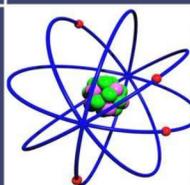
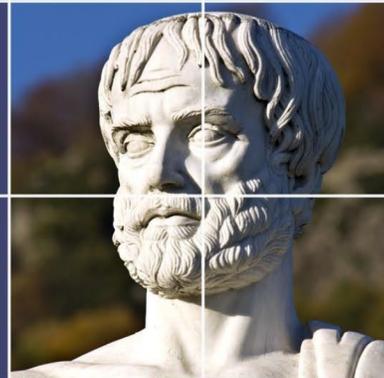


Chimie 521M

*Programme d'études
11^e année*

février 2022



PROGRAMME DE SCIENCES DU SECONDAIRE



Ministère de l'Éducation et de l'Apprentissage continu
Division de l'Éducation, des programmes
et des services en français

CHIMIE 521M

Dernière révision : juin 2022

Avant-propos

Ce programme d'études s'adresse à tous les intervenants en éducation qui œuvrent, de près ou de loin, au niveau des sciences de la onzième année. Il précise les résultats d'apprentissage en chimie que les élèves des écoles françaises de l'Île-du-Prince-Édouard devraient avoir atteints à la fin du cours CHI521.

S'inspirant des normes du **Cadre commun des résultats d'apprentissage en science de la nature (M à 12)**, défini en vertu du **Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires**, ainsi que du programme d'études du **ministère de l'Éducation et de l'Apprentissage continu de l'Île-du-Prince-Édouard (division anglaise)**, ce programme d'études a été conçu en vue de bien préparer les élèves à poursuivre leurs apprentissages en sciences 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 l'Apprentissage continu tient à remercier les personnes qui ont apporté leur expertise à l'élaboration de ce document.

- Les spécialistes suivantes, qui œuvrent au sein du ministère de l'Éducation et de l'Apprentissage continu :

Jaclyn Reid

Leader des programmes en français de sciences et de mathématiques au secondaire

Jonathan Hayes

Leader des programmes en anglais de sciences au secondaire

- Un merci tout particulier aux enseignants qui ont participé à l'élaboration, à la mise à l'essai et à la mise en œuvre de ce nouveau programme :

Cassidy Arseneault

École Pierre-Chiasson

Mylène Duguay

École-sur-Mer

Marcel Caissie

École Évangéline

Eric Arseneault

École François-Buote

Lucie Landry-Sonier

École-sur-Mer

Jocelyn Plourde

École La-Belle-Cloche

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

Table des matières

Introduction	
Avant-propos.....	ii
Remerciements	iv
-A- Contexte et fondement.....	1
Orientations de l'éducation publique	3
Vision, mandat et valeurs	3
Buts	4
Les résultats d'apprentissage	5
Les compétences transdisciplinaires	6
Les indicateurs de réalisation	11
Travailler avec les RAS	12
L'évaluation.....	14
Engagement des élèves dans le processus d'évaluation	15
La pédagogie à l'école de langue française (PELF).....	17
Sensibilisation à la diversité.....	19
La différenciation	21
L'orientation de l'enseignement des sciences	22
Apprentissage et enseignement des sciences	22
Les trois démarches de la culture scientifique	23
Domaine affectif	23
Des buts pour les élèves	24
Le processus de résolution de problèmes STIAM.....	24
Présentation du programme	27
Les thèmes	28
Le rôle des parents.....	33
Le choix de carrière.....	33
-B- Résultats d'apprentissage et indicateurs de réalisation	35
-C- Plan d'enseignement.....	57
Thème 1 – Des structures aux propriétés	59
Notion A : La théorie atomique	60
Notion B : Les liaisons	62
Notion C : La nomenclature	64
Notion D : La solubilité molaire	66

Thème 2 – Chimie organique	69
Notion A : La classification des composés organiques	70
Notion B : Les structures moléculaires des composés organiques	72
Notion C : Les réactions entre les composés organiques	74
Notion D : La chimie organique et l'environnement	76
Thème 3 - Stœchiométrie	79
Notion A : Les réactions de déplacement	80
Notion B : La stœchiométrie	82
Notion C : L'analyse des réactions	84
Notion D : Le pourcentage de rendement	86
Thème 4 – Les gaz	89
Notion A : Les propriétés des gaz	90
Notion B : Les lois des gaz	92
Notion C : L'application des lois des gaz	94
Notion D : Les gaz parfaits	96
Thème 5 – Connaissances procédurales	99
Notion A : La sécurité au laboratoire	100
Notion B : La collecte et l'analyse des données	102
Notion C : L'incertitude	104
Notion D : L'argumentation	106
Notion E : Les enquêtes scientifiques	108
-D- Annexe	111
Annexe A : Exemple d'un plan d'enseignement	112
Annexe B : Tableau de spécifications	113
Annexe C : La démarche scientifique	114
Annexe D : Le modèle d'enquête	115
Annexe E : Les stratégies de littératie qui soutiennent l'apprentissage des sciences....	116
Annexe F : Références	117

-A-

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 et de l'Apprentissage continu 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 ministère de l'Éducation et de l'Apprentissage continu. 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 et de l'apprentissage continu 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 et de l'Apprentissage continu 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 de l'Apprentissage continu 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 de l'Apprentissage continu 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 de l'apprentissage continu.*

Buts

Les buts du ministère de l'Éducation et de l'Apprentissage continu sont les facteurs critiques de succès à la réalisation de la vision du ministère d'un système d'éducation, de développement préscolaire et de la culture 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'habiletés 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 élèves devraient reconnaître la contribution historique et contemporaine du peuple acadien et des Canadiens francophones à notre société. Ils s'approprient des référents culturels qui leur permettent de développer leur propre identité. Ils sont compétents et autonomes face à la langue et s'expriment en français ainsi que par leur culture, dans le respect et la valorisation de la diversité qui les entoure. Ils sont conscients des forces et des défis liés au vécu en milieu minoritaire et peuvent ainsi faire des choix linguistiques et sociaux quotidiens éclairés qui les incitent à s'engager auprès de leur communauté ou à l'échelle locale, nationale et mondiale. Ils contribuent ainsi à la vitalité et à la durabilité de leur communauté et de la francophonie canadienne.

Les élèves 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 par rapport à la langue française;
- de s'approprier des éléments de la culture acadienne et francophone ancestrale et contemporaine par l'intermédiaire de repères culturels et d'interactions avec les membres de la communauté acadienne et francophone;
- d'être créateurs de culture acadienne et francophone;
- de participer activement à la vie de leur communauté acadienne et francophone et de s'y engager;
- d'exercer un esprit critique face à la réalité qui les entoure et aux rapports de force particuliers vécus en milieu minoritaire.

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



Citoyenneté

Les élèves 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 que personnes responsables dans un contexte local, national et mondial.

Les élèves 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 à l'échelle locale, nationale et mondiale;
- de participer à des activités civiques qui appuient la diversité et la cohésion sociales et culturelles;
- de participer à la vie de leur communauté et de s'y engager afin d'en assurer la vitalité et la durabilité;
- de faire valoir leurs droits et d'assumer leurs responsabilités;
- d'être ouvert d'esprit afin de promouvoir et protéger les droits humains et l'équité;
- de saisir la complexité et l'interdépendance des facteurs en analysant des enjeux;
- de se prononcer sur des situations qui constituent des débats de société et d'y porter un regard critique et autonome;
- 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 élèves devraient pouvoir faire des interprétations et s'exprimer efficacement à l'aide de divers médias. Ils participent à un dialogue critique, écoutent, lisent, regardent et créent à des fins d'information, d'enrichissement et de plaisir.

Les élèves 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 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 élèves 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 élèves 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 essais et erreurs;
- 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 élèves 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 élèves 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 personne et comme élève et d'utiliser les stratégies qui leur correspondent le mieux afin de se sentir autonome et compétent dans leur vie personnelle 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 élèves devraient utiliser et appliquer la technologie afin de collaborer, de communiquer, de créer, d'innover et de résoudre des problèmes tout en adoptant les comportements d'un citoyen numérique actif et éclairé.

Les élèves 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 élèves 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 élèves 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, d'équité, de tolérance à l'ambiguïté et de 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 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 RAS

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 (plus bas niveau de savoir)	Compréhension	Application	Analyse	Évaluation	Création (plus haut niveau de savoir)
<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)

De 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 six dimensions des processus cognitifs de Bloom en trois 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 en utilisant les tableaux de spécifications inclus dans chaque programme d'études.

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 et 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 franchir 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 à ce qu'ils répondent au but visé et aux besoins individuels des élèves.

L'atteinte des *compétences transdisciplinaires* est 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 :

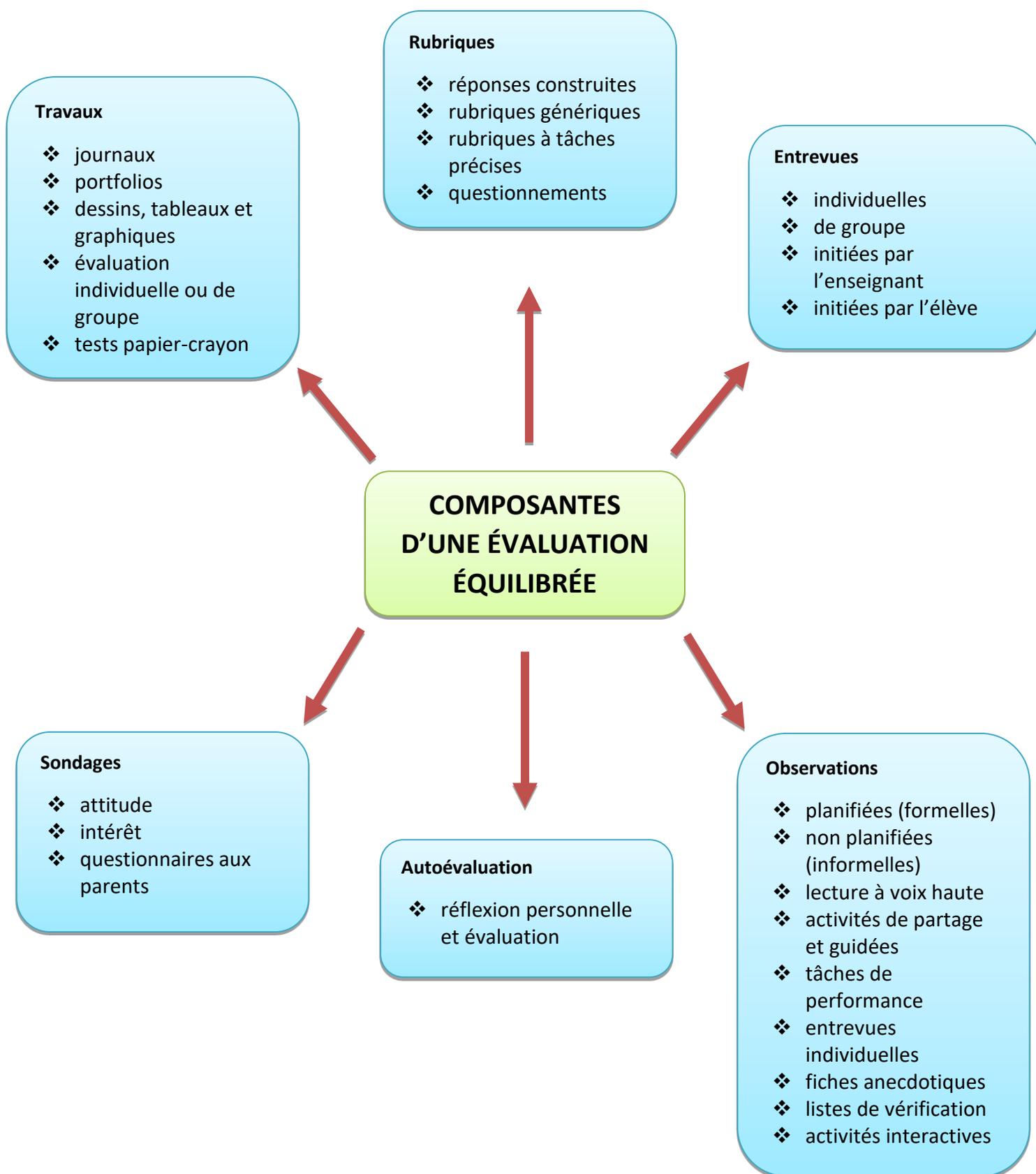
- ❖ l'enseignement et l'évaluation sont basés sur des buts d'apprentissage clairs;
- ❖ l'enseignement et l'évaluation sont adaptés en fonction des besoins des élèves;
- ❖ les élèves participent au processus d'apprentissage (ils comprennent les buts de l'apprentissage et les critères caractérisant un travail de bonne qualité, reçoivent et mettent à profit la rétroaction descriptive, 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 de l'évaluation de compétences en lecture).
- ❖ En présentant aux élèves des occasions de s'autoévaluer.
- ❖ 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.

Sensibilisation à la diversité⁴

La diversité est définie comme 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 et 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 social de chaque enfant, et les enseignants ont la responsabilité de valoriser l'identité de chacun dans leur pédagogie (planification, tâches, stratégies, évaluation et choix de mots) et d'assurer sa réussite. Au sein de cette communauté, élèves et enseignants, conscients de cette diversité, peuvent comprendre des points de vue et des expériences variés et teintés de leurs traditions, de leurs valeurs, de leurs croyances et de leur individualité et s'exprimer sur ceux-ci.

Voici quelques autres facteurs auxquels il est important de prêter 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 le 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 à agir, à penser et à s'exprimer en fonction des idées 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 particulière sont également protégées.

Le milieu familial

L'environnement ou l'espace où évoluent les membres de la famille directe (père, mère, frères, sœurs) et dans certains cas, la famille étendue (beaux-parents, belles-sœurs, beaux-frères, grands-parents habitant sous le même toit).

L'orientation et l'identité sexuelles

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 modèles de genres différents, unissant des formes d'expression masculines et féminines.

Les besoins particuliers (physiques ou émotionnels)

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

⁴ L'information contenue dans cette section est tirée du document intitulé *Équité et éducation inclusive dans les écoles de l'Ontario : Lignes directrices pour l'élaboration et la mise en œuvre de politiques*, 2014.

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

La différenciation

Parce qu'il n'y a pas d'élèves qui progressent à la même vitesse, apprennent en même temps, possèdent les mêmes comportements ou 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, les enseignants font appel à un enseignement explicite s'appuyant sur des stratégies efficaces et variées, ainsi que sur l'utilisation de ressources diversifiées pertinentes pour les élèves, le contenu et le 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 inclusifs qui appuient tous les élèves;
- ❖ d'établir un climat et de proposer des expériences d'apprentissage affirmant la dignité et la valeur de tous les élèves;
- ❖ 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 élèves et de mettre à profit leurs points forts;
- ❖ de donner aux élèves des occasions de travailler dans divers contextes d'apprentissage, y compris des 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 élèves;
- ❖ de veiller à ce que les élèves utilisent leurs forces comme moyens 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 élèves estimaient trop difficiles pour eux.

L'ORIENTATION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Apprentissage et enseignement des sciences

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

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

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

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

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

Les trois démarches de la culture scientifique

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

Recherche scientifique :

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

Résolution de problèmes :

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

Prise de décisions :

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

Domaine affectif

Sur le plan affectif, il est important que les élèves développent une attitude positive envers les matières qui leur sont enseignées, car cela aura un effet profond et marquant sur l'ensemble de leurs apprentissages. 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 pour que leurs problèmes ne demeurent pas irrésolus, 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 ils doivent s'efforcer de miser sur les aspects affectifs de l'apprentissage 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, à l'autonomie et au sens des responsabilités englobe plusieurs processus à plus ou moins long terme, et elle implique des retours réguliers sur les objectifs personnels fixés et sur l'évaluation de ces mêmes objectifs.

Des buts pour les élèves

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

- communiquer et raisonner en termes scientifiques;
- apprécier et valoriser les sciences;
- établir des liens entre les sciences et leur utilisation;
- s'engager dans un processus d'apprentissage pour le reste de leur vie;
- devenir des adultes compétents en sciences et à mettre à profit leur compétence en sciences afin de contribuer à la société.

Les élèves qui ont atteint ces buts vont :

- afficher une attitude positive envers les sciences;
- entreprendre des travaux et des projets de sciences, et persévérer pour les mener à terme;
- contribuer à des discussions sur les sciences;
- faire preuve de curiosité.

Le processus de résolution de problèmes STIAM

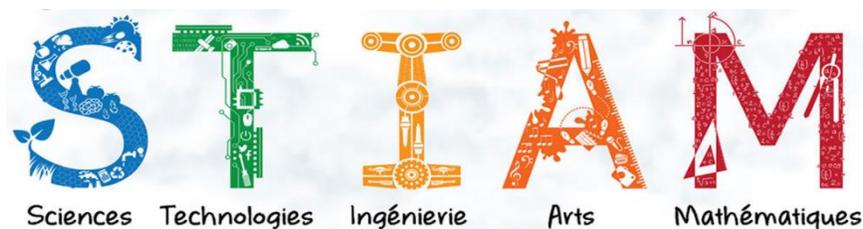
L'acronyme STIAM renvoie aux domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques. L'enseignement STIAM est une approche pédagogique ayant comme objectif d'aider les jeunes à se préparer à vivre, à apprendre et à contribuer à leur collectivité dans l'économie et la 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 ce 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.

⁶ Tiré du cadre d'apprentissage des STIM de Canada 2007. Parlons Sciences 2017

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 à ce que l'apprenant puisse prendre plus qu'un chemin pour trouver la solution. La résilience et la réflexion devraient également être encouragées tout au long du processus.

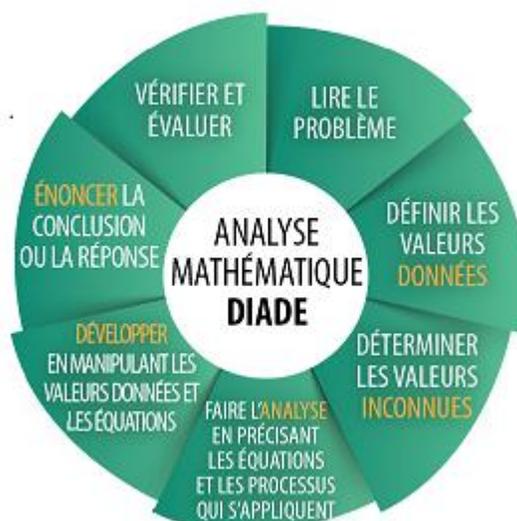
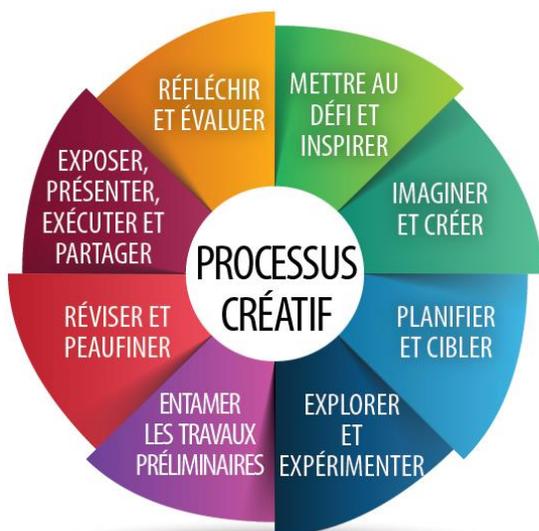
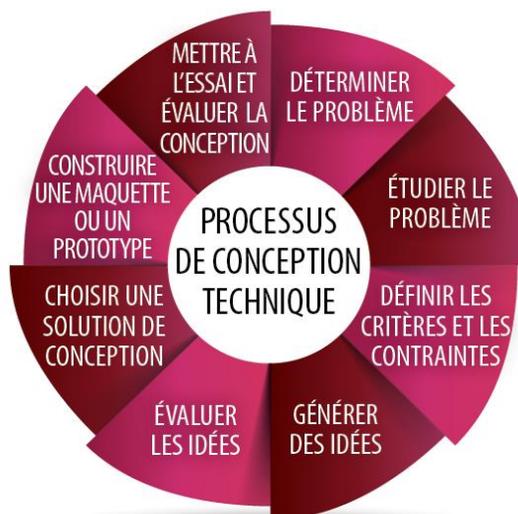
Le tableau de résolution de problèmes STIAM⁷



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 la 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 que...	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

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 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

Présentation du programme

Le programme d'études de Chimie 521M présente le contenu d'apprentissage s'adressant aux élèves de onzième année. Ce document présente les résultats d'apprentissage généraux et spécifiques, les indicateurs de réalisation, les niveaux cognitifs, les dimensions des connaissances, les compétences transdisciplinaires ainsi que des pistes d'enseignement et d'évaluation suggérées pour chaque résultat d'apprentissage. Le programme, dans son ensemble, vise à développer la littératie scientifique chez tous les élèves :

« Constituée d'un ensemble évolutif d'attitudes, d'habiletés et de connaissances en sciences, [la culture scientifique] permet à l'élève de développer ses aptitudes liées à la recherche scientifique, de résoudre des problèmes, de prendre des décisions, d'avoir le goût d'apprendre tout au long de sa vie et de maintenir un sens d'émerveillement du monde qui l'entoure. » (CMEC, Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12 : Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires, 1997, p. 4)

Rappelons que l'acquisition de connaissances ne suffit pas à assurer la progression des apprentissages des élèves. Ils doivent également apprendre à les utiliser dans des contextes variés et de plus en plus complexes. C'est en mobilisant de façon appropriée les connaissances, les techniques et les stratégies précisées dans ce document que les élèves développeront les compétences visées par les programmes de science. L'exercice de ces compétences entraîne l'acquisition de nouvelles connaissances qui permettent à leur tour de pousser plus loin le développement des compétences.

Afin de chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique et technologique, les élèves s'approprient des stratégies et des connaissances, tant conceptuelles que techniques, qui leur permettent de bien cerner un problème, de l'explorer et de justifier leurs choix méthodologiques et leurs résultats. De même, c'est en s'appuyant sur les concepts et les principes scientifiques ou technologiques appropriés qu'ils peuvent comprendre des phénomènes, expliquer le fonctionnement d'objets ou se forger une opinion, mettant ainsi à profit leurs connaissances scientifiques et technologiques. Enfin, pour être en mesure de communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie, ils doivent acquérir et utiliser les connaissances qui leur permettront d'interpréter et de transmettre des messages en se servant des langages et des modes de représentation propres à ces disciplines.

CHM521M offre aux élèves l'occasion de développer des connaissances scientifiques grâce à l'étude des structures aux propriétés, la chimie organique, la stœchiométrie, et les gaz. Ces sujets, ainsi que les résultats d'apprentissage axés sur les connaissances procédurales, fournissent le contenu et le cadre de compétences qui seront utilisés pour impliquer les élèves dans les processus de la littératie scientifique (l'enquête, la résolution de problèmes, la prise de décision) et le développement continu des compétences transdisciplinaires. La chimie 521M constitue la base nécessaire pour l'étude future de la chimie.

Les thèmes

Dans ce programme d'études, les résultats d'apprentissage sont répartis en cinq thèmes: **des structures aux propriétés, la chimie organique, la stœchiométrie, les gaz et les connaissances procédurales.**

Des structures aux propriétés

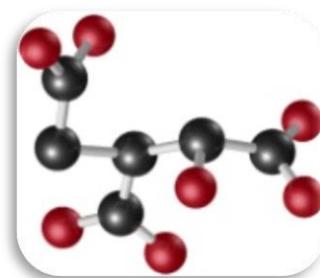
La chimie moderne est directement impliquée dans le développement de nouveaux matériaux. Dépendant de leurs applications prévues, des matériaux peuvent être synthétisés en conséquence de propriétés spécifiques telles que la masse, la résistance à la chaleur, la flexibilité, la malléabilité et la conductivité électrique. Afin de synthétiser des nouveaux matériaux, il est essentiel d'avoir une compréhension de l'arrangement des électrons, et ainsi, du type de liaison dans les matériaux. Pour l'élève, une connaissance de la nature des liaisons est importante parce que ces liaisons sont fondamentalement responsables pour les propriétés physiques et chimiques des matériaux.

L'étude des structures aux propriétés offre aux élèves l'occasion d'acquérir des connaissances scientifiques et technologiques sur les éléments qui composent notre monde, leur organisation et sur les forces qui les gouvernent.

En Chimie 521, les élèves étudient des phénomènes et des objets techniques d'une complexité croissante et ils cherchent des réponses et des solutions à des problèmes variés. Ils acquièrent des connaissances scientifiques qui les amènent à comprendre et à expliquer les facteurs en cause dans différentes problématiques scientifiques et dans le fonctionnement d'objets, de systèmes et de procédés technologiques. Ces connaissances, combinées à celles qu'ils ont acquises sur d'autres thèmes conceptuels, leur permettent de comprendre des modèles, des théories et des lois scientifiques. De plus, c'est en appliquant la démarche scientifique ainsi que les démarches d'analyse et de conception qu'ils actualisent les concepts propres à ce thème.

À l'étude en 11^e année :

- La théorie atomique
- Les liaisons
- La nomenclature
- La solubilité



La chimie organique

La chimie organique est l'étude de la structure, des propriétés, de la composition, des réactions et de la préparation des composés contenant du carbone. La plupart des composés organiques contiennent du carbone et de l'hydrogène, mais ils peuvent également inclure un certain nombre d'autres éléments (par exemple, l'azote, l'oxygène, les halogènes, le phosphore, le silicium, le soufre).⁹

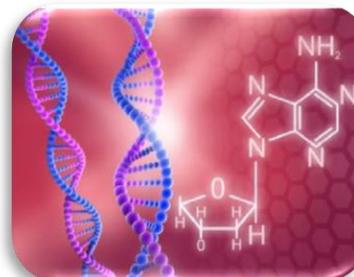
L'atome de carbone peut former des liaisons covalentes avec lui-même ou d'autres éléments pour créer un nombre de composés différents. En chimie organique, on étudie les réactions que les chimistes utilisent pour synthétiser des molécules à base de carbone, ainsi que les méthodes d'analyse pour les caractériser.¹⁰

Les composés organiques sont partout autour de nous. De nombreux matériaux modernes sont, au moins, partiellement composés de composés organiques. Ils sont au cœur de la croissance économique et sont à la base des domaines de la biochimie, de la biotechnologie et de la médecine. Les exemples d'endroits où on peut trouver des composés organiques incluent les produits agrochimiques, les revêtements, les cosmétiques, les détergents, les colorants, les aliments, les carburants, les produits pétrochimiques, les produits pharmaceutiques, les plastiques et le caoutchouc.

La chimie organique est une science hautement créative qui permet aux chimistes de créer et d'explorer des molécules et des composés. Les chimistes organiques passent une grande partie de leur temps à développer de nouveaux composés et à trouver de meilleurs moyens de synthétiser ceux qui existent déjà.¹¹

À l'étude en 11^e année :

- La classification des composés organiques
- Les structures moléculaires des composés organiques
- Les réactions entre composés organiques
- La chimie organique et l'environnement



⁹ <https://www.acs.org/content/acs/en/careers/chemical-sciences/areas/organic-chemistry.html>

¹⁰ <https://fr.khanacademy.org/science/organic-chemistry>

¹¹ <https://www.acs.org/content/acs/en/careers/chemical-sciences/areas/organic-chemistry.html>

La stœchiométrie

La stœchiométrie est l'étude des quantités relatives de réactifs et de produits dans les réactions chimiques et comment calculer ces quantités. C'est une branche de la chimie qui traite de l'application des lois des proportions définies et de la conservation de la masse et de l'énergie à l'activité chimique.

La stœchiométrie nous permet de faire des prédictions sur les résultats des réactions chimiques. Faire des prédictions bien informées est l'un des principaux objectifs de la science.

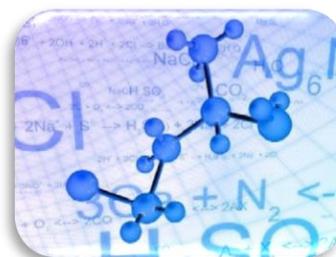
Voici quelques exemples des types de prédictions qu'on peut faire en utilisant la stœchiométrie :

- ❖ Prédire la masse d'un produit d'une réaction chimique si l'on donne les masses de départ des réactifs.
- ❖ Prédire le volume d'un gaz qui sera produit par une réaction si l'on donne les quantités de départ de réactifs.
- ❖ Déterminer le rapport optimal de réactifs pour une réaction chimique afin que tous les réactifs soient pleinement utilisés.

La stœchiométrie est au cœur de la production de nombreuses items qui sont utilisées dans la vie quotidienne. Le savon, les pneus, les engrais, l'essence, le déodorant et les barres au chocolat ne sont que quelques produits qu'on utilise qui sont conçus chimiquement ou qui sont produits par des réactions chimiques. Les produits issus de l'ingénierie chimique dépendent tous de la stœchiométrie pour leur production. En raison de ses applications réelles dans le monde de l'ingénierie chimique ainsi qu'en recherche, la stœchiométrie est l'un des sujets les plus importants et fondamentaux de la chimie.

À l'étude en 11^e année :

- Les réactions de déplacement
- La stœchiométrie
- L'analyse des réactions
- Le pourcentage de rendement



Les gaz

Les lois des gaz sont une série d'énoncés concernant le comportement des gaz en réponse aux changements de température, de pression et de volume. Celles-ci ont été dérivées au cours des XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles par des scientifiques dont les travaux sont commémorés par l'association de leurs noms avec les lois qu'ils ont découvertes, en commençant par la loi de Boyle. En plus de Boyle, ces hommes comprennent des collègues chimistes anglais John Dalton (1766-1844) et William Henry (1774-1836) ; les physiciens et chimistes français J. A. C. Charles (1746-1823) et Joseph Gay-Lussac (1778-1850) ; et le physicien italien Amedeo Avogadro (1776-1856).

L'étude des lois des gaz permet aux humains de décrire et de prédire le comportement des gaz dans différentes conditions. Cela nous permet de concevoir une variété d'appareils d'utilisation et de manipulation de gaz en toute sécurité.

Une bonne compréhension du comportement des gaz parfaits décrits dans les lois des gaz est important pour comprendre les activités des gaz réels dans le monde réel. Par exemple, le concept de pression partielle aide les plongeurs à éviter de graves conséquences.

D'autres exemples qui démontrent à quel point il est important de comprendre le comportement des gaz et l'application des lois des gaz sont lors du développement de produits que nous utilisons dans notre vie quotidienne tels que : une canette de soda, un extincteur, une bombe aérosol, des moteurs à combustion interne, des coussins gonflables de voiture etc.

À l'étude en 11^e année :

- Les propriétés des gaz
- Les lois des gaz
- L'application des lois des gaz
- Les gaz parfaits



Les connaissances procédurales

Que font les scientifiques? L'objectif de nombreuses enquêtes scientifiques est de déterminer la relation entre les variables. D'intérêt pour les scientifiques est :

- ❖ Y a-t-il une relation?
- ❖ La relation est-elle corrélacionnelle?
- ❖ La relation est-elle causale ?

Dans les relations corrélacionnelles, il existe une association entre les variables. Cependant, on ne sait pas si l'un provoque ou non l'autre. Dans les relations causales, une variable entraîne la réponse ou l'occurrence d'une autre de manière cohérente. Les relations causales peuvent être complexes, comme c'est le cas avec les réactions en chaîne, les mécanismes de rétroaction biologique et les cycles des nutriments de la biosphère. Comprendre la différence entre ces deux concepts est un aspect fondamental de la culture scientifique.

Le développement des connaissances procédurales est un élément important de l'enseignement des sciences et offre aux élèves l'occasion d'acquérir des connaissances scientifiques et technologiques et de les actualiser.

Au cours du secondaire, les élèves participent à des activités pratiques en laboratoire afin d'acquérir les connaissances nécessaires pour pouvoir effectuer des expériences de laboratoire appropriées en toute sécurité.

Les connaissances procédurales et l'utilisation des techniques appropriées amènent les élèves à comprendre les objets et les facteurs en cause dans différentes problématiques scientifiques et à juger des solutions d'ordre technologique proposées pour y répondre.

Typiquement, les élèves reçoivent une marche à suivre, qui leur dit exactement quoi et comment faire. Cela laisse peu de place aux élèves pour prendre leurs propres décisions sur les meilleures pratiques à adopter. L'enquête scientifique ne doit pas être une « recette » que les élèves suivent, mais plutôt une expérience qui leur permet d'utiliser leurs connaissances antérieures pour prendre de décisions sur ce qu'ils doivent faire.

À l'étude en 11^e année:

- Appliquer ses connaissances et sa compréhension des protocoles et procédures de laboratoire sécuritaires
- Appliquer des techniques, des procédures et des technologies appropriées pour la collecte et l'analyse des données pour résoudre les problèmes
- Utiliser l'incertitude dans la mesure et le traitement des données
- Évaluer un phénomène scientifique en utilisant l'argumentation
- Concevoir (ou modifier) une expérience qui identifie et contrôle les variables clés



Le rôle des parents

En raison des changements qui se sont produits au sein de la société, les besoins en sciences des élèves d'aujourd'hui sont différents de ceux de leurs parents. Ces différences se manifestent non seulement dans le contenu scientifique, 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 sciences 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 scientifiques, et ce, en favorisant une attitude positive face à cette discipline, en mettant l'accent sur l'importance des sciences 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 sciences avec confiance et autonomie.

Le choix de carrière

Les sciences 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 sciences figurent de façon importante. Tous les concepts et modules du programme de sciences peuvent être liés à des carrières.

Les finissants qui se dirigent vers les sciences à la suite de leurs études secondaires occupent des emplois très bien rémunérés dans des secteurs de haute technologie, tels que la microélectronique, les télécommunications, l'aéronautique, l'industrie nucléaire, la médecine, la pétrochimie, la pharmacologie et l'environnement.

-B-

Résultats d'apprentissage et indicateurs de réalisation

1^{er} thème



DES STRUCTURES AUX PROPRIÉTÉS

<p>RAG : ✓ L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure.</p>											
<p>RAS L'élève doit pouvoir :</p>	<p>Indicateurs de réalisation Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</p>										
<p>1. Expliquer, par rapport à la théorie atomique, le rôle des preuves et des théories dans l'évolution des connaissances scientifiques.</p> <p>2. Comparer les propriétés des composés à partir des types de liaisons.</p> <p>3. Écrire et nommer les formules de composés ioniques et moléculaires en suivant des règles simples de l'UICPA.</p> <p>4. Effectuer des calculs impliquant la solubilité molaire d'une substance pure dans l'eau.</p>	<p>A. Expliquer comment les différentes théories de l'atome et de la matière ont évolué à mesure que de nouvelles informations sont devenues disponibles.</p> <p>B. Décrire l'importance de l'examen par les pairs dans le développement des connaissances scientifiques.</p> <p>C. Définir ce que sont les isotopes et expliquer les répercussions de leur découverte sur la théorie atomique.</p> <p>A. Définir : électrons de valence; tendance périodique; rayon atomique; électronégativité; énergie d'ionisation; liaison chimique, liaison ionique; liaison covalente polaire; liaison covalente non polaire; liaison métallique; liaison intermoléculaire; et liaison hydrogène.</p> <p>B. Utiliser la différence d'électronégativité (ΔEN) afin de prédire le type de lien chimique.</p> <p>C. Représenter les liaisons covalentes à l'aide de la formule développée.</p> <p>D. Énoncer les différentes propriétés des composés ioniques et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.</p> <p>E. Énoncer les différentes propriétés des composés covalents.</p> <p>F. Énoncer les différentes propriétés des métaux et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.</p> <p>G. Faire le schéma des liaisons hydrogènes (pont hydrogène) qui retiennent les molécules d'eau ensemble.</p> <p>A. Définir ce qu'est le nombre d'oxydation et énoncer la règle à respecter concernant la somme des nombres d'oxydation des atomes d'un composé.</p> <p>B. Expliquer la différence entre un ion monoatomique et un ion polyatomique.</p> <p>C. Utiliser les conventions de l'UICPA pour écrire et nommer la formule chimique des ions polyatomiques courants :</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>○ NH_4^+</td> <td>○ SO_4^{2-}</td> </tr> <tr> <td>○ CH_3COO^-</td> <td>○ PO_4^{3-}</td> </tr> <tr> <td>○ OH^-</td> <td>○ ClO_3^-</td> </tr> <tr> <td>○ NO_3^-</td> <td>○ BrO_3^-</td> </tr> <tr> <td>○ CO_3^{2-}</td> <td>○ IO_3^-</td> </tr> </table> <p>D. Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir de deux ions monoatomiques choisis.</p> <p>E. Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir d'un ion monoatomique et d'un ion polyatomique choisis.</p> <p>A. Expliquer les variations de solubilité de diverses substances pures à partir du même solvant.</p> <p>B. Calculer la solubilité d'une substance (N° g de soluté/100g de solvant).</p> <p>C. Utiliser la solubilité dans les calculs.</p> <p>D. Expliquer le lien entre la solubilité et la concentration.</p>	○ NH_4^+	○ SO_4^{2-}	○ CH_3COO^-	○ PO_4^{3-}	○ OH^-	○ ClO_3^-	○ NO_3^-	○ BrO_3^-	○ CO_3^{2-}	○ IO_3^-
○ NH_4^+	○ SO_4^{2-}										
○ CH_3COO^-	○ PO_4^{3-}										
○ OH^-	○ ClO_3^-										
○ NO_3^-	○ BrO_3^-										
○ CO_3^{2-}	○ IO_3^-										

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">E. Représenter graphiquement et interpréter les courbes de solubilité.F. Calculer la concentration en mol/L ou molarité, M, des solutions initiales sur la base de la masse et/ou des moles du soluté (ou des ions solutés) et du volume de la solution, et vice-versa ;G. Effectuer des dilutions et des calculs de dilution ;H. Tracer un graphique et interpréter une courbe standard pour identifier la concentration d'une solution inconnue. |
|--|---|

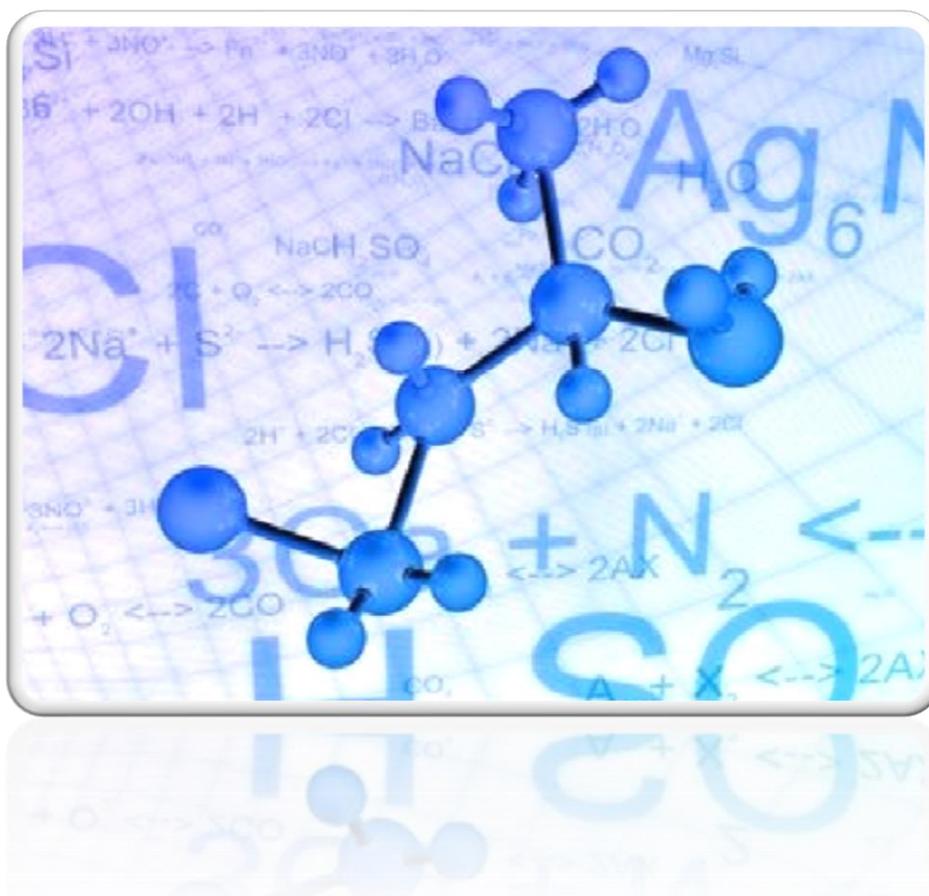
2^e thème



CHIMIE ORGANIQUE

RAG : ✓ L'élève pourra identifier et expliquer la diversité des composés organiques et leurs impacts sur l'environnement.	
RAS <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Indicateurs de réalisation <i>Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i>
1. Appliquer les règles de nomenclature et de classification en ce qui concerne une grande variété de composés organiques.	<ul style="list-style-type: none"> A. Définir : composé organique. B. Expliquer le grand nombre et la diversité des composés organiques en référence à la nature unique de l'atome de carbone. C. Classifier de divers composés organiques en déterminant à quelles familles ils appartiennent en fonction de leurs noms ou structures. D. Écrire la formule et fournir le nom de l'UICPA pour une variété de composés organiques.
2. Représenter les structures moléculaires pour une variété de composés organiques.	<ul style="list-style-type: none"> A. Définir : hydrocarbure, isomères. B. Représenter les structures moléculaires développées d'un composé aliphatique, cyclique et aromatique. C. Représenter les structures moléculaires développées des dérivés d'hydrocarbures. D. Représenter les structures moléculaires des isomères structuraux et géométriques. E. Relier les propriétés d'une substance à son structure moléculaire.
3. Prédire les produits des réactions des composés organiques.	<ul style="list-style-type: none"> A. Décrire la réactivité relative des alcanes, alcènes, alcynes. B. Identifier un réactif ou un produit manquant étant donné une réaction organique avec un réactif ou un produit manquant. C. Prédire quel sera le produit obtenu au cours d'une réaction d'addition entre deux composés organiques. D. Prédire quel sera le produit obtenu au cours d'une réaction de substitution entre deux composés organiques. E. Prédire quel sera le produit obtenu au cours d'une réaction d'élimination entre deux composés organiques. F. Écrire et équilibrer des équations pour des réactions chimiques comprenant des composés organiques choisis.
4. Expliquer des enjeux liés à la présence de composés organiques dans l'environnement.	<ul style="list-style-type: none"> A. Expliquer certains usages courants des composés organiques naturels et synthétiques. B. Dresser une liste d'avantages et de risques, pour l'environnement et l'humain, à utiliser certains composés organiques.

3^e thème



STœCHIMÉTRIE

RAG : ✓ L'élève pourra démontrer une compréhension de la stoechiométrie dans divers contextes.	
RAS <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Indicateurs de réalisation <i>Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i>
1. Prédire le produit des réactions de déplacement simple et double.	<ul style="list-style-type: none"> A. Prédire le produit de réactions de déplacement simple. B. Déterminer si un déplacement simple sera effectué sur la base d'une série d'activités de métaux. C. Prédire le produit des réactions de déplacement double. D. Déterminer si une réaction de déplacement double se produira en fonction de la formation d'un précipité, d'un gaz ou l'eau. E. Écrire et équilibrer des équations pour des réactions chimiques comportant des composés inorganiques sélectionnés.
2. Résoudre des problèmes impliquant le nombre de particules, le nombre de moles, le volume et la masse.	<ul style="list-style-type: none"> A. Définir les termes suivants: la masse atomique moyenne ; le volume molaire, la stœchiométrie et la loi des proportions définies. B. Calculer la masse atomique moyenne d'un élément en tenant compte de son abondance isotopique, et vice-versa. C. Expliquer la relation entre la mole et le nombre (constante) d'Avogadro. D. Calculer la masse molaire d'un composé chimique. E. Représenter numériquement la relation entre les moles, le nombre de molécules et la masse molaire d'un composé. F. Calculer la composition centésimale (pourcentage de composition), la formule empirique et la formule moléculaire d'un composé. G. Déterminer la formule moléculaire et le nom d'un hydrate.
3. Analyser des réactions chimiques pour résoudre des problèmes nécessitant la stœchiométrie.	<ul style="list-style-type: none"> A. Identifier les rapports stœchiométriques des réactifs et des produits à partir d'équations chimiques équilibrées. B. Analyser les informations fournies pour déterminer les facteurs de conversion requis et le cheminement explicite nécessaire pour résoudre des problèmes. C. Effectuer des calculs stœchiométriques (nécessitant l'application des rapports stœchiométriques) liés aux équations chimiques données.
4. Déterminer le pourcentage de rendement d'une réaction chimique.	<ul style="list-style-type: none"> A. Déterminer le réactif limitant d'une réaction chimique en se servant des rapports stœchiométriques. B. Effectuer des calculs de rendement théorique par stœchiométrie. C. Calculer le pourcentage de rendement d'une réaction chimique. D. Déterminer comment maximiser le rendement d'une réaction chimique.

4^e thème



LES GAZ

RAG : ✓ L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.									
RAS <i>L'élève doit pouvoir :</i>	Indicateurs de réalisation <i>Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i>								
1. Démontrer une compréhension de la théorie cinétique des gaz.	A. Expliquer les états de la matière en fonction de leurs forces intermoléculaires et du mouvement de leurs particules. B. Expliquer les six changements d'état de la matière et déterminer lesquels sont endothermiques et lesquels sont exothermiques. C. Expliquer les propriétés des gaz, telles que : <table border="1" style="margin-left: 40px; width: 60%;"> <tr> <td style="text-align: center;">○ le volume;</td> <td style="text-align: center;">○ la pression;</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○ la forme;</td> <td style="text-align: center;">○ l'expansion;</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○ la compressibilité;</td> <td style="text-align: center;">○ la masse volumique.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○ la diffusion;</td> <td></td> </tr> </table> D. Définir la théorie cinétique des gaz en se basant sur les postulats de la théorie cinétique moléculaire. E. Justifier les propriétés des gaz à l'aide de la théorie cinétique.	○ le volume;	○ la pression;	○ la forme;	○ l'expansion;	○ la compressibilité;	○ la masse volumique.	○ la diffusion;	
○ le volume;	○ la pression;								
○ la forme;	○ l'expansion;								
○ la compressibilité;	○ la masse volumique.								
○ la diffusion;									
2. Établir le lien entre la pression, le volume et la température des gaz.	A. Définir la loi de Boyle-Mariotte en expliquant le lien existant entre la pression et le volume d'un gaz. B. Définir la loi de Charles en expliquant le lien existant entre la température et le volume d'un gaz. C. Définir la loi de Gay-Lussac en expliquant le lien existant entre la pression et la température d'un gaz. D. Démontrer comment combiner les trois lois des gaz afin d'obtenir la formule de la loi générale des gaz.								
3. Résoudre des problèmes liés aux lois des gaz.	A. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi Boyle -Mariotte. ○ $p_1V_1 = p_2V_2$ B. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Charles. ○ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ C. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Gay-Lussac. ○ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ D. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi générale des gaz. ○ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$								
4. Résoudre des problèmes liés aux gaz parfaits.	A. Définir : le volume molaire, un gaz parfait. B. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de rapports stœchiométriques afin de déterminer le volume molaire d'un réactif ou d'un produit gazeux lors d'une réaction chimique. C. Calculer la valeur de la constante des gaz parfaits (R) pour une mole de gaz se trouvant aux conditions de température et de pression normales (T.P.N.). D. Déterminer le nombre de moles de gaz à l'intérieur d'un contenant soumis à des conditions particulières (température et volume) en employant l'équation des gaz parfaits. ○ $pV = nRT$								

5^e thème



CONNAISSANCES PROCÉDURALES

<p>RAG : ✓ L'élève pourra comprendre et devenir compétent en utilisant les compétences, les processus et les pratiques nécessaires à l'enquête scientifique et à l'application de la science. Cela comprend les compétences nécessaires à la sécurité au laboratoire, à l'argumentation, à la communication, à la collaboration, à l'analyse mathématique et à la maîtrise de la technologie.</p>	
<p>RAS L'élève doit pouvoir :</p>	<p>Indicateurs de réalisation <i>Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i></p>
<p>1. Appliquer ses connaissances et sa compréhension des protocoles et procédures de laboratoire sécuritaires.</p>	<p>A. Interpréter les pictogrammes et les étiquettes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT 2015). B. Comprendre les protocoles de sécurité généraux, les procédures et les dangers pour assurer la sécurité de soi et des autres. C. Comprendre les protocoles de sécurité, les procédures et les dangers spécifiques à l'activité en cours pour s'assurer la sécurité de soi et des autres. D. Appliquer des protocoles et des procédures appropriés pour acquérir, utiliser et éliminer les matériaux et l'équipement en toute sécurité.</p>
<p>2. Appliquer des techniques, des procédures et des technologies appropriées pour la collecte et l'analyse des données pour résoudre les problèmes.</p>	<p>A. Utiliser des outils de collecte de données appropriés, y compris des enregistreurs de données, pour la collecte de données. B. Utiliser des outils d'analyse de données appropriés, y compris des feuilles de calcul, pour l'analyse des données. C. Utiliser des techniques appropriées pour la collecte et l'analyse des données. D. Communiquer les techniques et procédures appropriées nécessaires pour enquêter sur les phénomènes scientifiques et pour résoudre un problème.</p>
<p>3. Utiliser l'incertitude dans la mesure et le traitement des données.</p>	<p>A. Distinguer entre l'exactitude et la précision. B. Comprendre les erreurs aléatoires et systématiques et leurs sources. C. Identifier l'erreur associée aux valeurs mesurées (plage \pm ou %). D. Identifier les quantités, à la fois implicites et explicites, nécessaires pour résoudre un problème. E. Manipuler des expressions algébriques spécifiques pour isoler n'importe quelle variable. F. Estimer et calculer une quantité inconnue à l'aide de quantités connues. G. Traiter les données avec précision, en se servant des chiffres significatifs appropriés.</p>
<p>4. Évaluer un phénomène scientifique en utilisant l'argumentation.</p>	<p>A. Comprendre que l'argumentation scientifique implique des prétentions, des preuves et un raisonnement. B. Appuyer une prétention en utilisant des preuves provenant de données expérimentales et du raisonnement associé. C. Étayer une prétention en utilisant des concepts, des modèles, des lois ou des théories et le raisonnement associé. D. Discuter des sources potentielles d'erreurs (aléatoires et systématiques) dans les données expérimentales. E. Argumenter l'impact directionnel de l'erreur sur les résultats.</p>

<p>5. Concevoir (ou modifier) une expérience qui identifie et contrôle les principales clés.</p>	<p>F. Argumenter quelles sources d'erreur ont le plus probablement eu un effet majeur/mineur sur les résultats.</p> <p>G. Expliquer les moyens d'ajuster la procédure expérimentale pour atténuer l'incertitude ou l'utilisation de contrôles pour renforcer les prétentions.</p> <p>H. Discuter des limites des preuves fournies, y compris les faiblesses de la méthodologie et les sources possibles de biais.</p> <p>A. Formuler des questions pertinentes à étudier.</p> <p>B. Formuler des hypothèses et faire des prédictions éclairées.</p> <p>C. Identifier et contrôler les variables majeures.</p> <p>D. Sélectionner des procédures et des techniques appropriées pour faire varier la variable indépendante.</p> <p>E. Sélectionner des procédures et des techniques d'échantillonnage appropriées pour la variable dépendante.</p>
--	--

-C-

Plan d'enseignement

Thème 1

DES STRUCTURES AUX PROPRIÉTÉS

Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

RAS
Expliquer, par rapport à la théorie atomique, le rôle des preuves et des théories dans l'évolution des connaissances scientifiques.
Comparer les propriétés des composés à partir des types de liaisons.
Écrire et nommer les formules de composés ioniques et moléculaires en suivant des règles simples de l'UICPA.
Appliquer le concept de solubilité dans les calculs et les généralisations.

Notion A : LA THÉORIE ATOMIQUE

RAG : L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
<p>UM4 Expliquer la loi de la conservation de la masse et la représenter à l'aide d'équations chimiques balancées.</p> <p>UM8 Représenter les atomes à l'aide du modèle atomique de Rutherford-Bohr et le la notation de Lewis.</p>	<p>SP1 Expliquer, par rapport à la théorie atomique, le rôle des preuves et des théories dans l'évolution des connaissances scientifiques.</p>	<p>CQ1 Conceptualiser le modèle mécanique de la mécanique quantique.</p>

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Expliquer comment les différentes théories de l'atome et de la matière ont évolué à mesure que de nouvelles informations sont devenues disponibles.
- Décrire l'importance de l'examen par les pairs dans le développement des connaissances scientifiques.
- Définir ce que sont les isotopes et expliquer les répercussions de leur découverte sur la théorie atomique.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 1 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves devraient être capables de comprendre que les théories évoluent à la lumière de nouvelles découvertes/preuves.
- Inhérente à l'utilisation de preuves pour expliquer l'évolution des modèles est une solide compréhension du modèle. En particulier, les élèves devraient expliquer le rôle que les preuves ont joué dans le développement des théories atomiques (Démocrite, Aristote, Newton / Boyle, Dalton, Thompson, Rutherford, Bohr, Chadwick).
- Les élèves peuvent faire une recherche et présenter la contribution de scientifiques à l'évolution des modèles atomiques; faire un tableau-synthèse des présentations; comparer les représentations des modèles (similarité et différences).
- Il est important de réviser les notions suivantes qui ont été abordées dans des cours précédents :
 - les propriétés des particules subatomiques de l'atome telles que les protons, les neutrons et les électrons.
 - les diverses propriétés de l'atome telles que le numéro atomique (Z), le nombre de masse (A) et l'unité de masse atomique (u).

Notion B : LES LIAISONS

RAG : L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
UM7 Établir le lien entre les groupes (familles), les périodes, les électrons de valence et le nombre de couches électroniques.	SP2 Comparer les propriétés des composés à partir des types de liaisons.	CQ2 Prédire les structures des composés chimiques à partir de l'analyse des liaisons interatomiques et les liaisons intermoléculaires. CQ3 Établir le lien entre la structure et les propriétés des composés chimiques.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Définir : électrons de valence; tendance périodique; rayon atomique; électronégativité; énergie d'ionisation; liaison chimique, liaison ionique; liaison covalente polaire; liaison covalente non polaire; liaison métallique; liaison intermoléculaire et liaison hydrogène.
- B. Utiliser la différence d'électronégativité (ΔEN) afin de prédire le type de lien chimique.
- C. Représenter les liaisons covalentes à l'aide de la formule développée.
- D. Énoncer les différentes propriétés des composés ioniques et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.
- E. Énoncer les différentes propriétés des composés covalents.
- F. Énoncer les différentes propriétés des métaux et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.
- G. Faire le schéma des liaisons hydrogènes (pont hydrogène) qui retiennent les molécules d'eau ensemble.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves devraient identifier le type de liaison possible (ionique ou covalente) à partir d'une formule chimique et être en mesure de démontrer une liaison ionique, covalente et métallique en utilisant la position des éléments considérés dans le tableau périodique. (La liaison est un continuum de covalente non polaire à ionique. Au fur et à mesure que les composés sont formés à partir d'atomes plus proches les uns des autres dans le tableau périodique, le caractère ionique diminue et le caractère covalent augmente).
- Les élèves devraient également être capables d'expliquer le continuum de covalente non polaire - à covalente polaire - à ionique à l'aide d'un tableau des électronégativités et des différences d'électronégativité. Ils devraient prédire la charge ionique des ions dans les éléments du groupe principal à partir de leur numéro de groupe et de la règle de l'octet, et expliquer l'importance du transfert d'électrons dans la formation de liaisons ioniques. Les élèves devraient être capables de définir et identifier les liaisons covalentes simples et multiples. Il est également attendu qu'ils puissent définir une liaison métallique et de l'utiliser pour expliquer la liaison au sein des métaux.
- Les élèves peuvent (en groupes-experts) faire l'étude des tendances périodiques (électronégativité, énergie d'ionisation et rayon atomique) et présenter le résultat de leur recherche.
- Les élèves peuvent construire un réseau conceptuel des liaisons chimiques.
- Les élèves peuvent construire des modèles de composés ioniques différents pour mieux visualiser leur structure. De plus, les élèves peuvent utiliser la technologie (logiciels, applications etc.) pour visualiser / représenter les structures.

Notion C : LA NOMENCLATURE

RAG : L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
UM3 Décrire diverses réactions chimiques, telles que : <ul style="list-style-type: none"> • La combustion; • La neutralization acidobasique. 	SP3 Écrire et nommer les formules de composés ioniques et moléculaires en suivant des règles simples de l'UICPA.	AB1 Classifier les substances en tant qu'acides ou bases sur la base des définitions d'Arrhenius et de Brønsted-Lowry.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Définir ce qu'est le nombre d'oxydation et énoncer la règle à respecter concernant la somme des nombres d'oxydation des atomes d'un composé.
- Expliquer la différence entre un ion monoatomique et un ion polyatomique.
- Utiliser les conventions de l'UICPA pour écrire et nommer la formule chimique des ions polyatomiques courants :

• NH_4^+	• O_4^{2-}
• CH_3COO^-	• PO_4^{3-}
• OH^-	• ClO_3^-
• NO_3^-	• BrO_3^-
• CO_3^{2-}	• IO_3^-

- Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir de deux ions monoatomiques choisis.
- Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir d'un ion monoatomique et d'un ion polyatomique choisis.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 1 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves peuvent revoir le processus de nommer et écrire de formules pour des composés ioniques et covalentes. Cela donnerait aux élèves l'occasion de se rappeler des informations qu'ils ont pu voir auparavant, d'interpréter les informations et de faciliter l'apprentissage des propriétés et des informations de liaison dans ce thème. Pour s'appuyer sur la nomenclature apprise dans les années précédentes, les élèves doivent utiliser le système UICPA pour nommer les variations hydrogène/oxygène des anions polyatomiques communs connaissant la variation « ate ». Les anions « ate » communs qui devraient être connus incluent :

<input type="radio"/> NO ₃	<input type="radio"/> ClO ₃ ⁻
<input type="radio"/> CO ₃ ²⁻	<input type="radio"/> B rO ₃ ⁻
<input type="radio"/> SO ₄ ²⁻	<input type="radio"/> IO ₃ ⁻
<input type="radio"/> PO ₄ ³⁻	

(le processus pour nommer les acides sera traité en CHI621M).

- Les élèves devraient illustrer la structure de liaison de divers ions polyatomiques. Les ions suivants pourraient être considérés :

<input type="radio"/> NO ₃	<input type="radio"/> NH ₄ ⁺
<input type="radio"/> NO ₂	<input type="radio"/> S O ₃ ²⁻
<input type="radio"/> CO ₃	<input type="radio"/> BrO ⁻

On ne s'attend pas à ce que les élèves dessinent des structures de résonance.

- Les élèves doivent construire des molécules avec des modèles moléculaires et dessiner la représentation des formes correspondantes. De plus, les élèves peuvent utiliser la technologie (logiciels, applications etc.) pour créer leurs modèles.

Notion D : LA SOLUBILITÉ

RAG : L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
UM1 Calculer la concentration d'une solution aqueuse.	SP4 Effectuer des calculs impliquant la solubilité molaire d'une substance pure dans l'eau.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Expliquer les variations de solubilité de diverses substances pures à partir du même solvant.
- B. Calculer la solubilité d'une substance (N° g de soluté/100g de solvant).
- C. Utiliser la solubilité dans les calculs.
- D. Expliquer le lien entre la solubilité et la concentration.
- E. Représenter graphiquement et interpréter les courbes de solubilité.
- F. Calculer la concentration en mol/L ou molarité, M, des solutions initiales sur la base de la masse et/ou des moles du soluté (ou des ions solutés) et du volume de la solution, et vice versa;
- G. Effectuer des dilutions et des calculs de dilution; et
- H. Tracer un graphique et interpréter une courbe standard pour identifier la concentration d'une solution inconnue.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves devraient décrire le rôle que joue l'équilibre en termes de taux égaux de dissolution et de cristallisation d'un solide dans une solution saturée. Pour faciliter leur description, ils pourraient dessiner un diagramme illustrant les particules de soluté entrant et sortant de la phase de solution. Les élèves devraient comparer le taux de solvatation au taux de désolvatation pour les solutions non saturées et pour les solutions saturées contenant un excès de soluté. Il est important que les élèves comprennent la forme des cristaux de soluté en excès au fur et à mesure qu'ils changent avec le temps, car la solvatation et la désolvatation se produisent simultanément. L'élève doit comprendre que les particules de soluté continueront à se dissoudre jusqu'à ce que la solution devienne saturée. Les élèves devraient être capables d'expliquer comment les composés ioniques et moléculaires forment des solutions en reliant la formation de solutions aux forces d'attraction intermoléculaires.

- Les élèves doivent se familiariser avec la méthode courante pour exprimer la solubilité d'une substance (N° de g de soluté/100g de solvant) et comprendre que la valeur de solubilité doit être accompagnée d'une valeur de température. Ils doivent être capables de lire les valeurs de solubilité à partir d'un graphique ou d'une courbe de solubilité et d'effectuer des calculs sur la base de ces valeurs. Les élèves pourraient examiner les données de solubilité du sucre ou du sel à diverses températures. L'interprétation des tableaux de données ou des graphiques pourrait être utilisée pour aider à faire des généralisations sur les substances pures et leur solubilité.
- Les élèves devraient faire des prédictions pour savoir si un soluté donné se dissoudra dans un solvant donné en utilisant des généralisations sur la solubilité des solutés dans des solvants. Ils devraient reconnaître que les généralisations de la solubilité ne sont pas exhaustives. Les élèves devraient offrir des explications plausibles quant aux raisons pour lesquelles il peut y avoir des exceptions à la généralisation. Par exemple : l'éthanol se dissout dans l'eau mais pas (ou très peu) l'hexanol ; la plupart des composés ioniques se dissolvent dans l'eau, mais certains ne le font pas (BaCO_3). Les élèves doivent comprendre que les solutions sont des mélanges formés en se mélangeant physiquement au niveau des particules et n'impliquent pas de changement chimique.
- Les élèves devraient être capables de calculer la concentration molaire (molarité) en mol/L, ou M, de solutions basées sur la masse et/ou les moles de soluté et le volume de la solution et savoir que [] implique toujours une concentration en mol/L. Les élèves doivent préparer des solutions en laboratoire d'une concentration et d'un volume spécifiés. Les types de solutions et les concentrations pourraient être basés sur des solutions qui peuvent être nécessaires dans d'autres expériences pour une analyse qualitative (expériences sur les précipités, etc.). Les solutions doivent contenir des étiquettes SIMDUT étiquetées de manière appropriée. Les élèves pourraient réaliser une expérience impliquant des dilutions. Une courbe standard pourrait être construite à partir des dilutions d'une solution initiale. La courbe pourrait être utilisée pour déterminer la concentration d'une solution inconnue. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour détecter la concentration de la solution, telles que la densité (densité vs []) et l'absorption de la lumière (absorption vs []). C'est une occasion idéale pour les élèves d'utiliser la collecte de données et la technologie graphique. Les élèves pourraient recueillir des données et demander au logiciel de tracer le graphique correspondant. En utilisant une fonction de régression linéaire, une équation linéaire peut être obtenue et utilisée pour calculer la concentration d'une solution en fonction d'une valeur mesurée (gravité spécifique, absorbance, transmittance, etc.) qui est corrélée à la concentration.

Thème 2

CHIMIE ORGANIQUE

Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

RAS
Appliquer les règles de nomenclature et de classification en ce qui concerne une grande variété de composés organiques.
Représenter les structures moléculaires pour une variété de composés organiques.
Prédire les produits des réactions des composés organiques.
Expliquer des enjeux liés à la présence de composés organiques dans l'environnement.

Notion A : LA CLASSIFICATION DES COMPOSÉS ORGANIQUES

RAG : L'élève pourra identifier et expliquer la diversité des composés organiques et leurs impacts sur l'environnement.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
UM3 Décrire diverses réactions chimiques, telles que : <ul style="list-style-type: none"> • La combustion; • La neutralization acidobasique. 	CO1 Appliquer les règles de nomenclature et de classification en ce qui concerne une grande variété de composés organiques.	AB1 Classifier les substances en tant qu'acides ou bases sur la base des définitions d'Arrhenius et de Brønsted-Lowry.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Définir: chimie organique, composé organique, hydrocarbure (aliphatique et aromatique).
- Expliquer le grand nombre et la diversité des composés organiques en référence à la nature unique de l'atome de carbone.
- Classifier de divers composés organiques en déterminant à quelles familles ils appartiennent en fonction de leurs noms ou structures.
- Écrire la formule et fournir le nom de l'UICPA pour une variété de composés organiques.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Il est important que les élèves développent une compréhension de la signification historique de la « chimie organique » et énumérer les sources naturelles de composés organiques. Demander aux élèves de nommer des éléments organiques de leur environnement.
- Il est important d'établir le lien entre les notions théoriques et l'aspect pratique en faisant des expériences tout au long de ce thème. L'élève doit faire des activités pratiques afin de mieux saisir les concepts étudiés.
- Les élèves devraient avoir l'occasion de comparer des composés organiques et inorganiques en fonction de la présence de carbone, de la variété des composés formés, de la taille et de la masse moléculaire relative.
- Les élèves devraient décrire la capacité de liaison du carbone et la capacité du carbone à former des multiples liaisons et à se lier dans une variété de structures stables.
- Les élèves devraient identifier la géométrie des composés carbonés, les liens forts entre les atomes de carbone et la faible réactivité des composés carbonés.
- Les élèves peuvent réfléchir à ce qui différencie les composés carbonés des autres composés. Bien que les élèves aient étudié certaines liaisons, la chimie organique offre aux élèves l'occasion d'explorer les caractéristiques spatiales de composés organiques simples grâce à l'utilisation d'ensembles de modèles pour étudier la symétrie. Par exemple, la nature du tétraèdre du méthane ou les extrémités de l'éthane en rotation pourraient être examinées avec des modèles. (Les structures moléculaires seront abordées dans le RAS suivant). Cependant, les élèves pourraient examiner les structures du graphite et du diamant pour démontrer la superposition des hexagones et la force d'un tétraèdre.
- Les élèves peuvent préparer un jeu tel *Jeopardy* portant sur la nomenclature des composés organiques.
- Puisqu'il y a un grand nombre de **d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques** possibles à examiner, les informations suivantes servent à préciser la profondeur et l'étendue de ce RAS :
 - Nommer tous les préfixes d'un à dix atomes de carbone dans un composé.
 - Différencier entre un hydrocarbure saturé et un hydrocarbure insaturé, et fournir un exemple.
 - Faire la formule des hydrocarbures aliphatiques (C_nH_{2N+2} , C_nH_{2n} , C_nH_{2N-2} , etc.) pour les alcanes, les alcènes, les alcynes et les cycliques.
 - Nommer correctement une chaîne d'alcane ramifiée en respectant les règles de nomenclature de l'UICPA et en utilisant les suffixes et les préfixes appropriés.
 - Nommer correctement des hydrocarbures aromatiques à base de benzène (C_6H_6).
- Étant donné le grand nombre de **dérivés d'hydrocarbures** possibles à examiner, les informations suivantes traitent de la profondeur et l'étendue de ce RAS :
 - Dérivés d'hydrocarbures avec un seul groupe fonctionnel ayant une chaîne principale contenant un maximum de dix carbones.
 - Dérivés d'hydrocarbures qui contiennent des groupes fonctionnels oxygénés appartenant à la famille des alcools, des éthers, des aldéhydes, des cétones, des acides carboxyliques et des esters.
 - Dérivés d'hydrocarbures qui contiennent des groupes fonctionnels azoté appartenant à la famille des amines, des amides et des acides aminées.

Notion B : LES STRUCTURES MOLÉCULAIRES DES COMPOSÉS ORGANIQUES

RAG : L'élève pourra identifier et expliquer la diversité des composés organiques et leurs impacts sur l'environnement.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
UM8 Représenter les atomes à l'aide du modèle atomique de Rutherford-Bohr et de la notation de Lewis.	CO2 Illustrer les structures moléculaires pour une variété de composés organiques.	CQ2 Prédire les structures des composés chimiques à partir de l'analyse des liaisons interatomiques et les liaisons intermoléculaires.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Définir: isomères, ramification.
- Illustrer les structures moléculaires développées d'un composé aliphatique, cyclique et aromatique.
- Illustrer les structures moléculaires développées des dérivés d'hydrocarbures.
- Illustrer les structures moléculaires des isomères structuraux et géométriques.
- Relier les propriétés d'une substance à son structure moléculaire.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves devraient être capables de dessiner la structure moléculaire et de construire des modèles de tous les hydrocarbures (aliphatiques, aromatiques, cycliques), et les dérivés d'hydrocarbures décrits dans le RAS précédent.
- Les élèves devraient être capable de dessiner des formules moléculaires, des formules condensées, des formules développées, des formules semi-développées et des formules stylisées pour les composés organiques.
- Les élèves devraient représenter correctement des hydrocarbures aliphatiques simples à l'aide de formules moléculaires développées (chaînes droites sans ramifications).
- Représenter correctement des hydrocarbures aliphatiques à l'aide de formules moléculaires développées (chaînes ramifiées) à partir du nom du composé organique.
 - Les élèves devraient être capable de faire la formule développée des 4 premiers groupes alkyles :
 - Méthyle (CH_3)
 - Éthyle (C_2H_5)
 - Propyle (C_3H_7)
 - Butyle (C_4H_9)
- Représenter des hydrocarbures cycliques en faisant leur formule développée à partir du nom du composé.
- Représenter correctement des hydrocarbures aromatiques de base de benzène.
- Représenter des groupes fonctionnels en faisant leur formule développée à partir du nom du composé.
- Reconnaître les groupes fonctionnels selon l'arrangement entre les liaisons (composés oxygénés et azotés).
- Les élèves devraient avoir l'occasion d'explorer les isomères en dessinant des structures moléculaires, en utilisant des modèles pour construire des isomères et en nommant les isomères d'une variété de molécules organiques. Les élèves devraient définir et donner des exemples d'isomérisation structurelle. Les élèves devraient être capables de dessiner des isomères de structure d'hydrocarbures avec les formules moléculaires :
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, C_nH_{2n} , et $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
et être capable de dessiner des isomères (*cis* et *trans*).
- Les élèves pourraient examiner diverses structures pour voir si l'isomérisation a un effet sur les propriétés de la substance en recherchant les propriétés d'une formule moléculaire particulière $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Ils devraient pouvoir étendre cette compréhension aux isomères d'autres familles organiques.

Notion C : LES RÉACTIONS ENTRE LES COMPOSÉS ORGANIQUES

RAG : L'élève pourra identifier et expliquer la diversité des composés organiques et leurs impacts sur l'environnement.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
<p>UM3 Décrire diverses réactions chimiques telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La combustion; • La neutralization acidobasique. <p>UM4 Expliquer la loi de la conservation de la masse et la représenter à l'aide d'équations chimiques balancées.</p>	<p>CO3 Prédire les produits des réactions des composés organiques.</p>	<p>AB2 Appliquer le concept d'équilibre aux réactions acido-basiques.</p> <p>AB3 Évaluer les réactions d'équilibre acido-basique.</p>

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Décrire la réactivité relative des alcanes, alcènes, alcynes.
- B. Identifier un réactif ou un produit manquant étant donné une réaction organique avec un réactif ou un produit manquant.
- C. Prédire quel sera le produit obtenu au cours d'une réaction d'addition entre deux composés organiques.
- D. Prédire quel sera le produit obtenu au cours d'une réaction de substitution entre deux composés organiques.
- E. Prédire quel sera le produit obtenu au cours d'une réaction d'élimination entre deux composés organiques.
- F. Prédire le produit des réactions d'estérification entre les alcools et les acides carboxyliques.
- G. Écrire et équilibrer des équations pour des réactions chimiques comprenant des composés organiques choisis.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 3 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves peuvent prédire la réactivité relative des alcanes, des alcènes et des alcynes.
- Les élèves doivent savoir que les alcanes et les benzènes peuvent subir une substitution, que les alcènes et les alcynes peuvent subir une addition, que les alcanes substitués (alcools etc.) peuvent subir une élimination, et que les alcools et l'acide carboxylique se condensent pour former des esters par estérification. Les élèves peuvent prédire quels seront les produits de ces réactions.
- Les élèves peuvent déterminer le nom et la structure d'un réactif ou d'un produit manquant étant donné une réaction organique avec un réactif ou un produit manquant. Cette méthode peut également être utilisée pour d'autres types de réactions.
- Les élèves peuvent créer un organigramme des types de réactions et identifier la famille de composés ou de groupes fonctionnels qui subissent ces types spécifiques de réactions. Une autre approche pourrait consister à répertorier la famille de composés et à identifier les types de réactions qui se produisent couramment au sein de la famille. Par exemple : les alcanes subissent des réactions de substitution avec les halogènes ; les alcènes et les alcynes subissent des réactions d'addition avec les halogènes, l'hydrogène, les halogénures d'hydrogène et l'eau.

Notion D : LA CHIMIE ORGANIQUE ET L'ENVIRONNEMENT

RAG : L'élève pourra identifier et expliquer la diversité des composés organiques et leurs impacts sur l'environnement.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
TE1 Décrire les caractéristiques des couches du sol et expliquer les impacts environnementaux liés à leur exploitation.	CO4 Évaluer les enjeux liés à la présence de composés organiques dans l'environnement.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Expliquer certains usages courants des composés organiques naturels et synthétiques.
- Dresser une liste d'avantages et de risques, pour l'environnement et l'humain, à utiliser certains composés organiques.
- Évaluer les avantages et les risques pour l'environnement et l'humain, à utiliser certains composés organiques.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 3 / métacognitive

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :


Citoyenneté


Communication


**Développement
personnel et
cheminement
de carrière**


Pensée critique

Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Il est important d'établir des liens entre les cultures scientifiques et technologiques et l'environnement. Présenter certaines applications pratiques du contenu et amener l'élève à réfléchir sur ses responsabilités par rapport à la société et l'environnement.
- Les élèves peuvent analyser les avantages et les inconvénients de la fabrication de nouveaux produits synthétiques pour la société et l'environnement.
- Les élèves peuvent organiser un débat sur les enjeux sociaux liés à la chimie organique (p.ex., : les plastiques dégradables, les pesticides, les drogues, les CFC etc.)
- Les élèves peuvent visiter un laboratoire ou un centre de recherche en chimie.
- Les élèves peuvent faire une recherche sur la chimie du parfum ou sur l'industrie des saveurs.

Thème 3

STœCHIMÉTRIE

Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

RAS
Prédire le produit des réactions de déplacement simple et double.
Résoudre des problèmes impliquant le nombre de particules, le nombre de moles, le volume et la masse.
Analyser des réactions chimiques pour résoudre des problèmes nécessitant la stœchiométrie.
Déterminer le pourcentage de rendement d'une réaction chimique.

Notion A : LES RÉACTIONS DE DÉPLACEMENT

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension de la stoechiométrie dans divers contextes.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
<p>UM3 Décrire diverses réactions chimiques, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La combustion; • La neutralization acidobasique. <p>UM4 Expliquer la loi de la conservation de la masse et la représenter à l'aide d'équations chimiques balancées.</p>	<p>S1 Prédire le produit des réactions de déplacement simple et double.</p>	<p>AB2 Appliquer le concept d'équilibre aux réactions acido-basiques.</p> <p>AB3 Évaluer les réactions d'équilibre acido-basique.</p>

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Comprendre, différencier et expliquer les réactions de déplacement simple et de déplacement double.
- B. Prédire le produit de réactions de déplacement simple.
- C. Déterminer si un déplacement simple sera effectué sur la base d'une série d'activités de métaux.
- D. Prédire le produit des réactions de déplacement double.
- E. Déterminer si une réaction de déplacement double se produira en fonction de la formation d'un précipité, d'un gaz ou l'eau.
- F. Écrire et équilibrer des équations pour des réactions chimiques comportant des composés inorganiques sélectionnés.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 3 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Ce RAS est une continuation des notions que les élèves ont étudiées en Sciences 9 et en Sciences 421M. En Sciences 9, les élèves doivent décrire diverses transformations chimiques (la respiration et la digestion, la décomposition et la synthèse, l'oxydation et la précipitation). En Sciences 421M, les élèves doivent décrire diverses réactions chimiques (la combustion et la neutralisation acidobasique) et appliquer la loi de conservation de la masse et déduire des formules de produits de réactions chimiques simples en supposant que la réaction se déroulera.
- En chimie 521M, les élèves approfondiront leurs connaissances sur les réactions en déterminant si ces réactions de déplacement simple et de déplacement double se produiront. Il sera important que les élèves comprennent ces types de réactions avant de pouvoir prédire les produits. Les élèves devraient utiliser une série d'activités de métaux pour les réactions à déplacement simple et devra identifier si les réactions à déplacement double produisent de l'eau, un gaz insoluble ou un précipité.
- Ce RAS peut être abordé à différents moments tout au long de ce cours. Par exemple, les déplacements simples peuvent être traités avec le réactif limitant et le pourcentage de rendement.

Notion B : LA STœCHIMÉTRIE

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension de la stœchiométrie dans divers contextes.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	S2 Résoudre des problèmes impliquant le nombre de particules, le nombre de moles, le volume et la masse.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Définir les termes suivants: la masse atomique moyenne ; le volume molaire, la stœchiométrie et la loi des proportions définies.
- B. Calculer la masse atomique moyenne d'un élément en tenant compte de son abondance isotopique, et vice-versa.
- C. Expliquer la relation entre la mole et le nombre (constante) d'Avogadro.
- D. Calculer la masse molaire d'un composé chimique.
- E. Représenter numériquement la relation entre les moles, le nombre de molécules et la masse molaire d'un composé.
- F. Calculer la composition centésimale (pourcentage de composition), la formule empirique et la formule moléculaire d'un composé.
- G. Déterminer la formule moléculaire et le nom d'un hydrate.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

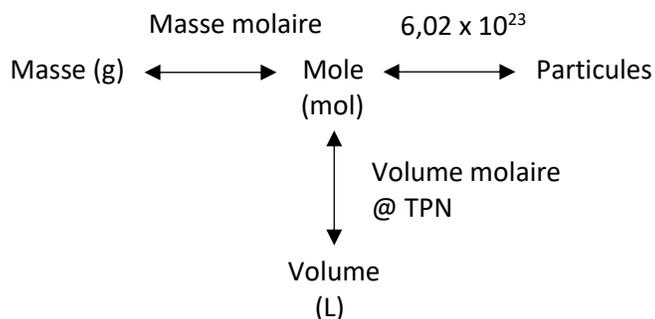
Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Pour introduire la notion de la mole comme moyen de dénombrement pour les chimistes, l'enseignant peut inviter les élèves à rédiger des listes individuelles des choses qu'ils savent sur la façon dont les atomes sont comptés et dont leurs masses sont mesurées. Une question utile est : « Si vous connaissez la masse d'une dizaine d'articles identiques comment pouvez-vous déterminer le nombre d'articles que l'on a dans un bécher sans les compter ? ». Une activité pour visualiser les relations entre les unités de dénombrement, le dénombrement des éléments individuels dans une unité et calculer la masse des deux aiderait les élèves à consolider leurs expériences avec ces nouvelles connaissances. En utilisant des articles facilement accessibles tels que du riz, des pois, des nouilles ou d'autres articles identiques qui pourraient être comptés et dont la masse pourrait être mesurée fonctionne bien. Après l'activité, les élèves pourraient réfléchir à la question « Quelle est une manière pratique pour un chimiste de compter les petites particules telles que des atomes ? ».
- Les enseignants peuvent utiliser les particules d'atomes, leurs masses relatives et la masse d'un mélange d'isotopes pour illustrer les unités de masse atomique (u) et leurs relations avec les grammes. Les élèves pourraient calculer la masse atomique moyenne d'un élément à partir des données pour chacun de ses isotopes. Un laboratoire de masse atomique pourrait être réalisé pour permettre aux élèves de calculer la « masse atomique » d'un mélange « isotopique » de nouilles qui sont identifiés comme l'élément « mélange à soupe ». Pendant cette expérience, les enseignants peuvent fournir une variété de méthodes efficaces pour calculer la masse des articles avec précision sur une balance.
- Les élèves devraient définir et calculer la masse molaire d'un élément et d'un composé. Ils devraient définir la température et pression normales (TPN) et le volume molaire d'un gaz parfait à TPN, et résoudre une variété de problèmes en effectuant des calculs reliant le nombre de moles à d'autres quantités (par exemple, la masse, le volume à TPN, des particules représentatives, etc.) de diverses substances.

Les conversions de la mole :



Notion C : L'ANALYSE DES RÉACTIONS

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension de la stoechiométrie dans divers contextes.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	S3 Analyser des réactions chimiques pour résoudre des problèmes nécessitant la stoechiométrie.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Identifier les rapports stoechiométriques des réactifs et des produits à partir d'équations chimiques équilibrées.
- Analyser les informations fournies pour déterminer les facteurs de conversion requis et le cheminement explicite nécessaire pour résoudre des problèmes.
- Effectuer des calculs stoechiométriques (nécessitant l'application des rapports stoechiométriques) liés aux équations chimiques données.

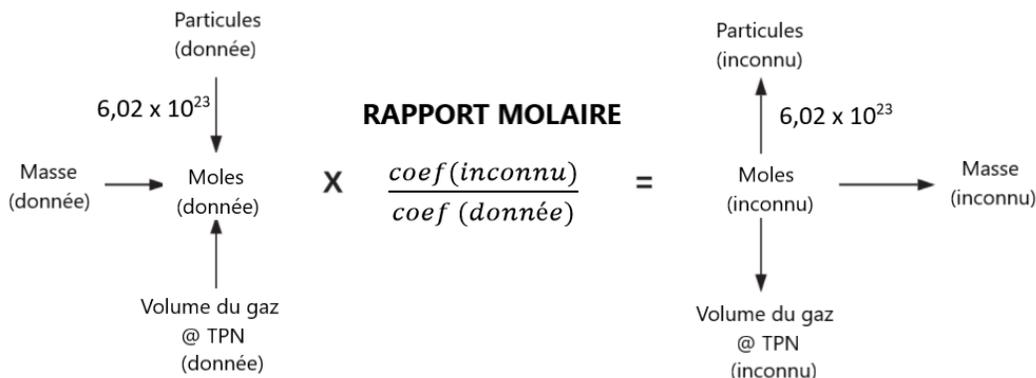
Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves devraient identifier les rapports molaires des réactifs et des produits dans une réaction chimique comme étant les coefficients d'une équation équilibrée. Ils doivent énoncer la loi de conservation de la masse et démontrer qu'ils comprennent que seuls la masse et les atomes sont toujours conservés dans une équation chimique équilibrée. Les enseignants peuvent utiliser des stratégies pour aider les élèves à organiser leurs calculs, comme « l'autoroute de la Mole ».

L'autoroute de la Mole : Tous les chemins mènent à travers la Mole

- Pour organiser leurs calculs à l'aide de l'analyse dimensionnelle, les élèves devraient déterminer et énumérer tous les facteurs de conversion utilisés (le rapport stœchiométrique, la masse molaire, le volume molaire, etc.). Les élèves pourraient mettre en place l'analyse dimensionnelle pour plusieurs problèmes sans effectuer les calculs pour pouvoir pratiquer l'incorporation de « l'autoroute de la Mole » avec l'analyse dimensionnelle. Comme étape suivante, les élèves pourraient travailler en groupes pour pratiquer ces calculs en demandant à un membre du groupe de calculer la masse théorique d'un produit à partir d'une masse donnée de réactif et un autre membre du groupe pourrait ensuite travailler en arrière et confirmer la masse initiale du réactif. Cela aiderait les élèves à développer leurs stratégies de résolution de problèmes et leurs compétences en communication. Les élèves devraient toujours estimer les résultats stœchiométriques avant d'effectuer les calculs.

Notion D : LE POURCENTAGE DE RENDEMENT

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension de la stoechiométrie dans divers contextes.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	S4 Déterminer le pourcentage de rendement d'une réaction chimique.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Déterminer le réactif limitant d'une réaction chimique en se servant des rapports stœchiométriques.
- B. Effectuer des calculs de rendement théorique par stœchiométrie.
- C. Calculer le pourcentage de rendement d'une réaction chimique.
- D. Déterminer comment maximiser le rendement d'une réaction chimique.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 3 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Afin de fournir une introduction rapide au concept de réactif limitant et de rendement théorique, une analogie peut être faite qui relie les équations chimiques à la création d'un sandwich. Une autre analogie qui pourrait être utilisée est l'assemblage de voitures. Alternativement, les élèves peuvent définir le rendement théorique, réel et le pourcentage de rendement en fonction d'un laboratoire qu'ils ont effectué. Par exemple, un échantillon de 2,0 g de ruban de magnésium pourrait être mis à réagir avec un excès d'acide chlorhydrique. Au cours de la réaction, la masse de chlorure de magnésium produite peut être trouvée. Les élèves pourraient calculer le pourcentage de rendement pour cette réaction.
- Les élèves seront plus engagés et motivés s'ils sont exposés à des exemples de la stœchiométrie qu'ils peuvent trouver dans leur vie quotidienne. Des exemples qui pourraient être considérés sont :
 - La production commerciale de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 ,
 - Kevlar,
 - Cisplatine $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ (utilisé dans le traitement du cancer),
 - CaCO_3 ou $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (la production d'antiacides, la lutte contre la pollution),
 - $\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$ (la photographie), ou
 - $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{la chaleur}$ (emballage alimentaire auto-chauffante).
- Les élèves pourraient concevoir leur propre expérience industrielle (liens vers CP5) pour identifier le réactif limitant et le rendement théorique d'une réaction chimique. Cette planification pourrait montrer aux élèves les liens entre la chimie et l'industrie. En changeant la quantité d'un réactif tandis que l'autre reste constante, les élèves pourraient calculer l'effet sur le rendement du ou des produits. Les élèves pourraient effectuer des calculs stœchiométriques pour montrer le réactif limitant, la quantité de réactif en excès et la conservation de la masse dans un changement chimique. Par exemple, du fluorure d'étain (II) est ajouté à certains produits dentaires pour aider à prévenir les caries. « Quelle masse de fluorure d'étain (II) peut être fabriquée à partir de 100,0 g d'acide fluorhydrique, HF, s'il y a un excès d'étain ? » pourrait être une question dans une conception expérimentale.

Thème 4

LES GAZ

Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

RAS
Démontrer une compréhension de la théorie cinétique des gaz.
Établir le lien entre la pression, le volume et la température des gaz.
Résoudre des problèmes liés aux lois des gaz.
Résoudre des problèmes liés aux gaz parfaits.

Notion A : LES PROPRIÉTÉS DES GAZ

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	G1 Démontrer une compréhension de la théorie cinétique des gaz.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Expliquer les états de la matière en fonction de leurs forces intermoléculaires et du mouvement de leurs particules.
- B. Expliquer les six changements d'état de la matière et déterminer lesquels sont endothermiques et lesquels sont exothermiques.
- C. Expliquer les propriétés des gaz, telles que :

<input type="radio"/> le volume	<input type="radio"/> <i>la pression;</i>
<input type="radio"/> la forme	<input type="radio"/> <i>l'expansion;</i>
<input type="radio"/> la compressibilité	<input type="radio"/> <i>la masse volumique.</i>
<input type="radio"/> la diffusion	

- D. Définir la théorie cinétique des gaz en se basant sur les postulats de la théorie cinétique moléculaire.
- E. Analyser les propriétés des gaz à l'aide de la théorie cinétique.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- De la 7^e à la 9^e année, les élèves ont appris diverses propriétés de la matière, telles que :

○ La masse	○ Les états de la matière;
○ Le volume	○ Les propriétés caractéristiques;
○ La température	○ Les changements physiques et chimiques.

- En chimie 521M, l'étude des gaz permet aux élèves de faire des liens avec les diverses propriétés de la matière qu'ils ont déjà étudiés et d'approfondir leur compréhension de la matière.
- Il est important que les élèves aient une bonne compréhension des propriétés caractéristiques des gaz. Par exemple,
 - un gaz n'a pas de volume ou de forme défini ;
 - un gaz remplira le volume dont il dispose. Comparer au comportement d'un liquide, qui a toujours une surface supérieure distincte lorsque son volume est inférieur à celui de l'espace qu'il occupe.
 - la densité des gaz est faible, par rapport à celles des liquides et des solides. Une mole d'eau liquide à 298 K et 1 atm de pression occupe un volume de 18,8 cm³, alors qu'une même quantité de vapeur d'eau à la même température et pression a un volume de 30 200 cm³, plus de 1000 fois supérieur.
 - la propriété la plus remarquable des gaz est que, selon une très bonne approximation, ils se comportent tous de la même manière en réponse aux changements de température et de pression, se dilatant ou se contractant selon des quantités prévisibles. Ceci est très différent du comportement des liquides ou des solides.
- Les élèves peuvent faire un remue-méninges sur les phénomènes naturels et les applications technologiques des gaz dans la vie quotidienne (boissons gazeuses, pneus, coussins gonflables, activités volcaniques, geysers, moteurs à fusée, conservation des aliments, plongée sous-marine, montgolfières, aérosols, etc.).
- Il sera important, lors de la discussion des propriétés des gaz de sensibiliser les élèves aux dangers de l'effet de la chaleur sur la pression des gaz (réservoirs, extincteurs etc.).
- L'enseignant peut modéliser le comportement des molécules gazeuses à l'aide d'un appareil démonstrateur de mouvement moléculaire ou une simulation sur un site Web.
- Les élèves peuvent faire des expériences pour démontrer la pression de l'air (ballon gonflable placé dans une cloche à vide, deux hémisphères de Magdebourg, une cannette de boisson gazeuse vide, un ballon gonflable dans une bouteille vide non trouée, etc.).
- L'enseignant peut faire une démonstration de la pression en faisant bouillir de l'eau froide : faire bouillir un peu d'eau dans un erlenmeyer, placer un bouchon de caoutchouc dès le début de l'ébullition, faire couler de l'eau froide sur l'erlenmeyer.
- L'enseignant peut inviter un spécialiste de la plongée sous-marine.
- Les élèves peuvent organiser un débat ou faire une recherche au sujet des enjeux environnementaux liés à l'utilisation des gaz (smog, ozone et CFC, effet de serre, pluies acides etc.).

Notion B : LES LOIS DES GAZ

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	G2 Établir le lien entre la pression, le volume et la température des gaz.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Définir la loi de Boyle-Mariotte en expliquant le lien existant entre la pression et le volume d'un gaz.
- B. Définir la loi de Charles en expliquant le lien existant entre la température et le volume d'un gaz.
- C. Définir la loi de Gay-Lussac en expliquant le lien existant entre la pression et la température d'un gaz.
- D. Démontrer comment combiner les trois lois des gaz afin d'obtenir la formule de la loi générale des gaz.

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 1 / conceptuelle

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves doivent être conscients qu'il existe diverses lois sur les gaz et que chacune est utilisée dans de situations spécifiques. Afin que les élèves puissent développer une meilleure compréhension d'où vient les diverses lois sur les gaz, un examen rapide de l'historique des diverses lois sur les gaz pourrait être utile. Au fur et à mesure que les élèves apprennent les différentes lois des gaz, il convient de noter l'apport des scientifiques français. Il est important de souligner les contributions des scientifiques français car cela contribue à une meilleure appréciation de la langue et de la culture françaises. Par exemple, en anglais on dit souvent *la loi de Boyle*, cependant, dans des endroits comme la France et d'autres cercles scientifiques français, elle est connue sous le nom de *la loi de Boyle-Mariotte*. Il s'agit de reconnaître la contribution du physicien et botaniste français Edme Mariotte. De plus, le nom de *la loi de Charles* est le résultat des recherches du physicien, chimiste et inventeur français, Jaques Charles. Finalement, le nom de *la loi de Gay-Lussac* est le résultat des recherches d'un autre chimiste et physicien français, Louis Joseph Gay-Lussac.
- Une fois que les élèves se sont familiarisés avec les différentes lois sur les gaz, il serait avantageux de leur poser quelques questions afin de les amener à réfléchir à leur propre apprentissage et compréhension. Voici quelques exemples de questions :
 - Pourquoi différentes lois des gaz existent-elles?
 - Comment savez-vous quand vous êtes censé utiliser une loi spécifique des gaz pour résoudre un problème ? Que devez-vous rechercher?
 - Quelle serait une application quotidienne des différentes lois des gaz?

La loi de Boyle est utilisée pour décrire comment la **pression d'un gaz a tendance à diminuer lorsque le **volume** du récipient augmente.*

La loi de Charles est utilisée pour décrire comment les gaz ont tendance à se dilater (volume**) lorsqu'ils sont chauffés (**température**).*

La loi de Gay-Lussac indique que la **pression d'une masse donnée de gaz varie directement avec la **température** absolue du gaz lorsque le volume est maintenu constant.*

Notion C : L'APPLICATION DES LOIS DES GAZ

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	G3 Résoudre des problèmes liés aux lois des gaz.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi Boyle -Mariotte.
 - $p_1V_1 = p_2V_2$
- B. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Charles.
 - $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
- C. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Gay-Lussac.
 - $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
- D. Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi générale des gaz.
 - $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Lorsque les élèves travaillent sur des problèmes associés aux diverses lois sur les gaz, il est important qu'ils comprennent les conditions qui doivent être présentes pour que chaque loi fonctionne.
- Pour enseigner les lois des gaz il est important de mettre une emphase particulière sur la conversion d'unités (c'est-à-dire Celsius en Kelvin (température), millilitres en litres (volume), millimètres de mercure en kilopascals (pression), etc.).
- La loi de Boyle-Mariotte :
 - Une relation inverse existe entre la pression et le volume.
 - La loi de Boyle-Mariotte n'est vraie que si le nombre de molécules (n) et la température (T) sont tous deux constants.
- La loi de Charles :
 - Il existe une relation proportionnelle directe entre le volume et la température.
 - La température absolue doit être mesurée avec l'échelle Kelvin. L'échelle Kelvin doit être utilisée car le zéro sur l'échelle Kelvin correspond à un arrêt complet du mouvement moléculaire. (Si on utilisait des températures en degrés Celsius, il serait possible d'avoir un gaz à une température de 0 degrés Celsius. Qu'arriverait-il au volume si vous le divisez par 0 ?). Il sera important que les élèves savent comment convertir Celsius à Kelvin en utilisant la relation :
 - $K = ^\circ C + 273$.
 - Question pour les élèves : Pourquoi est-il important de convertir Celsius en Kelvin lors de l'utilisation de la loi des gaz?
- La loi de Gay-Lussac :
 - Pour une quantité donnée de gaz maintenue à volume constant, la pression est proportionnelle à la température absolue.
 - La température absolue doit être mesurée avec l'échelle Kelvin.

Notion D : LES GAZ PARFAITS

RAG : L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	G4 Résoudre des problèmes liés aux gaz parfaits.	

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Définir : le volume molaire, un gaz parfait.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de rapports stœchiométriques afin de déterminer le volume molaire d'un réactif ou d'un produit gazeux lors d'une réaction chimique.
- Calculer la valeur de la constante des gaz parfaits (R) pour une mole de gaz se trouvant aux conditions de température et de pression normales (TPN).
- Déterminer le nombre de moles de gaz à l'intérieur d'un contenant soumis à des conditions particulières (température et volume) en employant l'équation des gaz parfaits.
 - $pV = nRT$

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- L'apprentissage de la loi des gaz parfaits est un sujet important en chimie. Alors que la plupart des élèves l'apprennent mathématiquement ($PV = nRT$), il est important de comprendre ce que signifie la loi. La loi des gaz parfaits étant basée sur d'autres lois (lois d'Avogadro, de Boyle, de Charles et de Gay-Lussac).
- L'équation des gaz parfaits est utilisée pour relier tous les facteurs nécessaires pour résoudre un problème de gaz. Cependant, deux hypothèses auraient dû être faites au préalable :
 - les particules n'ont aucune force agissant entre elles, et
 - ces particules ne prennent pas de place, ce qui signifie que leur volume atomique est complètement ignoré.
- Il est important de noter que cette loi des gaz est « *idéale* ». En tant qu'élèves, enseignants et chimistes, nous avons parfois besoin de comprendre les concepts avant de pouvoir les appliquer, alors en supposant que les gaz sont dans *un état idéal* où ils ne sont pas affectés par les conditions du monde réel, nous pouvons mieux comprendre le comportement des gaz. Pour qu'un gaz soit idéal, son comportement doit suivre la théorie cinétique-moléculaire alors que les gaz non idéaux ne suivent pas cette théorie en raison des conditions du monde réel.
- Une fois que les élèves se sont familiarisés avec la loi des gaz parfait, il serait avantageux de leur poser quelques questions afin de les amener à réfléchir à leur propre apprentissage et compréhension. Voici quelques exemples de questions :
 1. Quelle serait une application quotidienne des lois des gaz parfaits ?
 2. Dans quelles conditions la loi des gaz parfaits est-elle la plus précise ? Dans quelles conditions la loi des gaz parfaits s'effondre-t-elle ? Pourquoi ?

Thème 5

CONNAISSANCES PROCÉDURALES (Intégré tout au long du cours)

Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

RAS
Appliquer ses connaissances et sa compréhension des protocoles et procédures de laboratoire sécuritaires.
Appliquer des techniques, des procédures et des technologies appropriées pour la collecte et l'analyse des données pour résoudre les problèmes.
Utiliser l'incertitude dans la mesure et le traitement des données.
Évaluer un phénomène scientifique en utilisant l'argumentation.
Concevoir (ou modifier) une expérience qui identifie et contrôle les variables clés.

Notion A : LA SÉCURITÉ AU LABORATOIRE

RAG : L'élève pourra comprendre et devenir compétent en utilisant les compétences, les processus et les pratiques nécessaires à l'enquête scientifique et à l'application de la science. Cela comprend les compétences nécessaires à la sécurité au laboratoire, à l'argumentation, à la communication, à la collaboration, à l'analyse mathématique et à la maîtrise de la technologie.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	CP1 Appliquer ses connaissances et sa compréhension des protocoles et procédures de laboratoire sécuritaires.	CP1 Appliquer ses connaissances et sa compréhension des protocoles et procédures de laboratoire sécuritaires.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Interpréter les pictogrammes et les étiquettes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT 2015);
- Comprendre les protocoles de sécurité généraux, les procédures et les dangers pour assurer la sécurité de soi et des autres ;
- Comprendre les protocoles de sécurité, les procédures et les dangers spécifiques à l'activité en cours pour s'assurer la sécurité de soi et des autres ;
- Appliquer des protocoles et des procédures appropriés pour acquérir, utiliser et éliminer les matériaux et l'équipement en toute sécurité.

Questions directrices pour aborder le RAS :

- Quelles procédures de sécurité faut-il suivre?
- Où puis-je trouver des informations importantes concernant les produits chimiques que j'utilise en laboratoire ?
- Que faire en cas d'incendie, de déversement ou d'autre accident de laboratoire ?

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves doivent connaître leurs rôles et responsabilités (manuel de sécurité au laboratoire), les directives générales de la sécurité au laboratoire, ainsi que les protocoles et les procédures de sécurité spécifiques à l'activité scientifique (décrits au début de l'activité).
- Compte tenu de l'importance de la sécurité dans les activités scientifiques, l'évaluation de ce RAS doit être fréquente et triangulée (observation, conversation, produit). Ce RAS contient un mélange de savoir et de faire ; par conséquent, l'évaluation devrait incorporer une variété de techniques d'évaluation, dont certaines doivent incorporer une évaluation des performances où les élèves peuvent démontrer leurs connaissances et leur compréhension par l'application.
- Avant de s'engager dans des activités de laboratoire, les élèves doivent recevoir des directives générales de sécurité au laboratoire qui peuvent être introduites dans une variété de façons créatives afin d'encourager une discussion réfléchie. Les élèves pourraient s'engager dans la co-construction des critères de réussite pour se rapporter aux questions : « Qu'est-ce qui compte? » et « Qu'est-ce qui est important pour assurer un travail au laboratoire plus sûr? » Pour faciliter ce processus, une série de questions peut être créée pour catalyser les réflexions des élèves sur les divers aspects de la sécurité au laboratoire de sciences. De plus, les problèmes de sécurité et les procédures spécifiques qui sont associées à une activité doivent être traités au début de chaque activité.
- **Veillez noter** : Il est attendu que les enseignants aient suivi la dernière formation SIMDUT 2015 et aient accès au manuel de sécurité au laboratoire. Dans ce manuel, la responsabilité de l'élève est décrite en plus de celle de l'enseignant, de la direction de l'école et de la commission scolaire.

Notion B : LA COLLECTE ET L'ANALYSE DES DONNÉES

RAG : L'élève pourra comprendre et devenir compétent en utilisant les compétences, les processus et les pratiques nécessaires à l'enquête scientifique et à l'application de la science. Cela comprend les compétences nécessaires à la sécurité au laboratoire, à l'argumentation, à la communication, à la collaboration, à l'analyse mathématique et à la maîtrise de la technologie.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	CP2 Appliquer des techniques, des procédures et des technologies appropriées pour la collecte et l'analyse des données pour résoudre les problèmes.	CP2 Appliquer des techniques, des procédures et des technologies appropriées pour la collecte et l'analyse des données pour résoudre les problèmes.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Utiliser des outils de collecte de données appropriés, y compris des enregistreurs de données, pour la collecte de données.
- Utiliser des outils d'analyse de données appropriés, y compris des feuilles de calcul, pour l'analyse des données.
- Utiliser des techniques appropriées pour la collecte et l'analyse des données.
- Communiquer les techniques et procédures appropriées nécessaires pour enquêter sur les phénomènes scientifiques et pour résoudre un problème.

Questions directrices pour aborder le RAS :

- Comment sélectionner et utiliser des instruments appropriés en laboratoire?
- Comment assurer une utilisation efficace, et avec exactitude, des instruments pour la collecte de données?
- A quoi sert l'analyse des données?

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Communication



**Maîtrise de la
technologie**

Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Il est important que les élèves sachent non seulement comment utiliser les technologies (balance électronique) et les techniques (les titrages) qui sont communs à la science mais qui sont également capables d'appliquer et de communiquer des techniques, procédures, et des technologies spécifiques au sujet étudié afin de résoudre les problèmes.
- Les outils, techniques et procédures attendues des élèves sont ceux trouvés et exécutés dans les laboratoires de base qui sont identifiées ci-dessous.

Laboratoires de base :**Des structures aux propriétés :**

Laboratoire : Modèles moléculaires

Laboratoire : Taux de dissolution

Stœchiométrie :

Laboratoire : Formule d'un hydrate

Laboratoire : Déplacement simple / Réactif limitant / Pourcentage de rendement

Chimie organique :

Laboratoire : Modèles moléculaires

Laboratoire : Estérification

Les gaz :

Laboratoire : Les propriétés des gaz

Ce RAS va au-delà de la compréhension et de l'utilisation. Les élèves doivent appliquer (et communiquer) les techniques et procédures. Par conséquent, la question suivante (liée à une procédure de laboratoire de base) démontre les attentes pour l'évaluation de ce RAS.

Question : Une bouteille contenant du sulfate de cuivre est posée sur une table de laboratoire. En raison d'une déchirure dans l'étiquette, vous n'êtes pas au courant de l'hydrate composante de la formule empirique. Décrivez en détail une technique expérimentale que vous pouvez utiliser pour déterminer la formule de l'hydrate.

Détails de la réponse : On s'attend à ce que les élèves expliquent le concept d'hydrate, rédigent une procédure et décrivent les calculs nécessaires qui leur permettront de trouver la formule de l'hydrate pour le sulfate de cuivre.

Veillez noter : le RAS CP5 peut être traité en incorporant la conception (ou la modification) expérimentale dans l'un des laboratoires de base identifiés ci-dessus.

Notion C : L'INCERTITUDE

RAG : L'élève pourra comprendre et devenir compétent en utilisant les compétences, les processus et les pratiques nécessaires à l'enquête scientifique et à l'application de la science. Cela comprend les compétences nécessaires à la sécurité au laboratoire, à l'argumentation, à la communication, à la collaboration, à l'analyse mathématique et à la maîtrise de la technologie.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	CP3 Utiliser l'incertitude dans la mesure et le traitement des données.	CP3 Utiliser l'incertitude dans la mesure et le traitement des données.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- A. Distinguer entre l'exactitude et la précision.
- B. Comprendre les erreurs aléatoires et systématiques et leurs sources.
- C. Identifier l'erreur associée aux valeurs mesurées (plage \pm ou %).
- D. Identifier les quantités, à la fois implicites et explicites, nécessaires pour résoudre un problème.
- E. Manipuler des expressions algébriques spécifiques pour isoler n'importe quelle variable.
- F. Estimer et calculer une quantité inconnue à l'aide de quantités connues.
- G. Traiter les données avec précision, en se servant des chiffres significatifs appropriés.

Questions directrices pour aborder le RAS :

1. Quelle est la différence entre une erreur scientifique et une faute?
2. Comment ces erreurs ont-elles eu un impact sur mon interprétation des résultats?
3. Pourquoi est-il important de tenir compte des erreurs systématiques lors de la communication des résultats scientifiques ?

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 2 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



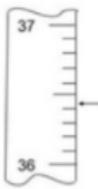
Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Les élèves doivent comprendre que l'incertitude existe avec toutes les quantités mesurées et que les sources d'erreur relèvent de l'une des deux catégories, aléatoire ou systématique.
- Les élèves doivent être capable d'identifier les sources d'erreurs aléatoires et systématiques en laboratoire.
 - **L'erreur aléatoire** résulte de l'imprécision des appareils de mesure menant à des valeurs mesurées au-dessus ou en dessous de la valeur attendue. Les scientifiques font souvent plusieurs essais ou utilisent un équipement plus précis pour minimiser les erreurs aléatoires.
 - **L'erreur systématique** résulte d'une configuration expérimentale incorrecte menant à des valeurs mesurant toujours au-dessus ou toujours en dessous de la valeur attendue. Des exemples d'erreur systématique seraient un instrument mal calibré ou une expérience mal contrôlée. De multiples essais ne minimiseront pas l'erreur systématique.

- Il est important d'évaluer l'étendue des erreurs scientifiques, car les erreurs ont un impact direct sur la qualité des preuves utilisées pour étayer la conclusion finale.
- Les élèves doivent rechercher les erreurs scientifiques qui affectent l'exactitude et la précision. Les erreurs scientifiques sont acceptées comme une partie de la science et rapportées avec les résultats. Les élèves doivent se rendre compte que les erreurs scientifiques diffèrent des fautes. Les fautes incluent des choses comme oublier d'enregistrer des données, faire des erreurs de calcul, renverser du matériel et installer un appareil de manière incorrecte. Dans de bonnes pratiques scientifiques, les enquêtes dans lesquelles des fautes se sont produites sont rejetées.

Type d'erreur	caractéristiques	Sources d'erreur	moyens de réduire
Erreur systématique (inexactitude)	<ul style="list-style-type: none"> • constamment dans une direction • en raison de la conception ou de la compétence • peut être éliminé 	<ul style="list-style-type: none"> • qualité du matériel • équipement non calibré • incapacité à contrôler les variables • biais (observationnel) 	<ul style="list-style-type: none"> • améliorer la conception ou l'équipement • utiliser une étude de contrôle ou en aveugle • calibrer l'équipement
Erreur aléatoire (imprécision)	<ul style="list-style-type: none"> • fluctue au hasard • peut être réduit mais pas éliminé 	<ul style="list-style-type: none"> • fluctuation normale des mesures • précision de l'instrument utilisé pour mesurer • trop peu de mesures ou d'échantillons 	<ul style="list-style-type: none"> • utiliser un équipement plus précis • augmenter le nombre d'essais • augmenter le nombre d'échantillons

- L'exactitude et la précision sont souvent utilisées de manière interchangeable; cependant, en science, ils ont des significations très spécifiques. Les élèves devraient comprendre que l'exactitude indique la proximité d'une valeur de mesure par rapport à la valeur attendue, alors que la précision se rapporte à la proximité des valeurs mesurées les uns aux autres. Plus précisément, la précision est liée aux chiffres significatifs dans une valeur mesurée et est représentée par des valeurs d'incertitude, soit en incertitude absolue soit en pourcentage. On s'attend à ce que les élèves enregistrent toutes les valeurs mesurées avec leur incertitude associée.
- Les équipements numériques et certains appareils analogiques fournissent les valeurs d'incertitude en pourcentage ou absolues; cependant, de nombreux appareils analogiques ne le font pas. La façon la plus simple d'exprimer l'incertitude d'une échelle analogique est d'utiliser la résolution qui reflète la plus petite division de l'échelle. Souvent, cette méthode exagère l'incertitude réelle, de sorte qu'une résolution fractionnaire peut être utilisée. Il est important pour les élèves de noter qu'il existe de nombreuses façons de tenir compte de l'incertitude et que l'objectif principal est d'être conscient du fait que l'incertitude existe et qu'une tentative raisonnable d'en tenir compte doit être employée.

Exemple		Résolution	½ résolution	⅓ résolution
		36,4 mL ± 0,1 mL	36,43 ± 0,05 mL	36,43 ± 0,02 mL
	L'échelle de burette ayant le mL divisé par 10 (incrémentés de 0,1 mL indiqués)	(À noter : la décimale de la valeur est cohérente avec l'incertitude ; le 3/100e a été estimé en utilisant la résolution fractionnaire)		

Notion D : L'ARGUMENTATION

RAG : L'élève pourra comprendre et devenir compétent en utilisant les compétences, les processus et les pratiques nécessaires à l'enquête scientifique et à l'application de la science. Cela comprend les compétences nécessaires à la sécurité au laboratoire, à l'argumentation, à la communication, à la collaboration, à l'analyse mathématique et à la maîtrise de la technologie.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	CP4 Évaluer un phénomène scientifique en utilisant l'argumentation.	CP4 Évaluer un phénomène scientifique en utilisant l'argumentation.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Comprendre que l'argumentation scientifique implique des prétentions, des preuves et un raisonnement.
- Appuyer une prétention en utilisant des preuves provenant de données expérimentales et du raisonnement associé.
- Étayer une prétention en utilisant des concepts, des modèles, des lois ou des théories et le raisonnement associé.
- Discuter des sources potentielles d'erreurs (aléatoires et systématiques) dans les données expérimentales.
- Argumenter l'impact directionnel de l'erreur sur les résultats.
- Argumenter quelles sources d'erreur ont le plus probablement eu un effet majeur/mineur sur les résultats.
- Expliquer les moyens d'ajuster la procédure expérimentale pour atténuer l'incertitude ou l'utilisation de contrôles pour renforcer les prétentions.
- Discuter des limites des preuves fournies, y compris les faiblesses de la méthodologie et les sources possibles de biais.

Questions directrices pour aborder le RAS :

- Qu'est-ce qu'un argument scientifique? Pourquoi est-ce important en science?
- Quel est le but de l'enquête?
- Quelles données seront enregistrées? Quelles sont les unités? Comment cela aidera-t-il à répondre à la question posée?
- Qu'est-ce que le biais?

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 3 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Ce RAS est au cœur de la science car il touche toutes les composantes de la nature de la science – ce que nous savons du monde naturel/physique. L'argumentation est l'un des objectifs principaux de la science, fondée sur des preuves qui joue continuellement avec l'interaction entre le raisonnement inductif et déductif.
- L'argumentation est de nature évaluative. Cela nécessite une compréhension approfondie de la tâche qui est analysée, suivie d'une décision (prétention) à prendre qui est liée (raisonnement) à des preuves à l'appui. L'argumentation est souvent utilisée dans la section de discussion des rapports scientifiques pour justifier la conclusion par rapport à l'objectif expérimental. De plus, l'argument scientifique est utilisé pour expliquer les types d'erreur dans l'expérimentation, leur impact directionnel sur les résultats et les limites résultantes de l'expérience.
- Les composantes de l'argumentation scientifique (prétention - preuves - raisonnement) et l'habileté à rédiger des arguments doivent être formellement abordées. L'utilisation d'exemples et du transfert graduel de la responsabilité sont recommandées comme stratégies d'enseignement. Des cadres d'écriture tels que celui illustré ci-dessous peuvent être utilisés pour organiser les preuves et les explications relatives' au prétention.

Prétention	Raisonnement	Preuve
Votre réponse à une question donnée = votre prétention.	Le raisonnement = le pont entre votre réponse (prétention) et les données qui vous ont mené à cette réponse (preuve).	Les données (preuves) qui vous ont aidé à arriver à votre prétention sont vos preuves.

Dans l'espace fourni, énoncez votre prétention, définissez votre preuve et dans la case de raisonnement indiquez comment et/ou pourquoi votre preuve étaye ou justifie votre prétention. Ensemble, votre prétention, vos preuves et votre raisonnement forment votre argument (qui est fondé sur les preuves).

Notion E : LES ENQUÊTES SCIENTIFIQUES

RAG : L'élève pourra comprendre et devenir compétent en utilisant les compétences, les processus et les pratiques nécessaires à l'enquête scientifique et à l'application de la science. Cela comprend les compétences nécessaires à la sécurité au laboratoire, à l'argumentation, à la communication, à la collaboration, à l'analyse mathématique et à la maîtrise de la technologie.

10 ^e année	11 ^e année	12 ^e année
	CP5 Concevoir (ou modifier) une expérience qui identifie et contrôle les variables clés.	CP5 Concevoir (ou modifier) une expérience qui identifie et contrôle les variables clés.

Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.

- Formuler des questions pertinentes à étudier.
- Formuler des hypothèses et faire des prédictions éclairées.
- Identifier et contrôler les variables majeures.
- Sélectionner des procédures et des techniques appropriées pour faire varier la variable indépendante.
- Sélectionner des procédures et des techniques d'échantillonnage appropriées pour la variable dépendante.

Questions directrices pour aborder le RAS :

- Quelles mesures varieront/ne varieront pas dans une expérience ?
- De quel matériel ai-je besoin ?
- Pourquoi est-il utile d'inclure un contrôle dans une expérience ?
- Y avait-il des variables que je n'étais pas en mesure de bien contrôler ?
- Que pourrais-je changer pour mieux contrôler ces variables la prochaine fois ?
- Faire une expérience une fois fournit-il une « preuve suffisante » ? Pourquoi pas ?
- Que sont des « bonnes » données ?
- Comment dois-je communiquer mes données pour qu'une autre personne puisse les comprendre plus tard ?

Niveau cognitif et dimension des connaissances : 3 / procédurale

Compétence(s) transdisciplinaire(s) :



Pistes d'enseignement et d'évaluation :

- Il est important que les élèves pratique la conception (la modification) expérimentale afin de développer des compétences de résolution de problème et la pensée critique.
- Les élèves devraient être encouragés à réfléchir à ce qu'ils font et à prendre des décisions éclairées. Pour y arriver, les élèves doivent être exposés au processus de création de leurs propres procédures expérimentales.
- L'utilisation de la stratégie du transfert graduel de la responsabilité doit être utilisée par l'enseignant lorsqu'il aborde ce résultat d'apprentissage, car ce processus doit d'abord être modéliser pour les élèves, ensuite réalisé avec les élèves avant qu'ils ne soient capables de suivre cette procédure par eux-mêmes.
- Les élèves doivent utiliser les termes suivants dans la conception expérimentale et doivent être conscients qu'un principe fondamental de la science est que les résultats produits par une enquête sont reproductibles.

Vocabulaire :

- **Reproductible** : donne des résultats cohérents (fiables) lorsqu'il est effectué par la même personne ou un autre chercheur utilisant le même équipement ou appareil.
- **Variable indépendante** : variable manipulée (modifiée) qui provoque un changement dans une autre variable. C'est la seule variable à être manipulée par l'expérimentateur.
- **Variable dépendante** : variable répondante (mesurée) qui est affectée par la variable indépendante. L'expérimentateur observe ou mesure tout changement qui se produit.
- **Variable contrôlée** : variable qui n'est ni modifiée ni mesurée, mais maintenue constante. Pour être certain que la variable indépendante provoque l'effet observé sur la variable dépendante, toutes les autres variables doivent être contrôlées ou maintenues constantes.
- **Variable confondante** (facteur confondant ou facteur de confusion) : variable mal contrôlée pouvant influencer les résultats.
- **Hypothèse** : explications provisoires et testables pour répondre aux questions causales. C'est une idée fautive que les hypothèses sont des suppositions. Une hypothèse est accompagnée d'un énoncé de prédiction.
- **Énoncé de prédiction** : décrivant ce qui devrait se produire pendant l'expérience si l'hypothèse est correcte ; l'énoncé de prédiction inclut la direction du changement (par exemple, une augmentation ou une diminution).

-D-

Annexe

Annexe A
Exemple d'un plan d'enseignement

Mois	RAS	Connaissances procédurales
septembre / février (≈18 heures)	SP1 SP2 SP3 SP4	
octobre / mars (≈20 heures)	CO1 CO2 CO3 CO4	
novembre / avril (≈19 heures)	S1 S2 S3 S4	
décembre / mai (≈18 heures)	G1 G2 G3	
janvier / juin (≈15 heures)	G4	
	Révision/examen	

Annexe B
Tableau de spécifications

Thème	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Des structures aux propriétés	SP1, SP3	SP2, SP4	
La chimie organique		CO1, CO2	CO3, CO4
La stœchiométrie		S2, S3	S1, S4
Les gaz	G2	G1, G3, G4	
Connaissances procédurales		CP1. CP2. CP3	CP4, CP5

Annexe C

La démarche scientifique

Étapes de la démarche scientifique :

1. Prise de conscience du problème	5. Traitement des données
2. Anticipation (hypothèse)	6. Interprétation des données
3. Conception de l'expérience	7. Conclusion
4. Cueillette des données	

- Voici quelques points importants concernant chacune des étapes qui t'aideront sûrement tout au long du semestre.

1. Prise de conscience du **PROBLÈME** :

- Premières observations qui te permettent de situer le problème.
- Le problème peut être exprimé sous forme de **question** ou d'énoncé.
- Il doit être **court** et **précis**.

2. **HYPOTHÈSE** :

- **Tentative d'une réponse** au problème.
- L'hypothèse doit être **vérifiable par expérience**.
- Une hypothèse peut être vraie ou fausse sans être mauvaise, car elle n'a pas encore été vérifiée.

3. **EXPÉRIMENTATION** :

- **Matériel** : Tu dresses la **liste** de tout le **matériel** dont tu as besoin (instruments et produits chimiques).
- **Marche à suivre** :
 - Tu écris les différentes **étapes** à suivre afin d'obtenir des mesures ou des observations qui vont te permettre de vérifier ton hypothèse.
 - Tu dois recommencer la marche à suivre plusieurs fois afin d'augmenter la précision des résultats et **l'indiquer** dans la marche à suivre.

4. **CUEILLETTE DES DONNÉES** :

- C'est l'ensemble des **données que tu recueilles** pendant l'expérience ou des **observations** que tu notes.
- Il existe des **observations quantitatives** (obtenues avec un instrument de mesure).
 - Ex. : Le liquide est à 50 °C.
- Il existe également des **observations qualitatives** (aucun instrument de mesure, plutôt obtenues à partir des cinq sens, parfois moins fiables, mais utiles).
 - Ex. : La solution est devenue rose.

5. **TRAITEMENT DES DONNÉES** :

- À partir de la cueillette de tes données, tu peux **organiser tes données** et faire des **calculs** (tableaux, graphiques, déterminer le pourcentage d'erreurs, calculer la masse volumique).

6. **INTERPRÉTATION DES DONNÉES** :

- Après avoir traité nos données, on tente d'analyser le phénomène observé dans le but de comprendre ce que l'expérience nous a démontré.
- C'est l'étape de la **discussion**, de **l'analyse** de l'expérience.

7. **CONCLUSION** :

- C'est à cette étape que tu dois **affirmer** si ton hypothèse est **vraie** ou **fausse**.
- Si ton hypothèse s'avère exacte plusieurs fois, tu peux en tirer des conclusions te permettant d'élaborer une **théorie** (explication d'un phénomène mais qui demeure sans preuve, non vérifiable par expérience) ou une **loi** (énoncé qui prédit avec certitude les résultats d'un phénomène).

Annexe D

le modèle d'enquête « Les 5 E »

Le modèle d'enquête « Les 5 E K, a été développé en 1987 par la *Biological Sciences Curriculum Study*. Ce modèle favorise un apprentissage collaboratif et actif dans lequel les élèves travaillent ensemble pour résoudre des problèmes et étudier de nouveaux concepts en posant des questions, en observant, en analysant et en tirant des conclusions. Ce modèle vise à permettre aux élèves de comprendre un concept au fil du temps à travers une série d'étapes ou de phases établies. Ces phases comprennent l'engagement, l'exploration, l'explication, l'élaboration et l'évaluation.⁷

Engagement: Cette étape du cycle d'apprentissage est censée d'être très intéressante. Il vise à piquer l'intérêt des élèves et à catalyser la curiosité. Les enseignants peuvent évaluer de manière formelle les conceptions / idées fausses des élèves à ce stade du cycle d'apprentissage. Les enseignants utilisent souvent des questions directrices (p.ex. « Que se passerait-il si...? » ou « Pourquoi cela se produit-il quand...? ». Une autre stratégie consiste à poser des questions telles que « Comment puis-je construire un meilleur...? ».

Exploration: Cette étape du cycle d'apprentissage offre aux élèves la possibilité de participer activement au cycle d'apprentissage. Les élèves, à ce stade, peuvent faire leur propre exploration du concept avant que l'enseignant présente les informations.

Explication: Cette étape du cycle d'apprentissage permet aux élèves de communiquer leurs explications sur le phénomène/ concept étudié. Il permet à l'enseignant de renforcer les réponses correctes et de s'engager dans des questions pour contester les réponses incorrectes.

Élaboration: Cette étape du cycle d'apprentissage offre aux élèves la possibilité d'enquêter davantage (une enquête ouverte) ou d'approfondir / renforcer ce qu'ils ont appris en l'appliquant à un contexte similaire.

Évaluation: Cette étape du cycle d'apprentissage évalue la réalisation de l'objectif d'apprentissage par les élèves. L'évaluation formative peut être effectuée tout au long des étapes des cycles d'apprentissage et ne se limite pas à la partie « évaluation » du cycle d'apprentissage. Cependant, une évaluation sommative serait effectuée à la fin d'une leçon / séquence d'enseignement.



⁷ Traduit de Lesley University, « Empowering Students : The 5E Model Explained », *Lesley University, Massachusetts*, <https://bit.ly/39qxl4B> (consulté le 5 juin 2020).

Annexe E

Les stratégies de littératie qui soutiennent l'apprentissage des sciences¹²

Écrire et représenter

- Discuter du sujet avant que les élèves ne commencent à écrire.
- Utiliser le modèle du transfert graduel de la responsabilité avec des exemples de rédaction scientifique.
- Offrir aux élèves des occasions de produire des parties et des rapports de procédure complets.
- Utilisez des gabarits et des invites (tiges de phrases) pour guider les élèves dans la rédaction d'arguments et d'explications justifiés.
- Enseigner à résumer des textes de manière efficace.

Parler et écouter

- Utiliser le discours pour promouvoir l'apprentissage scientifique.
- Utiliser penser-apparier/partager et des activités jigsaw pour promouvoir les pairs-parler entre pairs.
- Demander aux élèves de travailler en groupes pour mener des enquêtes.

Lecture et visualisation

- Discuter des connaissances antérieures et l'objectif de la lecture.
- Fournir une gamme de matériels et d'opportunités de lecture et de visualisation (par exemple, des textes, tels que des manuels, des études de cas, des articles de magazines, des instructions de laboratoire et des démonstrations).
- Aider les élèves à comprendre le genre du manuel et l'utilisation de fonctionnalités telles que la table des matières, le glossaire, l'index, les sous-titres et les images.
- Modéliser comment extraire des informations à partir de diagrammes de tableaux et de graphiques (texte informatif).
- Offrir des occasions de traduire un texte informatif en texte écrit.
- Modéliser et utiliser le transfert graduel de la responsabilité pour enseigner la prise de notes.

Vocabulaire

- Identifier, dès le départ, les termes et expressions qui sont essentiels à un sujet.
- Fournir des instructions concernant l'origine, une brève explication ou une description du nouveau mot.
- Associer le mot à une image ou à une autre représentation non linguistique du mot.
- Donner aux élèves des occasions de fournir leurs propres explications ou représentations non linguistiques du mot ou de l'expression.
- Discuter des différences dans le sens des mots partagés par la science et le langage courant (par exemple, loi, théorie,

Les compétences en évaluation

- Modéliser des stratégies pour la rédaction d'une évaluation sommative (revoir la conception et la mise en page de l'évaluation etc.).
- Enseigner le vocabulaire associé aux questions sur l'évaluation (par exemple, expliquer, lister, décrire, comparer) pour reconnaître ce qu'on leur demande de faire.
- Modéliser comment répondre à des questions de différents types.
- Enseigner aux élèves comment réfléchir aux points forts et aux points faibles et élaborer un plan d'apprentissage concret pour aller de l'avant.
- Offrir aux élèves diverses façons de démontrer leur compréhension (notamment des rapports, des présentations, des tests écrits et des portfolios scientifiques.)

¹² Adopté du programme d'études (PEI CHM521A) pg. 81

Annexe F

Références

- Clancy, Christina, Ted Doram, Brian Heimbecker, Michael Mazza, Paul McNulty et Frank Mustoe. 2011. Chimie 11. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.
- Conseil atlantique des ministres de l'Éducation et de la Formation (CAMEF). 2015. *Le Cadre des compétences transdisciplinaires*. Halifax, N.-É.
- Conseil des ministres de l'Éducation, Canada. 1997. *Le Cadre commun de résultats d'apprentissage des sciences de la nature M à 12*. Toronto, ON: Récupéré de <https://science.cmec.ca/framework/Pages/french/table.html>
- Girouard, Stéphane, Danielle Lapierre et Claudio Marrano. 2019. Chimie Organique 1. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.
- Jenkins, Frank et coll., 2007. Chimie 11-12. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.
- Krathwal D.R. 2002. A Revision of Bloom's Taxonomy, An Overview. *Theory into Practice*. 41(4), 212-218.
- Ministère de l'Éducation, Développement préscolaire et Culture de l'Île-du-Prince-Édouard. 2021. *Programme d'études Chimie 621A (division anglaise)*. Summerside, ÎPÉ.
- Marzano, R.J., Pickering D.J., Pollock J.E. 2004. *Classroom Instruction that Works: Research-based Strategies for Increasing Student Achievement*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mustoe, Frank et John Ivanco. 2003. Chimie 12. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.
- Schmidt, B. 2017. « STIM 101: Quel est le sens de ce nom? ». Canada2067 La science d'un avenir à succès. Récupéré de <https://canada2067.letstalkscience.ca/fr/articles/english-stem-101-whats-in-a-name/> [consulté le 30 novembre, 2017].
- Sciences jeunesse Canada. 2011. Éducasciences. Récupéré de: <https://youthscience.ca/fr/for-educators>
- Sharratt, L., Fullan, M. 2012. *Putting Faces on the Data*. California : Corwin.
- STIAM. Image numérique. Commission scolaire English-Montréal. Web. 23 novembre 2017