

PLAN DE COURS

GMT-7007 : Capteurs actifs

NRC 85594 | Automne 2020

Mode d'enseignement : Distance-Hybride

Temps consacré : 2-2-5

Crédit(s) : 3

Ce cours constitue une formation de pointe dans le domaine des capteurs actifs. Il vise la compréhension des systèmes LiDAR, Radar et Sonar utilisés dans les domaines de la télédétection et de l'hydrographie. Il aborde la géométrie d'acquisition des données et leur traitement. Ces aspects sont spécifiquement détaillés dans le cas du LiDAR, aussi bien terrestre qu'aéroporté, étant donné la place croissante de ce capteur en géomatique. Le cours couvre également les interactions du signal avec les différents milieux et les principes élémentaires de la propagation des ondes électromagnétiques et acoustiques.

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 sous 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		
lundi	15h30 à 17h20	Du 31 août 2020 au 11 déc. 2020
mardi	13h30 à 15h20	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=118552>

Coordonnées et disponibilités

Sylvie Daniel

Enseignante

Pavillon Louis-Jacques-Casault, Local 1356

sylvie.daniel@scg.ulaval.ca

Tél. : 4186567182

Disponibilités

La manière la plus simple et efficace de procéder pour me rencontrer est de m'envoyer un courriel afin que l'on détermine conjointement une date ou un moment propice. Je reste disponible à la fin des séances de cours théorique et durant les laboratoires pour répondre aux questions.

Christian Larouche

Enseignant

CSL-1354

christian.larouche@scg.ulaval.ca

Tél. : 418-656-2131 poste 404645

Disponibilités

La manière la plus simple et efficace de procéder pour me rencontrer est de m'envoyer un courriel afin que l'on détermine conjointement une date ou un moment propice. Je reste disponible à la fin des séances de cours théorique et durant les laboratoires pour répondre aux questions.

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
Description du cours	4
Objectifs d'apprentissages	4
Méthodes d'enseignement	4
Ressources humaines et physiques	4
Connaissances pré-requises	5
Contenu et activités	5
Évaluations et résultats	6
Évaluation des apprentissages	6
Informations détaillées sur les évaluations sommatives	6
Examen écrit (mi session)	6
Examen écrit (fin session)	6
Laboratoire 1	7
Laboratoire 2	7
Laboratoire 3	7
Laboratoire 5	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
Retard lors de la remise des travaux	9
Matériel didactique	9
Références obligatoires	9
Bibliographie	9
Références bibliographiques	9

Description du cours

But du cours

Le cours vise à assurer que chaque étudiant acquiert une base théorique et pratique qui lui permettra de comprendre les différents types d'application des capteurs actifs et leur usage au sein de la géomatique. Par le terme « capteurs actifs » on fait référence à trois types de technologie, soit le radar, le sonar et le LiDAR. Le cours vise aussi à explorer les limitations de ces technologies et leur intégration dans le cadre de projets de recherche. L'étudiant sera en mesure de savoir où chercher des informations additionnelles afin de compléter, au besoin, ses connaissances. Le cours couvre trois niveaux d'apprentissage:

1. la géométrie et les caractéristiques des systèmes d'acquisition, le traitement des données et les applications (foresterie, agriculture, géologie, océanographie, navigation maritime, environnement, etc.). Un accent est mis spécifiquement sur ce premier point;
2. les aspects particuliers propre à chaque type de capteur actif (la précision, les erreurs, le bruit (granularité), les sources de distorsion);
3. les concepts physiques de base (quelques notions relatives à la nature du rayonnement électromagnétique et acoustique et aux relations entre les caractéristiques physiques des milieux d'interaction et l'onde en propagation seront abordées).

Description du cours

Ce cours constitue une formation de pointe dans le domaine des capteurs actifs. Il vise la compréhension des systèmes LiDAR, Radar et Sonar utilisés dans les domaines de la télédétection et de l'hydrographie. Il aborde en détail la géométrie d'acquisition des données et leur traitement. Ces aspects sont spécifiquement détaillés dans le cas du LiDAR, aussi bien terrestre qu'aéroporté, étant donné la place croissante que ce capteur occupe dans le domaine de la géomatique. Le cours couvre également la précision des capteurs, les sources d'erreur et de bruit, les distorsions, et les interactions du signal avec les différents milieux. La maîtrise de ces enjeux d'acquisition et de traitement a pour objectif de consolider la compréhension des applications exploitant ces capteurs. Le cours s'appuie sur des cours magistraux et sur une participation active des étudiants par différents travaux de laboratoires.

Objectifs d'apprentissages

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

- 1) développer une maîtrise des aspects théoriques à la base de toute application des capteurs actifs en géomatique,
- 2) développer une familiarité avec différentes formes d'images ou données produites par des capteurs actifs dans diverses applications,
- 3) bien comprendre les limitations de l'application des capteurs actifs dans différents domaines,
- 4) pouvoir interpréter et traiter des images et des données des capteurs actifs dans divers domaines,
- 5) connaître et savoir utiliser les principaux outils de traitement d'images et de nuages de points spécifiques aux capteurs actifs.

Méthodes d'enseignement

Le cours est orienté pour moitié sur une approche théorique, l'autre moitié étant dédiée à une familiarisation pratique avec les images ou données produites par ces capteurs actifs. L'apprentissage des notions de base se fait, à raison de deux heures par semaine, par le biais d'une série de cours magistraux. Des laboratoires, à raison de deux heures par semaine, permettent aux étudiant(e)s d'acquérir les compétences relatives à l'acquisition, au traitement et à la manipulation des données.

Ressources humaines et physiques

Pour les ressources humaines, le Service d'orientation et de consultation psychologique de l'Université Laval (pavillon Maurice-Pollack, bureau 2121, tél : 656-7987; <<http://www.socp.ulaval.ca>>) peut fournir de l'aide personnalisée en matière d'adaptation aux études universitaires, de développement de la confiance en soi, de développement d'habiletés sociales ou de clarification d'une situation confuse ou trouble (deuil, rupture). N'hésitez pas à recourir à ce service (gratuit) en cas de besoin.

Les étudiants qui éprouvent des difficultés avec l'orthographe ou la grammaire française sont invités à consulter le site <<http://www.dfsf.com>> et à prendre rapidement les moyens nécessaires pour combler leurs lacunes et améliorer leurs performances. La qualité de

l'expression et de la langue fait l'objet d'une correction lors des examens et des rapports écrits (1% par faute jusqu'à concurrence de 15% de la note totale).

Pour les ressources physiques, l'étudiant aura accès aux ressources suivantes mises à sa disposition par le Département dans les salles de laboratoire, soit :

- Le logiciel de télédétection Envi;
- Le logiciel ArcGIS d'ESRI;
- Le logiciel SAGA GIS;
- Le logiciel Trimble Realworks servant au traitement des données acquises avec un scanner LiDAR terrestre, notamment le Faro X130;
- Le logiciel CloudCompare, servant au traitement de nuages de points;
- Le logiciel QPS-Qimera servant au traitement des données hydrographiques, notamment des données provenant d'un capteur Sonar multifaisceaux;
- La suite Microsoft Office;
- Les différentes imprimantes incluant un traceur à plans situé dans le laboratoire de premier cycle.

Note (1) : Les coûts relatifs à l'achat de volumes de référence ou les frais afférents aux photocopies sont à la charge de l'étudiant.

Connaissances pré-requises

Les notions mathématiques intervenant dans les principes d'acquisition et de traitement des données issues des capteurs actifs ciblés dans ce cours nécessitent des connaissances de base en algèbre linéaire et en algèbre matriciel. Ce cours suppose également une certaine familiarité de l'étudiant(e) avec les bases du calcul différentiel et intégral. Une connaissance de l'anglais écrit est aussi nécessaire.

Contenu et activités

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

Titre	Date
Séances hebdomadaires	
Semaine n°1	
Semaine n°2	
Semaine n°3	
Semaine n°4	
Semaine n°5	
Semaine n°6	
Semaine n°7	
Semaine n°8	
Semaine 9 - semaine de lecture	
Semaine n°10	
Semaine n°11	
Semaine n°12	
Semaine n°13	
Semaine n°14	
Semaine n°15	
Laboratoires	
Laboratoire 1	
Laboratoire 2	

Laboratoire 3	
Laboratoire 4	
Laboratoire 5	

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
Examen écrit (mi session)	Le 19 oct. 2020 de 15h30 à 17h30	Individuel	30 %
Examen écrit (fin session)	Le 7 déc. 2020 de 15h30 à 17h30	Individuel	25 %
Laboratoire 1	Dû le 25 sept. 2020 à 17h00	Individuel	11,25 %
Laboratoire 2	Dû le 2 oct. 2020 à 17h00	En équipe	6,75 %
Laboratoire 3	Dû le 2 nov. 2020 à 17h00	En équipe	13,5 %
Laboratoire 5	Dû le 11 déc. 2020 à 17h00	Individuel	13,5 %

Veuillez noter que les **modalités d'évaluation et les dates prévues pour celles-ci pourraient être modifiées en cours de session** advenant un resserrement des directives sanitaires ou en raison de contraintes liées à la pandémie. Conformément à l'article 162 du Règlement des études, il s'agira alors de circonstances exceptionnelles.

Les examens et travaux sont individuels. Seul le matériel de cours, les énoncés de laboratoire, les références et les liens mis à disposition sur le portail du cours sont autorisés lors des examens qui se feront en ligne. Tout accès à d'autres sources est proscrit. Il est également interdit de consulter le Web durant l'examen ou d'utiliser des logiciels (ex. logiciel SAGA).

1) Les examens (total 55%): ces deux examens, en présentiel et d'une durée de deux heures, viseront à évaluer la compréhension et l'assimilation des notions et approches liées aux capteurs actifs vues lors des cours théoriques et des laboratoires. L'examen de mi-session sera récapitulatif des notions relatives au LiDAR. L'examen final sera récapitulatif des notions relatives au SONAR et au RADAR. Les examens devront être réalisés seul.

2) Les laboratoires (total 45%): ils seront réalisés seul. Les étudiant(e)s devront remettre **un rapport écrit** ainsi que les **fichiers résultats** des traitements appliqués aux données fournies.

Informations détaillées sur les évaluations sommatives

Examen écrit (mi session)

Titre du questionnaire :	Examen écrit (mi session)
Période de disponibilité :	Le 19 oct. 2020 de 15h30 à 17h30
Tentatives :	1 tentative permise
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	30 %

Examen écrit (fin session)

Titre du questionnaire :	Examen écrit (fin session)
Période de disponibilité :	Le 7 déc. 2020 de 15h30 à 17h30
Tentatives :	1 tentative permise
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	25 %

Laboratoire 1

Date de remise :	25 sept. 2020 à 17h00
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	11,25 %
Remise de l'évaluation :	Boîte de dépôt

Laboratoire 2

Date de remise :	2 oct. 2020 à 17h00
Mode de travail :	En équipe
Pondération :	6,75 %
Remise de l'évaluation :	Boîte de dépôt

Laboratoire 3

Date de remise :	2 nov. 2020 à 17h00
Mode de travail :	En équipe
Pondération :	13,5 %
Remise de l'évaluation :	Boîte de dépôt

Laboratoire 5

Date de remise :	11 déc. 2020 à 17h00
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	13,5 %
Remise de l'évaluation :	Boîte de dépôt

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

Cote	% minimum	% maximum
C+	71,5	74,49
C	68,5	71,49
E	0	68,49

B-	74,5	77,49
----	------	-------

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, 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 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.

Retard lors de la remise des travaux

Tout travail non remis dans les délais prévus sera pénalisé de 20% par jour des points accordés. Soyez prévoyants!

Matériel didactique

Références obligatoires

Il n'y a pas d'ouvrage obligatoire requis pour ce cours.

Bibliographie

Références bibliographiques

Ulaby, Moore et Fung, Microwave Remote Sensing: Active and Passive, 3 volumes

Elachi, 1987, Spaceborne Radar Remote Sensing: Applications and Techniques, New York: IEEE Press

Rees W.G., 2001, Physical Principles of Remote Sensing; Second Edition, Cambridge University Press

Measure R., 1984, Laser Remote Sensing: Fundamentals and Applications, Krieger Publishing Company

Bunkin A, Voliak K, 2001, Laser Remote Sensing of the Ocean: Methods and Applications, Wiley-Interscience

Weitkamp C., 2005, Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere – Springer

Fujii T., Fukuchi T., 2005, Laser Remote Sensing, Boca Raton: Taylor & Francis

Urlick R., 1967, Principles of Underwater Sound for Engineers, McGraw-Hill Inc

Burdic S., 1984, Underwater acoustic system analysis, Prentice-Hall Signal Processing Series

Lurton X., 2002, An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications

Le Chevalier F., 2002, Principles of Radar and Sonar Signal Processing, Artech House Inc

Shan J., Toth C. K., Topographic laser ranging and scanning: principles and processing, CRC Press.

Vosselman, G. and Maas, H., 2010, Airborne and Terrestrial Laser Scanning, CRC Press.

Renslow M., 2012, Manual of airborne topographic LiDAR, ASPRS, <http://www.nevskyforum.com/manual-of-airborne-topographic-lidar.pdf>

IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, IJRS, PR&RS, Photogrammetry and Remote Sensing etc.

IEEE Journal of Oceanic Engineering

IGARSS, OCEANS conferences

Site web du Centre canadien de télédétection présentant un cours d'introduction à la télédétection : <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/tutorial/indexf.html>

Debese N., 2013. Bathymétrie - Sondeurs, traitement des données, modèles numériques de terrain - Cours et exercices corrigés (niveau C) http://www.editions-ellipses.fr/product_info.php?cPath=655_579&products_id=9105