



**POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL**

UNIVERSITÉ  
D'INGÉNIERIE

## Plan de cours

### MTH1102 - Calcul II

Département de Mathématiques et génie industriel

Hiver 2023

2 Crédits

Triplet horaire : 2 - 2 - 2

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

## Coordonnées

<b>Nom</b>	Groupe 01 : Laura KOLCHEVA
<b>Bureau</b>	A-520.38
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:laura.kolcheva@polymtl.ca">laura.kolcheva@polymtl.ca</a>
<b>Nom</b>	Groupe 02 : Mathieu GERVAIS-DUBÉ
<b>Bureau</b>	C-314.8
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:mathieu.gervais-dube@polymtl.ca">mathieu.gervais-dube@polymtl.ca</a>
<b>Nom</b>	Groupe 03 : Mohamed OUSMOÏ
<b>Bureau</b>	A-520.10
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:mohamed.ousmoi@polymtl.ca">mohamed.ousmoi@polymtl.ca</a>
<b>Nom</b>	Groupe 04 : Zoumana COULIBALY
<b>Bureau</b>	A-520.38
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:zoumana.coulibaly@polymtl.ca">zoumana.coulibaly@polymtl.ca</a>
<b>Nom</b>	Groupe 05 : Dounia LAKHMIRI
<b>Bureau</b>	A-520.38
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:dounia.lakhmiri@polymtl.ca">dounia.lakhmiri@polymtl.ca</a>
<b>Nom</b>	Groupe 06 : Léandre RATSIRAHONANA
<b>Bureau</b>	A-520.38
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:leandre.ratsirahonana@polymtl.ca">leandre.ratsirahonana@polymtl.ca</a>

## Coordonnateur

<b>Nom</b>	Jean GUÉRIN
<b>Courriel</b>	<a href="mailto:jean.guerin@polymtl.ca">jean.guerin@polymtl.ca</a>

## Description du cours

Intégrales multiples. Systèmes de coordonnées. Changements de variables. Courbes et surfaces paramétrées. Intégrales curvilignes : travail et circulation. Champs vectoriels, gradients et champs conservatifs. Théorème de Green. Intégrales de surface et de flux pour les cylindres, sphères et surfaces paramétrées. Divergence et théorème de flux-divergence. Rotationnel et théorème de Stokes.

COURS PRÉALABLES	COURS COREQUIS	COURS SUBSÉQUENTS
MTH1101	MTH1007	

## 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					
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

Objectifs	Correspondance avec les qualités du BCAPG
Définir et expliquer les concepts du calcul intégral à plusieurs variables et de l'analyse vectorielle	1.1
Appliquer des règles et des techniques de calcul pour effectuer des exercices d'application routinière	1.1
Transposer les concepts de leur représentation algébrique à leur représentation géométrique et vice-versa	1.1
Résoudre des problèmes simples du génie, décrits dans des contextes bien spécifiques, nécessitant l'utilisation adéquate des concepts et des techniques de calcul	1.1
Juger si les résultats obtenus aux problèmes et aux exercices sont sensés	1.1

## Utilité du cours

Cours de fondation sur des concepts et techniques utilisés en science et en génie.

## Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

- Les périodes de cours sont réparties durant le trimestre selon le calendrier donné sur Moodle. Lors des séances de cours, on attend de l'étudiant.e une écoute attentive et active.
- Les périodes des travaux dirigés sont réparties durant le trimestre selon le calendrier donné sur Moodle du cours. Le contenu de chaque séance sera indiqué sur Moodle la semaine précédente. Lors des séances de travaux dirigés, on attend une participation active aux activités proposées.
- La lecture des sections pertinentes du livre ainsi que la résolution des problèmes suggérés, en plus des devoirs, fait partie intégrante du cours. Le livre contient des explications et des exemples supplémentaires utiles à la compréhension de la matière.

# Évaluations

Nature	Nombre	Mode de réalisation (individuel/équipe)	Pondération	Date	QRD*
Devoirs	6	Individuel	20 %	voir le calendrier	
Examen intra	1	Individuel	35 %	samedi 25 février 13h	
Examen final	1	Individuel	45 %	à venir	

\*Qualité Requise des Diplômés

## Devoirs

Le but des devoirs est d'encourager le travail régulier et de permettre une rétroaction sur votre travail. Ils constituent une part importante de la préparation aux examens.

Il y aura un devoir aux deux semaines environ (voir le calendrier du cours sur Moodle). Les énoncés des devoirs seront disponibles sur le site Moodle du cours.

Les devoirs doivent être déposés sur Moodle avant l'heure indiquée le jour de la remise. Les travaux remis en retard ne seront pas acceptés. Les consignes pour la rédaction et la remise des devoirs sont expliquées dans un document sur le site Moodle du cours.

Le barème de correction est le suivant. Une seule question, choisie au hasard, parmi celles proposées sera corrigée. Celle-ci vaudra 6 points sur 10. Quatre (4) points supplémentaires seront accordés si tous les autres problèmes ont été faits. Un retour sur chacune des questions sera faite en classe lors du TD suivant la remise.

## Examen intra

L'examen intra aura lieu le 25 février. Il s'agit d'un examen en présentiel traditionnel. Le contrôle portera sur la matière des heures 1 à 12 du calendrier ci-dessous (à confirmer).

*Advenant le cas où un examen en présentiel ne soit pas possible, l'examen intra aura lieu à distance. Dans ce cas, il sera fait sur Moodle, avec une limite de temps, mais sans surveillance. Le cas échéant, les détails du déroulement de l'examen vous seront communiqués.*

## Absence et retard à l'examen intra

En cas de retard à l'examen intra, aucun temps supplémentaire ne sera accordé. L'accès à la salle d'examen n'est plus permis après les 30 premières minutes et personne ne peut quitter la salle lors des 30 premières minutes de l'examen.

En cas d'absence motivée, la note de l'examen intra sera reportée sur celle de l'examen final. Il n'y a pas d'examen de reprise.

## Examen final

L'examen final sera récapitulatif et portera sur toute la matière vue durant le trimestre, avec une emphase particulière sur la matière des chapitres 8, 9 et 10. Le final aura lieu en présence à Polytechnique. La date et le local seront annoncés en temps et lieu.

*Si l'examen en présentiel n'est pas possible, l'examen sera fait à distance sur une plateforme appropriée.*

## Absence et retard à l'examen final

En cas de retard à l'examen final, aucun temps supplémentaire ne sera accordé. L'accès à la salle d'examen n'est plus permis d'examen après les 30 premières minutes et personne ne peut quitter la salle lors des 30 premières minutes de l'examen.

En cas d'absence motivée, l'étudiant.e pourra faire l'examen différé à la date déterminée par le registrariat.

### Calculatrice et documentation

Aucune documentation n'est permise pour le contrôle périodique et l'examen final. Cependant, à l'examen final, un aide-mémoire vous sera fourni. Une copie de cet aide-mémoire sera disponible sur Moodle quelques jours avant l'examen.

Seules les calculatrices portant l'autocollant de l'AEP sont autorisées pour les examens.

Pour les devoirs, les calculatrices sont également permises, de même que les logiciels de calcul symbolique, à condition de respecter les consignes à ce sujet dans le document sur Moodle.

### Calcul de la note finale

Dans les conditions normales prévues au début de la session, le calcul de la note finale se fait en additionnant les notes des devoirs, de l'intra et du final selon la formule :

$$\text{note finale} = EF + EI + D$$

où

EF = note de l'examen final (sur 45)

EI = note de l'examen intra (sur 35)

D = note des devoirs (sur 20)

*Advenant le cas où le contrôle périodique serait à distance et non surveillé, le calcul de la note finale sera différent afin de s'assurer que chaque étudiant a atteint les objectifs du cours. Dans ce cas, une note minimale de 20,25/45 (45%) sera exigée à l'examen final pour que les notes des devoirs et du contrôle périodique soient comptées. Une note de moins de 20,25/45 au final entraînerait donc automatiquement un échec au cours.*

*Si le contrôle périodique est à distance et non surveillé, la note finale sur 100 sera calculée comme suit :*

$$\text{note finale} = EF + (D + EI) \times \max(0, \min(1, \text{plancher}(EF/22,5)))$$

où  $\text{plancher}(x)$  = le plus grand entier inférieur ou égal à  $x$ .

### Demande de révision de note

Une révision de la note d'une évaluation est possible si vous croyez avoir été lésé dans la correction. Les motifs valables pour demander une révision sont indiqués dans un document disponible sur Moodle. Pour demander une révision, vous devez avoir récupéré votre évaluation et indiquer brièvement les raisons de votre demande.

Pour un devoir et pour le contrôle périodique, toute réclamation doit être faite dans les deux jours qui suivent le dépôt de la copie corrigée sur Moodle.

Pour l'examen final, vous devez d'abord demander une copie de votre examen au secrétariat de mathématiques puis remplir le formulaire de demande de révision au registrariat.

## Dates des évaluations

Devoir/Examen	Date	Matière
Devoir 1	dimanche 22 janvier avant 23h55	Sections 6.1, 6.2
Devoir 2	dimanche 5 février avant 23h55	Sections 6.3, 6.4, 6.5, 7.1
Devoir 3	dimanche 19 février avant 23h55	Sections 7.2, 7.3, 7.4, 7.5
Examen intra	samedi 25 février à 13h	Sections 6.1 à 6.5, 7.1 à 7.5
Devoir 4	dimanche 19 mars avant 23h55	Sections 8.1, 8.2, 8.3, 9.1, 9.2
Devoir 5	dimanche 2 avril avant 23h55	Sections 9.3, 9.4, 10.1, 10.2
Devoir 6	mardi 18 avril avant 23h55	Sections 10.3, 10.4 et 10.5
Examen final	<i>à venir</i>	L'examen est récapitulatif, mais porte plus particulièrement sur la matière des chapitres 8, 9 et 10.

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

## Critères d'évaluation

Les critères de correction des devoirs et des examens sont :

- la pertinence de la méthode employée
- la justification correcte de la solution
- l'exactitude des calculs
- la clarté de la présentation.

## Documentation

▪ *Calcul à plusieurs variables*, 2e édition, de J. Stewart, Modulo 2016. Ce livre est disponible à [Coopoly](#) ou en version électronique sur le site web de l'éditeur :

<https://www.cheneliere.ca/9968-livre-calcul-a-plusieurs-variables-2e-edition.html>

▪ Divers documents sur le site Moodle du cours.

## Calendrier des rencontres

Le calendrier détaillé du cours est disponible sur Moodle. Le tableau ci-dessous donne la répartition (approximative) de la matière au cours de la session.

Heure	Sujet	Section	Exercices suggérés
1	Introduction Intégrales doubles sur des rectangles	6.1	1, 7, 24, 29, 37, 51, 54
2	Intégrales doubles sur des rectangles (suite)		
3	Intégrales doubles sur des domaines généraux	6.2	12, 23, 28, 31, 47, 49, 57, 64
4	Intégrales doubles sur des domaines généraux (suite)		
5	Coordonnées polaires	6.3	11, 17, 18, 21, 25, 55
6	Intégrales doubles en coordonnées polaires	6.4	11, 15, 19, 23, 29, 32, 39
7	Applications des intégrales doubles	6.5	1, 13, 15, 17, 20
8	Intégrales triples	7.1	17, 21, 23, 45, 49, 58
9	Intégrales triples (suite)		
10	Coordonnées cylindriques et sphériques	7.2	8, 11, 23, 24, 27, 33
11	Intégrales triples en coordonnées cylindriques et sphériques	7.2, 7.3	7.3 nos. 9, 11, 15 7.4 nos. 7, 21, 23, 26
12	Changement de variables général	7.5	3, 25
13	Courbes paramétrées	8.1, 8.2	8.1 nos. 19, 45, 49 8.2 nos. 27, 44, 55 8.4 nos. 22, 36
14	Longueur d'arc	8.3	3, 11, 15, 19a
15	Champs vectoriels	9.1	11, 21, 29, 33, 35, 39
16	Intégrales curvilignes générales	9.2	3, 11, 35
17	Intégrales curvilignes d'un champ vectoriel	9.2	17, 19, 39, 46, 47, 49, 52
18	Théorème fondamental des intégrales curvilignes	9.3	1, 19, 25, 27, 31, 43
19	Théorème de Green	9.4	13, 20, 21, 28, 29, 35
20	Surfaces paramétrées Aire d'une surface paramétrée	10.1	5, 20, 23, 25, 33, 47, 62
21	Intégrales de surface générales	10.2	7, 11, 39
22	Intégrale de surface d'un champ vectoriel	10.2	25, 27, 43, 49
23	Rotationnel et divergence	10.3	11, 13, 19, 21, 27, 39
24	Théorème de Stokes	10.4	1, 11, 19, 20, 23
25	Théorème de flux-divergence	10.5	10, 15, 17, 21, 23, 34, 42
26	Résumé		Exercices de la p.459-460 (Compréhension des concepts et Vrai ou Faux)

## Charge de travail\*\*

Le triplet horaire 2-2-2 indique qu'un.e étudiant.e doit consacrer au moins 6 heures d'écoute et de travail actif par semaine au cours (incluant les séances en classe). La préparation aux examens est en sus de ces heures régulières.

\*\* 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, 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 [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 diplômés 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			✓
		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 gouvernance 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			