

Légende :

\* Tous les éléments sur fond gris dans ce plan-cadre sont tirés du devis ministériel.

**INFORMATIONS SUR LE COURS** Ces informations se retrouvent dans le descriptif de programme. Elles sont aussi à insérer dans le plan de cours.

<b>Code et titre du cours :</b>	<b>201-SNA-SL Calcul multidimensionnel</b>	<b>Durée :</b>	60h	<b>Pondération :</b>	2 – 2 – 2 **	<b>Unités :</b>	2,00
<b>Préalable(s) :</b>	PA : 201-SN3-RE Calcul intégral CR : 201-SN4-RE Algèbre linéaire et géométrie vectorielle	<b>Session :</b>	4 (H)	<b>Discipline :</b>	Mathématiques		

**PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU COURS** (cette section sera reprise intégralement, ou presque, dans le plan de cours) (peut être sous une autre forme)

<b>Contribution au programme :</b>	<p>Cours seulement accessible pour le profil Sciences pures et appliquées.</p> <p>Palier d'intégration : ce cours sert d'approfondissement et de consolidation des notions touchées par les compétences 0M02 et 0M03. La capacité de visualisation tridimensionnelle évoquée dans la compétence 0M04, et l'analyse d'une situation physique en recourant aux lois et aux principes fondamentaux de la mécanique classique évoquée dans la compétence OPO1 seront aussi transversalement touchées dans ce cours.</p>
<b>Description du cours :</b> <i>Description qui sera ensuite envoyée au service des communication pour la mettre sur le site web</i>	<p>Le calcul multidimensionnel trouve sa place et se révèle très utile que ce soit en ingénierie, en physique, en chimie, en biologie, en mathématiques et en statistiques.</p> <p>Dans ce cours optionnel, l'étudiant.e approfondira et généralisera en dimensions supérieures les notions abordées dans les premiers cours de calcul différentiel et intégral. L'étudiant.e verra par ailleurs comment l'algèbre vectorielle joue un rôle essentiel dans cet effort de généralisation.</p> <p>Voici certaines notions qui seront abordées dans le cours : les courbes paramétrées dans le plan et l'espace avec leur courbure et leur torsion; les fonctions de plusieurs variables avec leur gradient et leurs courbes de niveau; les intégrales multiples d'une fonction à plusieurs variables et le calcul d'aires et de volumes; les séries et le développement en série de Taylor d'une fonction multivariée; les équations différentielles.</p>
<b>Objectif terminal du cours :</b>	Consolider sa culture scientifique dans un domaine des sciences de la nature en apprenant et en pratiquant le calcul multidimensionnel. Ce cours vise spécifiquement à approfondir et généraliser les notions abordées dans les premiers cours de calcul différentiel et intégral, et faire des liens avec l'algèbre vectorielle.
<b>Lien avec le profil de sortie :</b>	Axe de formation : Mathématiques.

**COMPÉTENCES VISÉES**

Code(s) et énoncé(s) de compétence(s) :	Éléments de la compétence :	Cours si a déjà été abordé (Code, titre)	Atteinte complète (C) ou partielle (P),	Cours si sera abordé plus tard (Code, titre)
<b>Code : 0GNF</b> Consolider sa culture scientifique dans un domaine des sciences de la nature.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Distinguer les concepts propres au domaine à l'étude.</li> <li>Résoudre des problèmes propres au domaine à l'étude.</li> <li>Démontrer la contribution du domaine à la compréhension d'enjeux scientifiques.</li> </ol>	Aucun ou autre cours optionnel	C	Aucun ou autre cours optionnel

## COMPOSITION DU COURS

Énoncé de la compétence :		Critères de performance pour l'ensemble de la compétence		
OGNF – Consolider sa culture scientifique dans un domaine des sciences de la nature.		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilisation appropriée de la terminologie.</li> <li>✓ Utilisation appropriée des outils informatiques requis.</li> </ul>		
Éléments de la compétence	Critères de performance	Contenus essentiels	Activités d'enseignement/apprentissage à titre indicatif / celles soulignées sont essentielles	Durée
1 – Distinguer les concepts propres au domaine à l'étude.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caractérisation appropriée des concepts pertinents.</li> <li>✓ Association juste des concepts à leur champ d'application.</li> </ul>	<p>Liste des contenus :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Courbes paramétrées dans le plan et l'espace                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dérivée et intégrale.</li> <li>- Vecteurs tangents.</li> <li>- Longueur et longueur d'arc.</li> <li>- Courbure et torsion.</li> </ul> </li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exercices pratiques</li> <li>- Activités possibles sous forme de devoirs ou d'exposés oraux :</li> </ul> <p>Contenu 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les repères de Frenet.</li> <li>- Le théorème des 4 sommets.</li> <li>- Intégrale curviligne.</li> </ul> <p>Contenu 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Courbes intégrales et champs de vecteurs (rotationnel, divergence, flux, les forces).</li> <li>- Hessienne et lemme de Morse (2D).</li> <li>- Surfaces dans l'espace.</li> <li>- Compléments en probabilité et statistiques: e.g. la loi normale est bien une loi de probabilité.</li> <li>- Théorème de Gauss-Ostrogradski, théorème de Green.</li> </ul> <p>Contenu 3:</p>	60h
2 – Résoudre des problèmes propres au domaine à l'étude.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Application juste des concepts, des lois et des principes pertinents.</li> <li>✓ Application rigoureuse d'une démarche adaptée au problème.</li> <li>✓ Présentation claire des étapes de résolution de problèmes.</li> <li>✓ Interprétation juste des résultats.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Fonctions de plusieurs variables                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limites et continuité.</li> <li>- Dérivée directionnelle et dérivées partielles.</li> <li>- Graphes.</li> <li>- Vecteur gradient.</li> <li>- Extrema d'une fonction avec ou sans contraintes.</li> <li>- Coordonnées polaires, cylindriques et sphériques.</li> <li>- Intégrales multiples.</li> <li>- Jacobien d'une fonction.</li> <li>- Calcul d'aires et de volumes.</li> </ul> </li> </ol>		
3 – Démontrer la contribution du domaine à la compréhension d'enjeux scientifiques.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Délimitation claire d'une problématique pertinente liée aux enjeux scientifiques.</li> <li>✓ Application juste des concepts, des lois et des principes appropriés à la problématique.</li> <li>✓ Établissement de liens pertinents entre le domaine et les enjeux scientifiques étudiés.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Au moins un choix parmi les deux suivants:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Séries et polynômes de Taylor:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retour sur la convergence de séries.</li> <li>- Développements limités.</li> </ul> </li> <li>B. Équations différentielles:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Équation différentielle ordinaire d'ordre 1 à variables séparées.</li> <li>- Méthode de variation des constantes pour les équations linéaires d'ordre 1 non homogènes.</li> </ul> </li> </ol> </li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Théorème de réarrangement des séries (Riemann).</li> <li>- Développements limités à plusieurs variables.</li> <li>- Borne sur l'erreur de la série de Taylor (Lagrange).</li> <li>B. Équations différentielles :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systèmes d'équations linéaires en 2D.</li> <li>- Formes fermées et exactes (2D) et lemme de Poincaré (2D).</li> <li>- Équations linéaires d'ordre 2 à coefficients constants.</li> </ul> </li> </ul>	

## ÉPREUVE TERMINALE DE COURS

Nature de l'épreuve terminale du cours :	Contexte de réalisation	Critères d'évaluation propres à l'épreuve terminale	Pondération de l'épreuve
Évaluation où l'étudiant.e devra démontrer sa capacité à utiliser le calcul multidimensionnel pour analyser et résoudre des problèmes divers requérant le calcul différentiel et intégral.	<p>L'évaluation terminale du cours est individuelle, de type synthèse et doit comprendre un examen.</p> <p>À des fins d'équité, au cours de chaque session, les professeurs qui se sont vu attribuer un même numéro de cours se concertent de manière à rendre l'évaluation équivalente.</p>	<p>En ordre d'importance :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La qualité du déploiement d'un raisonnement mathématique</li><li>- L'expression claire d'une démarche</li><li>- La rigueur dans la justification des étapes</li><li>- Le respect de la syntaxe de l'écriture mathématique</li><li>- L'exactitude des calculs</li></ul>	30% à 40%

### **MÉDIAGRAPHIE** à titre indicatif (celle qui est obligatoire est soulignée) (*volumes, sites internet, articles, médias, logiciels, etc.*) (Respecter le GPTÉ : [Guide de présentation d'un travail écrit - Bibliothèque CSL \(cegepsl.qc.ca\)](https://www.quebec.ca/bibliothèque-csl))

- STEWART, J. (2016) Calcul à plusieurs variables, 2e édition, Modulo.
- STEWART, J. (2011) Analyse concepts et contextes : Volume 2. Fonctions de plusieurs variables, 3e édition, Éditions de Boeck.
- AMYOTTE, L. (2003) Introduction au calcul avancé et ses applications en sciences, Éditions du Renouveau Pédagogique,

### - **REMARQUES**

\*\* Bien que la pondération soit fixée à 2-2-2 pour l'instant, pour respecter ce qui apparaît dans le descriptif de programme, la pondération sera changée à 3-1-2 après le bilan d'implantation pour mieux refléter la répartition entre la portion théorique et la portion pratique du cours.

Évaluation

- L'évaluation doit contenir un minimum de 3 examens incluant l'examen de l'épreuve terminale de cours.
- Au moins 75% de la note finale provient d'examens écrits, individuels et surveillés.
- La personne étudiante doit avoir obtenu une rétroaction significative à la mi-session, représentant au minimum 20% de la note finale.
- La note attribuée à une personne étudiante pour un travail d'équipe valant pour 20% ou plus de la note finale doit refléter sa performance individuelle.
- Un double seuil ne peut pas être imposé pour ce cours.
- La note de passage est de 60%.

(Voir la PDÉA en mathématiques)