



**POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL**

UNIVERSITÉ  
D'INGÉNIERIE

## Plan de cours

### MTH2210A - Calcul Scientifique pour Ingénieurs

Département de Mathématiques et de Génie Industriel

Automne 2024

3 Crédits

Triplet horaire : 3 - 3 - 3

[moodle.polymtl.ca](https://moodle.polymtl.ca)

## Coordonnateur

<b>Nom</b>	Donatien N'Dri
<b>Bureau</b>	A-520.12
<b>Téléphone</b>	(514) 340-4711 - Poste 4941
<b>Courriel</b>	donatien.ndri@polymtl.ca

## Enseignants

<b>Nom</b>	Groupe 1 : Youssef Diouane
<b>Bureau</b>	A-520.15
<b>Courriel</b>	youssef.diouane@polymtl.ca

<b>Nom</b>	Groupe 2 : Zoumana Coulibaly
<b>Bureau</b>	A-520.38
<b>Courriel</b>	zoumana.coulibaly@polymtl.ca

<b>Nom</b>	Groupe 3 : Donatien N'Dri
<b>Bureau</b>	A-520.12
<b>Courriel</b>	donatien.ndri@polymtl.ca

## Description du cours

Interpolation, différentiation et intégration numérique. Discrétisation des équations différentielles. Résolution numérique des équations algébriques non linéaires. Méthodes directes et itératives pour les systèmes d'équations algébriques linéaires et non linéaires. Modélisation mathématique. Erreurs de modélisation, de représentation et de troncature.

COURS PRÉALABLES	COURS COREQUIS	COURS SUBSÉQUENTS
MTH1110 ou MTH1115	INF1005X	CIV8170 ELE2200 ELE3500 GBM3310 MEC2435 MEC3305 PHS3903

## Qualités du BCAPG

1 Connaissances en génie	2 Analyse de problèmes	3 Investigation	4 Conception	5 Utilisation d'outils d'ing.	6 Travail ind. et en équipe
CA-N4					
7 Communication	8 Professionalisme	9 Impacts soc. et environn.	10 Déontologie et équité	11 Économie et gestion de projets	12 Apprentissage continu

## Objectifs d'apprentissage

À l'aide de diverses applications en science et en ingénierie, et à partir de modèles mathématiques, ce cours vise à :

- rendre les étudiantes et étudiants aptes à utiliser et à faire une étude critique de la performance et de la précision de diverses méthodes d'approximations numériques pour le calcul scientifique ;
- faire apprécier l'importance des erreurs intervenant dans la résolution numérique de problèmes scientifiques et rendre les étudiantes et les étudiants aptes à les contrôler ;
- faire comprendre les principaux fondements mathématiques des méthodes numériques afin d'en comprendre les limites.

Objectifs	Correspondance avec les qualités du BCAPG
Identifier le problème mathématique présent dans un modèle provenant d'une application en science ou en ingénierie	1.1
Choisir, utiliser et adapter les méthodes numériques appropriées, sélectionnées dans une bibliothèque numérique pour résoudre des problèmes provenant d'applications en science et en ingénierie.	1.1
Évaluer la performance et la précision des méthodes numériques utilisées.	1.1
Évaluer la qualité du modèle numérique utilisé dans le contexte de l'application étudiée.	1.1

## Utilité du cours

La simulation numérique est un outil essentiel de la recherche scientifique et dans de nombreux secteurs industriels. Il repose sur un savoir-faire pointu en modélisation, en informatique et en analyse numérique. Les fondements et les habiletés de base de l'analyse numérique sont présentés dans ce cours.

## Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

La méthode d'enseignement utilisée dans ce cours est l'enseignement magistral interactif. Ce cours comporte aussi des travaux dirigés et des séances de laboratoire informatique.

Les séances de laboratoire visent à rendre les étudiants aptes à choisir, utiliser et adapter les méthodes numériques appropriées, sélectionnées dans une bibliothèque numérique, pour résoudre des problèmes provenant d'applications en science et en ingénierie.

Les travaux dirigés visent à :

- aider l'étudiant(e) à appliquer les notions théoriques à la résolution d'exercices ;
- donner une rétroaction aux étudiantes et aux étudiants en favorisant l'interaction entre l'étudiant(e) et l'enseignant(e).

## Évaluations

Nature	Nombre	Mode de réalisation (individuel/équipe)	Pondération	Date	QRD*
Rapports de laboratoire	6	équipe de 2 au maximum	20%	voir le calendrier	
Contrôle périodique	1	individuel	35%	samedi 26 octobre 10h00 à 12h00	
Examen final	1	individuel	45%	à venir	

\*Qualité Requise des Diplômés

## Le contrôle périodique et l'examen final

Un contrôle périodique de deux heures, comptant pour *35% de votre note finale*, aura lieu le samedi 26 octobre de 10h00 à 12h00. À moins d'avis contraire, le contrôle périodique portera sur les chapitres 1, 2 et 3 (analyse d'erreurs, systèmes linéaires et interpolation). L'examen final, d'une durée de deux heures trente, comptera pour *45% de votre note finale*. Il portera sur la matière de toute la session, en insistant davantage sur la matière qui n'a pas été couverte par le contrôle. Aucune documentation ne sera permise. Un aide-mémoire est mis à votre disposition sur le site Moodle du cours. Vous recevrez un aide-mémoire identique avec le contrôle périodique et l'examen final. Il est conseillé de vous habituer à travailler avec cet aide-mémoire lorsque vous faites des exercices. Vous aurez aussi droit à une calculatrice non programmable *autorisée*, i.e. portant l'autocollant de l'AEP (cf. [avis DE-037](#)). Vous êtes responsables d'obtenir cet autocollant. Toute calculatrice ne portant pas l'autocollant sera immédiatement confisquée pour la durée de l'examen.

En cas d'absence motivée au contrôle périodique, un contrôle périodique différé obligatoire devra être fait avant la fin de la session. La meilleure façon de se préparer pour le contrôle et l'examen final est de *faire et comprendre tous* les exercices du manuel suggérés à la fin de chaque chapitre. De plus, un recueil qui contient un grand nombre d'exercices supplémentaires est disponible sur le site Moodle du cours.

Plusieurs questions du contrôle périodique et de l'examen final proviendront du manuel et de ce recueil.

## Les Laboratoires

À la fin de chaque séance de travaux pratiques, vous devez remettre un court rapport de laboratoire qui résumera les résultats de vos expériences numériques. Il y aura *six rapports de laboratoire* pour un total de *20% de votre note finale*.

À moins d'un avis contraire, les séances de laboratoire seront divisées en deux parties. La première partie sera une séance dirigée de travaux pratiques. Dans la deuxième partie de la séance, vous devez résoudre un problème et remettre un court rapport de laboratoire. L'énoncé du problème à remettre sera seulement disponible pendant la séance de laboratoire. La présence aux séances est donc obligatoire.

Le logiciel MATLAB sera utilisé pendant les séances de laboratoires. Un guide d'introduction à MATLAB, disponible sur le site Moodle du cours, vous aidera à vous mettre à niveau. Les étudiants et étudiantes qui ont suivi le cours INF1005D pourront faire les rapports

de laboratoire en langage Python. Les bibliothèques numériques du cours en MATLAB et en langage Python sont disponibles sur le site Moodle du cours.

## Instructions pour les rapports de laboratoire

- Vous pouvez travailler par équipe de 2 au maximum. Les membres d'une équipe peuvent provenir de groupes différents. Vous ne remettez qu'un seul rapport par équipe ;
- À moins d'un avis contraire, les travaux et les rapports doivent être réalisés pendant les séances de laboratoires. La présence aux séances est donc obligatoire ;
- À moins d'un avis contraire, vous devez déposer la version PDF de votre rapport dans une boîte de remise sur le site Moodle à la fin de chaque séance de laboratoire ;
- À moins d'un avis contraire, vous devez utiliser les fonctions de la bibliothèque numérique du cours ;
- Pour les rapports faits avec le logiciel MATLAB, vous devez rédiger et présenter votre rapport en utilisant la fonction `publish`.
- L'usage des SIAG « systèmes d'intelligence artificielle (IA) générative » (ex. : ChatGPT, OpenAI Codex, GitHub Copilot, DALL-E, Midjourney, etc.) est totalement proscrit dans ce cours ;
- Il est strictement interdit de verser les notes de cours ou toute autre information dont vous n'êtes l'auteur ou l'autrice dans un SIAG.
- Tout soupçon de plagiat sera signalé au comité discipline étudiante division académique ;
- Aucun travail en retard ne sera accepté ;
- Rédaction et présentation
  - 1 point sera attribué à la présentation générale du rapport ;
  - Vous devez utiliser le gabarit (MATLAB ou Python) pour faire et présenter votre rapport ;
  - Chaque rapport doit contenir les noms, matricules et numéros de groupe de chaque membre de l'équipe ;
  - Pour éviter d'inclure des éléments non demandés dans le rapport et générer des fichiers de taille excessive, vous devez mettre un point-virgule « ; » à la fin de chaque ligne de codes ;
  - À moins d'un avis contraire, vous devez utiliser la fonction `fprintf` pour afficher les résultats ;
  - Les justifications et les commentaires doivent être présentés dans les cellules afin de les avoir en format texte.
  - Pour un manquement à l'un des 5 points ci-dessus, la note 0 vous sera attribuée pour la présentation.

Qualité(s) du BCAPG évaluée(s) dans ce cours	Évaluation utilisée (ou portion d'une évaluation)	Niveau de développement de la qualité
1.1	Toutes	N4

## La rédaction des examens et des rapports de laboratoire

Un des objectifs de ce cours est de former les étudiantes et les étudiants à une démarche systématique de résolution de problèmes en sciences appliquées. Le processus de résolution est donc ce qui importe. Une réponse à une question sans justification adéquate est donc sans valeur et se verra attribuer la note **0**. Lorsque vous rédigez une solution, dites-vous que votre but est de convaincre le correcteur que vous avez bien compris la matière du cours.

## Les canaux de communication

Le site Moodle du cours fait partie intégrante du plan de cours. Vous êtes tenu de le consulter sur une base régulière pour être au courant des dates importantes, télécharger divers guides, récupérer les énoncés de T.D., de laboratoire et de devoir, etc. Pour toute question concernant le cours et les devoirs, veuillez consulter votre enseignant en classe ou pendant ses heures de disponibilité. S'il le désire, vous pouvez le contacter par courrier électronique. Les coordonnées des enseignants et des chargés de laboratoire sont disponibles sur le site Moodle du cours.

Le manuel de référence pour le cours est *Analyse numérique pour ingénieurs* par André Fortin (quatrième et cinquième édition), en vente à la COOP. Vous êtes cependant invités à consulter, le *contenu détaillé du cours* qui décrit en détail la matière qui sera couverte et l'ordre dans lequel elle le sera. Vous avez aussi dans ce document une liste des exercices que vous pouvez faire, pour vous aider à vous préparer pour le contrôle périodique et l'examen final. Le manuel de référence ne sera pas utilisé de façon linéaire. De plus, certains concepts étudiés dans le cours ne sont pas couverts dans le manuel ou ils le sont, mais de façon différente. Vous devrez alors vous référer aux notes de cours de votre professeur. La présence en classe est donc essentielle.

## Contenu détaillé cours

### Analyse d'erreurs (8 périodes)

- Introduction (sects 1.1 et 1.2 du manuel)
- Définitions (défs 1.1, 1.2 et 1.4 du manuel)  
Exercices : 1.1, 1.19, 1.24 a) et 1.25 a)
- Représentation des nombres sur ordinateur (sects 1.3.2, 1.3.3 et 1.4 (précision machine) du manuel)  
Exercices : 1.8 et 1.14
- Arithmétique flottante (sect. 1.5 du manuel)  
Exercices : 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.15, 1.16 et 1.17
- Développement de Taylor (sects 1.6.1 et 1.6.2 du manuel)  
Exercices : 1.20, 1.25 b) et 1.29 à 1.36
- Propagation d'erreurs (sect. 1.6.3 du manuel)  
Exercices : 1.18, 1.21, 1.22, 1.23 et 1.24 b)

### Systèmes d'équations algébriques (5 périodes)

- Introduction (sects 3.1 et 3.2 du manuel)
- Méthodes directes
  - Décomposition LU (sect. 3.5.1 et 3.5.2 du manuel et notes du professeur)  
Exercices : 3.2, 3.8, 3.11, 3.13, 3.16, 3.32, 3.33 et 3.35
  - Factorisation de Cholesky (sect. 3.6.1 et notes du professeur)  
Exercices : 3.12
  - Algorithme de Thomas (sect. 3.6.2 et notes du professeur)
  - Calcul de  $A^{-1}$  (sect. 3.7 du manuel)  
Exercices : 3.13 c)
- Conditionnement d'une matrice (sect. 3.9 du manuel)  
Exercices : 3.14, 3.18 à 3.23, 3.25, 3.26 et 3.34

### Interpolation (5 périodes)

- Introduction (sects 5.1 et 5.2 du manuel)  
Exercices : 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.7 a), 5.20, 5.22 et 5.31
- Interpolation polynomiale de Lagrange (sect. 5.3 du manuel)  
Exercices : 5.4 a), b) et d), 5.7 b), 5.8, 5.9 et 5.14 b)
- Polynôme de Newton (réf. : sect. 5.4 du manuel)  
Exercices : 5.5, 5.7c), 5.14 a) et 5.21
- Erreur d'interpolation (réf. : sect. 5.5 du manuel et notes du professeur)  
Exercices : 5.4, 5.10 a), c) et d) à 5.12, 5.23, 5.28 et 6.28 a) et b)
- Splines cubiques (notes du professeur)  
Exercices : 5.13, 5.18, 5.19, 5.24, 5.26, 5.27, 5.29 et 5.30

### Différentiation et intégration numériques (6 périodes)

- Introduction (sect. 6.1 du manuel)
- Différentiation numérique (sect. 6.2 du manuel)  
Exercices : 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.27 a) et b), 6.34 b) et 6.35 b)

- Extrapolation de Richardson (*sect. 6.3 du manuel*)  
*Exercices : 6.3, 6.4, 6.27 b) et c), 6.28 d), 6.34 a), 6.35 a) et 6.36*
- Intégration numérique
  - Formules de Newton-Cotes (*sect. 6.4.1 du manuel*)  
*Exercices : 6.11, 6.15, 6.16, 6.17, 6.25, 6.26 et 7.20 c) et d)*
  - Quadratures de Gauss-Legendre (*sect. 6.4.3 du manuel*)  
*Exercices : 6.22, 6.23, 6.24 et 6.29 à 6.33*

### Équations algébriques non linéaires (9 périodes)

- Introduction (*sect. 2.1 du manuel*)
- Méthode de la bisection (*sect. 2.2 du manuel*)  
*Exercices : 2.1, 2.2, 2.3, 2.5 et 2.13 c)*
- Méthodes des points fixes (*sect. 2.3 (sauf la sect. 2.3.3) du manuel*)  
*Exercices : 2.7, 2.13 a) et b), 2.17, 2.18 a), 2.19, 2.22 à 2.26, 2.29 et 2.32*
- Méthode de Newton pour les équations non linéaires (*sect. 2.4 du manuel*)  
*Exercices : 2.4, 2.12, 2.13 d), 2.16, 2.20, 2.21, 2.28 et 2.30*
- Méthode de la sécante (*sect. 2.5 du manuel*)  
*Exercices : 2.11 et 2.31*
- Méthode de Newton pour les systèmes non linéaires (*sect. 3.10 du manuel*)  
*Exercices : 3.27, 3.28, 3.31, 3.36, 3.37 et 3.38*

### Équations différentielles (problèmes de valeurs initiales) (6 périodes)

- Équations du premier ordre
  - Introduction (*réf. : sect. 7.1 du manuel*)
  - Méthodes explicites
    - Méthode d'Euler explicite (*réf. : sect. 7.2 du manuel*)  
*Exercices : 7.1 et 7.4*
    - Notion d'erreur (*défs. 7.8 et 7.9 du manuel*)
    - Méthodes de Runge-Kutta (*réf. : sects 7.4.1 et 7.4.2 du manuel*)  
*Exercices : 7.1, 7.2, 7.3 et 7.20 a)*
- Généralisations
  - Systèmes d'équations du premier ordre (*réf. : sect. 7.6 du manuel*)  
*Exercices : 7.7*
  - Équations et systèmes d'équations d'ordre supérieur  
(*réf. : sect. 7.7 du manuel*)  
*Exercices : 7.8, 7.18 et 7.19*
- Stabilité et méthodes implicites
  - Stabilité absolue (*réf. : sect. 7.8 du manuel et notes du professeur*)
  - Méthode d'Euler implicite (*réf. : sect. 7.8.1 du manuel et notes du professeur*)
  - Méthode des trapèzes (Crank-Nicolson)  
(*réf. : sect. 7.8.1 du manuel et notes du professeur*)

## Calendrier des rencontres

Semaine	Thèmes	TD, Labo	Évaluation
25-31 août			
1 <sup>er</sup> -7 septembre	Matlab et Python	Labo 1	
8-14 septembre	Analyse d'erreurs	TD 1	Remise du rapport du Labo 1
15-21 septembre	Arithmétique flottante	Labo 2	Remise du Rapport du Labo 2
22-28 septembre	Systèmes linéaires	TD 2	
29 septembre-5 octobre	Décompositions LU et conditionnement	Labo 3	Remise du rapport du Labo 3
6-12 octobre			
13-19 octobre	Interpolation	TD 3	
20-26 octobre	Interpolation	Labo 4	Remise du rapport du Labo 4
27 octobre-2 novembre	Différentiation et intégration numérique	TD 5	
3-9 novembre	Équations et systèmes non linéaires	Labo 5	Remise du rapport du Labo 5
10-16 novembre	Équations et systèmes non linéaires	TD 6	
17-23 novembre	Équations différentielles	Labo 6	Remise du rapport du Labo 6
24-30 novembre	Équations différentielles	TD 6	

## Charge de travail\*\*

Ce cours devrait demander environ 135 heures de travail pour toute la session. Ces heures incluent 39 heures de cours théoriques et 30 heures de travaux pratiques et travaux dirigés.

\*\* Cette information est donnée à titre indicatif seulement. Certaines personnes peuvent avoir besoin d'investir plus ou moins de temps.

## Fraude : règlement et sanctions

En tant que futur ingénieur.e.s, les étudiantes et les étudiants doivent adopter une attitude professionnelle exemplaire. L'article 8 des règlements des études au baccalauréat présente la position de Polytechnique Montréal à l'égard de la fraude sur la base du principe de tolérance zéro. Voici quelques éléments [tirés du règlement](#) en vigueur.

Par fraude, on entend toute forme de plagiat, de tricherie ou tout autre moyen illicite utilisé par une étudiante ou un étudiant pour obtenir un résultat d'évaluation non mérité ou pour influencer une décision relative à un dossier académique.

À titre d'exemple, constituent une fraude :

- l'utilisation totale ou partielle, littérale ou déguisée, d'une œuvre d'autrui, y compris tout extrait provenant d'un support électronique, en le faisant passer pour sien ou sans indication de référence à l'occasion d'un examen, d'un travail ou de toute autre activité faisant l'objet d'une évaluation ;
- le non-respect des consignes lors d'un contrôle, d'un examen, d'un travail ou de toute autre activité faisant l'objet d'une évaluation ;
- la sollicitation, l'offre ou l'échange d'information pendant un contrôle ou un examen ;
- la falsification de résultats d'une évaluation ou de tout document en faisant partie ;
- la possession ou l'utilisation pendant un contrôle ou un examen de tout document, matériel ou équipement non autorisé y compris la copie d'examen d'une autre personne étudiante.

Selon la gravité de l'infraction et l'existence de circonstances atténuantes ou aggravantes, l'étudiante ou l'étudiant peut se voir imposer une sanction correspondant à, entre autres, l'attribution de la cote 0 pour l'examen, le travail ou toute autre activité faisant l'objet d'une évaluation qui est en cause, l'attribution de la note F pour le cours en cause, l'attribution de la note F à tous les cours suivis au trimestre.

Dans le cas d'un travail en équipe, les étudiantes et les étudiants d'une même équipe de travail tel que reconnu par l'enseignant sont solidaires du matériel produit au nom de l'équipe. Si un membre de l'équipe produit et remet un travail au nom de l'équipe et qu'il s'avère que ce travail est frauduleux tous les membres de l'équipe sont susceptibles de recevoir une sanction à moins qu'il soit démontré sans ambiguïté que l'infraction est le fait d'un ou de quelques membres de l'équipe en particulier.

## Ressources et services pour les étudiantes et étudiants

Le centre de consultation en mathématiques (CCMath), situé au local B-504, est un lieu informel où les étudiant.e.s peuvent se rendre pour travailler en groupe et trouver de l'aide pour leurs travaux de mathématiques. Dans une atmosphère conviviale, vous aurez accès à des personnes ressources expérimentées qui pourront vous aider à mieux comprendre les mathématiques et à préparer vos devoirs et examens. L'horaire du CCMMath est disponible sur place ou à l'adresse [CCMath](#)

Le [Service aux étudiants](#) (SEP) est constitué de professionnels qualifiés et d'une Escouade étudiante, dédiés à favoriser votre bien-être et votre réussite à Polytechnique Montréal, autant sur le plan académique, personnel que social. Que ce soit sous la forme de rencontres individuelles, d'ateliers pratiques ou de programmes tels que le tutorat et le mentorat, les services offerts vous aideront à vous épanouir à votre plein potentiel durant vos études à Polytechnique Montréal. N'hésitez pas à les contacter. Vous avez tout à y gagner !

Le [Bureau d'intervention et de prévention des conflits et de la violence](#) (BIPCV), vous accueille, vous guide et vous soutient en matière de violence à caractère sexuel, harcèlement ou tout enjeu relatif au respect des personnes. Le BIPCV est un bureau indépendant, assurant un service respectant la confidentialité et une écoute sans jugement. Contactez-les : [bipcv@polymtl.ca](mailto:bipcv@polymtl.ca) 514 340-4711 Poste 5151.

## Qualités requises des diplômé.es par le BCAPG

Ce tableau présente les 12 qualités requises par le BCAPG. Vous trouverez ci-dessous les qualités qui seront développées dans ce cours selon les niveaux suivants : Introduction (IN), Approfondissement (AP) et Contrôle des Acquis (CA).

	Qualité	Déclinaison	IN	AP	CA
1	<b>Connaissances en génie</b> : connaissance, à un niveau universitaire, des mathématiques, des sciences naturelles et des notions fondamentales de l'ingénierie, ainsi qu'une spécialisation en génie propre au programme.	1.1 Démontrer des connaissances de base en mathématiques et en sciences			x
		1.2 Démontrer des connaissances de base en génie			
		1.3 Démontrer des connaissances avancées en génie			
2	<b>Analyse de problèmes</b> : capacité d'utiliser les connaissances et les principes appropriés pour identifier, formuler, analyser et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes et en arriver à des conclusions étayées.	2.1 Identifier et formuler un problème			
		2.2 Explorer des approches de résolution et planifier la démarche			
		2.3 Conceptualiser ou modéliser le problème			
		2.4 Produire des résultats			
		2.5 Valider ses résultats et recommander			
		2.6 Analyser l'incertitude, la sensibilité et les limites des approches			
3	<b>Investigation</b> : capacité d'étudier des problèmes complexes au moyen de méthodes mettant en jeu la réalisation d'expériences, l'analyse et l'interprétation des données et la synthèse de l'information afin de formuler des conclusions valides.	3.1 Formuler des hypothèses testables			
		3.2 Faire la revue de la documentation existante			
		3.3 Planifier et préparer des essais			
		3.4 Exécuter l'expérimentation			
		3.5 Analyser les résultats expérimentaux			
		3.6 Vérifier les hypothèses et argumenter			
4	<b>Conception</b> : capacité de concevoir des solutions à des problèmes d'ingénierie complexes et évolutifs et de concevoir des systèmes, des composants ou des processus qui répondent aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales.	4.1 Identifier les besoins, requis et fonctions			
		4.2 Modéliser les éléments à concevoir			
		4.3 Procéder à la conception			
		4.4 Considérer les relations systémiques internes/externes			
		4.5 Évaluer et itérer			
		4.6 Innover dans sa conception			
5	<b>Utilisation d'outils d'ingénierie</b> : capacité de créer et de sélectionner des techniques, des ressources et des outils d'ingénierie modernes et de les appliquer, de les adapter et de les étendre à un éventail d'activités simples ou complexes, tout en comprenant les contraintes connexes.	5.1 Évaluer et sélectionner les outils appropriés			
		5.2 Appliquer un outil d'ingénierie			
		5.3 Créer ou adapter un outil			
		5.4 Intégrer des outils			
6	<b>Travail individuel et en équipe</b> : capacité de fonctionner efficacement en tant que membre ou chef d'équipe, de préférence dans un contexte de travail multidisciplinaire.	6.1 Établir et remplir son rôle dans l'équipe			
		6.2 Interagir en équipe			
		6.3 Contribuer au fonctionnement de l'équipe			
		6.4 Contribuer à l'évolution de l'équipe			
7	<b>Communication</b> : habileté à communiquer efficacement des concepts d'ingénierie complexes, au sein de la profession et au public en général, notamment lire, rédiger, parler et écouter, comprendre et rédiger de façon efficace des rapports et de la documentation pour la conception, ainsi qu'énoncer des directives claires et y donner suite.	7.1 Lire et rédiger de la documentation			
		7.2 Préparer et donner une présentation			
		7.3 Adapter son discours selon la situation			
8	<b>Professionalisme</b> : compréhension des rôles et des responsabilités de l'ingénieur dans la société, y compris le rôle essentiel de protection du public et l'intérêt public.	8.1 Reconnaître l'agir professionnel			
		8.2 Expliquer les rôles de l'ingénieur			
		8.3 Expliquer les responsabilités de l'ingénieur, y compris la protection du public			
9	<b>Impact du génie sur la société et l'environnement</b> : capacité à analyser les aspects sociaux et environnementaux des activités liées au génie, notamment comprendre les interactions du génie avec les aspects économiques et sociaux, la santé, la sécurité, les lois et la culture de la société; les incertitudes liées à la prévision de telles interactions; et les concepts de développement durable et de bonne gestion de l'environnement.	9.1 Connaître les principes du développement durable			
		9.2 Analyser l'impact socio-économique de son travail			
		9.3 Analyser l'impact de son travail sur l'environnement			
		9.4 Évaluer les risques et les incertitudes d'une situation			
10	<b>Déontologie et équité</b> : compréhension et respect des principes d'éthique et de responsabilité professionnelles, ainsi que d'équité.	10.1 Respecter le code de déontologie			
		10.2 Agir avec intégrité et de façon éthique			
		10.3 Traiter les situations de façon équitable			
11	<b>Économie et gestion de projets</b> : capacité à intégrer de façon appropriée les pratiques d'économie et d'affaires, comme la gestion de projets, des risques et du changement, dans l'exercice du génie, et de bien tenir compte des contraintes associées à ces pratiques.	11.1 Appliquer les principes économiques			
		11.2 Planifier et gérer un projet			
		11.3 Gérer les risques ou le changement			
12	<b>Apprentissage continu</b> : capacité à cerner et à combler ses propres besoins de formation dans un monde en constante évolution, et ce, de façon à maintenir sa compétence et à contribuer à l'avancement des connaissances.	12.1 Identifier et palier les lacunes dans ses savoirs et ses savoir-faire			
		12.2 Identifier et combler ses besoins de formation			
		12.3 Identifier les besoins d'avancement des connaissances			