

PLAN DE COURS

GMT-7007 : Capteurs actifs

NRC 88467 | Automne 2016

Mode d'enseignement : Présentiel

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 en profondeur des systèmes Radar, Sonar et Lidar, utilisés dans les domaines de la télédétection et de l'hydrographie. Il aborde les principes élémentaires de la propagation des ondes électromagnétiques et acoustiques. Le cours couvre également les fondements de la formation, de l'émission et de la réception du signal communs aux trois capteurs actifs étudiés et aborde les particularités de chacun, du point de vue des équations régissant leur fonctionnement et du traitement du signal ainsi que de la maîtrise de ces enjeux physiques ayant pour objectif de consolider la compréhension des applications exploitant ces capteurs. Le cours s'appuie sur quelques cours magistraux et sur une participation active des étudiants par différents travaux (séminaires, résolutions de problèmes, etc.).

Plage horaire

Cours en classe			
lundi	15h30 à 17h20	CSL-1333	Du 6 sept. 2016 au 16 déc. 2016
Laboratoire			
mardi	13h30 à 15h20	CSL-1654	Du 6 sept. 2016 au 16 déc. 2016

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=71881>

Coordonnées et disponibilités

Sylvie Daniel

Enseignante

1344, Pavillon Louis-Jacques-Casault

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

christian.larouche@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
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	5
Évaluation des apprentissages	5
Informations détaillées sur les évaluations sommatives	6
Examen écrit	6
Projet de session	6
Laboratoire 1	6
Laboratoire 2	6
Laboratoire 3	7
Barème de notation	7
Correction linguistique, retard et présentation des travaux	7
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat	8
Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation	8
Absence aux examens	8
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:

- .. 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;
- !. les aspects particuliers propre à chaque type de capteur actif (l'historique des capteurs actifs, le bruit (granularité), les notions de rugosité, et les relations entre les caractéristiques physiques des milieux d'interaction et l'onde en propagation);
- ! les concepts physiques de base (quelques notions relatives à la nature du rayonnement électromagnétique et acoustique et à la théorie de la propagation des ondes 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 les interactions du signal avec les différents milieux et les principes élémentaires de la propagation des ondes électromagnétiques et acoustiques. 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 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 données 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, soit :

- Le logiciel de télédétection Envi installé sur les ordinateurs dans les salles de laboratoire du Département des sciences géomatiques.
- Le logiciel de télédétection PCI Geomatica version 10.1 installé sur les ordinateurs dans les salles de laboratoire du Département des sciences géomatiques.
- Le logiciel ArcGIS d'ESRI installé sur les ordinateurs dans les salles de laboratoire du Département des sciences géomatiques.
- Le logiciel CloudCompare installé sur les ordinateurs dans les salles de laboratoire du Département des sciences géomatiques.
- La suite Microsoft Office installée sur les ordinateurs dans les laboratoires de premier cycle.
- 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) 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
Semaine n°1 - 5 septembre 2016 (Fête du travail)	
Semaine n°2 - 12 septembre 2016	
Semaine n°3 - 19 septembre 2016	
Semaine n°4 - 26 septembre 2016	
Semaine n°5 - 3 octobre 2016	
Semaine n°6 - 10 octobre 2016 (Action de Grâce)	
Semaine n°7 - 17 octobre 2016 (examen écrit)	
Semaine n°8 - 24 octobre 2016	
Semaine n°9 - 31 octobre 2016 (semaine de lecture)	
Semaine n°10 - 7 novembre 2016	
Semaine n°11 - 14 novembre 2016	
Semaine n°12 - 21 novembre 2016	
Semaine n°13 - 28 novembre 2016	
Semaine n°14 - 5 décembre 2016	
Semaine n°15 - 12 décembre 2016 (présentation projets de session)	

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	Le 18 oct. 2016 de 13h30 à 15h30	Individuel	35 %
Projet de session	Dû le 12 déc. 2016 à 17h30	Individuel	25 %
Laboratoire 1	Dû le 4 oct. 2016 à 17h00	Individuel	16 %
Laboratoire 2	Dû le 22 nov. 2016 à 17h00	Individuel	16 %
Laboratoire 3	Dû le 16 déc. 2016 à 17h00	Individuel	8 %

Informations détaillées sur les évaluations sommatives

Examen écrit

Date et lieu : Le 18 oct. 2016 de 13h30 à 15h30 , 1654

Mode de travail : Individuel

Pondération : 35 %

Remise de l'évaluation : Local 1654

Directives de l'évaluation :

L'examen est individuel. L'examen se déroule sans droit aux notes ou ni autres documents. Seule une calculatrice figure parmi le matériel autorisé. Aucun échange de calculatrice n'est permis à l'examen.

Matériel autorisé : Calculatrice

Projet de session

Date de remise : 12 déc. 2016 à 17h30

Mode de travail : Individuel

Pondération : 25 %

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

Fichiers à consulter : [Description du projet de session](#) (62,6 Ko, déposé le 9 août 2016)
[SecteurFavorable_Eolien.kmz](#) (732 octets, déposé le 9 août 2016)
[SecteurFavorable_Hydrolien.kmz](#) (808 octets, déposé le 9 août 2016)

Laboratoire 1

Date de remise : 4 oct. 2016 à 17h00

Mode de travail : Individuel

Pondération : 16 %

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

Fichiers à consulter : [Lab1 Capteurs Actifs](#) (789,41 Ko, déposé le 24 août 2016)
[GreenRiver.zip](#) (42,95 Mo, déposé le 9 août 2016)
[GreenRiver_TXT.zip](#) (15,61 Mo, déposé le 13 sept. 2016)
[ChangeDetection.zip](#) (23,58 Mo, déposé le 17 août 2016)
[Kamouraska.zip](#) (5,17 Mo, déposé le 17 août 2016)

Laboratoire 2

Date de remise : 22 nov. 2016 à 17h00
 Mode de travail : Individuel
 Pondération : 16 %
 Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)
 Fichiers à consulter : [Lab1_PostTraitementDansPospac.docx](#) (14,94 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Lab2_TraitementDansTrident.docx](#) (17,71 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice1_00_ParametresEnregistrement_DetectTargets0.PNG](#) (46,55 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice1_01_ParametresEnregistrement_RegisterToTargets.PNG](#) (47,1 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice1_02_ParametresEnregistrement_DetectTargets1.PNG](#) (46,85 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice2_00_SignDetection.PNG](#) (40,8 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice3_00_XSections_ClearanceLines.PNG](#) (32,62 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice4_00_XSections_ClearanceLines.PNG](#) (30,63 Ko, déposé le 16 août 2016)
[Exercice4_01_HorizontalClearanceLines.PNG](#) (22,19 Ko, déposé le 16 août 2016)

Laboratoire 3

Date de remise : 16 déc. 2016 à 17h00
 Mode de travail : Individuel
 Pondération : 8 %
 Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)
 Fichiers à consulter : [Lab4 Capteurs Actifs](#) (337,77 Ko, déposé le 24 août 2016)
[Informations sur les images radar](#) (301,76 Ko, déposé le 24 août 2016)
[IFSARAK2010N6145W14830_01.ZIP](#) (72,26 Mo, déposé le 9 août 2016)
[IFSARAK2010N6200W15015_01.ZIP](#) (59,21 Mo, déposé le 9 août 2016)
[Baltimore_couleur.tiff](#) (206,02 Mo, déposé le 9 août 2016)
[Baltimore_HH.tiff](#) (70,37 Mo, déposé le 9 août 2016)
[Baltimore_HV.tiff](#) (70,76 Mo, déposé le 9 août 2016)
[West29_Shp.zip](#) (2,3 Mo, déposé le 9 août 2016)
[imgWest29PS_Total.pix](#) (1,99 Mo, déposé le 9 août 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/Secrtaire_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 :

- .. 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;
- !.. résumer l'idée originale d'un auteur(e) en l'exprimant dans ses propres mots (paraphraser) sans en mentionner la source;
- !.. traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance;
- !.. remettre un travail copié partiellement ou totalement d'un autre étudiant(e) (avec ou sans son accord);
- !.. 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.

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

Urick 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.

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