble de solutions générales de la forme $x \pm \pi n$, ou $x \pm (180n)^\circ$, $n \in \mathbb{Z}$, où x est une solution initiale de l'équation. Comme la période de $y = \tan x$ est π ou 180° , nous ajoutons des multiples de la valeur appropriée pour obtenir une solution générale.

La solution d'une équation trigonométrique peut également être déterminée et illustrée à l'aide de DESMOS ou d'une calculatrice à affichage graphique.

12^e année - Sujet : Trigonométrie (T)

RAG : L'élève pourra développer le raisonnement trigonométrique.

11 ^e année	12 ^e année
	T6 - Démontrer des identités trigonométriques, y compris : <ul style="list-style-type: none">• les identités inverses ;• les identités des quotients ;• les identités de Pythagore ;• les identités de la somme ou de la différence (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente) ;• les identités de l'angle double (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente).

RAS : **T6** - Démontrer des identités trigonométriques, y compris :

- les identités inverses ;
 - les identités des quotients ;
 - les identités de Pythagore ;
 - les identités de la somme ou de la différence (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente) ;
 - les identités de l'angle double (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente).
- [R, T, V]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A. Expliquer la différence entre une identité trigonométrique et une équation trigonométrique.
- B. Vérifier une identité trigonométrique numériquement pour une valeur donnée en degrés ou en radians.
- C. Expliquer pourquoi la vérification de l'égalité entre les deux membres d'une identité trigonométrique pour des valeurs données ne suffit pas pour conclure que l'identité est valable.
- D. Déterminer la validité potentielle d'une identité.
- E. Démontrer la validité d'une identité trigonométrique algébriquement.
- F. Déterminer la valeur exacte d'un rapport trigonométrique en ayant recours aux identités de la somme, de la différence et d'angle double.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

6,1 (A B C D)

6,2 (B D F)

6,3 (C E F)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS : T6 - Démontrer des identités trigonométriques, y compris :

- les identités inverses ;
- les identités des quotients ;
- les identités de Pythagore ;
- les identités de la somme ou de la différence (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente) ;
- les identités de l'angle double (limitées au sinus, au cosinus et à la tangente).

[R, T, V]

Explications détaillées

Une identité trigonométrique est une équation impliquant des fonctions trigonométriques qui est vraie pour toutes les valeurs admissibles de la variable. Les valeurs non admissibles doivent être discutées, mais l'objectif de ce résultat n'est pas d'inciter les élèves à déterminer les valeurs non admissibles. Les identités trigonométriques peuvent être vérifiées numériquement et graphiquement pour différentes valeurs de la variable, mais cela ne suffit pas pour conclure qu'une équation est une identité. Cela ne peut se faire qu'au moyen d'une preuve algébrique. En outre, les expressions trigonométriques peuvent être utilisées pour simplifier des expressions trigonométriques plus compliquées et déterminer les valeurs trigonométriques exactes de certains angles.

Réciproques

$$\operatorname{cosec} x = \frac{1}{\sin x}$$

$$\sec x = \frac{1}{\cos x}$$

$$\operatorname{cotan} x = \frac{1}{\tan x}$$

Identités quotients

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

$$\operatorname{cotan} x = \frac{\cos x}{\sin x}$$

Identités

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$1 + \tan^2 x = \sec^2 x$$

$$\operatorname{cotan}^2 x + 1 = \operatorname{cosec}^2 x$$

Somme des identités

$$\sin (A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$$

$$\cos (A+B) = \cos A \cos B - \sin A \sin B$$

$$\tan (A+B) = \frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \tan B}$$

Différence des identités

$$\sin (A-B) = \sin A \cos B - \cos A \sin B$$

$$\cos (A-B) = \cos A \cos B + \sin A \sin B$$

$$\tan (A-B) = \frac{\tan A - \tan B}{1 + \tan A \tan B}$$

Identités à double angle

$$\sin 2A = 2 \sin A \cos A$$

$$\cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A$$

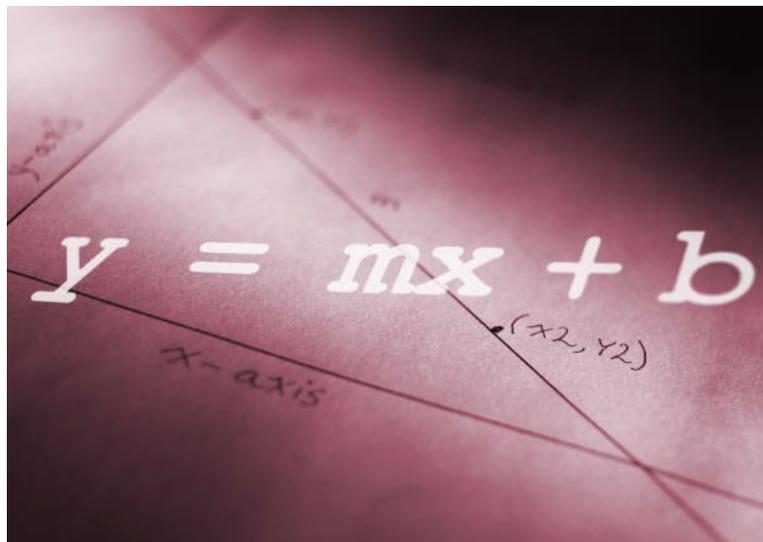
$$\tan 2A = \frac{2 \tan A}{1 - \tan^2 A}$$

$$\cos 2A = 2 \cos^2 A - 1$$

$$\cos 2A = 1 - 2 \sin^2 A$$

Pour prouver algébriquement une identité trigonométrique, réécrire les deux côtés de l'identité séparément dans des expressions identiques. Ne pas déplacer pas les termes d'un côté à l'autre de l'identité. Sans ordre particulier, les stratégies courantes qui peuvent être utilisées pour prouver des identités sont les suivantes :

- Utiliser des quantités connues pour effectuer des substitutions.
- En présence de quadratiques, l'identité de Pythagore, ou l'une de ses formes alternatives, peut souvent être utilisée.
- Réécrire chaque expression en utilisant uniquement le sinus et le cosinus.
- Multiplier le numérateur et le dénominateur par le conjugué d'une expression.
- Factoriser pour simplifier les expressions.



RELATIONS ET FONCTIONS

Résultats d'apprentissage spécifiques

- RF2** Montrer sa compréhension de l'effet des translations verticales et horizontales sur le graphique de fonctions et sur leurs équations respectives.
- RF3** Montrer sa compréhension des effets des compressions et des étirements horizontaux et verticaux sur les graphiques de fonctions et sur leurs équations respectives.
- RF4** Appliquer des translations et des compressions ou des étirements aux graphiques de fonctions et à leurs équations respectives.
- RF5** Montrer sa compréhension des effets de réflexions (rabattements) sur les graphiques des fonctions et leurs équations respectives, y compris des réflexions (rabattements) par rapport à :
- l'axe des x ;
 - l'axe des y ;
 - la droite $y = x$.
- RF6** Montrer sa compréhension des réciproques de relations.
- RF7** Montrer sa compréhension des logarithmes.
- RF8** Montrer sa compréhension des lois des logarithmes du produit, du quotient et des puissances.
- RF9** Tracer le graphique et analyser des fonctions exponentielles et logarithmiques.
- RF10** Résoudre des problèmes comportant des équations exponentielles et logarithmiques.
- RF11** Montrer sa compréhension de la décomposition en facteurs de polynômes de degré supérieur à 2 (limités aux polynômes de degré ≤ 5 ayant des coefficients entiers).
- RF12** Tracer le graphique et analyser des fonctions polynomiales (limitées aux fonctions polynomiales de degré ≤ 5).
- RF13** Tracer le graphique et analyser des fonctions racines (limitées à des fonctions ne contenant qu'un radical).
- RF14** Tracer et analyser des fonctions rationnelles (limitées à des numérateurs et à des dénominateurs qui sont des monômes, des binômes ou des trinômes).

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)**RAG** : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
	RF2 - Montrer sa compréhension de l'effet des translations verticales et horizontales sur le graphique de fonctions et sur leurs équations respectives.

RAS : **RF2 - Montrer sa compréhension de l'effet des translations verticales et horizontales sur le graphique de fonctions et sur leurs équations respectives. [C, L, R, V]**

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A. Comparer les graphiques d'un ensemble de fonctions de la forme $y - k = f(x)$ au graphique de $y = f(x)$ et formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, une règle générale quant à l'effet de k .
- B. Comparer les graphiques d'un ensemble de fonctions de la forme $y = f(x - h)$ au graphique de $y = f(x)$ et formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, une règle générale quant à l'effet de h .
- C. Comparer les graphiques d'un ensemble de fonctions de la forme $y - k = f(x - h)$ au graphique de $y = f(x)$ et formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, une règle générale quant à l'effet de h et de k .
- D. Esquisser le graphique de $y - k = f(x)$, de $y = f(x - h)$ ou de $y - k = f(x - h)$ pour des valeurs données de h et de k à partir d'une esquisse de la fonction $y = f(x)$ où l'équation de $y = f(x)$ n'est pas donnée.
- E. Représenter, sous la forme d'une équation, une fonction dont le graphique est une translation verticale et/ou horizontale du graphique de la fonction $y = f(x)$.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

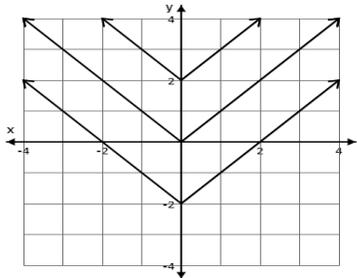
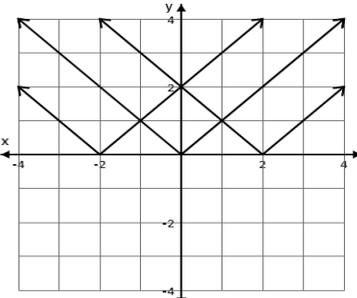
1,1 (A B C D E)**2,1 (A B)**

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS : RF2 - Montrer sa compréhension de l'effet des translations verticales et horizontales sur le graphique de fonctions et sur leurs équations respectives. [C, L, R, V]

Explications détaillées

Les translations sont des transformations qui déplacent tous les points du graphique d'une fonction vers le haut, le bas, la gauche ou la droite, sans modifier la forme ou l'orientation du graphique. Une esquisse du graphique de $y - k = f(x - h)$, souvent réécrit comme $y = f(x - h) + k$, peut être créée en procédant à la translation des points clés du graphique de la fonction de base $y = f(x)$. Le tableau résume les translations de la fonction $y = f(x)$.

FONCTION	TRANSFORMATION DE $y = f(x)$	COORDONNÉES	EXEMPLE
$y - k = f(x)$, ou $y = f(x) + k$	Translation verticale : Si $k > 0$, la translation est vers le haut. Si $k < 0$, la translation est vers le bas.	$(x, y) \rightarrow (x, y + k)$	
$y = f(x - h)$	Translation horizontale : Si $h > 0$, la translation se fait vers la droite. Si $h < 0$, la translation se fait vers la gauche.	$(x, y) \rightarrow (x + h, y)$	

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)**RAG** : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
RF3 - Analyser des fonctions quadratiques de la forme $y = a(x - p)^2 + q$, et déterminer : <ul style="list-style-type: none">• le sommet ;• le domaine et l'image ;• la direction de l'ouverture ;• l'axe de symétrie ;• les coordonnées à l'origine.	RF3 - Montrer sa compréhension des effets des compressions et des étirements horizontaux et verticaux sur les graphiques de fonctions et sur leurs équations respectives.

RAS : **RF3 - Montrer sa compréhension des effets des compressions et des étirements horizontaux et verticaux sur les graphiques de fonctions et sur leurs équations respectives. [C, L, R, V]***Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :*

- Comparer les graphiques d'un ensemble de fonctions de la forme $y = af(x)$ au graphique de $y = f(x)$ et formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, une règle générale quant à l'effet de a .
- Comparer les graphiques d'un ensemble de fonctions de la forme $y = f(bx)$ au graphique de $y = f(x)$ et formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, une règle générale quant à l'effet de b .
- Comparer les graphiques d'un ensemble de fonctions de la forme $y = af(bx)$ au graphique de $y = f(x)$ et formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, une règle générale quant à l'effet de a et de b .
- Esquisser le graphique de $y = af(x)$, de $y = f(bx)$ ou de $y = af(bx)$ pour des valeurs données de a et de b à partir d'une esquisse de la fonction $y = f(x)$ où l'équation de $y = f(x)$ n'est pas donnée.
- Représenter, sous la forme d'une équation, une fonction étant donné le graphique représentant une compression ou un étirement vertical et/ou horizontal du graphique de la fonction $y = f(x)$.

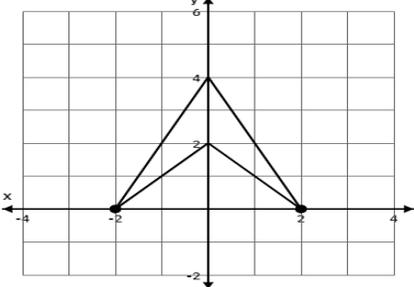
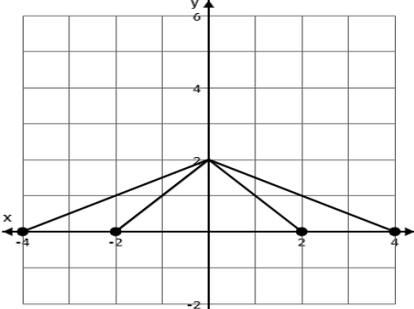
Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

1,2 (A B C D E)**2,1 (A B)**

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

Les étirements sont des transformations qui modifient la forme d'un graphique en fonction d'un facteur d'échelle constant. Si le facteur d'échelle est supérieur à 1, l'image résultante est plus grande que le graphique original. Si le facteur d'échelle est compris entre 0 et 1, l'image résultante est plus petite que le graphique original. Une esquisse du graphique d'un étirement peut être créée à l'aide des points clés du graphique de la fonction de base $y = f(x)$. Le tableau résume les étirements de la fonction $y = f(x)$.

FONCTION	TRANSFORMATION DE $y = f(x)$	COORDONNÉES	EXEMPLE
$y = af(x)$	Étirement vertical autour de l'axe des x d'un facteur de $ a $; si $a < 0$, alors le graphique se reflète également dans l'axe des x .	$(x, y) \rightarrow (x, ay)$	
$y = f(bx)$	Étirement horizontal autour de l'axe des y d'un facteur de $\frac{1}{ b }$; si $b < 0$, alors le graphique se reflète également dans l'axe des y .	$(x, y) \rightarrow \left(\frac{x}{b}, y\right)$	

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)**RAG** : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
RF3 - Analyser des fonctions quadratiques de la forme $y = a(x - p)^2 + q$, et déterminer : <ul style="list-style-type: none">• le sommet ;• le domaine et l'image ;• la direction de l'ouverture ;• l'axe de symétrie ;• les coordonnées à l'origine.	RF4 - Appliquer des translations et des compressions ou des étirements aux graphiques de fonctions et à leurs équations respectives.

RAS : **RF4 - Appliquer des translations et des compressions ou des étirements aux graphiques de fonctions et à leurs équations respectives. [C, L, R, V]***Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :*

- A.** Esquisser le graphique de la fonction $y - k = af(b(x - h))$ pour des valeurs données de a, b, h et k , à partir du graphique donné de la fonction $y = f(x)$, où l'équation de $y = f(x)$ n'est pas donnée.
- B.** Représenter, sous la forme d'une équation, une fonction à partir du graphique représentant une translation, une compression et/ou un étirement du graphique de la fonction $y = f(x)$.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

1,3 (A B)**2,1 (A B)**

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

Lorsque l'on combine des transformations, la fonction transformée doit être écrite sous la forme $y = af[b(x-h)] + k$ afin de mieux identifier les transformations individuelles. Noter que l'ordre dans lequel les transformations sont effectuées est important. Les étirements et les réflexions peuvent être effectués dans n'importe quel ordre, mais ils sont toujours effectués avant les translations. Cela correspond à l'ordre des opérations sur les nombres réels.

Lorsque le graphique de la fonction transformée $y = af[b(x-h)] + k$ est comparé au graphique de $y = f(x)$, les paramètres a , b , h et k correspondent aux transformations suivantes :

- a correspond à un étirement vertical autour de l'axe des x d'un facteur de $|a|$; si $a < 0$, alors la fonction est également réfléchie sur l'axe des x ;
- b correspond à un étirement horizontal autour de l'axe des y d'un facteur de $\frac{1}{|b|}$; si $b < 0$, alors la fonction se reflète également dans l'axe des y ;
- h correspond à une translation horizontale;
- k correspond à une translation verticale.

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)**RAG** : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
RF11 - Tracer le graphique et analyser des fonctions inverses (en se limitant à l'inverse des fonctions linéaires et quadratiques).	RF5 - Montrer sa compréhension des effets de réflexions (rabattements) sur les graphiques des fonctions et leurs équations respectives, y compris des réflexions (rabattements) par rapport à : <ul style="list-style-type: none">• l'axe des x ;• l'axe des y ; la droite $y = x$.

RAS : **RF5** - Montrer sa compréhension des effets de réflexions (rabattements) sur les graphiques des fonctions et leurs équations respectives, y compris des réflexions (rabattements) par rapport à :

- l'axe des x ;
- l'axe des y ;
- la droite $y = x$.

[C, L, R, V]*Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :*

- Formuler la relation générale entre les coordonnées d'un point et celles du point obtenu par réflexion par rapport à l'axe des x , l'axe des y ou la droite $y = x$.
- Esquisser le résultat d'une réflexion (rabattement) du graphique de la fonction $y = f(x)$ par rapport à l'axe des x , l'axe des y ou la droite $y = x$, étant donné le graphique de la fonction $y = f(x)$ où l'équation de $y = f(x)$ n'est pas donnée.
- Formuler, en ayant recours au raisonnement inductif, et expliquer une règle générale relative à la réflexion (rabattement) du graphique d'une fonction $y = f(x)$ par rapport à l'axe des x , l'axe des y ou la droite $y = x$.
- Esquisser les graphiques des fonctions $y = -f(x)$, $y = f(-x)$ et $x = -f(y)$, étant donné le graphique de la fonction $y = f(x)$ où l'équation de $y = f(x)$ n'est pas donnée.
- Représenter, sous la forme d'une équation, une fonction dont le graphique est une réflexion (rabattement) du graphique de la fonction $y = f(x)$ par rapport à l'axe des x , l'axe des y ou la droite $y = x$.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

1,2 (A B C D E)**1,4 (A B C D E)****2,1 (A B)**

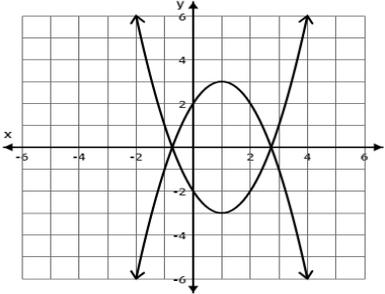
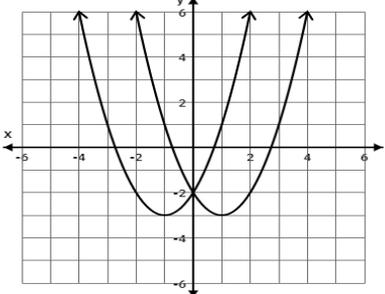
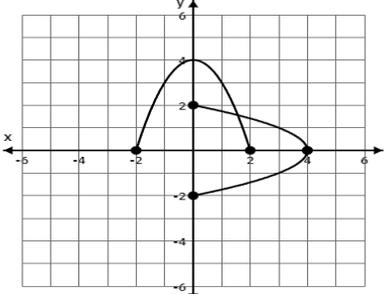
[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS : RF5 - Montrer sa compréhension des effets de réflexions (rabattements) sur les graphiques des fonctions et leurs équations respectives, y compris des réflexions (rabattements) par rapport à :

- l'axe des x ;
 - l'axe des y ;
 - la droite $y = x$.
- [C, L, R, V]

Explications détaillées

Les réflexions sont des transformations qui reflètent un graphique à travers une ligne sans changer la forme du graphique. Une esquisse du graphique d'une réflexion peut être créée à l'aide des points clés du graphique de la fonction de base $y = f(x)$. Le tableau résume les réflexions de la fonction $y = f(x)$.

FONCTION OU RELATION	TRANSFORMATION DE $y = f(x)$	COORDONNÉES	EXEMPLE
$y = -f(x)$	Réflexion sur l'axe des x	$(x, y) \rightarrow (x, -y)$	
$y = f(-x)$	Réflexion sur l'axe des y	$(x, y) \rightarrow (-x, y)$	
$x = f(y)$	Réflexion par rapport à la droite $y = x$	$(x, y) \rightarrow (y, x)$	

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)**RAG** : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
RF11 - Tracer le graphique et analyser des fonctions inverses (en se limitant à l'inverse des fonctions linéaires et quadratiques).	RF6 - Montrer sa compréhension des réciproques de relations.

RAS : **RF6 - Montrer sa compréhension des réciproques de relations. [C, L, R, V]***Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :*

- A.** Expliquer comment le graphique de la droite $y = x$ peut être utilisé pour esquisser la réciproque d'une relation.
- B.** Expliquer comment la transformation $(x, y) \rightarrow (y, x)$ peut être utilisée pour esquisser la réciproque d'une relation.
- C.** Esquisser, à partir du graphique de la relation, le graphique de sa réciproque.
- D.** Déterminer si une relation et sa réciproque sont des fonctions.
- E.** Déterminer les restrictions qui doivent être apportées au domaine d'une fonction pour que sa réciproque soit une fonction.
- F.** Déterminer l'équation et esquisser le graphique de la réciproque étant donné l'équation d'une relation linéaire ou quadratique.
- G.** Expliquer la relation entre les domaines et les images d'une relation et de sa réciproque.
- H.** Déterminer, algébriquement ou graphiquement, si deux fonctions sont des réciproques l'une de l'autre.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

1,4 (A B C D E F G H)**2,1 (A B)**

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

La réciproque d'une relation peut être trouvée en renversant les *coordonnées x* et les *coordonnées y* des points de son graphique. Le graphique de la réciproque d'une fonction est le graphique d'une réflexion par rapport à la droite $y = x$. Par conséquent, il est facile de vérifier graphiquement que deux relations sont réciproque l'une de l'autre. Le domaine et l'image d'une relation deviennent respectivement l'image et le domaine de réciproque de la relation.

Toutes les fonctions n'ont pas des réciproques qui sont des fonctions. Le test de la ligne horizontale peut être utilisé pour déterminer si la réciproque sera une fonction. Cependant, il est possible de créer un réciproque qui soit une fonction en limitant le domaine de la fonction originale à un intervalle spécifié. Lorsque la réciproque d'une fonction, $f(x)$, est elle-même une fonction, elle est désignée par $f^{-1}(x)$. Cependant, les élèves doivent être prudents lorsqu'ils utilisent cette notation, car elle n'est pas égale à $\frac{1}{f(x)}$.

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
	RF7 - Montrer sa compréhension des logarithmes.

RAS : **RF7 - Montrer sa compréhension des logarithmes. [CE, L, R]**

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Expliquer la relation entre les logarithmes et les exposants.
- B.** Exprimer une expression logarithmique sous la forme d'une expression exponentielle et vice-versa.
- C.** Déterminer la valeur exacte d'un logarithme tel que $\log_2 8$, sans l'aide de la technologie.
- D.** Estimer la valeur d'un logarithme, à l'aide de points de repère, et expliquer le raisonnement, p. ex. : vu que $\log_2 8 = 3$ et que $\log_2 16 = 4$, $\log_2 9$ est alors égal à environ 3,1.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

8,1 (A B C D)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

Les fonctions logarithmiques sont les réciproques des fonctions exponentielles. Par conséquent, les équations sous forme exponentielle peuvent être écrites sous forme logarithmique, et vice versa. L'équation exponentielle $x = c^y$ est équivalente à l'équation logarithmique $y = \log_c x$. Dans les deux équations, c est la base et y est l'exposant.

La réciproque de la fonction exponentielle $y = c^x$, $c > 0$, $c \neq 1$, est $x = c^y$, ce qui équivaut à $y = \log_c x$, sous forme logarithmique. La réciproque de la fonction logarithmique $y = \log_c x$, $c > 0$, $c \neq 1$, est $x = \log_c y$, ce qui équivaut à $y = c^x$, sous forme exponentielle.

Un logarithme commun est de base 10. Il n'est pas nécessaire d'écrire la base pour les logarithmes communs, de sorte que $\log_{10} x$ peut être écrit comme suit : $\log x$.

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
	RF8 - Montrer sa compréhension des lois des logarithmes du produit, du quotient et des puissances.

RAS : **RF8 - Montrer sa compréhension des lois des logarithmes du produit, du quotient et des puissances. [C, L, R, T]**

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Développer et formuler des lois générales pour les logarithmes à l'aide d'exemples numériques et des lois des exposants.
- B.** Déterminer, à l'aide des lois des logarithmes, une expression équivalente à une expression logarithmique.
- C.** Déterminer, à l'aide de la technologie, la valeur approximative d'une expression logarithmique, telle que $\log_2 9$.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

8,3 (A B)

8,4 (C)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS : RF8 - Montrer sa compréhension des lois des logarithmes du produit, du quotient et des puissances. [C, L, R, T]

Explications détaillées

Les expressions logarithmiques impliquant une multiplication, une division et des exposants peuvent être réécrites en utilisant les lois des logarithmes. Soit P un nombre réel quelconque, et M , N et c des nombres réels positifs, où $c \neq 1$. Les lois logarithmiques suivantes sont alors valables :

NOM	LOI	DESCRIPTION
Logarithme d'un produit	$\log_c MN = \log_c M + \log_c N$	Le logarithme d'un produit de nombres est la somme des logarithmes des nombres.
Logarithme d'un quotient	$\log_c \frac{M}{N} = \log_c M - \log_c N$	Le logarithme d'un quotient de nombres est la différence des logarithmes des nombres.
Logarithme d'une puissance	$\log_c M^P = P \log_c M$	Le logarithme d'une puissance d'un nombre est la puissance multipliée par le logarithme du nombre.

Les lois des logarithmes doivent être dérivées pour démontrer qu'elles s'appliquent dans tous les contextes.

Pour évaluer un logarithme tel que $\log_2 9$, dont l'argument n'est pas une puissance rationnelle de la base, on peut procéder comme suit :

Soit $x = \log_2 9$. En réécrivant cette équation comme une équation exponentielle, nous obtenons $2^x = 9$. Si nous prenons maintenant le logarithme commun des deux côtés, nous obtenons $\log 2^x = \log 9$. L'application de la règle de puissance des logarithmes convertit cette équation en $x \log 2 = \log 9$, et la résolution pour x nous conduit à $x = \frac{\log 9}{\log 2} \approx 3.1699$.

L'utilisation de cette méthode nous donne le résultat général suivant :

$$\log_c M = \frac{\log M}{\log c}$$

C'est ce qu'on appelle la formule de changement de base pour les logarithmes.

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
	RF9 - Tracer le graphique et analyser des fonctions exponentielles et logarithmiques.

RAS : **RF9 - Tracer le graphique et analyser des fonctions exponentielles et logarithmiques.** [C, L, T, V]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Esquisser, avec ou sans l'aide de la technologie, le graphique d'une fonction exponentielle de la forme $y = a^x, a > 0$.
- B.** Identifier les caractéristiques du graphique d'une fonction exponentielle de la forme $y = a^x, a > 0$, y compris le domaine, l'image, l'asymptote horizontale et les coordonnées à l'origine, et expliquer la signification de l'asymptote horizontale.
- C.** Esquisser le graphique d'une fonction exponentielle en appliquant un ensemble de transformations au graphique de $y = a^x, a > 0$, et indiquer les caractéristiques du graphique.
- D.** Esquisser, avec ou sans l'aide de la technologie, le graphique d'une fonction logarithmique de la forme $y = \log_b x, b > 1$.
- E.** Identifier les caractéristiques du graphique d'une fonction logarithmique de la forme $y = \log_b x, b > 1$, y compris le domaine, l'image, l'asymptote verticale et les coordonnées à l'origine, et expliquer la signification de l'asymptote verticale.
- F.** Esquisser le graphique d'une fonction logarithmique en appliquant un ensemble de transformations au graphique de $y = \log_b x, b > 1$, et indiquer les caractéristiques du graphique.
- G.** Démontrer, graphiquement, qu'une fonction logarithmique et une fonction exponentielle de même base sont des réciproques l'une de l'autre.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

7,1 (A B)

7,2 (C)

8,1 (D E G)

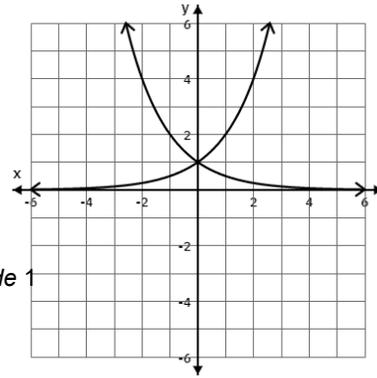
8,2 (F)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

Une fonction exponentielle de la forme $y = c^x$, $c > 0$, présente les caractéristiques suivantes :

- Croissante si $c > 1$ $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ $y = 2^x$
- Décroissante si $0 < c < 1$
- Est une ligne horizontale si $c = 1$
- A un domaine de $\{x \mid x \in \mathbb{R}\}$
- A une image de $\{y \mid y > 0\}$ avec une ordonnée à l'origine de 1
- Aucune abscisse à l'origine
- A une asymptote horizontale à $x = 0$



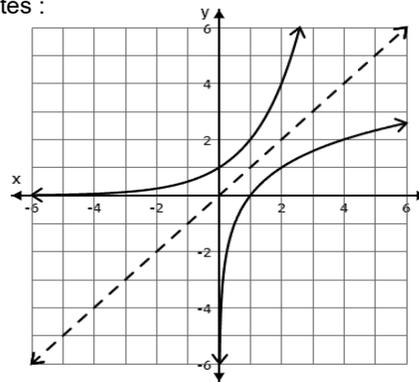
Pour tracer le graphique d'une fonction exponentielle de la forme $y = a(c)^{b(x-h)} + k$, appliquer des

transformations au graphique de $y = c^x$, où $c > 0$. Se rappeler que les transformations représentées par a et b sont appliquées avant les transformations représentées par h et k .

Les graphiques d'une fonction exponentielle et de sa fonction logarithmique inverse sont des réflexions l'un de l'autre sur la ligne $y = x$, comme indiqué ci-dessous à droite. Une fonction logarithmique de la forme

$y = \log_c x$, $c > 0$, $c \neq 1$, présente les caractéristiques suivantes :

- Croissante si $c > 1$ $y = 2^x$
- Décroissante si $0 < c < 1$
- A un domaine de $\{x \mid x > 0\}$ $y = \log_2 x$
- A un image de $\{y \mid y \in \mathbb{R}\}$
- A une ordonnée à l'origine de 1
- Aucune abscisse à l'origine
- A une asymptote verticale à $y = 0$



Pour tracer le graphique d'une fonction logarithmique de la forme $y = a \log_c [b(x-h)] + k$, appliquer des

transformations au graphique de $y = \log_c x$, où $c > 0$. Se rappeler que les transformations représentées par a et b sont appliquées avant les transformations représentées par h et k .

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
	RF10 - Résoudre des problèmes comportant des équations exponentielles et logarithmiques.

RAS : **RF10 - Résoudre des problèmes comportant des équations exponentielles et logarithmiques.**
[C, L, R, RP]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Déterminer la solution d'une équation exponentielle dans laquelle les bases sont des puissances les unes des autres.
- B.** Déterminer, à l'aide de diverses stratégies, la solution d'une équation exponentielle dans laquelle les bases ne sont pas des puissances les unes des autres.
- C.** Déterminer la solution d'une équation logarithmique et vérifier la solution.
- D.** Résoudre un problème comportant une croissance exponentielle ou une désintégration.
- E.** Résoudre un problème comportant l'application d'équations exponentielles aux prêts, aux hypothèques et aux placements.
- F.** Résoudre un problème comportant les échelles logarithmiques comme l'échelle de Richter et l'échelle de pH.
- G.** Résoudre un problème en modélisant une situation comportant une équation exponentielle ou logarithmique.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

7,1 (D)

7,2 (D)

7,3 (A D E)

8,3 (F)

8,4 (B C D E G)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS : RF10 - Résoudre des problèmes comportant des équations exponentielles et logarithmiques.
[C, L, R, RP]

Explications détaillées

Certaines équations exponentielles peuvent être résolues directement si les termes situés de part et d'autre du signe égal ont la même base ou peuvent être réécrits de manière à avoir la même base.

- Si les bases sont identiques, poser l'égalité des exposants et résoudre pour la variable.
- Si les bases sont différentes, mais peuvent être réécrites avec la même base, utiliser les lois sur les exposants, puis poser l'égalité des exposants et résoudre pour la variable.

Pour résoudre une équation logarithmique de manière algébrique, commencer par appliquer les lois des logarithmes pour exprimer chaque côté de l'équation sous la forme d'un seul logarithme, puis mettre les arguments en équation et résoudre la variable. Voici quatre propriétés utiles pour résoudre les équations logarithmiques. Dans tous les cas, $c, L, r > 0$ and $c \neq 1$.

- Si $\log_c L = \log_c R$, alors $L = R$.
- L'équation $\log_c L = R$ peut être réécrite avec des logarithmes des deux côtés de l'équation comme suit : $\log_c L = \log_c c^R$.
- L'équation $\log_c L = R$ peut être écrite sous forme exponentielle comme suit : $L = c^R$.
- Le logarithme de zéro ou d'un nombre négatif n'est pas défini. Pour déterminer si une racine possible est étrangère, il faut toujours la replacer dans l'équation originale et vérifier si tous les logarithmes sont définis.

Toutes les équations exponentielles peuvent être résolues algébriquement en prenant les logarithmes des deux côtés de l'équation. Appliquer ensuite la règle de puissance des logarithmes pour résoudre la variable.

De nombreuses situations du monde réel, telles que la croissance démographique et la décroissance radioactive, peuvent être modélisées par une équation exponentielle ou logarithmique. Voici un modèle général pour de nombreux problèmes impliquant une croissance ou une décroissance exponentielle :

$$\text{valeur finale} = (\text{valeur initiale}) \cdot (\text{taux de variation})^{(\text{nombre d'intervalles})}$$

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
RF1 - Décomposer en facteurs les expressions polynomiales de la forme suivante : <ul style="list-style-type: none">• $ax^2 + bx + c, a \neq 0$• $a^2x^2 - b^2y^2, a \neq 0, b \neq 0$• $a[f(x)]^2 + b[f(x)] + c, a \neq 0$• $a^2[f(x)]^2 - b^2[g(y)]^2, a \neq 0, b \neq 0$	RF11 - Montrer sa compréhension de la décomposition en facteurs de polynômes de degré supérieur à 2 (limités aux polynômes de degré ≤ 5 ayant des coefficients entiers).

RAS : **RF11 - Montrer sa compréhension de la décomposition en facteurs de polynômes de degré supérieur à 2 (limités aux polynômes de degré ≤ 5 ayant des coefficients entiers).** [C, CE, L]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- Expliquer en quoi l'algorithme de la division d'un polynôme par un binôme de la forme $x - a, a \in \mathbb{Z}$, est relié à la division synthétique.
- Diviser un polynôme par un binôme de la forme $x - a, a \in \mathbb{Z}$ en ayant recours à l'algorithme de la division ou la division synthétique.
- Expliquer la relation entre les diviseurs (facteurs) linéaires d'un polynôme et les zéros de la fonction polynomiale synthétique.
- Expliquer la relation entre le reste d'une division d'un polynôme par $x - a, a \in \mathbb{Z}$ et la valeur du polynôme quand $x = a$ (théorème du reste).
- Expliquer et appliquer le théorème de factorisation pour exprimer un polynôme sous la forme d'un produit de facteurs.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

3,2 (A B D)

3,3 (C E)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

RAS : RF11 - Montrer sa compréhension de la décomposition en facteurs de polynômes de degré supérieur à 2 (limités aux polynômes de degré ≤ 5 ayant des coefficients entiers). [C, CE, L]

Explications détaillées

Un polynôme peut être divisé par un binôme en utilisant soit la division longue, soit la division synthétique. Le résultat de la division d'un polynôme en x , $P(x)$, par un binôme de la forme $x - a$, peut être écrit sous la forme

$$\frac{P(x)}{x-a} = Q(x) + \frac{R}{x-a} \text{ ou } P(x) = (x-a)Q(x) + R, \text{ où } Q(x) \text{ est le quotient et } R \text{ le reste.}$$

Pour vérifier le résultat d'une division, multiplier le quotient, $Q(x)$, par le diviseur, $x - a$, puis ajouter le reste, R , au produit. Le résultat doit être le dividende, $P(x)$.

Le théorème du reste stipule que lorsqu'un polynôme en x , $P(x)$, est divisé par un binôme de la forme $x - a$, le reste est $P(a)$. Un reste non nul signifie que le binôme n'est pas un facteur de $P(x)$. Le théorème des facteurs stipule que $x - a$ est un facteur d'un polynôme $P(x)$ si et seulement si $P(a) = 0$. Le théorème du zéro intégral stipule que si $x - a$ est un facteur de la fonction polynomiale $P(x)$ à coefficients entiers, alors a est un facteur du terme constant de $P(x)$.

Le théorème des facteurs et le théorème du reste peuvent être utilisés pour factoriser certaines fonctions polynomiales, en suivant la procédure suivante :

- Utiliser le théorème du reste pour dresser la liste des valeurs entières possibles pour les zéros.
- Ensuite, appliquer le théorème du reste pour déterminer un facteur.
- Ensuite, utiliser la division pour déterminer le facteur manquant.
- Répéter les étapes ci-dessus jusqu'à ce que tous les facteurs soient trouvés, que le résultat soit une quadratique qui peut être transformée en utilisant les stratégies traditionnelles, ou que le facteur restant ne puisse pas être transformé.

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
RF4 - Analyser des fonctions quadratiques de la forme $y = ax^2 + bx + c$ pour identifier les caractéristiques du graphique correspondant, notamment : <ul style="list-style-type: none">• le sommet ;• le domaine et l'image ;• la direction de l'ouverture ;• l'axe de symétrie ;• les coordonnées à l'origine pour résoudre des problèmes.	RF12 - Tracer le graphique et analyser des fonctions polynomiales (limitées aux fonctions polynomiales de degré ≤ 5).

RAS : **RF12 - Tracer le graphique et analyser des fonctions polynomiales (limitées aux fonctions polynomiales de degré ≤ 5). [C, L, T, V]**

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- Identifier, dans un ensemble de fonctions, lesquelles sont des fonctions polynomiales et expliquer le raisonnement.
- Expliquer comment le terme constant et le coefficient de la puissance la plus élevée dans l'équation d'une fonction polynomiale influencent la forme de son graphique.
- Formuler des règles générales pour représenter graphiquement des fonctions polynomiales de degré pair ou impair.
- Expliquer la relation entre :
 - les zéros d'une fonction polynomiale ;
 - les racines de l'équation polynomiale correspondante ;
 - les abscisses à l'origine du graphique de la fonction polynomiale.
- Expliquer comment la multiplicité des zéros d'une fonction polynomiale influence la forme de son graphique.
- Esquisser, avec ou sans l'aide de la technologie, le graphique d'une fonction polynomiale.
- Résoudre un problème en modélisant une situation donnée comportant une fonction polynomiale et en analysant le graphique de la fonction

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

3,1 (A B C)

3,4 (D E F G)

[C] Communication
[L] Liens

[CE] Calcul mental
et estimation

[RP] Résolution de problèmes
[R] Raisonnement

[T] Technologie
[V] Visualisation

RAS : RF12 - Tracer le graphique et analyser des fonctions polynomiales (limitées aux fonctions polynomiales de degré ≤ 5). [C, L, T, V]

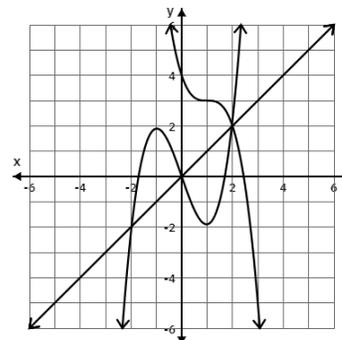
Explications détaillées

Une fonction polynomiale se présente sous la forme suivante :

$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$, où a_n est le premier coefficient, a_0 est la constante et le degré du polynôme, n , est l'exposant de la plus grande puissance de la variable x .

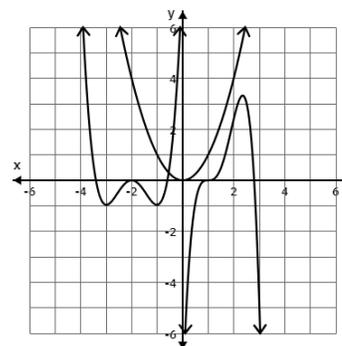
Les graphes de degré impair présentent les caractéristiques suivantes :

- un graphique qui s'étend vers le bas dans le quadrant III et vers le haut dans le quadrant I lorsque le coefficient directeur est positif;
- un graphique qui s'étend vers le haut dans le quadrant II et vers le bas dans le quadrant IV lorsque le coefficient directeur est négatif;
- une *ordonnée à l'origine* qui correspond au terme constant de la fonction;
- au moins une *abscisse à l'origine* et jusqu'à un maximum de n *abscisses à l'origine*, où n est le degré de la fonction;
- un domaine de $\{x \mid x \in \mathbb{R}\}$ et une image de $\{y \mid y \in \mathbb{R}\}$;
- pas de maximum ou de minimum de points.



Les graphes de degré pair présentent les caractéristiques suivantes :

- un graphique qui s'étend vers le haut dans le quadrant II et vers le haut dans le quadrant I lorsque le coefficient directeur est positif;
- un graphique qui s'étend vers le bas dans le quadrant III et vers le bas dans le quadrant IV lorsque le coefficient directeur est négatif;
- une *ordonnée à l'origine* qui correspond au terme constant de la fonction;
- de zéro à un maximum de n *abscisses à l'origine*, où n est le degré de la fonction;
- un domaine de $\{x \mid x \in \mathbb{R}\}$ et une image qui dépend de la valeur maximale ou minimale de la fonction.



Le graphique d'une fonction polynomiale peut être esquissé à l'aide des ordonnées, du degré de la fonction et du signe du premier coefficient. Lorsqu'un polynôme est sous forme factorisée avec un facteur répété n fois, le zéro correspondant a une multiplicité n . La forme d'un graphique proche d'un zéro de $x = a$ (multiplicité n) est similaire à la forme du graphique d'une fonction de degré égal à n de la forme $y = (x - a)^n$. Les fonctions polynomiales changent de signe aux *abscisses à l'origine* qui correspondent à des zéros de multiplicité impaire. Le graphique se croise sur l'axe des x à ces points d'intersection. Les fonctions polynomiales ne changent pas de signe aux *abscisses à l'origine* qui correspondent à des zéros de multiplicité paire. Le graphique touche, mais ne croise pas, l'axe des x à ces ordonnées.

Pour tracer le graphique d'une fonction polynomiale de la forme $y = a[b(x - h)]^n + k$, appliquer des transformations au graphique de $y = x^n$, où $n \in \mathbb{N}$. Se rappeler que les transformations représentées par a et b sont appliquées avant les transformations représentées par h et k .

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)

RAG : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
AN3 - Résoudre des problèmes comportant des équations contenant des radicaux (en se limitant aux racines carrées).	RF13 - Tracer le graphique et analyser des fonctions racine (limitées à des fonctions ne contenant qu'un radical).

RAS : **RF13 - Tracer le graphique et analyser des fonctions racine (limitées à des fonctions ne contenant qu'un radical).** [L, R, T, V]

Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :

- A.** Esquisser, à l'aide d'une table de valeurs, le graphique de la fonction $y = \sqrt{x}$, puis en énoncer le domaine et l'image.
- B.** Esquisser le graphique d'une fonction de la forme $y = a\sqrt{b(x-h)}$ en appliquant des transformations au graphique de la fonction $y = \sqrt{x}$, puis en énoncer le domaine et l'image.

* Il est prévu que ce résultat soit intégré dans l'étude des transformations du chapitre 1.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

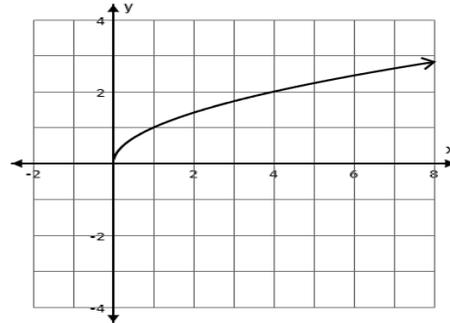
2,1 (A B)

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

La fonction radicale $y = \sqrt{x}$ présente les caractéristiques suivantes :

- a une extrémité gauche à $(0,0)$
- n'a pas d'extrémité droite
- est la forme d'une demi parabole
- a un domaine de $\{x \mid x \geq 0\}$
- dispose d'une image de $\{y \mid y \geq 0\}$



Pour dessiner le graphique d'une fonction radicale de la forme $y = a\sqrt{b(x-h)} + k$, appliquer des transformations au graphique de $y = \sqrt{x}$. Se rappeler que les transformations représentées par a et b sont appliquées avant les transformations représentées par h et k .

Les transformations radicales de fonctions doivent être intégrées simultanément avec les autres résultats de la transformation de fonctions.

MAT621M - Sujet : Relations et fonctions (RF)**RAG** : Développer le raisonnement algébrique et le raisonnement graphique à travers l'étude des relations.

11 ^e année	12 ^e année
AN6 - Résoudre des problèmes comportant des équations rationnelles (en se limitant aux numérateurs et aux dénominateurs qui sont des monômes, des binômes et des trinômes).	RF14 - Tracer et analyser des fonctions rationnelles (limitées à des numérateurs et à des dénominateurs qui sont des monômes, des binômes ou des trinômes).

RAS : **RF14 - Tracer et analyser des fonctions rationnelles (limitées à des numérateurs et à des dénominateurs qui sont des monômes, des binômes ou des trinômes). [L, R, T, V]***Les indicateurs suivants peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant :*

- A.** Tracer, avec ou sans l'aide de la technologie, le graphique d'une fonction rationnelle.
- B.** Analyser les graphiques d'un ensemble de fonctions rationnelles afin d'en déterminer des caractéristiques communes.
- C.** Expliquer comment des valeurs de la variable proches des valeurs non permises influencent le graphique de fonctions rationnelles.
- D.** Déterminer si le graphique d'une fonction rationnelle présente une asymptote ou un « trou » pour une valeur non permise de la variable.
- E.** Apparier les fonctions rationnelles d'un ensemble à leurs graphiques correspondants et expliquer le raisonnement.

Section(s) du texte de Pré-Calcul12 qui aborde(nt) le résultat spécifique du programme d'études avec les indicateurs de réalisation pertinents entre parenthèses :

9,1 (A B C)**9,2 (A C D E)**

[C] Communication	[CE] Calcul mental et estimation	[RP] Résolution de problèmes	[T] Technologie
[L] Liens		[R] Raisonnement	[V] Visualisation

Explications détaillées

Les fonctions rationnelles sont des fonctions de la forme $f(x) = \frac{p(x)}{q(x)}$, où $p(x)$ et $q(x)$ sont des expressions polynomiales et $q(x) \neq 0$. Les fonctions rationnelles où $p(x)$ et $q(x)$ n'ont pas d'autre facteur commun que l'unité ont des asymptotes verticales qui correspondent aux valeurs non admissibles de la fonction, s'il y en a. Les équations de certaines fonctions rationnelles peuvent être exprimées sous une forme équivalente et peuvent être utilisées pour analyser et représenter graphiquement des fonctions sans recourir à la technologie.

Le graphique d'une fonction rationnelle :

- présente une asymptote verticale ou un point de discontinuité correspondant à chacune de ses valeurs non admissibles ;
- n'a pas d'asymptotes verticales ni de points de discontinuité s'il n'y a pas de valeurs non admissibles.

Pour trouver les *abscisses*, les points de discontinuité ou les asymptotes verticales d'une fonction rationnelle, il faut analyser le numérateur et le dénominateur.

- Un facteur du numérateur seulement correspond à une *abscisse à l'origine*.
- Un facteur du seul dénominateur correspond à une asymptote verticale.
- Un facteur du numérateur et du dénominateur correspond à un point de discontinuité.

Pour analyser le comportement d'une fonction au voisinage d'une valeur non admissible, utiliser un tableau de valeurs ayant des *valeurs x* très proches de la valeur non admissible.

Continuum des compétences en TIC – 12^e année



Activités et concepts technologiques

Les élèves font preuve d'une bonne compréhension des concepts, des systèmes et des activités technologiques.

Compétences essentielles

Gérer le contenu dans un système d'exploitation et un environnement Web (p. ex. documents et liens)

Créer du contenu illustrant les techniques de planification, de rédaction et d'édition à une fin particulière (p. ex. logiciel de traitement de texte, chiffrier)

Outils numériques

Utiliser les outils numériques pour le programme d'études (p. ex. appareil photo numérique, enregistreur vocal, technologies interactives, sondes/capteurs numériques, dispositifs portatifs)



Aisance en recherche et information

Les élèves utilisent la technologie appropriée pour recueillir, évaluer et utiliser les données ou l'information, et planifier et mener une recherche ou une interrogation.

Recherche et traitement de l'information

Rechercher, lire et prendre en note l'information de diverses sources (p. ex. encyclopédies en ligne, bases de données et livres électroniques offerts sur le site Web de la bibliothèque scolaire et sur Internet).

Classer par catégories, analyser et évaluer l'information de sources primaires (p. ex. entrevues, sondages) et de sources secondaires (p. ex. encyclopédies en ligne, bases de données offertes sur le site Web de la bibliothèque scolaire).

Utilisation éthique de l'information

Utiliser la recherche pour préparer des projets originaux et citer les sources



Réflexion critique et résolution de problèmes

Les élèves réfléchissent de façon critique pour gérer les projets, solutionner les problèmes et prendre des décisions éclairées en utilisant les ressources et les outils numériques appropriés.

Gestion de projet

Planifier et gérer les activités pour élaborer une solution ou terminer un projet

Sélection de la technologie

Choisir les technologies appropriées à une fin particulière

Simulation et jeux informatiques

Participer à une simulation ou à un jeu numérique pour explorer les concepts ou préciser les résultats (p. ex. ressources d'apprentissage interactives de la BREO, site Lego Crickets)



Communication et collaboration

Les élèves travaillent en coopération et utilisent les médias et l'environnement numériques pour appuyer l'apprentissage individuel et contribuer à l'apprentissage des autres.

Collaboration en ligne

Créer un environnement en ligne, y collaborer et y participer (p. ex. courriels, forums en ligne, mondes virtuels, conférences vidéo/Web)

Apprentissage en ligne

Utiliser l'apprentissage en ligne pour appuyer et renforcer son apprentissage (p. ex. système de gestion de l'apprentissage)



Citoyenneté numérique

Les élèves comprennent les enjeux humains, culturels et sociétaux liés à la technologie et ont un comportement licite, éthique et sécuritaire.

Droits et responsabilités numériques

Comprendre et reconnaître l'importance de la propriété intellectuelle et créatrice dans un environnement numérique.

Étiquette et sùreté numériques

Être conscient de l'importance de communication en ligne sûres, respectueuses et responsables (p. ex. courriel, tribunes en ligne, réseaux sociaux), et agir en conséquence

Santé numérique

Être conscient des stratégies visant à promouvoir la santé numérique (p. ex. technique d'utilisation du clavier, positionnement du moniteur, etc.) et utiliser ces stratégies

Accès numérique

Comprendre et reconnaître l'importance de l'accès électronique pour tous (p. ex. matériels et logiciels de technologie fonctionnelle)



Créativité et innovation

Les élèves témoignent d'une réflexion créatrice, réunissent des connaissances et élaborent des produits et procédés innovateurs à l'aide de la technologie.

Travail créatif

Créer des travaux originaux comme moyens d'expression personnelle ou collective (p. ex. logiciels de dessin, de peinture, d'enregistrement audio, de création cinématographique)

Travail innovateur

Appliquer les connaissances actuelles pour générer des idées, produits ou processus nouveaux.

Continuum des compétences en TIC – Attentes - 12^e année

Act tiv ité és	<p>Compétences essentielles</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Localiser et organiser les ressources personnelles (p. ex., dossiers, liens). <input type="checkbox"/> Gérer les fichiers de projet à l'aide des dossiers et des conventions nominatives appropriées. <input type="checkbox"/> Produire un travail original intégrant (p. ex., logiciel de traitement de texte, chiffrier, base de données, forums en ligne, images de tableau, colonnes, table de matières) <input type="checkbox"/> Corriger par des commentaires texte ou audio (p. ex. commentaire, suivi des modifications, enregistrement vocal). <p>Outils numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Utiliser les outils numériques aux fins du programme d'études (p. ex. appareil-photo numérique, enregistreur vocal, technologie interactive, capteur/sonde numérique, dispositifs portatifs, GPS–Systèmes de positionnement global)
Aisance en recherche et	<p>Recherche et traitement de l'information</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Effectuer les recherches d'information à l'aide des ressources en ligne sélectionnées par l'enseignant ou le bibliothécaire et disponibles sur le site Web de la bibliothèque scolaire, Internet et d'autres sources. <input type="checkbox"/> Prendre des notes pour appuyer une question d'interrogation. <input type="checkbox"/> Créer un registre électronique de stratégies de recherche et d'information bibliographique (p. ex. traitement de texte, chiffrier, base de données, forums en ligne). <input type="checkbox"/> Évaluer la validité de l'information en ligne et la communiquer à l'enseignant pour obtenir son avis. <input type="checkbox"/> Décider quelles sources appuient une question d'interrogation. <p>Utilisation éthique de l'information</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Exporter les images numériques en utilisant des collections d'images libres de droits et appliquer et utiliser les citations appropriées en utilisant les sites de préparation de citations.
Réflexion critique et résolution	<p>Gestion de projet</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Organiser la recherche de l'information à l'aide d'un logiciel de schématisation conceptuelle. <input type="checkbox"/> Organiser et scénariser en images les travaux originaux à l'aide d'un logiciel de traitement de texte, de schématisation conceptuelle ou de création de bandes dessinées. <input type="checkbox"/> Concevoir et organiser les tâches et les échéanciers du projet et les communiquer à un instructeur. <p>Sélection de la technologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sélectionner et combiner des technologies appropriées pour une fin particulière. <p>Simulation et jeux numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Participer à une simulation, un jeu ou un monde virtuel. <input type="checkbox"/> Déconstruire les ressources d'apprentissage interactif et les partager avec les pairs. <input type="checkbox"/> Observer la conception d'une simulation, d'un jeu ou d'un robot et y participer.
Communi cation et collaborati on	<p>Collaboration en ligne</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Collaborer dans un forum en ligne pour discuter du contenu du programme d'études et appuyer l'apprentissage par les pairs (p. ex. aide aux devoirs, notes de cours, recherches partagées). <input type="checkbox"/> Collaborer concernant les explications, interprétations, hypothèses et synthèses afin de trouver une solution à un problème réel. <input type="checkbox"/> Créer et gérer un forum en ligne (p. ex., membres, paramètres de confidentialité, disposition). <input type="checkbox"/> Collaborer à l'aide d'outils de productivité en ligne. <p>Apprentissage en ligne</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lire l'information (p. ex. calendriers, nouvelles, contenu du programme d'études, grades). <input type="checkbox"/> Naviguer dans l'environnement. <input type="checkbox"/> Télécharger ou conserver les liens des documents du programme d'études. <input type="checkbox"/> Présenter le travail dans le cadre du programme d'études.
Citoyenneté numérique	<p>Droits et responsabilités numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Comprendre et montrer l'importance de la propriété intellectuelle dans un environnement numérique et demander les autorisations d'utiliser des images, de la musique ou des vidéos numériques. <input type="checkbox"/> Créer ou manipuler de la musique numérique selon les normes juridiques et éthiques de citoyenneté numérique à l'aide d'un logiciel de création musicale. <input type="checkbox"/> Retravailler les images numériques à l'aide d'un logiciel d'édition de photos selon les normes juridiques et éthiques de la citoyenneté numérique et appliquer les licences Creative Commons aux créations originales. <p>Étiquette et sûreté numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Établir des réseaux avec d'autres élèves localement et ailleurs dans le monde par des communications électroniques sûres, responsables et respectueuses. <p>Santé numérique</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Utiliser le clavier dans une posture appropriée et user de pratiques ergonomiquement sécuritaires. <p>Accès numérique</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Utiliser les technologies fonctionnelles pour appuyer l'apprentissage des élèves.

Travail créatif

- Faire des photographies numériques ou créer des images numériques intégrant l'utilisation d'un logiciel de présentations.
- Créer un balado, une présentation numérique, un cyberportefeuille ou une page Web (p. ex. présentation, peinture et dessin, création cinématographique, édition de photos, enregistrement audio, logiciel de création Web).
- Télécharger les créations sur des sites appropriés à diffusion de médias en continu.

Travail innovateur

- Concevoir des idées, produits ou processus nouveaux à l'aide d'une combinaison de technologies (p. ex. jeu numérique, narration d'entrevue, voyages sur le terrain, monde virtuel, création musicale).
- Inventer une ressource d'apprentissage ou une simulation numérique, p. ex. jeu, recueil d'images, choix d'aventures, fichier terminologique (p. ex. présentation, animation, création de simulation, schématisation conceptuelle, logiciel de programmation).

Références

American Association for the Advancement of Science [AAAS-Benchmarks], *Benchmark for Science Literacy*, New York, NY, Oxford University Press, 1993.

Banks, James A. et Cherry A. McGee Banks, *Multicultural Education: Issues and Perspectives*, Boston, Allyn and Bacon, 1993.

Black, Paul et Dylan Wiliam, *Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment*, *Phi Delta Kappan*, 20, pp. 139-148, octobre 1998.

Ministère de l'Éducation de la Colombie-Britannique, *The Primary Program: A Framework for Teaching*, 2000.

Davies, Anne, *Making Classroom Assessment Work*, Colombie-Britannique, Classroom Connections International, Inc., 2000.

Hope, Jack A. et coll., *Mental Math in the Primary Grades*, Dale Seymour Publications, 1988.

National Council of Teachers of Mathematics, *Mathematics Assessment: A Practical Handbook*, Reston, VA, NCTM, 2001.

National Council of Teachers of Mathematics, *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA, NCTM, 2000.

Rubenstein, Rheta N., *Mental Mathematics Beyond the Middle School: Why? What? How?*, vol. 94, n° 6, p. 442, septembre 2001.

Shaw, Jean M. et Mary Jo Puckett Cliatt, *Developing Measurement Sense*, P.R. Trafton (éd.), *New Directions for Elementary School Mathematics* (p. 149–155), Reston, VA, NCTM, 1989.

Steen, Lynn Arthur (éd.), *On the Shoulders of Giants – New Approaches to Numeracy*, Washington, DC, National Research Council, 1990.

Van de Walle, John A. et Louann H. Lovin, *Teaching Student-Centered Mathematics, Grades 5-8*, Boston, Pearson Education, Inc. 2006.

Western and Northern Canadian Protocol, *Common Curriculum Framework for 10-12 Mathematics*, 2008.