Département de mathématiques

MAT2812 Applications pédagogiques de l'informatique dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques

Professeurs responsables : Fernando Hitt et Christian Boissinotte
Assistant : Vincent Limoges

Description générale

Dans ce cours, les étudiants apprennent à créer des scénarios d'apprentissage dans un milieu technologique, pour faire explorer des concepts mathématiques aux élèves. Ces scénarios doivent refléter une certaine diversité à la fois dans les contenus mathématiques visés, les niveaux du secondaire auxquels ils s'adressent et les outils informatiques utilisés. Ce cours est l'occasion de mettre en relation, sans les confondre, l'aspect expérimental et l'aspect formel/déductif dans l'apprentissage des mathématiques.

1. Objectifs généraux

L'opinion du ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport (MELS, 2007) sur le rôle de la technologie dans l'enseignement à l'école secondaire est :

> **Un cheminement diversifié :** Chacune des trois séquences (*Culture, société et technique*, la séquence *Technico-sciences* et la séquence *Sciences naturelles*) fait appel à des situations d'apprentissage complexes et signifiantes, dans des contextes concrets ou abstraits. Le recours à la technologie – qui est devenu incontournable dans le quotidien de tout citoyen – y est considéré comme une aide précieuse dans le traitement de situations diverses. En permettant l'exploration, la simulation et la représentation de situations nombreuses, complexes et diversifiées, la technologie favorise autant l'émergence que la compréhension de concepts et de processus mathématiques. Elle augmente l'efficacité de l'élève dans l'accomplissement des tâches qui lui sont proposées. (p. 2)

Alors, en accord avec les buts du MELS, trois questions qui doivent être thèmes de réflexion tout au long du cours MAT2812 sont:

- Pourquoi devrions-nous utiliser la technologie dans l'enseignement des mathématiques ?
- Comment utiliser la technologie pour promouvoir l'apprentissage des mathématiques et la résolution de situations-problèmes, de problèmes et d'exercices ?
- Quel type d'activités pourrions-nous proposer aux élèves du secondaire pour améliorer l'apprentissage des mathématiques dans un environnement technologique ?

Ce cours va permettre de revisiter des contenus mathématiques qui sont traités dans la classe de mathématiques à l'école secondaire, à partir d'une perspective plus large, intégrative, et plus profonde. Les activités développées dans le cours permettront aux étudiant(e)s de réfléchir sur les processus d'enseignement de ces contenus mathématiques en tant que professionnelles et professionnels.

2. Objectifs spécifiques

Ce cours porte sur les applications pédagogiques d'outils informatiques dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques au secondaire. Plus particulièrement, il vise :

- La première compétence mathématique dans le programme de l'école québécoise est « Résoudre une situation-problème », nous devons comprendre comment utiliser la technologie pour développer cette compétence :
  - La technologie favorise l'exploration et la comparaison de différentes situations, l'observation des variations et des régularités, la modélisation des phénomènes et l'anticipation des résultats… (MELS, 2007, p. 19);
  - La technologie favorise le développement de la pensée algébrique lorsque l'élève doit modéliser des situations pour la construction des formules, d'algorithmes ou de graphiques ou par le passage de l'un à l'autre (MELS, 2007, p. 19).
- La compétence transversale « Exploiter les technologies de l'information et de la communication » (MELS 2007, p.3), permet de connecter plusieurs disciplines dans la résolution de problèmes :
  - Capacité de mobiliser efficacement un ensemble de ressources dans des situations concrètes;

- La présence d'un certain nombre de ressources personnelles, y compris diverses stratégies, pour repérer ou construire les ressources requises, mais non disponibles ;
- L'aptitude à expliciter son cheminement et ses choix dans le traitement de la situation.

- Le portfolio technologique comme dossier d'apprentissage.

Démontrer un savoir-faire dans une perspective d'expertise professionnelle. La définition que nous allons retenir dans le milieu de formation d'un(e) enseignant(e):

> « Document écrit dans lequel les acquis de formation d'une personne sont définis, démontrés et articulés en fonction d'un objectif. » (Landry, F. dans Legendre, 1993)

Par rapport à la technologie, nous devons analyser les avantages et les contraintes relatives à l'utilisation des technologies dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques du point de vue de la didactique des mathématiques, spécifiquement par :

- L'analyse de l'opinion des autorités éducatives sur ce sujet ;
- L'analyse de l'opinion des enseignant(e)s;
- L'analyse de l'opinion des chercheurs en didactique des mathématiques.

Aussi, nous devons produire des situations d'apprentissage dans des environnements informatiques pour les élèves du secondaire dont le but est d'améliorer leurs :

- Processus liés à visualisation mathématique ;
- Processus liés à la simulation en contexte ;
- Processus liés à la résolution de situations-problèmes et à la construction des concepts mathématiques ;
- Processus liés à la modélisation mathématique ;
- Processus liés à la preuve et à la démonstration en mathématiques.

3. Niveaux de maîtrise attendus en regard des compétences professionnelles

Le cours MAT2812, est un cours du BES-Maths qui travaille plus particulièrement les compétences 1, 2, 3, 8 et 11. Dans ce cours, les étudiants apprennent à analyser plusieurs points de vue sur l'importance de l'utilisation des technologies dans l'enseignement des mathématiques et à produire des situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE) qui visent le développement des compétences mentionnées plus haut. Aussi, un des objectifs du cours est la possibilité de leur donner un appui pour leur future vie professionnelle autour de l'utilisation de la technologie dans la classe de mathématiques pour le développement des trois compétences mathématiques et une compétence transversale du secondaire, à savoir :

Compétence 1 : Résoudre une situation-problème.

Compétence 2 : Déployer un raisonnement mathématique.

Compétence 3 : Communiquer à l'aide du langage mathématique.

Compétence transversale : Exploiter les technologies de l'information et de la communication.

Voici la liste des compétences professionnelles en lien avec le cours MAT2812 :

Compétence 1 : Agir en tant que professionnelle ou professionnel héritier, critique et interprète d'objets de savoirs ou de culture dans l'exercice de ses fonctions.

Compétence 2 : Communiquer clairement et correctement dans la langue d'enseignement, à l'oral et à l'écrit, dans les divers contextes liés à la profession enseignante.

Compétence 3 : Concevoir des situations d'enseignement-apprentissage pour les contenus à faire apprendre, et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.

Compétence 4 : Piloter des situations d'enseignement-apprentissage pour les contenus à faire apprendre, et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.

Compétence 8 : Intégrer les technologies de l'information et des communications aux fins de préparation et de pilotage d'activités d'enseignement-apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel.

Compétence 11 : S'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel.

Niveaux de maîtrise attendus en regard des compétences professionnelles

Compétence Niveaux de maîtrise attendus	Niveau de développement attendu	Sommaire des modalités d'évaluation [Voir plus loin pour les éléments d'évaluation]
Compétence 1 : Agir en tant que professionnelle ou professionnel héritier, critique et interprète d'objets de savoir ou de culture dans l'exercice de ses fonctions.	Niveau de développement attendu	Sommaire des modalités d'évaluation
- Comprendre les différents savoirs à enseigner (disciplinaires et curriculaires) de telle sorte qu'il puisse favoriser la création de liens significatifs chez l'élève ;	Maitrise	Rédaction d'un portfolio électronique en en utilisant les TICE. – **40% de la note finale**
- Manifester une compréhension critique des savoirs à enseigner de telle sorte qu'il puisse favoriser la création de liens significatifs chez l'élève ;	Maitrise	Examen écrit à développement et de composition – **35% de la note finale**
- Manifester une compréhension critique des savoirs à enseigner de telle sorte qu'il puisse favoriser la création de liens significatifs chez l'élève. - Construire des liens, dans les activités d'apprentissage proposées, avec la culture des élèves.	Maitrise	Analyse sur les avantages et les contraintes relatives à l'utilisation des technologies dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Production des activités en utilisant les TICE. Soit dans les devoirs (**25% de la note finale**), soit dans la rédaction d'un portfolio, comme signalé avant, **40% de la note finale.**
Compétence 2 : Communiquer clairement et correctement dans la langue d'enseignement, à l'oral et à l'écrit, dans les divers contextes liés à la profession d'enseignant et d'enseignante.		
- Maîtriser les règles et les usages de la langue orale et écrite de manière à être compris par l'ensemble de la communauté francophone ;	Maitrise	- Au niveau de toutes les modalités d'évaluation, application de la politique départementale concernant le français
- Exprimer dans la langue correcte avec l'aisance, la précision, l'efficacité et l'exactitude qui conviennent à ce que la société attend d'une professionnelle ou d'un professionnel de l'enseignement	Sensibilisation	
Compétence 3 : Concevoir des situations d'enseignement – apprentissage pour les contenus à faire apprendre, et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.		
- Concevoir correctement des activités d'enseignement – apprentissages variées et d'un niveau de complexité raisonnable permettant la progression des élèves dans le développement de leurs compétences.	Maitrise	- Rédaction des productions écrites, document portfolio électronique – **40% de la note finale**

Compétence 8 : Intégrer les technologies de l'information et des communications aux fins de préparation et de pilotage d'activités d'enseignement – apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel.		
- Manifester un esprit critique et nuancé par rapport aux avantages et aux limites véritables des TICE comme soutien à l'enseignement et à l'apprentissage	Maitrise	Rédaction d'un portfolio (dossier d'apprentissage) en utilisant les TICE - **40% de la note finale**
- Disposer d'une vue d'ensemble des possibilités que les TICE offrent sur les plans pédagogique et didactique, notamment par l'intermédiaire des ressources d'Internet, et de savoir les intégrer, de façon fonctionnelle, lorsqu'elles s'avèrent appropriées et pertinentes, dans la conception des activités d'enseignement – apprentissage.	Maitrise	Examen écrit à développement et de composition – **35% de la note finale**
- Utiliser efficacement les possibilités des TICE pour les différentes facettes de son activité intellectuelle et professionnelle : communication, recherche, et traitement de données, évaluation, interaction avec les collègues et des experts, etc.	Maitrise	Devoirs en équipe : résolution de problèmes et situations-problèmes en utilisant les TICE **(25% de la note finale) ;** examen **(35% de la note finale) ;** portfolio électronique **(40% de la note finale).**
- Transmettre efficacement à ses propres élèves la capacité d'utiliser les TICE pour soutenir de façon critique et articulée la construction personnelle et collective des savoirs.	Sensibilisation	
Compétence 11 : S'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel		
- Repérer, comprendre et utiliser les ressources (littérature de recherche et littérature professionnelle, réseaux pédagogiques, associations professionnelles, banques de données) disponibles sur l'enseignement	Sensibilisation	Devoirs en équipe : Rédaction des documents (résolution de problèmes et situations-problèmes) faisant état des apprentissages, des idées et commentaires didactiques à propos d'activités utilisant les TICE. – **25% de la note finale**
- Préciser ses forces et ses limites, ainsi que ses objectifs personnels et les moyens pour y arriver.	Sensibilisation	
- Mener une démarche d'analyse réflexive de manière rigoureuse sur des aspects précis de son enseignement.	Sensibilisation	
- Entreprendre des projets de recherche sur des aspects ciblés de son enseignement.	Sensibilisation	

4. Méthode d'enseignement

Nous allons suivre une méthodologie basée sur l'apprentissage collaboratif, débat dans la classe de mathématique et d'auto – réflexion. Dans chaque cours il y aura une partie d'exposition suivie des discussions organisées sur le sujet en question. Nos réflexions et activités mathématiques seront toujours à deux niveaux, le premier :

- Réflexions sur la mathématique qu'un(e) étudiant(e) du BES devrait savoir;
- Réflexions sur l'utilisation de la technologie qu'un(e) futur enseignant(e) au secondaire devrait savoir.

Le deuxième niveau :

- Réflexions sur la mathématique qu'un(e) élève à l'école secondaire devrait travailler avec la technologie ;
- Réflexions sur le niveau d'expertise qu'on peut demander à un(e) élève sur l'utilisation de la technologie dans la résolution de situations – problèmes, de problèmes et d'exercices.

5. Évaluation proposée

Étant donné que les compétences susceptibles d'être développées dans le cours exigent la participation active des étudiants, la présence active au cours sera contrôlée.

Productions exigées dans le cours MAT2812 :

A) Portfolio individuel électronique comme dossier d'apprentissage (fichier Word)

Tout au long du cours il aura des activités mathématiques liées à des situations–problèmes, à des problèmes et à des exercices. Vous allez choisir pour le portfolio électronique :

a) **Trois exercices, deux problèmes et une situation-problème** qui doivent être résolus papier crayon et avec la technologie, selon la guide de présentation. Les exercices, les problèmes et les situations-problèmes seront choisis dans une liste prévue pour le cours. Pour chaque activité, on vous demande de faire une approche classique sans technologie (environnement papier-crayon, digitaliser les productions pour les intégrer dans le texte *Word*), et une approche avec la technologie, suivie d'une analyse des avantages et inconvénients ou limites pour les deux approches. **Les différents types de démarches, il faut les écrire dans un document Word** qui, finalement, constituera un portfolio électronique. Les différents outils électroniques utilisés lors de la résolution des exercices, problèmes et situations-problèmes, devront être placés dans votre dossier électronique (par exemple, fichier de calculatrice, fichier EXCEL, fichier GeoGebra, Tracker, etc.). Une justification ? explication sur le savoir-faire est demandée pour chaque exercice, chaque problème et chaque situation-problème. **Une présentation de votre portfolio sera demandé à la fin du cours (entre 7 à 10 minutes).**

b) Production d'une situation-problème d'un contenu mathématique choisi par l'étudiant(e) pour être utilisée avec l'aide de la technologie dans la classe de mathématiques à l'école secondaire.

Pour la partie b), une analyse en trois étapes est demandée :

- l'emplacement du contenu ou thème mathématique choisi dans le programme québécois ;
- l'analyse sur les avantages et les contraintes relatives à l'utilisation des technologies dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques sur le thème mathématique choisi;
- la production d'une situation-problème et sa résolution avec la technologie. On pourrait ajouter des problèmes et des exercices associés si nécessaire. Cette production a comme but l'écriture d'une activité utilisant les TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation) susceptible d'intéresser les élèves du niveau secondaire. D'une période de trente à soixante minutes, l'activité proposée pourra en être une d'exploration d'une nouvelle notion mathématique, ou encore de réinvestissement de connaissances déjà acquises, mais pour lesquelles vous cherchez à voir si l'élève peut décoder leur usage dans un contexte particulier.

Le portfolio électronique (étapes a) et b) présentées plus haut) doit suivre **obligatoirement** un format qui sera précisé dans le cours.

Remise du portfolio électronique : *au plus tard le 15 avril 2019.*

B) Trois devoirs sur la résolution de problèmes et de situations-problèmes.

La résolution de chaque problème et situation-problème doit être suivie d'une réflexion sur les avantages et désavantages d'une approche technologique. Chaque devoir sera exigé pour chaque étudiant(e) ou équipe.

En accord avec notre méthodologie d'enseignement, basée sur la construction sociale des connaissances (l'apprentissage collaboratif), le travail en équipe (deux personnes par équipe) est fortement suggéré.

C) Travaux pratiques et examen

Une personne ressource sera à votre disposition deux heures par semaine pour permettre la mise au point des situations-problèmes, problèmes ou exercices suggérés, du contenu du cours, des productions écrites et du cahier d'activités. La personne responsable pourra vous aider dans la résolution des activités, soit avec une approche papier-crayon, soit avec une approche technologique. Pour les questions portant plus explicitement sur l'aspect didactique de l'enseignement, ou des contenus mathématiques, vous êtes invité à communiquer avec le professeur du cours.

Examen groupe MAT2812-50 : 8 mars 2019.

Examen groupe MAT2812-52 : 8 mars 2019.

6. Évaluation proposée (résumé)

L'évaluation du cours sera basée sur un examen, la rédaction du portfolio électronique individuel d'activités, ainsi que les devoirs (travail en équipe). L'examen comprendra des questions à développement s'inspirant des sujets étudiés en cours, en travaux pratiques ou dans la documentation fournie.

La répartition de la pondération sera comme suit :

Trois devoirs : 24% de la note finale.

Examen : 35 % de la note finale.

Portfolio électronique et présentation : 40% de la note finale.

Résumé :

Devoirs : Devoir 1 (4 février) ; Devoir 2 (4 mars) ; Devoir 3 (4 avril).
Examen pratique : Groupe MAT2812-50 et Groupe MAT2812-52 : 8 mars 2019.
Portfolio électronique : au plus tard le 15 avril 2019.

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

7. 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), *Desmos* (https://www.desmos.com/calculator), *Tracker* (http://physlets.org/tracker/) et le logiciel *GeoGebra* (http://www.geogebra.org/cms/).

8. 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+**

MAT2812 Applications pédagogiques de l'informatique dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques
Hiver 2019 (planification à titre indicatif premier examen)

C1 11 janvier C0 Objectifs: Objectifs du cours. C1 Introduction à la guide du « Portfolio électronique »	**TP1** Résolution d'exercices et de problèmes. Résolution dans un environnement papier crayon, GeoGebra et GeoGebra CAS: * Examen BEPC et Questionnaire sur la valeur absolue. Analyse savoir-faire.
C2 18 janvier 1. Entente d'évaluation, 2. Équipes, 3. Format Word pour les devoirs et portfolio, 4. Mentionner qu'ils peuvent aller chercher un article sur mooodle, 5. Évolution des problèmes et discussion sur la transformation de la situation de Romberg sur le tableau et le lancement d'une monnaie avec GeoGebra. Sur le point 5, il faut discuter sur l'importance de la manipulation des objets physiques (dans ce cas la monnaie) qui a donné lieu à trouver la solution les élèves de 2e secondaire, et la simulation avec GeoGebra qui inclus "une monnaie libre" pour comprend le problème comme dans le cas de Romberg.	**TP2** Résolution de problèmes (conjecture et démonstration). 1) Construction aprox. d'un triangle équilatéral ; 2) Double carré et construction du rectangle du même aire ; 3) Multiplications des cordes d'un cercle unitaire.
C3 25 janvier Situation d'apprentissage et d'évaluation : Bianca.	**TP3** Résolution d'une situation problème du ministère.
C4 1 février Situation problème d'un point de vue des auteurs de manuels scolaires : L'or bleu. **Situation problème, Boucher et al. (Manuel Intersection, 3e secondaire, 2007, p. 77): Quantité d'eau douce sur la planète.**	**TP4** Résolution d'une situation problème du point de vue des auteurs de manuels scolaires
C5 8 février Situation problème d'un point de vue des chercheurs : Carrés en mouvement : Construction de	**TP5** Résolution d'une situation problème du point de vue des chercheurs Les triangles en mouvement (Arcavi-

deux carrés sur un segment (conjecture et démonstration). Plusieurs possibilités selon le choix de la variable dépendant (aire, périmètre, distance d'une diagonale ou l'addition des deux, etc.)	Hadas)
C6 15 février Situation problème d'un point de vue des chercheurs : Construction d'une boîte de volume maximal	**TP6** Situation proposée par des chercheurs : Analyse de données (Situation Maya)
C7 22 février Situation problème du point de vue des chercheurs: Pliage d'une feuille carré, pliage d'une feuille normale (lettre)	**TP7** Situation proposée dans le livre de l'Hôpital
C8 1 mars **Révision, fonction en parties (Tracker inclus)**	**TP8** Conjecture, preuve et démonstration liées aux hauteurs d'un triangle équilatéral, d'un carré, d'un pentagone, d'un ennéagone.
C9 8 mars **Examen pratique**	**TP9** **Pas de Tp.**