

PLAN DE COURS

GMT-7010 : Positionnement par satellites de haute précision

NRC 17194 | Hiver 2017

Préalables : GMT 6008	
Mode d'enseignement : Présentiel	
Temps consacré : 3-0-6	Crédit(s) : 3

Méthodes et techniques liées à l'utilisation des satellites artificiels en géodésie (positionnement statique). Orbites précises des satellites GPS. Modélisation des principales sources d'erreur : réfraction atmosphérique, multitrajets, variations des centres de phase. Modèles mathématiques pour le positionnement de haute précision. Applications à la géodésie et à la géodynamique. Applications aux travaux d'auscultation topographique des grands ouvrages d'ingénierie.

Plage horaire

Cours en classe			
mercredi	10h30 à 13h20	CSL-1333	Du 9 janv. 2017 au 21 avr. 2017

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=73980>

Coordonnées et disponibilités

Rock Santerre

Enseignant


CSL-1356

<http://www.scg.ulaval.ca/gps-rs/>

Rock.Santerre@scg.ulaval.ca

Soutien technique

Équipe de soutien - Systèmes technopédagogiques (BSE)

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

418-656-2131 poste 14331

Sans frais: 1-877 7ULAAVAL, poste 14331

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
Description du cours	4
Objectifs d'apprentissages	4
Calendrier du cours	4
Méthodes d'enseignement	4
Contenu du cours	4
Contenu et activités	5
Évaluations et résultats	5
Évaluation des apprentissages	5
Informations détaillées sur les évaluations sommatives	6
Positionnement relatif statique avec mesures de phase	6
Compte-rendu de lecture et présentation orale	6
Examen	6
Barème de notation	7
Correction linguistique, retard et présentation des travaux	7
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat	7
Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation	8
Absence aux examens	8
Matériel didactique	8
Références obligatoires	8
Références complémentaires	8
Bibliographie	9
Références bibliographiques	9

Description du cours

Description du cours

Méthodes et techniques liées à l'utilisation des satellites artificiels en géodésie (positionnement statique). Orbites précises des satellites GPS. Modélisation des principales sources d'erreur : réfraction atmosphérique, multitrajets, variations des centres de phase. Modèles mathématiques pour le positionnement de haute précision. Applications à la géodésie et à la géodynamique. Applications aux travaux d'auscultation topographique des grands ouvrages d'ingénierie.

Objectifs d'apprentissages

Ce cours vise à donner aux étudiant(e)s une formation de pointe dans le domaine du positionnement par satellites GPS en mode statique pour des applications de haute précision en géodésie et géodynamique. Ce cours consiste principalement à approfondir les notions introduites dans le cours de 1er cycle GMT-4001 Positionnement par satellites.

Calendrier du cours

Semaine	Contenu du cours
1	11 janv.: Introduction: Projets et services internationaux, IAG
2	18 janv.: Instructions et théorie du laboratoire #1: Positionnement relatif statique avec mesures de phase
3	25 janv.: Dépannage lab. #1
4	1 fév.: Cours magistral: Erreurs GPS et modélisation (1 de 2)
5	8 fév.: Cours magistral: Erreurs GPS et modélisation (2 de 2)
6	15 fév.: Dépannage lab. #1
7	22 fév.: Remise du laboratoire #1 35% . Choix du sujet du compte-rendu de lecture et Cours magistral: Propagation des erreurs
8	1 mars: Cours magistral: Théorie sur les orbites (1 de 2)
9	Semaine de lecture (6 au 11 mars)
10	15 mars: Cours magistral: Théorie sur les orbites (2 de 2)
11	22 mars: Cours magistral : IAR-PPP et TRP
12	29 mars: Cours magistral : Applications diverses GPS(GNSS)-HP
13	5 avril: Dépannage sur le sujet du compte-rendu de lecture
14	12 avril: Remise compte-rendu de lecture 25% et présentation orale (10%) et dépannage en vue de l'examen
15	19 avril: Examen final de 3 heures 30% (avec droit aux notes de cours)

Méthodes d'enseignement

Trois heures de cours magistral par semaine. Quelques séances sont consacrées à des dépannages pour le laboratoire ou le compte-rendu de lecture.

Contenu du cours

1. Géodésie par satellites
 - 1.1 Impact des satellites artificiels en géodésie
 - 1.2 Description des systèmes de positionnement par satellites
 - 1.3 Projets nationaux et internationaux
2. Erreurs GPS et modélisation
 - 2.1 Réfraction troposphérique
 - 2.2 Réfraction ionosphérique
 - 2.3 Effets des multitrajets
 - 2.4 Calibrage du centre de phase des antennes
 - 2.5 Autres sources d'erreurs et Relativité
3. Propagation des erreurs dans les résultats du positionnement statique
 - 3.1 Solutions avec ambiguïtés libres
 - 3.2 Solutions avec ambiguïtés fixées
4. Orbites précises des satellites GPS
 - 4.1 Orbite képlérienne instantanée
 - 4.2 Équations de Lagrange
 - 4.3 Forces perturbatrices
 - 4.4 Intégration d'orbites
 - 4.5 Estimation d'orbites
5. Solutions précises en mode absolu
 - 5.1 PPP (Precise Point Positioning)
 - 5.2 TRP (Time Relative Positioning)
6. Autres applications GPS(GNSS)-HP

Contenu et activités

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

Titre	Date
Semaine 1 - Projets internationaux (IAG)	
Semaines 4 et 5 - Erreurs GPS et modélisation	
Semaine 7 - Propagation des erreurs	
Semaines 8 et 10 - Théorie sur les orbites	
Semaine 11 - IAR-PPP et TRP	
Semaine 12 - Applications GPS(GNSS)-HP	

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
Positionnement relatif statique avec mesures de phase	Dû le 22 févr. 2017 à 17h00	Individuel	35 %
Compte-rendu de lecture et présentation orale	Dû le 12 avr. 2017 à 10h30	Individuel	35 %

Examen	Le 19 avr. 2017 de 10h30 à 13h30	Individuel	30 %
--------	----------------------------------	------------	------

Un laboratoire relié au positionnement statique GPS (développement mathématique, preuves et démonstrations de formules, programmation informatique, traitement et analyse de données). Un résumé de lecture sur un sujet spécialisé avec présentation orale et remise d'un rapport écrit. Un examen final.

Informations détaillées sur les évaluations sommatives

Positionnement relatif statique avec mesures de phase

Date de remise : 22 févr. 2017 à 17h00

Mode de travail : Individuel

Pondération : 35 %

Critères de correction :


Critère	Notation
Résultats	75
Structure du code	25


Remise de l'évaluation :

[Boîte de dépôt](#)


Fichiers à consulter :


 [Description Lab1 H17.pdf](#) (40,16 Ko, déposé le 12 déc. 2016)

 [Complément théorique](#) (211,09 Ko, déposé le 2 nov. 2016)

 [Données](#) (21,75 Ko, déposé le 2 nov. 2016)

 [Valeurs de comparaison](#) (33,1 Ko, déposé le 2 nov. 2016)

 [Routines Matlab fournies](#) (131,8 Ko, déposé le 2 nov. 2016)

 [Introduction à MatLab](#) (925,75 Ko, déposé le 2 nov. 2016)

Compte-rendu de lecture et présentation orale

Date de remise : 12 avr. 2017 à 10h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 35 %

Critères de correction :

Critère	Notation
Compte-rendu de lecture	25
Présentation orale	10

Remise de l'évaluation :

[Boîte de dépôt](#)

Fichiers à consulter :

 [GMT-7010 GPS HP H17 RappLecture.pdf](#) (10,12 Ko, déposé le 12 déc. 2016)







 [RevueJournauxGéodésie-GPS_H17.doc](#) (39 Ko, déposé le 8 déc. 2016)

Examen

Date et lieu : Le 19 avr. 2017 de 10h30 à 13h30 , CSL-1333

Mode de travail : Individuel

Pondération : 30 %

Fichiers à consulter :  [Exam GMT7010 H10.pdf](#) (8,11 Ko, déposé le 2 nov. 2016)
 [Exam GMT7010 H11.pdf](#) (11,83 Ko, déposé le 2 nov. 2016)
 [Exam GMT7010 H12.pdf](#) (59,05 Ko, déposé le 2 nov. 2016)
 [Exam GMT7010 H13.pdf](#) (10,32 Ko, déposé le 2 nov. 2016)
 [Exam GMT7010 H14.pdf](#) (15,92 Ko, déposé le 2 nov. 2016)
 [Exam GMT7010 H16.pdf](#) (11,49 Ko, déposé le 12 déc. 2016)

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://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secretaire_general/Reglements/Reglement_disciplinaire_a_l_intention_des_etudiants_CA-2016-91.pdf

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, 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 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 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.

Matériel didactique

Références obligatoires

Articles et rapports techniques sur des sujets pertinents au cours

Sélectionnés par le professeur

Références complémentaires

Voir les liens WWW

URL : [Voir les liens WWW](#)

Auteur : Rock Santerre

Date d'accès : 28 novembre 2013



GPS satellite surveying

Auteur : Leick, Alfred, auteur, Rapoport, Levy auteur, Tatarnikov, Dmitry auteur

Éditeur : Wiley (Hoboken, New Jersey , 2015)

ISBN : 9781119018612

Geodesy

Auteur : volume editor, Tom Herring

Éditeur : Elsevier (Amsterdam , 2009)

ISBN : 9780444534606



GNSS - global navigation satellite systems GPS, GLONASS, Galileo, and more

Auteur : Bernhard Hofmann-Wellenhof, Herbert Lichtenegger, Elmar Wasle

Éditeur : Springer (Wien , 2008)

ISBN : 9783211730171

Precise Geodetic Infrastructure: National Requirements for a Shared Resource (2010)

URL : [Precise Geodetic Infrastructure: National Requirements for a Shared Resource \(2010\)](#)

Auteur : National Research Council

Date d'accès : 20 juin 2014



GPS Theory, Algorithms and Applications

Auteur : by Guochang Xu

Éditeur : Springer-Verlag Berlin Heidelberg (Berlin, Heidelberg , 2007)

ISBN : 9783540727156



Satellite geodesy : foundations, methods, and applications

Auteur : Günter Seeber

Éditeur : Walter de Gruyter (New York , 2003)

ISBN : 9783110175493

Geodesy

Auteur : Wolfgang Torge

Éditeur : de Gruyter (Berlin [u.a.] , 2001)

ISBN : 9783110170726

- Misra, P. and P. Enge (2005). Global Positioning System – Signals, Measurements, and Performance. Ganga-Jamuna Press, 2nd Edition, 390 p. (+CDRom).
- Montenbruck, O. and E. Gill (2000). Satellite Orbits – Models, Methods, Applications. Springer Verlag, 369 p. (+CDRom).
- Plag, H.-P. et al. (2009). Global Geodetic Observing System - GGOS. Springer Verlag, 332 p.

Bibliographie

Références bibliographiques

Les références ayant servies à la préparation du cours sont présentées dans les notes de cours.

