

PLAN DE COURS

GMT-7035 : Structures de données géométriques et algorithmes en SIG

NRC 15726 | Hiver 2022

Mode d'enseignement : À distance

Temps consacré : 2-2-5 Crédit(s) : 3

Ce cours porte sur les structures de données géométriques et les algorithmes fondamentaux en SIG et s'appuie sur les notions de la géométrie algorithmique. Les thèmes abordés sont les suivants : représentations des données spatiales, notions de topologie, structures de données vectorielles simples et topologiques (structures de données spaghetti, « Arc-Node model », « Chain model », TIN, diagramme Voronoi), structures de données matricielles, structures de données hiérarchiques, indexation spatiale, méthodes d'accès aux données spatiales, structures de données dynamiques et cinétiques. Ce cours comprend d'importants travaux pratiques. L'étudiant qui a réussi le cours GMT-4151 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. NOTE IMPORTANTE : Pour chaque cours offert à distance, veuillez vous assurer qu'il n'existe aucun conflit d'horaire entre vos examens car aucun accommodement ne sera accordé en cas de conflit d'horaire.

Plage horaire

Classe virtuelle synchrone		
lundi	13h30 à 15h20	Du 10 janv. 2022 au 22 avr. 2022
jeudi	13h30 à 15h20	Du 10 janv. 2022 au 22 avr. 2022

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=140111>

Coordonnées et disponibilités

Mir Abolfazl Mostafavi
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

Description du cours	4
But du cours	4
Objectifs généraux	4
Approche pédagogique	4
Description du cours	4
Contenu du cours	4
Contenu et activités	5
Évaluation et résultats	5
Évaluation des apprentissages	5
Informations détaillées sur les évaluations sommatives	6
Travail pratique 1	6
Travail pratique 2	6
Travail pratique 3	6
Projet de session	6
Examen final	8
Informations détaillées sur les évaluations formatives	8
Laboratoire d'évaluation	8
Barème de conversion	8
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat	8
Correction linguistique, retard et présentation des travaux	9
Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation	9
Absence aux examens	9
Étudiants ayant une situation de handicap liée à une limitation fonctionnelle	10
Matériel didactique	10
Matériel obligatoire	10
Bibliographie	10
Volumes de référence	10
Références obligatoires:	10

Description du cours

But du cours

Initier l'étudiant aux différentes structures de données géométriques, aux notions de la topologie et aux opérateurs d'analyse spatiale. Comprendre les algorithmes utilisés en SIG pour la manipulation des données géométriques ainsi que des algorithmes avancés pour le développement et l'implémentation des structures de données dynamiques.

Objectifs généraux

À la fin du cours, l'étudiante ou l'étudiant sera en mesure de comprendre les principes des structures de données géométriques et les opérateurs d'analyse spatiale tant métriques que topologiques dans des contextes d'application statiques et dynamiques.

Approche pédagogique

Le présent cours est constitué d'une partie théorique et d'une partie pratique. Pour ce qui est de 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. De plus, un bref retour sur la période précédente sera effectué au début de chaque période de manière à assurer un suivi harmonieux de l'ensemble de la matière enseignée. Concernant la partie pratique, il s'agit de la réalisation de projets sur différentes parties du cours.

Description du cours

Ce cours porte sur les structures de données géométriques et les algorithmes fondamentaux en SIG en faisant appel aux notions de la géométrie algorithmique. Les thèmes abordés à partir d'une approche de développement de logiciel SIG par opposition à une approche de développement d'application avec un SIG existant sont : représentations des données spatiales, notions de la topologie, structures de données vectorielles simples et topologiques 2D et 3D (structures de données spaghetti, « ArcNode model », « chain model », TIN, digramme Voronoi), structures données matricielles, structures de données hiérarchiques, indexation spatiale, méthodes d'accès aux données spatiales et les structures de données dynamiques. Ce cours comprend d'importants travaux pratiques de développement de structures internes de données géométriques et d'algorithmes SIG.

Contenu du cours

Ce cours permettra d'acquérir les notions nécessaires pour la structuration des données géométriques et des algorithmes d'analyse spatiale. Il comprend :

- Représentation de données géométriques
- Algorithme Intersection entre des segments de lignes
- Algorithme de calcul de l'aire et du centroïde d'un polygone
- Détermination de la position d'un point par rapport à un polygone
- Manipulation des données géométriques (Translation, rotation, changement d'échelle en 2D et 3D)
- Visualisation 3D, Projections perspectives
- Coordonnées homogènes, coordonnées locales
- Numérisation des données géométriques
- Notion de la topologie, graphe PAN
- Structures de données géométriques (Spaghetti, 'Point dictionary', 'Chain / Point dictionary', 'Node data structure', 'Extended chain structure'.
- Structures de données en tessel (Structures de données raster, Méthodes de compression de données, Méthode d'accès aux données)
- Structures de données hybrides (TINs, Triangulation Delaunay, Diagramme Voronoi)
- Introduction aux opérations graphiques (Algorithmes de généralisation cartographique, de création d'une zone tampon et d'hachurage)
- Méthodes de recherche globale (revue de structures de piles, files, listes chaînées, et arbre binaire, indexation spatiale (recherche spatiale) et arbres 2D)

- Méthodes de recherche locale et analyse en réseau (Matrice d'adjacence, algorithme de parcours d'un graphe 'Breadth first', 'Depth first', 'minimum spanning tree', et 'Shortest path').
- Notion des structures de données dynamiques

Contenu et activités

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

Titre	Date
Semaine 1 : Présentation du cours	
Semaine 2 : Conception des algorithmes de base	
Semaine 3 : Coordonnées homogènes et applications	
Semaine 4 : Coordonnées homogènes	
Semaine 5 : Structures de données géométriques 2D	
Semaine 6 : Triangulation Delaunay	
Semaine 7 : Structures de données géométriques 2D (diagramme Voronoi)	
Semaine 8 : Structures de données raster	
Semaine 9 : Semaine de lecture	
Semaine 10 : Algorithmes d'opérations graphiques	
Semaine 11 : Algorithmes de recherche globale	
Semaine 12 : Algorithmes de recherche locale et d'analyse de réseau	
Semaine 14 : Présentation du projet de session	
Semaine 15 : Examen final	
Lecture complémentaire : Indexation spatiale	

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
Travaux pratiques (Somme des évaluations de ce regroupement)			40 %
Travail pratique 1	Dû le 10 févr. 2022 à 15h30	Individuel	10 %
Travail pratique 2	Dû le 17 mars 2022 à 15h30	Individuel	20 %
Travail pratique 3	Dû le 14 avr. 2022 à 15h30	Individuel	10 %
Projet de session	Dû le 7 avr. 2022 à 16h30	En équipe	20 %
Examen final	Du 11 avr. 2022 à 13h30 au 14 avr. 2022 à 15h30	Individuel	40 %

Formatives

Titre	Date	Mode de travail
Laboratoire d'évaluation	À déterminer	Individuel

Informations détaillées sur les évaluations sommatives

Travail pratique 1

Date de remise : 10 févr. 2022 à 15h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 10 %

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

Il faut soumettre votre rapport sous form d'un fichier Word .Votre programme doit être soumis en fichier ZIP incluant les données et le fichier executable

Directives de l'évaluation : Voir les inscriptions dans la section des activités

Travail pratique 2

Date de remise : 17 mars 2022 à 15h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 20 %

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

Directives de l'évaluation : Voir la section du contenu et activité

Travail pratique 3

Date de remise : 14 avr. 2022 à 15h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 10 %

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

Directives de l'évaluation : Voir la section de contenu et activités

Projet de session

Date de remise : 7 avr. 2022 à 16h30

Les présentations des projets de session auront lieu le 11 avril.

Mode de travail : En équipe

Pondération : 20 %

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

Directives de l'évaluation : **1. Introduction**

La structuration de données spatiales est à la base de la représentation, du stockage et de l'analyse des données spatiales et leurs relations topologiques complexes. Les structures de données spatiales sont étudiées dans plusieurs disciplines, notamment en géomatique, en géométrie algorithmique, et en infographie et en analyse d'image. Il existe différentes catégories de structure de données comme les

structures de données vectorielles, les structures de données en tesselle ainsi que les structures de données hiérarchiques. Certains types de structures de données sont implantés et utilisés dans les outils commerciaux, comme la structure de données Arc-Node et la structure TIN dans les produits de la compagnie ESRI. D'autres structures de données sont exploitées actuellement au niveau de la recherche universitaire comme certaines structures de données cinétiques et hiérarchiques.

Ce projet de session vise à familiariser les étudiants avec les notions théoriques et pratiques des structures de données spatiales avancées utilisées dans les systèmes d'information géographique (SIG) et leurs applications potentielles au niveau pratique.

1. Objectifs spécifiques :

Ce travail a pour but de familiariser l'étudiant avec l'ensemble des notions théoriques et pratiques liées à des structures de données spécifiques utilisées dans un SIG. Il permet de mettre en évidence les formats de données utilisées, la ou les structures de données spatiales utilisées et leurs applications pour les différentes analyses spatiales. Il a pour objectifs spécifiques de couvrir les multiples facettes des structures de données avancées, soit :

- Comprendre les notions théoriques de la structure de données utilisées
- Définir les primitives géométriques utilisées pour définir la structure de données
- Décrire la valeur topologique de la structure de données
- Analyser la performance de la structure de données ainsi que l'espace mémoire requis pour le stockage des données
- Présenter les types d'interrogations spatiales qui pourraient être réalisés et ses applications potentielles

1. Livrables du projet de session

Les résultats du travail de synthèse sur la structure de données sélectionnée doivent être présentés dans un rapport écrit d'environ 15-20 pages décrivant les différents aspects liés à la structure de données. Les références bibliographiques pertinentes doivent être fournies à la fin du rapport.

Le rapport doit contenir des sections suivantes :

1. Page de couverture
2. Table de matières, liste des figures et liste des tableaux
3. Introduction
4. Brève présentation de l'outil sélectionné
5. Description de format de données
6. Présentation de la structure de données
 - a. Primitives géométriques
 - b. Valeur topologique de la structure de données
 - c. Espace mémoire requis pour le stockage des données
 1. Description des fonctions d'analyse topologique possibles
 2. Exemples d'application
 3. Conclusions
 4. Références

1. Mode d'évaluation des résultats du projet

Selon les indications du plan de cours, ce projet compte pour 20% de la note finale. Ses résultats seront présentés selon deux formes:

- 15% pour le rapport écrit;
- 5% pour la présentation orale en fin de session. Cette présentation devra, en 15 minutes max., faire la synthèse des points détaillés dans le rapport et mettre l'accent sur les "découvertes" de l'étude.

5. Les points suivants seront principalement considérés pour l'évaluation du travail:

- Prise en compte de l'ensemble des aspects importants liés à la structure de données présentée
- Exactitude, rigueur et clarté du contenu
- Qualité de l'analyse et de la synthèse
- Richesse du travail réalisé
- Qualité du contenu et de la forme de la présentation orale

Examen final

Date :	Du 11 avr. 2022 à 13h30 au 14 avr. 2022 à 15h30
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	40 %
Remise de l'évaluation :	Boîte de dépôt
Directives de l'évaluation :	L'examen couvre l'ensemble des matières du cours.
Matériel autorisé :	Livre ouvert

Informations détaillées sur les évaluations formatives

Laboratoire d'évaluation


Date de remise :	À déterminer
Mode de travail :	Individuel
Remise de l'évaluation :	Boîte de dépôt

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
E	0	68,49

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. 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

Un maximum de 15% pourra être enlevé aux résultats de chacun des examens et des travaux pour des fautes de grammaire, d'orthographe, de ponctuation ou de syntaxe, ainsi que pour la propreté du document, et cela à raison d'un demi-point (0.5%) par faute ou erreur constatée. La correction des travaux d'étudiants non francophones fera l'objet d'une considération particulière. Aucun retard injustifié à la remise des travaux ne sera toléré.

Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation

Le seul appareil électronique toléré pendant une séance d'évaluation est la calculatrice.

Les calculatrices autorisées durant les séances d'examen pour tous les cours offerts par la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique sont les suivantes :

- Hewlett Packard HP 20S, HP 30S, HP 32S2, HP 33S, HP 35S
- Texas Instrument TI-30Xa, TI-30XIIB, TI-30XIIS, TI-36X (plus fabriqué),
- BA35
- Sharp EL-531**, EL-535-W535, EL-546**, EL-510 R, EL 516*, EL-520**
- Casio FX-260, FX-300 MS, FX-350 MS, FX-300W Plus, FX-991MS, FX-991ES (plus fabriqué), FX-991W*, FX-991ES Plus C*

* Modèles qui ne seront plus autorisés dès 2016.

** Calculatrices Sharp: sans considération pour les lettres qui suivent le numéro.

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 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 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 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

Le matériel didactique nécessaire est disponible sur le site Web du cours et en notes polycopiées.

Bibliographie

Volumes de référence

Worboys M.F. (2004). *GIS: A Computing Perspective*. Second Edition, Taylor&Francis.

Cromley, G.R. (1992). *Digital cartography*. Prentic Hall, Englewood cliffs, new jersey 07632

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

Hanan Samet (2006) *Fundamentals of multidimensional metric data structures*. Morgan Kaufmann publisher, Inc

Références obligatoires:

Notes du cours.