MAT 7191 Didactique du calcul différentiel et intégral

Professeur : Fernando Hitt
Bureau : PK-5920, tél. : 987-3000 poste 1428#
Courriel : hitt.fernando@uqam.ca, ferhitt@yahoo.com

Objectifs du cours

Le cours a pour but principalement d'analyser des intuitions développées par les étudiants/es (à travers leurs productions) liées aux processus infinis et de discuter sur le type de construction cognitive qu'eux ont faite sur les concepts de limite, continuité, discontinuité, dérivée et intégral de fonctions. Pour pouvoir atteindre ce but, il est intéressant de s'attarder sur des idées liées à la visualisation, le rôle des représentations dans la construction de concepts et la notion d'obstacle épistémologique, toutes ces idées autour du calcul différentiel et intégral et autour d'un concept très important, l'infini mathématique.

Spécifiquement, nous sommes intéressés par les conceptions des étudiants/es, en conséquence, il est important d'analyser les erreurs des étudiants/es comme une connaissance acquise et qui va se présenter chaque fois que l'étudiant/e veut résoudre un problème. Nous voulons analyser le rôle de la visualisation mathématique dans l'apprentissage des notions, et aussi, à la visualisation mathématique dans la problématique de la résolution de problèmes routiniers et non-routiniers autour du calcul différentiel et intégral. Pourquoi est-ce important d'analyser les représentations spontanées des étudiants/es lors de la résolution d'un problème ? Quel est le rôle de ces représentations dans l'apprentissage des mathématiques ? Quoi faire pour que les étudiants/es puissent utiliser efficacement des images mentales pour la découverte et la compréhension mathématique ? Par quel processus se fait éventuellement l'acquisition du concept d'infini mathématique? Lié à cette question, le but aussi du cours est d'amener une réflexion autour de la problématique liée aux processus infinis. La distinction entre l'infini potentiel et l'infini actuel dans l'histoire des mathématiques et les obstacles cognitifs chez les étudiants/es dans l'apprentissage du concept de limite de suites, limite de séries, limite de fonctions, continuité et discontinuité de fonctions, dérivée et intégration des fonctions.

Contenu

Dans l'apprentissage des mathématiques, un des concepts fondamentaux est celui de l'infini mathématique. Celui-ci est indispensable en la compréhension des processus infinis utilisés dans le calcul différentiel et intégral.

Un des objectifs du cours est d'aborder, le rôle des représentations spontanées (représentations fonctionnelles) représentations non institutionnels, la notion d'obstacle épistémologique, la visualisation mathématique, toutes ces notions liées au problème de compréhension des processus infinis. Alors, nous avons cherché dans la bibliographie, des documents qui puissent nous aider à mieux comprendre les problèmes d'apprentissage liés aux concepts de limite, continuité, discontinuité, dérivée et intégrale.

Évaluation

- Les étudiant(e)s répondront à un questionnaire diagnostique.
- Les étudiant(e)s auront à produire un résumé et une réflexion de 2 articles des lectures proposées dans le cours (deux pages de résumé et une page de réflexion) ; précisant les objectifs, la méthodologie, les conclusions du travail présenté dans l'article. Et, en pages supplémentaires, la résolution d'un questionnaire (qui pourrait être partie de l'article). Pondération 15% de la note finale.
  - Le premier résumé, réflexion et résolution du questionnaire, avant le 19 mai.
  - Le deuxième résumé, réflexion et résolution du questionnaire, avant le 2 juin.
- Évaluation sur le contenu mathématique traité dans le cours. Questions de l'examen à répondre pendant deux jours (26 et 27 mai). Dépôt de la résolution de l'examen le 28 mai sur l'espace Moodle du cours (faire un scan des productions, mettre dans un dossier ZIP). Pondération de 40%.
- Les étudiant(e)s auront à faire un travail en équipe (deux étudiants maximum) écrit sur un des concepts traités dans le cours. Travail en équipe écrit (entre 12 et 15 pages) aura une pondération de 35% ; présentation et document PowerPoint, 10% de la note finale. Travail, version électronique et présentation pour le 16 ou 20 juin.

Travail individuel ou en équipe

Conditions :

A) Travail individuel si la note de l'examen individuel (note maximal 40%) est plus basse que 25%,

B) Travail en équipe si la note de l'examen individuel (note maximal 40%) est supérieure ou égale à 25%.

a) Théorique sur un ou plusieurs aspects abordés dans le cours,
b) Expérimental sur les erreurs des élèves liées au concept envisagé,
c) D'enseignement : Élaborer une activité visant à enseigner le concept envisagé, en prenant en compte les recherches analysées dans le cours.

Format des travaux écrits :

- Style : Times New Roman 12 points,
- Interligne un et demi, on peut commencer chaque alinéa par un renforcement,

Sur le travail en équipe. Analyse curriculaire sur un contenu du calcul niveau cégep ou une analyse épistémologique des problèmes d'apprentissage des élèves.

Analyse curriculaire	Analyse épistémologique
a) Description du contenu,	a) Description du contenu,
b) Ce que les programmes du ministère et d'un cégep particulier proposent,	b) Analyse des problèmes d'apprentissage,
c) Analyse critique du contenu dans un manuel scolaire,	c) Proposition générale pour dépasser l'obstacle lié au problème

d) Proposition générale ou locale pour améliorer l'enseignement de ce contenu choisi, e) Références et annexes.	d'apprentissage, d) Références et annexes.

Les références peuvent suivre un format comme les exemples suivants:

Livre :

Bachelard, G. (1938). *La Formation de L'Esprit Scientifique.* France : Librairie Philosophique J. Vrin. 10e édition (1975).

Article :

Duval R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives* 5, 37-65.

Eisenberg T. & Dreyfus T. (1990). On the Reluctance to Visualize in Mathematics. En Zimmermann W. & Cunningham S. (Eds.), *Visualization in Teaching and Mathematics* (pp. 25-37). MAA Series. USA.

Contenu du cours à mode indicatif:

Question. Est-il un problème l'apprentissage du calcul différentiel et intégral?

1. L'apprentissage du calcul différentiel est intégral, est-il vraiment un problème ?
    - Qu'est-ce que les statistiques peuvent nous offrir ?
2. Avons-nous de contenus difficiles à maitriser ?
    - Analyse générale du contenu mathématique.
        - Analyse du syllabus, analyse de manuels scolaires, etc.
3. Analyse des erreurs des étudiants,
    - Analyse des productions des étudiants,
    - Qu'est-ce qui provoque l'erreur chez les étudiants?
        - Visualisation mathématique,…
        - Conversion entre représentations,…
4. Analyse épistémologique liée à l'histoire des mathématiques,
5. Analyse des conceptions des étudiants,
6. Analyse de manuels scolaires,
7. Nouvelles approches d'enseignement du calcul.

Bibliographie générale

Fourier, Joseph. (1822/1988). *Théorie Analytique de la Chaleur.* Chapitre III, part 177, 178. Paris: Editions Jacques Gabay.

Guinness Grattan. (1970). New Ideas on Limits. In *The development of the foundations of mathematical analysis from Euler to Riemann*. The MIT press.

Hardy, N. (2009). Students' models of the knowledge to be learned about limits in college level calculus courses. The influence of routine tasks and the role played by institutional norms. Unpublishes thesis. Concordia University.
Nadiahardy.com

Hardy, N. (2009). Students' perceptions of institutional practices: The case of limits of functions in college level Calculus courses. *Educational Studies in Mathematics*, 72(3), 341-358.

Hitt F. (2003). Le caractère fonctionnel des représentations. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Strasbourg, Vol. 8, pp. 255-271.

Hitt F. et Santos M. (2002). Searching for Advantages of the Technological Dimension in Mathematical Problem Solving. Proceedings of the 5th Derive & TI-89/92 Conference. Vienna, Austria.

Hitt F. (2005). L'argumentation, la preuve et la démonstration dans la construction des mathématiques : des entités conflictuelles ? Une lettre de Godefroy Guillaume Leibnitz à Chrétien Wolf. Actes du colloque du Groupe des didacticiens des mathématiques du Québec GDM 2004. Éditeur Denis Tanguay, Université de Québec à Montréal, pp. 135-146.

Hitt F. (2007). Utilisation de calculatrices symboliques dans le cadre d'une méthode d'apprentissage collaboratif, de débat scientifique et d'auto-réflexion. In M. Baron, D. Guin et L. Trouche (Éditeurs), *Environnements informatisés pour l'éducation et la formation scientifique et technique : modèles, dispositifs et pratiques*. Éditorial Hermes.

Hitt, F. & González-Martín A. (sous presse). Generalization, covariation, functions and calculus. PME contributions in the last ten years. In A. Gutiérrez, P. Boero and G. Leder (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*. Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.

Lakatos Imre. (1976). Proofs and refutations, the logic of mathematical discovery. Cambridge University Press.

Meagher M. Learning in a computer algebra system (CAS) environment. *Proceedings of the international meeting of Psychology of Mathematics Education North American Chapter XXIV*. 2004. Toronto, Canada, pp. 1457-1464.

Passaro V. (2015). *Analyse du raisonnement covariationnel favorisant le passage de la fonction à la dérivée et des situations qui en sollicitent le déploiement chez des élèves de 15 à 18 ans*. Thèse de doctorat, Université de Montréal. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/13509

Selden J., Mason A. & Selden A. (1994). Even good calculus students can't solve nonroutine problems?. In J. Kaput & De Dubinsky (Eds.), *Research Issues in Undergraduate Mathematics Learning*. Number 33, pp. 19-26, MAA Notes.

Selden A., Mason S. & Selden A. (1994). Even Good Calculus Students Can't Solve Nonroutine Problems. In Beker and Pence: The Teaching and Learning of Collegiate Mathematics: Current Status and Future Directions. Research Issues in Undergraduate Mathematics Learning, USA.

Selden A., Selden J., Hauk S. & Mason A. (2000). Why Can't Calculus Students Access their Knowledge to Solve Non-routine Problems?. In Ed Dubinsky, Alan Schoenfeld & Jim Kaput (Eds.), *Research Issues in Collegiate Mathematics Education IV.* CBMS Vol. 8, pp. 128-153.

Sierpinska Anna. (1995). Composants d'un acte de compréhension. En *La compréhension en mathématiques* (pp. 41-45). Editorial Modulo.

Manuels scolaires

Brunelle Éric et Désautels Marc-André. (2011).*Calcul différentiel*. Québec : CEC.

Charron Guilles et Parent Pierre. (1993). Calcul Différentiel et Intégral II (Mathématique 203). Éditions Études Vivantes.
Charron Guilles et Parent Pierre. (1997). Calcul Intégral (Mathématique 203). Éditions Études Vivantes
Hamel Josée et Amyotte. (2007). *Calcul différentiel*. Québec : ERPI.
Hughes-Hallett D & Gleason A. et al. (1999). Calcul différentiel et intégral : Fonctions d'une variable. Chenelière/McGraw-Hill.
Laliberté Célyne (1994) Calcul Différentiel et Intégral. De l'image mentale à la pertinence de l'algèbre. Éditions du Renouveau Pédagogique. Québec.
Laliberté Célyne (1994) Calcul Différentiel et Intégral. De l'image mentale à la pertinence de l'algèbre (Cahier de fonctions). Éditions du Renouveau Pédagogique. Québec.

Résumé de l'évaluation proposée:

Résumés (15%) (2 pages + critique): **19 mai, 2 juin 2016.**
Évaluation (40%): 26 et 27 mai (dépôt le 28 mai) 2016
Présentation de l'activité et évaluation de vos coéquipiers (10%) : 16 et 20 juin 2016.
Document (travail final 35%): À plus tard le 27 juin 2016.

La politique d'évaluation du français sera appliquée pour chaque examen et production réalisés dans le cadre du cours.

Matériel et ressources

L'ensemble des activités proposées ainsi que divers documents théoriques ou précisant davantage les composants des travaux sont regroupés sur l'espace Moodle du cours (http://www.moodle.uqam.ca/).

En plus de l'utilisation d'applets disponibles dans l'internet et de la présentation de certains outils disponibles gratuitement en ligne, les logiciels suivants seront aussi utilisés : logiciel Word (disponible au laboratoire), Logiciel EXCEL (disponible au laboratoire), Logiciel GeoGebra (logiciel libre : http://www.geogebra.org/cms/), Logiciel Tracker (logiciel libre : https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/).

Notation

La correspondance de la cote accordée selon la note chiffrée obtenue se fera comme suit :

Note (%)	**59 et -**	**60-63,4**	**63,5-67,4**	**67,5-70,4**	**70,5-73,4**	**73,5-77,4**	**77,5-80,4**	**80,5-84,4**	**84,5-88,4**	**88,5-91,4**	**91,5-95,4**	**95,5 et +**
Cote	**E**	**D**	**D +**	**C –**	**C**	**C+**	**B –**	**B**	**B +**	**A –**	**A**	**A+**

RESPECT DE L'INTÉGRITÉ ACADÉMIQUE

Face à l'importance et à l'ampleur du phénomène de la tricherie et du plagiat dans les universités, ici et à l'étranger, l'UQAM a amorcé, en janvier 2007, une démarche visant à

promouvoir le respect de l'intégrité académique. Dans ce contexte et inspirée d'une philosophie de « tolérance zéro », la Commission des études de l'UQAM a modifié son Règlement sur les infractions de nature académique (R. 18) à sa réunion du 2 décembre 2008.

Endossant cette philosophie de « tolérance zéro » relativement aux actes de plagiat, de fraude et de tricherie, la Faculté des sciences de l'UQAM souhaite sensibiliser ses étudiants à l'importance du respect de l'intégrité académique. Puisqu'en sollicitant son admission à l'UQAM, toute candidate, tout candidat s'engage à suivre les politiques et règlements de l'Université, la Faculté souhaite informer ses étudiants des différents articles de ce règlement, des actes répréhensibles et des sanctions applicables. Un extrait de ces articles se trouve ci-dessous. Le Règlement complet et son application à la Faculté des sciences sont disponibles à l'adresse Web suivante :

http://www.sciences.uqam.ca/decanat/reglements.php

Tous ces efforts visent à assurer la validité de la formation dispensée par la Faculté, ainsi qu'un traitement équitable de tous afin de maintenir la qualité de ses diplômes.

Article 2 - Infractions de nature académique	**Article 3 - Sanctions**
2.1 Infraction Tout acte de plagiat, fraude, copiage, tricherie, falsification de document ou création d'un faux document commis par une candidate, un candidat, une étudiante, un étudiant de même que toute participation à ces actes ou tentative de les commettre, à l'occasion d'un examen, d'un travail ou d'un stage faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance, constitue une infraction au sens de ce règlement. *2.2 Liste non limitative des infractions* Sans limiter la généralité de ce qui précède, constitue notamment une infraction le fait de poser ou tenter de poser l'un des actes suivants ou le fait d'y participer : a) la substitution de personnes ou l'usurpation d'identité; b) le plagiat : l'utilisation totale ou partielle du texte ou de la production d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans indication de référence; c) l'autoplagiat : le dépôt d'un travail pour fins d'évaluation alors que ce travail constitue essentiellement un travail qui a déjà été soumis pour fins d'évaluation académique à l'Université ou dans une	*3.1 L'attribution de la mention «P»* L'étudiante, l'étudiant qui commet une infraction est mis en probation et peut se voir imposer une ou plusieurs sanctions. La mise en probation génère l'attribution de la mention «P» au dossier informatisé de l'étudiant, de l'étudiante. La mention «P» n'apparaît pas au relevé de notes de l'étudiante, l'étudiant mais figure en tout temps à son dossier. Lorsque la sanction est la suspension, une mention à cet effet apparaîtra au relevé de notes pour la durée de la suspension. Dans le cas d'une expulsion définitive de l'Université, une mention à cet effet apparaîtra de manière permanente au relevé de notes. *3.2 La mise en probation et autres sanctions* a) la *mise en probation;* La mise en probation constitue la reconnaissance que l'étudiante, l'étudiant a commis une infraction au présent règlement. La mise en probation peut être imposée sans autre sanction, auquel cas, l'enseignant, l'enseignante se voit inviter à attribuer une notation à l'étudiante, l'étudiant pour le cours

autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de l'enseignante, l'enseignant; d) la possession ou l'obtention par vol, manœuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen; e) la possession ou l'utilisation de tout document ou matériel non autorisé préalablement, pendant un examen ou lors de la réalisation de travaux, incluant le recours aux outils informatiques ou moyens technologiques; f) l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen ou de tout autre matériel provenant d'une autre personne; g) l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle; h) l'obtention d'une évaluation non méritée notamment par corruption, chantage, intimidation ou toute forme de harcèlement ou la tentative d'obtenir une telle évaluation; i) la falsification d'un document ou la création d'un faux document, notamment d'un document transmis à l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances; j) la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire-création, un rapport de stage ou un rapport de recherche.	conformément au résultat obtenu pour les prestations complétées. La mise en probation sans autre sanction signifie que la mention «P» est inscrite au dossier de l'étudiante, l'étudiant et que celle, celui qui en est l'objet ne doit commettre aucune autre infraction au présent règlement, à défaut de quoi, l'une ou l'autre des sanctions suivantes lui sera imposée. Outre la mise en probation, l'étudiante, l'étudiant peut se voir imposer une ou plusieurs des sanctions suivantes **:** b) l'échec au cours ou à l'activité créditée; c) l'obligation de réussir de trois à six crédits additionnels, hors programme, afin d'obtenir son grade, diplôme, certificat ou attestation; les cours doivent être identifiés; d) la suspension de toute activité à l'Université, pour une période maximale de neuf trimestres consécutifs; e) son expulsion définitive de l'Université.