

## PLAN DE COURS

# GMT-2001 : Compensation I

NRC 85560 | Automne 2020

Préalables : STT 1000 OU STT 1900

Mode d'enseignement : Distance-Hybride

Temps consacré : 3-3-3

Crédit(s) : 3

Caractéristiques statistiques des observations. Définition du concept de la compensation par moindres carrés. Principe et technique de propagation. Techniques de compensation par moindres carrés : méthode générale, méthode des conditions et méthode de variations des paramètres. Analyse statistique. Compensation avec contrainte. Compensation en considérant les paramètres comme quasi-observations. Applications au domaine de la géomatique.

La formation distance-hybride combine, en proportion variable, des activités de formation à distance asynchrones disponibles sur les sites de cours de monPortail et des séances obligatoires offertes à distance en mode synchrone, en direct, selon l'horaire indiqué. En fonction des directives de la santé publique, veuillez prendre note que, si des examens de surveillance peuvent être réalisés sur le campus de l'Université Laval, ceux-ci peuvent 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 |               |                                 |
|----------------------------|---------------|---------------------------------|
| vendredi                   | 08h30 à 11h20 | Du 31 août 2020 au 11 déc. 2020 |
| Sur Internet               |               |                                 |
| -                          | 00h00 à 00h00 | 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=117148>


## Coordonnées et disponibilités

Marc Cocard  
Enseignant  
[marc.cocard@scg.ulaval.ca](mailto:marc.cocard@scg.ulaval.ca)

Stéphanie Bourgon  
Assistante  
[stephanie.bourgon@scg.ulaval.ca](mailto:stephanie.bourgon@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>  |
| Liens du cours avec les objectifs du programme .....                                | 4         |
| But du cours .....  | 4         |
| Description du cours .....  | 4         |
| Objectifs d'apprentissages .....  | 4         |
| Calendrier du cours .....   | 4         |
| Méthodes d'enseignement .....   | 5         |
| <b>Contenu et activités</b> .....   | <b>5</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 .....  | 7         |
| Laboratoire #4 .....  | 7         |
| Examen #1 .....   | 7         |
| Examen #2 .....   | 7         |
| Informations détaillées sur les évaluations formatives .....                        | 7         |
| Accommodations .....  | 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 .....   | 9         |
| Étudiants ayant une situation de handicap liée à une limitation fonctionnelle ..... | 9         |
| <b>Matériel didactique</b> .....  | <b>9</b>  |
| Références obligatoires .....   | 9         |
| Références complémentaires .....  | 9         |
| <b>Bibliographie</b> .....  | <b>10</b> |
| Références bibliographiques .....   | 10        |

# Description du cours

---

## Liens du cours avec les objectifs du programme

Ce cours est obligatoire dans les programmes de sciences géomatiques et de génie géomatique. Il est normalement situé à la 3e session.

Dans ce cours les étudiants s'approprient la compensation par moindres carrés. C'est un outil important utilisé dans beaucoup de domaines de la géomatique qui impliquent des prises de mesures comme notamment en topométrie, géodésie, positionnement par satellites, photogrammétrie, télédétection.

## But du cours

L'objectif principal du cours est de maîtriser l'outil qu'est la compensation par moindres carrés.

## Description du cours

Il s'agit d'un cours sur la compensation par moindres carrés. On verra notamment : les caractéristiques et l'analyse statistique de séries d'observations, la définition du concept de compensation par moindres carrés, le principe et la technique de propagation de variances-covariances, la compensation par conditions sur les observations, la compensation par variation des paramètres, la compensation par approche généralisée, l'ajout de contraintes et l'introduction de pseudo-observations.

## Objectifs d'apprentissages

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

- de maîtriser la théorie sur laquelle repose la compensation;
- d'appliquer la compensation à des problèmes de détermination d'inconnues dans tous les domaines de la géomatique;
- de développer au besoin sa propre solution pour des problèmes simples, comme par exemples des problèmes de topométrie;
- d'apprécier les résultats d'une compensation faite par des logiciels commerciaux.

## Calendrier du cours

La répartition des chapitres couverts dans le cours théorique en fonction des semaines est donnée à titre indicatif uniquement. Dépendamment des questions posées et de la dynamique de la classe, il peut y avoir de légers écarts. En ce qui concerne les examens, la règle générale est la suivante : Tout ce qui a été vu avant l'examen dans le cours ou dans les laboratoires fait partie de la matière à examen.

| Semaine | Cours théorique - Vendredi                    |
|---------|---|
| 1       | 4 sept.: Chapitres 1 et 2                     |
| 2       | 11 sept.: Chapitre 3                          |
| 3       | 18 sept.: Chapitre 4                          |
| 4       | 25 sept.: Chapitres 5 et 6                    |
| 5       | 2 oct.: Chapitre 7                            |
| 6       | 9 oct.: Chapitre 8                            |
| 7       | 16 oct.: Dépannage pour l'examen 1            |
| 8       | 23 oct.: <b>Examen 1</b>                      |
| 9       | <b>Semaine de lecture</b> (26 oct. - 30 oct.) |
| 10      | 6 nov.: Annexe B                              |
| 11      | 13 nov.: Chapitre 9                           |

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 12 | 20 nov.: Chapitre 11              |
| 13 | 27 nov.: Chapitre 10 et 12        |
| 14 | 4 déc.: Dépannage pour l'examen 2 |
| 15 | 11 déc.: <b>Examen 2</b>          |

## Méthodes d'enseignement

Le cours est dispensé à raison de trois heures d'enseignement magistral par semaine. Les étudiants auront aussi des laboratoires à réaliser tout le long de la session. Les laboratoires constituent un élément important permettant d'acquérir une bonne compréhension de la matière à travers des applications pratiques. Tous les laboratoires sont à faire avec le logiciel MATLAB en équipes de deux.

## Contenu et activités

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

| Titre  | Date |
|--|------|
| <b>Feuilles de route</b>                                 |      |
| <a href="#">Semaine 1 (31 août au 4 septembre)</a>       |      |
| <a href="#">Semaine 2 (7 septembre au 11 septembre)</a>  |      |
| <a href="#">Semaine 3 (14 septembre au 18 septembre)</a> |      |
| <a href="#">Semaine 4 (21 septembre au 25 septembre)</a> |      |
| <a href="#">Semaine 5 (28 septembre au 2 octobre)</a>    |      |
| <a href="#">Semaine 6 (5 octobre au 9 octobre)</a>       |      |
| <a href="#">Semaine 7 (12 octobre au 16 octobre)</a>     |      |
| <a href="#">Semaine 8 (19 octobre au 23 octobre)</a>     |      |
| <a href="#">Semaine 10 (2 novembre au 6 novembre)</a>    |      |
| <a href="#">Semaine 11 (9 novembre au 13 novembre)</a>   |      |
| <a href="#">Semaine 12 (16 novembre au 20 novembre)</a>  |      |
| <a href="#">Semaine 13 (23 novembre au 27 novembre)</a>  |      |
| <a href="#">Semaine 14 (30 novembre au 4 décembre)</a>   |      |
| <a href="#">Semaine 15 (7 décembre au 11 décembre)</a>   |      |
| <b>Documents</b>   |      |
| <a href="#">Notes de cours</a>                           |      |
| <a href="#">Laboratoires</a>                             |      |
| <a href="#">Préparation aux examens</a>                  |      |

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 |
|--|----------------------------------|-----------------|-------------|
| <b>Laboratoires (Somme des évaluations de ce regroupement)</b> |                                  |                 | <b>40 %</b> |
| Laboratoire #1   | Dû le 28 sept. 2020 à 09h00      | En équipe       | 10 %        |
| Laboratoire #2   | Dû le 13 oct. 2020 à 09h00       | En équipe       | 6 %         |
| Laboratoire #3   | Dû le 9 nov. 2020 à 09h00        | En équipe       | 10 %        |
| Laboratoire #4   | Dû le 7 déc. 2020 à 09h00        | En équipe       | 14 %        |
| <b>Examens (Somme des évaluations de ce regroupement)</b>      |                                  |                 | <b>60 %</b> |
| Examen #1  | Le 23 oct. 2020 de 09h00 à 12h00 | Individuel      | 30 %        |
| Examen #2  | Le 11 déc. 2020 de 09h00 à 12h00 | Individuel      | 30 %        |

## Optionnels

| Titre         | Date         | Mode de travail |
|---------------|--------------|-----------------|
| Accomodations | À déterminer | Individuel      |

Chaque examen et chaque laboratoire est évalué sur 100 points. La moyenne des deux examens donnera une note examen qui contribuera à 60% à la note finale. La somme de 3 laboratoires donnera une note laboratoire qui contribuera à 40% à la note finale. La note finale sera donc une moyenne pondérée entre la note examen (60%) et la note laboratoire (40%).

Pour réussir le cours l'étudiant devra satisfaire aux deux exigences suivantes : ***avoir une note examen d'au moins 55% et une note finale d'au moins 55%.***

Les laboratoires sont des travaux communs, c'est-à-dire qu'ils sont « réalisés en équipe dont les étudiants partagent la réalisation et sont responsables d'une partie ou de l'ensemble du document ». Pour chaque exercice, ***une déclaration d'intégrité relative au plagiat*** est à signer et à insérer à la suite de la page titre. Elle est fournie dans le fichier page\_titre.docx. Les étudiants(es) qui n'auront pas signé cette déclaration avant la date de remise seront considérés comme n'ayant pas participé au travail.

Les énoncés de laboratoire se retrouvent dans la section **Contenu et activités**.

[https://www.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire\\_general/Reglements/Reglement\\_disciplinaire\\_a\\_l\\_intention\\_des\\_etudiants\\_CA-2016-91.pdf](https://www.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire_general/Reglements/Reglement_disciplinaire_a_l_intention_des_etudiants_CA-2016-91.pdf)

## Informations détaillées sur les évaluations sommatives

### Laboratoire #1

Date de remise : 28 sept. 2020 à 09h00  
 Mode de travail : En équipe  
 Pondération : 10 %  
 Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

### Laboratoire #2

Date de remise : 13 oct. 2020 à 09h00  
 Mode de travail : En équipe  
 Pondération : 6 %

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

---

### Laboratoire #3

Date de remise : 9 nov. 2020 à 09h00

Mode de travail : En équipe

Pondération : 10 %

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

---

### Laboratoire #4

Date de remise : 7 déc. 2020 à 09h00

Mode de travail : En équipe

Pondération : 14 %

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

---

### Examen #1

Date et lieu : Le 23 oct. 2020 de 09h00 à 12h00 , À distance

Mode de travail : Individuel

Pondération : 30 %

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

Directives de l'évaluation : Des examens antérieurs se retrouvent également dans la section **Contenu et activités - Préparation aux examens.**

---

### Examen #2

Date et lieu : Le 11 déc. 2020 de 09h00 à 12h00 , À distance

Mode de travail : Individuel

Pondération : 30 %

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

Directives de l'évaluation : Des examens antérieurs se retrouvent également dans la section **Contenu et activités - Préparation aux examens.**

---

## Informations détaillées sur les évaluations formatives

---

### Accommodations

Date de remise : À déterminer

Mode de travail : Individuel

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

Directives de l'évaluation : À celles et ceux qui ont droit à des accommodations, merci de déposer vos attestations d'accommodations ici dans la boîte de dépôts.

## 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     |
| C-   | 64,5      | 68,49     |
| D+   | 60,5      | 64,49     |
| D    | 54,5      | 60,49     |
| E    | 0         | 54,49     |

## 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/Secretaire\\_general/Reglements/reglement-des-etudes-2014.pdf](http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secretaire_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



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 fabriquée), BA35
- Sharp : EL-531\*, EL-535-W535, EL-W535X, EL-546\*, EL-510 R, EL-520\*  
\* Peu importe les lettres qui suivent le numéro
- Casio : FX-260, FX-300 MS, FX-350 MS, FX-300W Plus, FX-991MS, FX-991ES (plus fabriquée)

Dans tous ces cas, la calculatrice doit être validée par une vignette autocollante émise par la COOP étudiante ZONE.

## 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 des deux premières semaines de cours.

## Matériel didactique

---

### Références obligatoires

#### Notes de cours - Compensation I

Les notes de cours sont disponibles en format papier auprès de l'Association étudiante. Une version électronique est mise à disposition dans «Contenu et activités».

## Références complémentaires



### **Observations and least squares**

Auteur : Edward M. Mikhail, with contributions by F. Ackermann  
Éditeur : IEP ( New York , 1976 )  
ISBN : 9780700224814



### **Adjustment computations : statistics and least squares in surveying and GIS**

Auteur : Paul R. Wolf, Charles D. Ghilani  
Éditeur : John Wiley & Sons ( New York , 1997 )  
ISBN : 9780471168331



### **Geodetic network analysis and optimal design : concepts and applications**

Auteur : by Shanlong Kuang  
Éditeur : Ann Arbor Press ( Chelsea, Mich. , 1996 )  
ISBN : 9781575040448

## Bibliographie

---

### Références bibliographiques

- Voir la section *Références complémentaires* sous *Matériel didactique*.