

## PLAN DE COURS

# GMT-4150 : Conception de modèles numériques de terrain

NRC 85807 | Automne 2021

Préalables : (GMT 1005 OU GMT 4015) ET (IFT 1004 OU IFT 1700)

Mode d'enseignement : Comodal

Temps consacré : 2-2-5

Crédit(s) : 3

Théorie, conception et utilisation des modèles numériques de terrain (MNT). Méthodes de production de MNT à partir d'imagerie, de levés laser ou autres méthodes d'acquisition de données 3D. Génération et représentation de MNT (Grid, TIN, etc.). Manipulation, interprétation et interpolation de MNT (spline, krigeage, etc.). Visualisation. Analyse de la qualité des MNT. Utilisation des MNT et des produits dérivés (ex. : ouvrages d'ingénierie, télécommunications, inondations, profils routiers, calculs de volume, modèles 3D, simulations, etc.). Travaux pratiques de conception et utilisation de MNT.

La formation comodale combinée de façon simultanée les modes de formation en présentiel et à distance synchrone. Chaque séance peut être suivie aussi bien en classe qu'à distance ce qui permet à l'étudiant de choisir sur une base hebdomadaire le mode de diffusion qui lui convient, en fonction de ses besoins ou de ses préférences. Les enregistrements des présentations, diffusés en direct et en différé sur le site Web du cours, sont effectués chaque semaine, à l'heure indiquée, avec des étudiants présents (en classe virtuelle ou, si possible, en classe physique) qui peuvent ainsi poser des questions et intervenir. Veuillez prendre note que, en fonction des directives de la santé publique, l'accès à l'enseignement présentiel peut être limité au cours de la session. De plus, si des examens de surveillance peuvent être réalisés, ceux-ci ont lieu en soirée ou la fin de semaine et peuvent donc se dérouler à un autre moment que la plage prévue pour les séances en classe et synchrones. Plus de détails seront fournis ultérieurement.

## Plage horaire

Cours en classe			
lundi	13h30 à 15h20	<a href="#">CSL-1522</a>	Du 30 août 2021 au 10 déc. 2021
mercredi	15h30 à 17h20	<a href="#">CSL-1516</a>	Du 30 août 2021 au 10 déc. 2021
Classe virtuelle synchrone			
lundi	13h30 à 15h20		Du 30 août 2021 au 10 déc. 2021
mercredi	15h30 à 17h20		Du 30 août 2021 au 10 déc. 2021
Sur Internet			
-	00h00 à 00h00		Du 30 août 2021 au 10 déc. 2021

Il se peut que l'horaire du cours ait été modifié depuis la dernière synchronisation avec Capsule. [Vérifier l'horaire dans Capsule](#)

## Site de cours

<https://sitescours.monportail.ulaval.ca/ena/site/accueil?idSite=131209>

## Coordonnées et disponibilités

Mir Abolfazl Mostafavi

[mir-abolfazl.mostafavi@scg.ulaval.ca](mailto:mir-abolfazl.mostafavi@scg.ulaval.ca)

## Soutien technique

Équipe de soutien - Systèmes technopédagogiques (BSE)

<http://www.ene.ulaval.ca> 

418-656-2131 poste 414331

Sans frais: 1-877 7ULAAVAL, poste 414331

Automne et hiver	
Lundi au jeudi	8 h à 19 h
Vendredi	8 h à 17 h 30
Été	
Lundi au jeudi	8 h à 17 h
Vendredi	8 h à 16 h

# Sommaire

---

<b>Description du cours</b> .....	<b>4</b>
But du cours .....	4
Objectifs généraux .....	4
Approche pédagogique .....	4
Description du cours .....	4
Contenu du cours .....	4
Qualités et compétences .....	4
<b>Contenu et activités</b> .....	<b>5</b>
<b>Évaluation et résultats</b> .....	<b>5</b>
Évaluation des apprentissages .....	5
Informations détaillées sur les évaluations sommatives .....	6
Laboratoire 1 .....	6
Laboratoire 2 .....	6
Laboratoire 3 .....	6
Laboratoire 4 .....	7
Examen de mi-session .....	7
Examen final .....	7
Informations détaillées sur les évaluations formatives .....	7
Exploratoire sur MNEC & MNEHR .....	7
Barème de conversion .....	7
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat .....	8
Correction linguistique, retard et présentation des travaux .....	8
Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation .....	8
Absence aux examens .....	8
Étudiants ayant une situation de handicap liée à une limitation fonctionnelle .....	9
<b>Matériel didactique</b> .....	<b>9</b>
Matériel obligatoire .....	9
Matériel suggéré .....	9
<b>Bibliographie</b> .....	<b>10</b>
Bibliographie .....	10

# Description du cours

---

## But du cours

Ce cours a pour but de familiariser l'étudiant aux différents éléments de modélisation numérique de terrain. Il comprend une revue des méthodes d'acquisition de données altimétriques, des notions théoriques concernant la formation des modèles numériques et leur représentation, des techniques de génération de ces modèles par différentes méthodes d'interpolation et leur précision, des techniques de visualisation et d'analyse et finalement de rôle de ces modèles dans différents domaines d'application.

## Objectifs généraux

À la fin de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :

- comprendre les méthodes utilisées pour la modélisation numérique de terrain;
- générer, manipuler, raffiner et transformer des modèles numériques de terrain;
- dériver des informations de pente, d'orientation, de visibilité et autres informations utiles à partir des modèles numériques de terrain;
- évaluer et comparer la qualité des modèles numériques de terrain;
- choisir un modèle numérique de terrain approprié à une application donnée.

## Approche pédagogique

Le présent cours est constitué d'une partie théorique et d'une partie pratique. En ce qui concerne la partie théorique, la méthode d'enseignement est basée sur des cours magistraux ainsi que sur des discussions. Une synthèse et une rétroaction seront effectuées à la fin de chaque période de cours. Aussi, des laboratoires seront organisés pour la partie pratique afin d'aider les étudiants à mieux appréhender la matière théorique vue dans le cours.

## Description du cours

Ce cours permettra à l'étudiant de représenter le terrain avec des données d'altitudes jumelées à un positionnement planimétrique. La modélisation numérique de terrain est utile pour la planification de projets en génie (barrages, réservoirs, routes, profils routiers, calculs de volumes et autres), pour montrer les influences d'un projet sur l'environnement, pour faire différentes simulations, etc. C'est un outil de plus en plus populaire pour la planification et la visualisation de projets affectant le terrain.

## Contenu du cours

Ce cours permettra d'acquérir les notions nécessaires pour effectuer les calculs relatifs aux modèles numériques de terrain. Les notions présentées seront :

- éléments de modèles numériques de terrain;
- acquisition et échantillonnage de données;
- génération et représentation de modèles numériques de terrain (Grid, TIN, ...);
- manipulation de modèles numériques de terrain (édition, densification des données, lissage matriciel, ...);
- interprétation de modèles numériques de terrain (calculs numériques sur les nœuds : pente, dérivée seconde, etc.);
- interpolation (Morcellement et interpolation par méthode de distance inverse, interpolation linéaire, spline, surface de tendance et Krigeage, ...);
- visualisation de modèles numériques de terrain;
- application de modèles numériques de terrain;
- évaluation de modèles numériques de terrain.

## Qualités et compétences

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
Incluse	*		*	*		*	*	*				
Évaluée			*									

Q1: Connaissance en géomatique	Q5: Utilisation d'outils	Q9: Impact sur la société et l'environnement
Q2: Analyse de problème	Q6: Travail individuel et en équipe	Q10: Déontologie et équité
Q3: Investigation	Q7: Communication	Q11: Économie et gestion de projets
Q4: Conception	Q8: Professionnalisme	Q12: Apprentissage continu

La qualité de l'investigation qui sera évaluée plus spécifiquement dans le cadre de ce cours inclue les éléments suivants:

- 3.1 : Définir la question à étudier
- 3.2: Planifier la démarche d'investigation
- 3.3: Appliquer la démarche d'investigation
- 3.4: Analyser et interpréter l'information et les données et tirer des conclusions valides

## Contenu et activités

Le tableau ci-dessous présente les semaines d'activités prévues dans le cadre du cours.

Titre	Date
<b>SÉANCES DU COURS</b>	
<a href="#">Semaine 1 : Présentation, introduction et historique</a>	
<a href="#">Semaine 2 : Acquisition et représentation</a>	
<a href="#">Semaine 3 : Génération, représentation et manipulation (grille)</a>	
<a href="#">Semaine 4 : Génération, représentation et manipulation (TIN)</a>	
<a href="#">Semaine 5 : Génération, représentation et manipulation (diagramme Voronoi)</a>	
<a href="#">Semaine 6 : Génération, représentation et manipulation (MNT)</a>	
<a href="#">Semaine 7 : Interprétation et analyse (Pente, orientation et courbure)</a>	
<a href="#">Semaine 8 : Examen de mi-session</a>	
<a href="#">Semaine 9 : Semaine de lecture</a>	
<a href="#">Semaine 10 : Modélisation du terrain par surface de tendance et spline</a>	
<a href="#">Semaine 11 : Génération, manipulation et analyse - interpolation par la méthode de Krigeage</a>	
<a href="#">Semaine 12 : Manipulation et analyse - interpolation (krigeage)</a>	
<a href="#">Semaine 13 : Analyse et visualisation de MNT</a>	
<a href="#">Semaine 14 : Analyse de qualité d'un MNT</a>	
<a href="#">Semaine 15: examen final</a>	

Note : Veuillez vous référer à la section *Contenu et activités* de votre site de cours pour de plus amples détails.

## Évaluation et résultats

## Évaluation des apprentissages

Sommatives			
Titre	Date	Mode de travail	Pondération
Laboratoires (Somme des évaluations de ce regroupement)			40 %
Laboratoire 1	Dû le 29 sept. 2021 à 17h30	En équipe	10 %
Laboratoire 2	Dû le 18 oct. 2021 à 15h30	En équipe	10 %
Laboratoire 3	Dû le 15 nov. 2021 à 15h30	En équipe	10 %
Laboratoire 4	Dû le 6 déc. 2021 à 15h30	En équipe	10 %
Examens (Somme des évaluations de ce regroupement)			60 %
Examen de mi-session	Le 20 oct. 2021 de 15h30 à 17h30	Individuel	20 %
Examen final	Le 15 déc. 2021 de 15h30 à 17h30	Individuel	40 %

Formatives		
Titre	Date	Mode de travail
Exploratoire sur MNEC & MNEHR	Du 30 août 2021 à 13h00 au 13 sept. 2021 à 16h00	Individuel

### Informations détaillées sur les évaluations sommatives

#### Laboratoire 1

Date de remise : 29 sept. 2021 à 17h30  
Mode de travail : En équipe  
Pondération : 10 %  
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

#### Laboratoire 2

Date de remise : 18 oct. 2021 à 15h30  
Mode de travail : En équipe  
Pondération : 10 %  
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

#### Laboratoire 3

Date de remise : 15 nov. 2021 à 15h30  
Mode de travail : En équipe  
Pondération : 10 %  
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

---

## Laboratoire 4

Date de remise : 6 déc. 2021 à 15h30

Mode de travail : En équipe

Pondération : 10 %

Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

---

## Examen de mi-session

Date et lieu : Le 20 oct. 2021 de 15h30 à 17h30 , CLS 1516

Mode de travail : Individuel

Pondération : 20 %

Remise de l'évaluation : CLS 1516

Il faut que l'étudiat (e) obtient une note de passage dans l'examen pour pouvoir réussir le cours.

---

## Examen final

Date : Le 15 déc. 2021 de 15h30 à 17h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 40 %

Remise de l'évaluation : CLS 1516

Il faut que l'étudiat (e) obtient une note de passage dans l'examen pour pouvoir réussir le cours.

---

## Informations détaillées sur les évaluations formatives

---

### Exploratoire sur MNEC & MNEHR

Titre du questionnaire : [Formatif - Modèles numériques d'élévation du Canada \(MNEC & MNEHR\)](#)

Période de disponibilité : Du 30 août 2021 à 13h00 au 13 sept. 2021 à 16h00

Tentatives : 1 tentative permise

Mode de travail : Individuel

Directives :


Ce questionnaire est formatif et constitue une introduction aux 2 principales sources de données d'élévation disponibles sur le territoire du Canada.

## Barème de conversion

Cote	% minimum	% maximum
A+	89,5	100
A	86,5	89,49
A-	83,5	86,49
B+	80,5	83,49
B	77,5	80,49
B-	74,5	77,49

Cote	% minimum	% maximum
C+	71,5	74,49
C	68,5	71,49
C-	64,5	68,49
D+	60,5	64,49
D	54,5	60,49
E	0	54,49

## Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat

Tout étudiant(e) qui commet une infraction relative aux études, au sens du Règlement disciplinaire à l'intention des étudiants de l'Université Laval, dans le cadre du présent cours, notamment en ce que constitue du plagiat, est passible des sanctions qui sont prévues par ce Règlement. Il est très important que chaque étudiant(e) prenne connaissance des articles 22 à 32 dudit Règlement, à : <http://ulaval.ca/reglement-disciplinaire> 

Tout étudiant(e) est tenu, en réalisant tout travail écrit requis dans un cours, de respecter les règles relatives à la protection du droit d'auteur et à la prévention du plagiat dans ses travaux formateurs soumis à l'évaluation. Constituent notamment du plagiat les faits de :

- i. copier textuellement un ou plusieurs passages provenant d'un ouvrage sur support de papier ou électronique sans mettre ces passages entre guillemets ni en hors-texte et sans en mentionner la source;
- ii. résumer l'idée originale d'un auteur(e) en l'exprimant dans ses propres mots (paraphraser) sans en mentionner la source;
- iii. traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance;
- iv. remettre un travail copié partiellement ou totalement d'un autre étudiant(e) (avec ou sans son accord);
- v. remettre un travail téléchargé partiellement ou totalement d'un site d'achat ou d'échange de travaux scolaires.

[Sources: En application de l'article 161 du Règlement des études de l'Université Laval, [https://www.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire\\_general/Reglements/Reglement\\_des\\_etudes.pdf](https://www.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire_general/Reglements/Reglement_des_etudes.pdf). Commission de l'Éthique de la science et de la technologie, *La tricherie dans les évaluations et les travaux à l'université: l'éthique à la rescousse* (rédaction: Denis Boucher), Québec, 15 mai 2009; texte adapté ici le 16 juillet 2009.]

## Correction linguistique, retard et présentation des travaux

### Évaluation de la qualité du français

La Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique se réfère à la [Politique sur l'usage du français à l'Université Laval](#) ainsi qu'aux [dispositions relatives à son application](#).

De plus, la Faculté recommande aux enseignants d'attribuer jusqu'à concurrence de 15 % de la note totale de tout examen, rapport, travail long ou tout autre document évalué, à la correction orthographique et grammaticale.

Une plus grande tolérance est accordée lors de la correction des travaux et des examens des étudiants non francophones.

Au besoin, profitez des services d'amélioration de la qualité du français à votre disposition sur le campus :

- [Ateliers gratuits d'aide à la rédaction](#) offerts par la Bibliothèque
- [Cours de perfectionnement en français de 1 à 3 crédits](#) offerts en classe par l'École des langues
- [Cours de perfectionnement en français de 1 à 3 crédits](#) offerts à distance par l'École des langues

### Retard et présentation des travaux

Aucun retard injustifié à la remise des travaux ne sera toléré.

## Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation

Aucun appareil électronique sera toléré lors des examens de ce cours.

## Absence aux examens

Un étudiant absent à un examen ou à toute autre séance d'évaluation obtient automatiquement la note zéro à moins qu'il ait des motifs sérieux justifiant son absence.

Les seuls motifs acceptables pour s'absenter à un examen et avoir droit à un examen de reprise sont les suivants :

- **Convocation par une cour de justice** durant la plage horaire prévue pour l'examen avec preuve de convocation.



- **Maladie durant la plage horaire prévue pour l'examen avec un billet de médecin** précis incluant les dates d'invalidité et les coordonnées du médecin.
- **Mortalité d'un proche** avec preuve de décès et lettre d'une tierce personne attestant du lien de parenté ou autre lien entre l'étudiant et la personne décédée.

Les pièces justificatives doivent être des originaux et doivent être présentées à l'enseignant, au directeur de programme ou au secrétariat des études (1250 pavillon Abitibi-Price) le plus rapidement possible.

Aucune justification d'absence reliée à des événements sportifs (sauf pour les athlètes du Rouge et Or, sur approbation préalable de la direction de programmes) ou reliée à un emploi, à un conflit d'horaire avec d'autres cours ou examens, à des horaires de voyage conflictuels (billets d'avion déjà achetés, par exemple) ou à des motifs religieux quelconques n'est acceptable.

Les conflits d'horaire doivent être résolus au tout début de la session, avant la fin de la période de modification du choix de cours, par l'étudiant lui-même. Un étudiant inscrit au cours après cette date est réputé ne pas avoir de conflit d'horaire et pourra se présenter à tous ses examens.

L'étudiant dont l'absence est dûment justifiée a l'obligation de se rendre disponible pour un examen de reprise à la date fixée par l'enseignant sans quoi il obtiendra la note zéro pour cet examen.

## Étudiants ayant une situation de handicap liée à une limitation fonctionnelle

Afin de bénéficier de mesures d'accommodement pour les cours ou les examens, un rendez-vous avec une conseillère ou un conseiller du Centre d'aide aux étudiants travaillant en **Accueil et soutien aux étudiants en situation de handicap (ACSESH)** est nécessaire. Pour ce faire, les étudiants présentant une situation de handicap liée à une limitation fonctionnelle permanente doivent visiter le site [monPortail.ulaval.ca/accommodement](http://monPortail.ulaval.ca/accommodement) et prendre un rendez-vous, le plus tôt possible. Au cours de la semaine qui suit l'autorisation des mesures, l'activation des mesures doit être effectuée dans [monPortail.ulaval.ca/accommodement](http://monPortail.ulaval.ca/accommodement) pour assurer leur mise en place.

Les étudiants ayant déjà obtenu des mesures d'accommodements scolaires doivent procéder à l'activation de leurs mesures pour les cours et/ou les examens dans [monPortail.ulaval.ca/accommodement](http://monPortail.ulaval.ca/accommodement) afin que celles-ci puissent être mises en place. Il est à noter que l'activation doit s'effectuer au cours des deux premières semaines de cours.

## Matériel didactique

---

### Matériel obligatoire

#### Notes de cours

Notes  
 photocopiées

### Matériel suggéré



#### **Digital Terrain Modeling : Acquisition, Manipulation, and Applications**

Auteur : El-Sheimy, Naser, Valeo, C. (Caterina), Habib, A. (Ayman)

Éditeur : Artech House ( Boston, MA , 2005 )

ISBN : 9781580539210

#### **Digital Terrain Modeling : Principles and Methodology**

Auteur : Zhilin Li; Qing Zhu; Christopher Gold.



Éditeur : CRC Press ( Boca Raton [u.a.] , 2005 )  
ISBN : 9780415324625

## Bibliographie

---

### Bibliographie

Zhilin Li, Qung Zhu, Chris Gold, (2004) *Digital Terrain Modeling, principles and methodology*, CRC Press.

**Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology** téléchargeable via la bibliothèque :

<http://acces.bibl.ulaval.ca/login?url=http://www.crcnetbase.com/isbn/9780203486740> 

El Sheimy Naser, Caterina Valeo, Ayman Habib (2005) *Digital terrain modeling*, Artech House.

Petrie G., Kennie, T.J.M. (1990) *Terrain modelling in surveying and civil engineering*, Whittles Publishing, pp 135 à 140.

Longley, P.A., Goodchild, M., Maguire, D.J., Rhind D.W. (1999) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, John Wiley & sons.

Okab, A., Boots, B., Sugihara, K., and Chin, S-N., 2000, *Spatial tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*, 2nd edition (Chichester, UK: Wiley).

*The NCGIA Core Curriculum in GIScience* (2004), <http://www.ncgia.ucsb.edu/education /curricula/giscc>.