

## PLAN DE COURS

# GMT-7033 : Modèles numériques de terrain et applications

NRC 85600 | Automne 2020

Préalables : GMT 6001 OU GMT 7015 OU GMT 7025
---

Mode d'enseignement : À distance
----------------------------------

Temps consacré : 2-2-5
------------------------

Crédit(s) : 3
---------------

Étude des différentes techniques pour générer des modèles numériques de terrain. Revue des méthodes d'acquisition de données 3D. Génération de modèles numériques de terrain. Étude de précision. Applications. L'étudiant qui a réussi le cours GMT-4150 ne peut s'inscrire à ce cours.

Ce cours est offert à distance en mode synchrone, en direct, selon l'horaire indiqué. Les enregistrements des séances seront rendus disponibles sur le site Web du cours. En fonction des directives de la santé publique, veuillez prendre note que si des examens sous 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 synchrones. Plus de détails seront fournis ultérieurement.

## Plage horaire

Classe virtuelle synchrone		
lundi	13h30 à 15h20	Du 31 août 2020 au 11 déc. 2020
mercredi	15h30 à 17h20	Du 31 août 2020 au 11 déc. 2020

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=120068>

## 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
Description du cours .....	4
Objectifs d'apprentissages .....	4
Méthodes d'enseignement .....	4
Contenu du cours .....	4
<b>Contenu et activités</b> .....	<b>4</b>
<b>Évaluations 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 .....	6
Projet de session (présentation) .....	7
Examen de mi-session .....	7
Examen final .....	7
Informations détaillées sur les évaluations formatives .....	7
Exploratoire DNEC .....	7
Barème de notation .....	7
Correction linguistique, retard et présentation des travaux .....	8
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat .....	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>
Références obligatoires .....	9
Matériel suggéré .....	9
<b>Bibliographie</b> .....	<b>10</b>
Références bibliographiques .....	10

# Description du cours

---

## But du cours

Ce cours a pour but de familiariser l'étudiant aux différents fondements théoriques et pratiques de la 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 ainsi que leur précision, des techniques de visualisation et d'analyse et finalement de rôle de ces modèles dans différents domaines d'application.

## Description du cours

Ce cours permettra à l'étudiant de représenter numériquement 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.

## Objectifs d'apprentissages

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

- Comprendre les notions théoriques et 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.

## Méthodes d'enseignement

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. Un projet de session est prévu pour les étudiants des cycles supérieurs, dont l'objectif est d'étudier plus profondément un domaine d'application particulier des modèles numériques de 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 des modèles numériques de terrain.
- Acquisition et échantillonnage de données.
- Génération et représentation des modèles numériques de terrain (Grid, TIN, ...).
- Manipulation des modèles numériques de terrain (édition, densification des données, lissage matriciel, ...).
- Interprétation des modèles numériques de terrain (calculs numériques sur les noeuds : pente, dérivée seconde, etc.).
- Interpolation (Morcellement et interpolation par méthode de distance inverse, interpolation linéaire, spline, surface de tendance et Krigeage ...).
- Visualisation des modèles numériques de terrain.
- Application des modèles numériques de terrain.
- Évaluation des modèles numériques de terrain.

## Contenu et activités

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

Titre	Date
Semaine 1 : Présentation, introduction et historique	
Semaine 2 : Acquisition et représentation	
Semaine 3 : Génération, représentation et manipulation (grille)	
Semaine 4 : Génération, représentation et manipulation (TIN)	
Semaine 5 : Génération, représentation et manipulation (diagramme Voronoi)	
Semaine 6 : Génération, représentation et manipulation (Delaunay par contraintes)	
Semaine 7: Interprétation et analyse (Pente, orientation, courbure)	
Semaine 8: Examen de mi-session	
Semaine de lecture	
Semaine 10: Génération, manipulation et analyse - interpolation	
Semaine 11: Génération, manipulation et analyse - interpolation par la méthode de Krigeage	
Semaine 12 : Manipulation et analyse - interpolation (krigeage)	
Semaine 13: Analyse et visualisation de MNT	
Semaine 14 : Analyse de qualité d'un MNT	
Semaine 15 : Examen Final	

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

## Évaluations et résultats

### Évaluation des apprentissages

Sommatives			
Titre	Date	Mode de travail	Pondération
Laboratoire 1	Dû le 28 sept. 2020 à 15h20	En équipe	10 %
Laboratoire 2	Dû le 19 oct. 2020 à 15h20	En équipe	10 %
Laboratoire 3	Dû le 23 nov. 2020 à 15h20	En équipe	10 %
Laboratoire 4	Dû le 14 déc. 2020 à 15h20	En équipe	10 %
Projet de session (présentation)	Dû le 7 déc. 2020 à 15h20	En équipe	15 %
Examen de mi-session	Le 21 oct. 2020 de 15h30 à 17h30	Individuel	20 %
Examen final	Le 16 déc. 2020 de 15h30 à 17h30	Individuel	25 %

Formatives		
Titre	Date	Mode de travail
Exploratoire DNEC	Dû le 14 sept. 2020 à	Individuel

Le présent cours sera évalué, sur un total de 100%, selon les modalités suivantes :

1. Examen mi-session 20%.
2. Examen final 25%.
3. Laboratoires (réalisation) en équipes de deux personnes :
  1. Laboratoire 1, 10%.
  2. Laboratoire 2, 10%.
  3. Laboratoire 3, 10%.
  4. Laboratoire 4, 10%.
  5. Projet de session (15%) : ce projet portera sur l'application des modèles numériques de terrain dans un domaine d'application en particulier. Il consiste en un rapport écrit (10%) et une présentation orale (5%) à la fin de session.

La note de passage exigée est de 69% pour l'ensemble du cours. Les notes qui sont compilées sur un total de 100 points sont traduites sous forme finale de la façon suivante (voir Barème de notation ci-dessous)

## Informations détaillées sur les évaluations sommatives

---

### Laboratoire 1

Date de remise : 28 sept. 2020 à 15h20

Mode de travail : En équipe

Pondération : 10 %

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

Il faut que tous les membres de l'équipe participent à la réalisation du TP et à la rédaction du rapport

### Laboratoire 2

Date de remise : 19 oct. 2020 à 15h20

Mode de travail : En équipe

Pondération : 10 %

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

Il faut que tous les membres de l'équipe participent à la réalisation du TP et à la rédaction du rapport

### Laboratoire 3

Date de remise : 23 nov. 2020 à 15h20

Mode de travail : En équipe

Pondération : 10 %

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

### Laboratoire 4

Date de remise : 14 déc. 2020 à 15h20

Mode de travail : En équipe

Pondération : 10 %

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

---

## Projet de session (présentation)

Date de remise : 7 déc. 2020 à 15h20

Les présentations seront en ligne le 9 décembre. Nous allons utiliser le MS Teams pour vos présentations.

Mode de travail : En équipe

Pondération : 15 %

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

Les présentations seront en ligne par le Teams!

Directives de l'évaluation :

Ce projet portera sur l'application des modèles numériques de terrain dans un domaine d'application en particulier. Il consiste en un rapport écrit (10%) et une présentation orale (5%) à la fin de session.

---

## Examen de mi-session

Date : Le 21 oct. 2020 de 15h30 à 17h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 20 %

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

Il faut que l'étudiant(e) obtienne une note de passage dans l'examen pour réussir le cours. En fonction de l'évolution de la situation en lien avec le COVID-19, un examen présentiel peut être envisagé.

---

## Examen final

Date : Le 16 déc. 2020 de 15h30 à 17h30

Il faut que l'étudiant(e) obtienne une note de passage dans l'examen pour réussir le cours. En fonction de l'évolution de la situation en lien avec le COVID-19, un examen présentiel peut être envisagé.

Mode de travail : Individuel

Pondération : 25 %

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

---

## Informations détaillées sur les évaluations formatives

### Exploratoire DNEC

Date de remise : 14 sept. 2020 à 15h20

Évaluation par les pairs : 14 sept. 2020 à 15h20

Mode de travail : Individuel

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

Directives de l'évaluation :

Une semaine sera donnée pour l'évaluation par les pairs

## Barème de notation

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
E	0	68,49

## 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.

## 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 23 à 46 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 :

1. 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;
2. résumer l'idée originale d'un auteur(e) en l'exprimant dans ses propres mots (paraphraser) sans en mentionner la source;
3. traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance;
4. remettre un travail copié partiellement ou totalement d'un autre étudiant(e) (avec ou sans son accord);
5. 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, [http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire\\_general/Reglements/reglement-des-etudes-2014.pdf](http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire_general/Reglements/reglement-des-etudes-2014.pdf), entré en vigueur le 3 juin 2014. 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.]

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

Il faut que l'étudiant (e) obtient une note de passage dans l'examen pour pouvoir réussir le 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 ou à des horaires de voyage conflictuels (billets d'avion déjà achetés, par exemple) 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 de deux premières semaines de cours.

## Matériel didactique

---

### Références obligatoires

#### Notes de cours

### Matériel suggéré

#### Digital Terrain Modeling : Principles and Methodology

Auteur : Zhilin Li; Qing Zhu; Christopher Gold.

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

ISBN : 9780415324625

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> 

## 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

## Bibliographie

---

### Références bibliographiques

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>.

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