

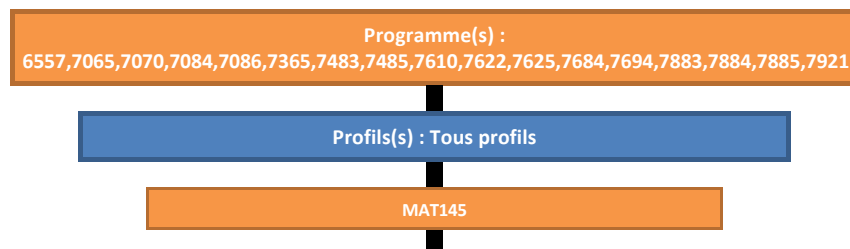
## PLAN DE COURS

Hiver 2026

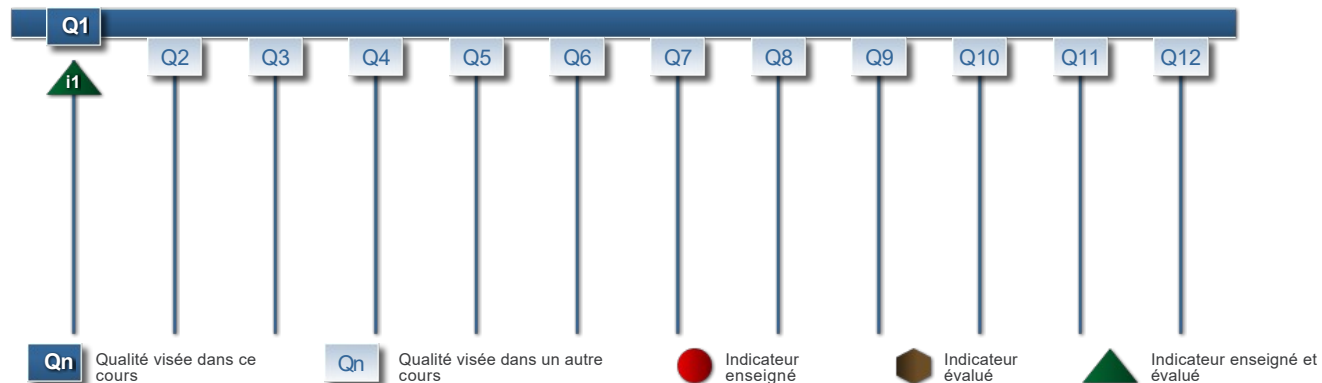
MAT265 : Équations différentielles (4 crédits)

### Préalables

### Unités d'agrément



### Qualités de l'ingénieur



### Descriptif du cours

Au terme de ce cours, l'étudiante ou l'étudiant aura acquis des méthodes de solution de différents types d'équations différentielles rencontrées dans les travaux d'ingénierie.

Origine et définition, famille de solutions, conditions initiales, équations différentielles du premier ordre : séparables exactes, linéaires. Applications : mouvement rectiligne, circuits électriques, etc. Équations différentielles linéaires à coefficients constants : solutions complémentaires (homogènes) et solutions particulières, méthode des coefficients indéterminés (variation des paramètres, opérateur inverse); applications : mouvement harmonique et circuits électriques. Transformées de Laplace en équations différentielles, applications, systèmes d'équations différentielles. Solutions d'équations différentielles par séries, méthodes numériques en équations différentielles. Séries de Fourier, résolutions d'équations différentielles par séries de Fourier.

Séances de travaux pratiques composées d'exercices choisis pour illustrer et compléter la théorie vue en classe.

## Objectifs du cours

### Objectifs généraux

À la fin du cours, l'étudiante ou l'étudiant sera en mesure de :

1. Comprendre les concepts et les méthodes de résolution des équations différentielles ordinaires.
2. Résoudre des problèmes d'application modélisés par des équations différentielles.
3. Utiliser un logiciel de calcul symbolique pour résoudre des problèmes et vérifier des calculs.

### Objectifs spécifiques

Dans la 1<sup>re</sup> partie du cours :

1. Comprendre les concepts et les méthodes de résolution des équations différentielles ordinaires.
  - Maîtriser les définitions et le vocabulaire en lien avec les équations différentielles.
  - Déterminer si une fonction (relation) est une solution d'une équation différentielle.
  - Résoudre les équations différentielles d'ordre 1 analytiquement avec la méthode appropriée.
  - Déterminer la solution générale d'une équation différentielle d'ordre 2 (et plus) en trouvant la solution homogène et la solution particulière avec la méthode appropriée.
2. Résoudre des problèmes d'application modélisés par des équations différentielles.
  - Interpréter la solution d'une équation différentielle modélisant un phénomène de croissance ou décroissance exponentielle (loi de refroidissement, mouvement rectiligne, circuits RL et RC).
3. Utiliser un logiciel de calcul symbolique pour résoudre des problèmes et vérifier des calculs.
  - Tracer un champ de pentes et des solutions numériques calculées avec la méthode d'Euler.
  - Trouver une solution générale ou particulière à une équation différentielle.

Dans la 2<sup>e</sup> partie du cours :

1. Comprendre les concepts et les méthodes de résolution des équations différentielles ordinaires.
  - Résoudre une équation différentielle ou un système d'équations différentielles linéaires avec la transformée de Laplace.
  - Donner la valeur approximative en un point de la solution numérique trouvée avec l'algorithme de Runge-Kutta.
  - Trouver une solution exprimée en série de puissances et déterminer l'intervalle de convergence de cette série.
  - Calculer la série de Fourier d'une fonction périodique.
2. Résoudre des problèmes d'application modélisés par des équations différentielles.
  - Modéliser une force externe à l'aide de fonctions spéciales (delta de Dirac et fonction échelon unité).
  - Interpréter la solution d'une équation différentielle modélisant un oscillateur harmonique (mouvement harmonique et circuit RLC).
  - Déterminer la partie transitoire et le régime permanent de la solution d'un système forcé.
3. Utiliser un logiciel de calcul symbolique pour résoudre des problèmes et vérifier des calculs.
  - Utiliser la librairie ETS\_specfunc pour la résolution d'équations différentielles avec la transformée de Laplace.
  - Calculer des coefficients d'une série de puissances à l'aide d'une relation de récurrence.
  - Superposer dans un même graphique la solution numérique obtenue avec Runge-Kutta et la solution obtenue en série de puissances.
  - Calculer les coefficients de Fourier.
  - Tracer une fonction périodique avec les premiers termes de sa série de Fourier.

## Stratégies pédagogiques

Trois heures de cours magistral par semaine. De nombreux exemples seront faits en classe pour permettre aux étudiantes et étudiants de bien assimiler la théorie et les techniques présentées durant le cours.

Les 3 heures hebdomadaires de travaux pratiques pourront servir à travailler les exercices distribués, à demander des éclaircissements sur les notions vues au cours, et à compléter le cours magistral par certaines démonstrations ou certains exemples s'il y a lieu.

## Utilisation d'appareils électroniques

L'enregistrement audio et vidéo et la prise de photos en classe sont interdits sauf en cas d'approbation préalable de l'enseignante ou de l'enseignant. Voir l'article 1.3.14 du [règlement sur les infractions de nature académique](#).

Les modalités quant à l'utilisation d'appareils électroniques (cellulaires, tablettes et ordinateurs) en classe seront communiquées par l'enseignante ou l'enseignant de chaque cours-groupe.

## Horaire

Groupe	Jour	Heure	Activité
01	Lundi Mercredi	13:30 - 16:30 09:00 - 12:30	Travaux pratiques Activité de cours
02	Mardi Vendredi	13:30 - 17:00 13:30 - 16:30	Activité de cours Travaux pratiques
03	Lundi Jeudi	09:00 - 12:00 09:00 - 12:30	Travaux pratiques Activité de cours
04	Mardi Jeudi	09:00 - 12:00 13:30 - 17:00	Travaux pratiques Activité de cours
05	Mercredi Vendredi	13:30 - 17:00 09:00 - 12:00	Activité de cours Travaux pratiques
06	Lundi Mercredi	13:30 - 17:00 09:00 - 12:00	Activité de cours Travaux pratiques
07	Mardi Vendredi	13:30 - 16:30 13:30 - 17:00	Travaux pratiques Activité de cours
08	Lundi Jeudi	09:00 - 12:30 09:00 - 12:00	Activité de cours Travaux pratiques
09	Mercredi Jeudi	18:00 - 21:00 18:00 - 21:30	Travaux pratiques Activité de cours
10	Lundi Mardi	18:00 - 21:30 18:00 - 21:00	Activité de cours Travaux pratiques
11	Mardi Jeudi	09:00 - 12:30 13:30 - 16:30	Activité de cours Travaux pratiques
12	Mercredi Jeudi	18:00 - 21:30 18:00 - 21:00	Activité de cours Travaux pratiques

## Coordonnées de l'enseignant

Groupe	Nom	Activité	Courriel	Local	Disponibilité
01	Gilles Picard	Activité de cours	<a href="mailto:gilles.picard@etsmtl.ca">gilles.picard@etsmtl.ca</a>	B-2346	
01	Gilles Picard	Travaux pratiques	<a href="mailto:gilles.picard@etsmtl.ca">gilles.picard@etsmtl.ca</a>	B-2346	
02	Saïd Hilal	Activité de cours	<a href="mailto:said.hilal@etsmtl.ca">said.hilal@etsmtl.ca</a>	B-2520	
02		Travaux pratiques			
03	Toufik Hammouche	Activité de cours	<a href="mailto:toufik.hammouche@etsmtl.ca">toufik.hammouche@etsmtl.ca</a>	B-2520	
03	Toufik Hammouche	Travaux pratiques	<a href="mailto:toufik.hammouche@etsmtl.ca">toufik.hammouche@etsmtl.ca</a>	B-2520	
04	Michel Beaudin	Activité de cours	<a href="mailto:michel.beaudin@etsmtl.ca">michel.beaudin@etsmtl.ca</a>	B-2532	
04	Michel Beaudin	Travaux pratiques	<a href="mailto:michel.beaudin@etsmtl.ca">michel.beaudin@etsmtl.ca</a>	B-2532	
05	Saïd Hilal	Activité de cours	<a href="mailto:said.hilal@etsmtl.ca">said.hilal@etsmtl.ca</a>	B-2520	
05		Travaux pratiques			
06	Michel Beaudin	Activité de cours	<a href="mailto:michel.beaudin@etsmtl.ca">michel.beaudin@etsmtl.ca</a>	B-2532	
06	Michel Beaudin	Travaux pratiques	<a href="mailto:michel.beaudin@etsmtl.ca">michel.beaudin@etsmtl.ca</a>	B-2532	
07	Zoumana Coulibaly	Activité de cours	<a href="mailto:zoumcoul@gmail.com">zoumcoul@gmail.com</a>	B-2520	
07	Karima Mahni	Activité de cours	<a href="mailto:cc-karima.mahni@etsmtl.ca">cc-karima.mahni@etsmtl.ca</a>	B-2518	
08	Roberto Persechino	Activité de cours	<a href="mailto:roberto.persechino@etsmtl.ca">roberto.persechino@etsmtl.ca</a>	B-2518	
08	Roberto Persechino	Travaux pratiques	<a href="mailto:roberto.persechino@etsmtl.ca">roberto.persechino@etsmtl.ca</a>	B-2518	
09	Toufik Hammouche	Activité de cours	<a href="mailto:toufik.hammouche@etsmtl.ca">toufik.hammouche@etsmtl.ca</a>	B-2520	
10	Michel Beaudin	Activité de cours	<a href="mailto:michel.beaudin@etsmtl.ca">michel.beaudin@etsmtl.ca</a>	B-2532	
10	Michel Beaudin	Travaux pratiques	<a href="mailto:michel.beaudin@etsmtl.ca">michel.beaudin@etsmtl.ca</a>	B-2532	
11	Saïd Hilal	Activité de cours	<a href="mailto:said.hilal@etsmtl.ca">said.hilal@etsmtl.ca</a>	B-2520	
11		Travaux pratiques			
12	Toufik Hammouche	Activité de cours	<a href="mailto:toufik.hammouche@etsmtl.ca">toufik.hammouche@etsmtl.ca</a>	B-2520	

## Cours

Semaine	Matière	Chapitre	Heures
1 à 3	Introduction : exemples de problèmes menant à des É.D.O. Champ de pentes et méthode d'Euler. Aspects théoriques : unicité des solutions, dépendance des conditions initiales.	Chapitres 1 et 2	12
4	Résolution analytique des E. D. séparables, linéaires, exactes. Méthode de changements de variables. Applications physiques : mouvement rectiligne, circuits RL et RC, croissance exponentielle, etc. <b>Avec la calculatrice</b> : apprendre à tracer un champ de pentes et utiliser la méthode d'Euler. Savoir utiliser la commande « deSolve » afin de vérifier et même trouver des solutions.	Chapitre 3	
5 et 6	Équations différentielles linéaires d'ordre supérieur. Équations linéaires et homogènes à coefficients constants. Algèbre des nombres complexes. Méthodes des coefficients indéterminés, méthode de variation des paramètres. <b>Avec la calculatrice</b> : utiliser les commandes appropriées sur la calculatrice pour simplifier les calculs nécessaires en exécutant la méthode de variation des paramètres ainsi que celle des coefficients indéterminés.	Chapitre 4	6
7	<b>Examen intra</b>	Chapitres 1 à 4	3
8 et 9		Chapitre 5	9
10	Les transformées de Laplace en équations différentielles. Définitions, propriétés diverses et utilisation de tables. Application à la résolution d'équations différentielles. Transformées inverses, techniques diverses, convolution, fonctions définies par morceaux, impulsions et fonctions périodiques. Systèmes d'équations différentielles. <b>Avec la calculatrice</b> : définir la fonction échelon-unité d'Heaviside (step), utiliser la fonction « expand » conjointement avec la table de transformées de Laplace. Tracer et analyser les graphiques des solutions, utilisant au besoin des combinaisons linéaires de fonctions échelons. Applications : étude du mouvement harmonique, circuits RLC, fonction de transfert, etc. <b>Avec la calculatrice</b> : savoir tracer et analyser les graphiques des solutions aux problèmes de masse-ressort et de circuits RLC. Installer la librairie « ETS_specfunc » et utiliser les commandes « laplace », « ilaplace » et « solved ».	Chapitre 6	
11	Méthodes numériques pour la résolution d'une équation différentielle et pour un système d'équations différentielles. <b>Avec la calculatrice</b> : appliquer la méthode de Bogacky-Shampine (BS23) afin de résoudre numériquement des équations différentielles d'ordre 2 (ou plus) à l'aide d'un système d'équations différentielles d'ordre 1. Résolution d'équations différentielles linéaires à l'aide de séries de puissances : formule de récurrence, intervalle de convergence, estimation de la valeur de la solution en un point. <b>Avec la calculatrice</b> : utiliser le mode graphique « Suite » et la fonction « seqGen » pour générer les coefficients d'une série de puissances et évaluer la solution en un point donné avec précision.	Chapitre 7	3
12 et 13	Fonctions périodiques et séries de Fourier. Motivation, définition et propriétés. Prolongement périodique pair ou impair. Utilisation de tables. <b>Avec la calculatrice</b> : pour une fonction donnée, mettre en mémoire les coefficients de Fourier et tracer le graphique d'une somme partielle d'ordre n.	Chapitre 8	6
			Total : 39 heures

## Laboratoires et travaux pratiques

Trois heures de travail pratique par semaine. Sous la supervision de la personne responsable des travaux pratiques, ces périodes permettront de faire des exercices ou de compléter les notions vues au cours.

## Utilisation d'outils d'ingénierie

Une calculatrice symbolique TI Nspire CX II CAS est requise pour ce cours et certaines questions d'examen vont vérifier son utilisation. Elle sera utilisée de façon continue, tout au long de la session : pour automatiser certaines procédures, pour illustrer des concepts pratiques tout comme théoriques et pour visualiser graphiquement des solutions à des problèmes concrets en mathématiques et en sciences du génie. Les logiciels Derive, Maple, Matlab, SageMath ou TI-Nspire CX CAS pourront être présentés par l'enseignante ou l'enseignant et être requis pour certains devoirs.

## Évaluation

Mode d'évaluation	Pondération
Examen intra en deux parties (3h)	35 %
Examen final en deux parties (3h)	35 %
Devoirs et/ou mini-tests	30 %

### Devoirs et/ou mini-tests (évaluations non considérées dans le double seuil puisque l'entraide est possiblement permise)

Votre enseignante ou votre enseignant vous communiquera les modalités de ces évaluations. La pondération de chaque devoir et mini-test sera inférieure à 15 %.

### Examen intra en deux parties (évaluation à caractère individuelle considérée dans le double seuil)

L'examen intra est d'une durée totale de 3 heures. Il comporte deux parties : une première où la calculatrice est interdite et une deuxième où l'usage de la calculatrice TI-Nspire CX II CAS est autorisé. L'examen intra porte sur le contenu des cours 1 à 6, tel que décrit à la section « Cours ». Votre enseignante ou votre enseignant vous communiquera les modalités et le local de l'examen.

### Examen final en deux parties (évaluation à caractère individuelle considérée dans le double seuil)

L'examen final est d'une durée totale de 3 heures. Il comporte deux parties : une première où la calculatrice est interdite et une deuxième où l'usage de la calculatrice TI-Nspire CX II CAS est autorisé. L'examen final porte sur le contenu des cours 8 à 13, tel que décrit à la section « Cours ». L'examen final est commun à tous les groupes de MAT265. L'ordinateur portable et la documentation sur support électronique sont interdits.

Documentation papier permise pour l'examen final :

- Un résumé personnel de 3 feuilles 8½×11, recto verso (6 pages);
- Une table de transformées de Laplace (2 pages);
- Une table de séries de Fourier (2 pages);
- Un aide-mémoire d'algèbre et de trigonométrie (2 pages);
- Une table de règles et formules de dérivation et d'intégration (1 page).

Voir la section « [Documents](#) » du Moodle du cours pour des copies de chacune des tables et de l'aide-mémoire.

### Double seuil

Une note moyenne pondérée de 55 % est exigée pour l'ensemble des évaluations à caractère individuel. Ce seuil est une condition nécessaire à la réussite du cours mais ne la garantit pas.

### Double seuil

Note minimale : 55

## Dates des examens intra

Groupe(s)	Date
1, 5, 12	18 février 2026
2, 11	17 février 2026
3, 9	19 février 2026
4	12 février 2026
6, 8, 10	16 février 2026
7	20 février 2026

### Date de l'examen final

Votre examen final aura lieu pendant la période des examens finaux, veuillez consulter l'horaire à l'adresse suivante :

<https://www.etsmtl.ca/programmes-et-formations/horaire-des-examens-finaux>

### Politique de retard des travaux

Tout travail (devoir pratique, rapport de laboratoire, rapport de projet, etc.) remis en retard sans motif valable, c'est-à-dire autre que ceux mentionnés dans le Règlement des études (1er cycle, article 7.2.5/ cycles supérieurs, article 6.5.2) se verra attribuer la note zéro, à moins que d'autres dispositions ne soient communiquées par écrit par l'enseignante ou l'enseignant dans les consignes de chaque travail à remettre ou dans le plan de cours pour l'ensemble des travaux.

## Absence à une évaluation

Afin de faire valider une absence à une évaluation en vue d'obtenir un examen de compensation, l'étudiante ou l'étudiant doit utiliser le formulaire prévu à cet effet dans son portail MonÉTS pour un examen final qui se déroule durant la période des examens finaux **ou** pour tout autre élément d'évaluation surveillé de 15% et plus durant la session. Si l'absence concerne un élément d'évaluation de moins de 15% durant la session, l'étudiant ou l'étudiante doit soumettre une demande par écrit à son enseignante ou enseignant.

Toute demande de validation d'absence doit se faire dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la tenue de l'évaluation, sauf dans les cas d'une absence pour participation à une activité prévue aux règlements des études où la demande doit être soumise dans les cinq (5) jours ouvrables avant le jour de départ de l'ÉTS pour se rendre à l'activité.

Toute absence non justifiée par un motif majeur (voir articles 7.2.6.1 du RÉPC et 6.5.2 du RÉCS) entraînera l'attribution de la note zéro (0).

## Plagiat et fraude

Les clauses du « Règlement sur les infractions de nature académique de l'ÉTS » s'appliquent dans ce cours ainsi que dans tous les cours du département. Les étudiantes et les étudiants doivent consulter le [Règlement sur les infractions de nature académique](http://www.etsmtl.ca/a-propos/gouvernance/secretariat-general/cadre-reglementaire/reglement-sur-les-infractions-de-nature-academique) ([www.etsmtl.ca/a-propos/gouvernance/secretariat-general/cadre-reglementaire/reglement-sur-les-infractions-de-nature-academique](http://www.etsmtl.ca/a-propos/gouvernance/secretariat-general/cadre-reglementaire/reglement-sur-les-infractions-de-nature-academique)) pour identifier les actes considérés comme étant des infractions de nature académique ainsi que prendre connaissance des sanctions prévues à cet effet. À l'ÉTS, le respect de la propriété intellectuelle est une valeur essentielle et tous les membres de la communauté étudiante sont invités à consulter la page [Citer, pas plagier !](http://www.etsmtl.ca/Etudiants-actuels/Baccalaureat/Citer-pas-plagier) ([www.etsmtl.ca/Etudiants-actuels/Baccalaureat/Citer-pas-plagier](http://www.etsmtl.ca/Etudiants-actuels/Baccalaureat/Citer-pas-plagier)).

### Systèmes d'intelligence artificielle générative (SIAG)

L'utilisation des systèmes d'intelligence artificielle générative (SIAG) dans les activités d'évaluation constitue une infraction de nature académique au sens du Règlement sur les infractions de nature académique, **sauf si elle est explicitement autorisée par l'enseignante ou l'enseignant du cours.**

## Documentation obligatoire

PICARD, Gilles. MAT265 Équations différentielles. [Notes de cours et exercices](#) : Volume 1 (version de juin 2025) et Volume 2 (version de juin 2025)

## Ouvrages de références

BOYCE, William E. et Richard C. DIPRIMA. Équations différentielles, Chenelière / McGraw-Hill, 2002.  
EDWARDS, C. Henry & David E. PENNY. Differential Equations. Computing and Modeling. 4th Edition. Prentice Hall, 2008.  
KOSTELICH, Eric J. & Dieter ARMBRUSTER, Introductory Differential Equations, Addison-Wesley, 1997.  
NAGLE, R. K. et E. SAFF. Fundamental of Differential Equation, 7th Edition, Addison Wesley, 2008.  
POLKING, BOGGESS et ARNOLD, Differential Equations, Prentice Hall, 2001.  
SOUCY, Luc. MAT265 Équations différentielles. [Notes de cours et exercices](#) (version de mars 2016).

## Adresse internet du site de cours et autres liens utiles

- Moodle de [MAT265](#)
- Moodle de [TI-Nspire à l'ÉTS](#)
- Vidéos sur l'utilisation de Nspire à l'ÉTS : [VunETS](#) et sa [table des matières](#)
- Site internet de Gilles Picard : <http://luciole.ca/gilles/mat265/>

