

## Information générale

Cours	
<b>Titre</b>	BIO3756-A-E24 - Télédétection de la végétation par drone
<b>Nombre de crédits</b>	3
<b>Sigle</b>	BIO3756-A-E24
<b>Site StudiUM</b>	<a href="#">BIO3756-A-E24 - Télédétection de la végétation par drone</a>
<b>Faculté / École / Département</b>	Arts et sciences / Département de sciences biologiques
<b>Trimestre</b>	Été
<b>Année</b>	2024
<b>Mode d'enseignement</b>	Hybride
<b>Déroulement du cours</b>	Préparation au stage de terrain : Capsules vidéo et quiz sur StudiUM à suivre/compléter de façon autonome entre le 1 et 12 mai 2024 (virtuel) Stage de terrain : Lundi 13 mai 2024 au vendredi 17 mai 2024, à la Station de biologie des Laurentides (SBL) (présentiel) Séances de travaux pratiques : 2 séances, les mercredis 13:00-16:00 (présentiel)
<b>Charge de travail hebdomadaire</b>	Préparation au stage de terrain : 10 h de préparation pour suivre capsules et compléter les quiz Stage de terrain : 5 jours * 12 h / jour = 60 h Examen intra : 8 h d'étude + 3 h examen = 11 h Séances de travaux pratiques : 2 * (3 h / séance + 24 h de travail personnel / séance pour 2e et 3e cycles) = 54 h Total : 135 h / 8 sem = ~17 h / sem

Enseignant		
Etienne Laliberté	<b>Titre</b>	Professeur titulaire
	<b>Coordonnées</b>	etienne.laliberte@umontreal.ca
	<b>Disponibilités</b>	En présentiel durant les heures de cours et du stage de terrain. En ligne via StudiUM (Forum « Questions et réponses ») et par courriel. Possibilité de planifier un rendez-vous au besoin.

Personne-ressource		
Alice Gravel	<b>Responsabilité</b>	Chef-démo
	<b>Coordonnées</b>	alice.gravel@umontreal.ca
	<b>Disponibilités</b>	En présentiel durant les heures de cours et du stage de terrain. En ligne via StudiUM (Forum « Questions et réponses ») et par courriel. Possibilité de planifier un rendez-vous au besoin.

Description du cours	
<b>Description simple</b>	Cours terrain de télédétection de la végétation par drone. Manipulation de drones. Planification de mission de vol. Photogrammétrie. Modèles de hauteur de canopée. Analyse d'images pour la cartographie d'espèces végétales. Remarque: Aux cycles supérieurs, vous devez suivre le cours BIO6756.
<b>Description détaillée</b>	L'imagerie par drone, combinée à la photogrammétrie et à la vision par ordinateur (apprentissage profond), offrent un potentiel immense pour caractériser la végétation à haute résolution (mm ou cm / pixel) sur des vastes superficies (dizaines ou centaines d'hectares). Cela inclut la caractérisation écologique du territoire, la détection d'espèces végétales envahissantes, le suivi de plantes menacées ou vulnérables, ou d'autres applications en écologie végétale ou foresterie (e.g. suivi de la croissance des arbres).

	<p>Ce stage pratique en télédétection de la végétation par drone est construit pour les biologistes et écologistes qui souhaiteraient utiliser cette technologie pour caractériser la végétation dans un cadre de leur recherche ou dans le milieu du travail. L'étudiant-e réalisera en équipe un projet de caractérisation de la végétation (hauteur de la canopée, cartographie d'espèces d'arbres) de A à Z, de la planification de la mission de vol pour l'acquisition d'imagerie jusqu'à l'analyse d'imagerie pour cartographier la végétation. Le cours est divisé en trois parties : (1) une période de préparation au stage de terrain, en mode virtuel et réalisée de façon autonome, (2) une semaine de terrain à la station de biologie des Laurentides au début de l'été, pendant lequel les aspects pratiques seront enseignés et les données de terrain et d'imagerie acquises et (3) deux séances de travaux pratiques en laboratoire informatique pour analyser les données.</p> <p>Aucun cours préalable n'est requis, bien que le cours GEO1532 (SIG1) est recommandé.</p> <p>Cours contingenté à 30 étudiant-e-s (incluant le 1er cycle, BIO3756 et le 2e cycle, BIO6756).</p>
<b>Place du cours dans le programme</b>	Offert aux étudiant-e-s en biologie dans l'orientation biodiversité, écologie et évolution sans cours préalables (cependant le cours optionnel GEO1532 SIG1 est recommandé).

## Apprentissages visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>À la fin du cours, l'étudiant-e sera en mesure d'utiliser un drone afin de caractériser la végétation, plus spécifiquement:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesurer la hauteur de la canopée à l'aide de la photogrammétrie</li> <li>• Cartographier des espèces végétales à l'aide de l'apprentissage profond</li> </ul>
<b>Objectifs d'apprentissage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifier une mission de vol de drone pour des applications en écologie végétale, foresterie ou agriculture</li> <li>• Acquérir des photos aériennes par drone en contexte forestier</li> <li>• Utiliser un récepteur GNSS différentiel et mesurer des points de contrôle</li> <li>• Utiliser un logiciel de photogrammétrie pour créer des nuages de points 3D, modèles numériques de surface et orthomosaïques</li> <li>• Créer et valider des modèles de hauteurs de canopée</li> <li>• Utiliser l'apprentissage profond pour détecter des espèces végétales à partir d'imagerie</li> </ul>

## Calendrier des séances

1 mai 2024	<b>Titre</b>	Préparation au stage de terrain
	<b>Contenus</b>	Notions théoriques pour se préparer au stage pratique de terrain
	<b>Activités</b>	Capsules vidéo à suivre et quiz à compléter de façon autonome sur StudiUM
	<b>Lectures et travaux</b>	Capsules vidéo à suivre sur StudiUM
	<b>Évaluation</b>	Quiz à compléter sur StudiUM avant le stage de terrain à la SBL
13 mai 2024	<b>Titre</b>	Terrain jour 1

	<b>Contenus</b>	Présentation du stage. Pratique de vol. Tests de caméra.
	<b>Activités</b>	Présentation du stage de terrain. Formation des équipes. Démonstration du drone et pratique de vol par équipe. Tests des paramètres de caméra. Soirée: présentations orales, par équipe, des résultats des tests de caméra.
	<b>Lectures et travaux</b>	Laïus et activités sur le terrain en équipes
	<b>Évaluation formative</b>	Présentation orale par équipe en soirée sur les résultats des tests de caméra
14 mai 2024	<b>Titre</b>	Terrain jour 2
	<b>Contenus</b>	Planification d'une mission de vol. Création d'une orthomosaïque par photogrammétrie.
	<b>Activités</b>	Les équipes auront à planifier, sous supervision, leur première mission de vol. La mission sera exécutée en avant-midi. En après-midi, les étudiants apprendront à utiliser la photogrammétrie. En soirée, ils présenteront leurs résultats.
	<b>Lectures et travaux</b>	Laïus et activités sur le terrain en équipes.
	<b>Évaluation formative</b>	Présentation orale par équipe en soirée sur les résultats de leur première mission
15 mai 2024	<b>Titre</b>	Terrain jour 3
	<b>Contenus</b>	Planification et exécution de la mission "hauteurs d'arbres" et/ou de la mission "pin blanc". Mesure de points de contrôle. Mesures d'arbres sur le terrain.
	<b>Activités</b>	Les équipes auront à planifier et exécuter deux missions pendant les jours 3 et 4. La première sera pour mesurer des hauteurs d'arbres (utilisée pour le TP#1) à partir de la photogrammétrie. Pour cette mission, les étudiants devront mesurer plusieurs arbres et installer et mesurer des points de contrôle. Pour la deuxième mission (utilisée pour le TP #2), les étudiants survoleront une zone de pins blanc et annoteront les couronnes de pins blanc à partir de l'orthomosaïque générée.
	<b>Lectures et travaux</b>	Laïus et activités sur le terrain en équipes
16 mai 2024	<b>Titre</b>	Terrain jour 4
	<b>Contenus</b>	Planification et exécution de la mission "hauteurs d'arbres" et/ou de la mission "pin blanc". Mesure de points de contrôle. Mesures d'arbres sur le terrain.
	<b>Activités</b>	Continuation du jour 3
	<b>Lectures et travaux</b>	Activités sur le terrain en équipes
17 mai 2024	<b>Titre</b>	Terrain jour 5
	<b>Contenus</b>	Remise des fichiers, étude et examen intra.
	<b>Activités</b>	Remise de tous les fichiers des deux missions des jours 3 et 4. Étude en AM. Examen intra en PM.
	<b>Évaluation</b>	Remise des fichiers. Participation aux activités de terrain. Examen intra.
29 mai 2024	<b>Titre</b>	Séance TP #1
	<b>Contenus</b>	Comparaisons d'hauteurs d'arbres selon différentes

		méthodes (terrain, drone/photogrammétrie).
	<b>Activités</b>	Séance d'analyse de données en laboratoire informatique.
	<b>Lectures et travaux</b>	Lecture des instructions du TP et de l'énoncé à compléter avant la séance.
	<b>Évaluation</b>	Quiz préparatoire à compléter avant la séance. Rapport de TP à remettre.

12 juin 2024	<b>Titre</b>	Séance TP #2
	<b>Contenus</b>	Cartographie du pin blanc à l'aide de l'apprentissage profond.
	<b>Activités</b>	Séance d'analyse de données en laboratoire informatique.
	<b>Lectures et travaux</b>	Lecture des instructions du TP et de l'énoncé à compléter avant la séance.
	<b>Évaluation</b>	Quiz préparatoire à compléter avant la séance. Rapport de TP à remettre.

**Attention !** Exceptionnellement, l'enseignant peut apporter des modifications aux dates des évaluations. Le cas échéant, l'enseignant doit obtenir l'appui de la majorité des étudiants de sa classe. Veuillez vous référer à l'[article 4.8 du Règlement des études de premier cycle](#) et à l'[article 28 du Règlement pédagogique de la Faculté des études supérieures et postdoctorales](#).

## Évaluations

### Calendrier des évaluations

12 mai 2024	<b>Activité</b>	Quiz préparatoires au stage de terrain
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Maîtriser les notions importantes pour se préparer au stage de terrain.
	<b>Critères d'évaluation</b>	Série de quiz (1 quiz par capsule vidéo). Quiz à compléter de façon autonome sur StudiUM. Tentatives illimitées et évaluation selon la note la plus élevée de toutes les tentatives.
	<b>Pondération</b>	6% (1% par quiz)

17 mai 2024	<b>Activité</b>	Participation aux activités de terrain
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Planifier une mission de drone, créer les produits de photogrammétrie et acquérir un jeu de données d'annotation et des mesures d'arbres.
	<b>Critères d'évaluation</b>	L'étudiant-e doit participer activement à toutes les activités de terrain pendant le stage. Dans les activités d'équipe, l'étudiant-e doit contribuer de façon équitable par rapport aux autres membres de son équipe.
	<b>Pondération</b>	SSE 3 niveaux : Ne satisfait pas aux attentes, Satisfait partiellement aux attentes, Satisfait aux attentes 5%

17 mai 2024	<b>Activité</b>	Remise des fichiers pour le TP #1: orthomosaïque modèle numérique de surface nuage de points 3D rapport de photogrammétrie fichier .csv des points de contrôle couche d'arbres mesurés avec hauteurs
-------------	-----------------	--

	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Créer les produits de photogrammétrie Géo-localiser et mesurer des hauteurs d'arbres Mesurer et utiliser des points de contrôle
	<b>Pondération</b>	10%
17 mai 2024	<b>Activité</b>	Remise des fichiers pour le TP #2: orthomosaique rapport de photogrammétrie couche des polygones de pins blancs
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Créer les produits de photogrammétrie Annoter des couronnes d'arbres
	<b>Pondération</b>	5%
17 mai 2024	<b>Activité</b>	Examen intra
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Maîtriser les notions présentées dans les capsules vidéo (préparation au stage) ainsi que pendant le stage de terrain (aspects pratiques et théoriques).
	<b>Critères d'évaluation</b>	Examen intra en ligne sur StudiUM.
	<b>Pondération</b>	15%
28 mai 2024	<b>Activité</b>	Quiz préparatoire au TP #1
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Maîtriser les notions importantes pour réaliser le TP #1 Comprendre les étapes d'analyses qui seront réalisées pendant le TP #1
	<b>Critères d'évaluation</b>	Court quiz portant sur le TP #1 pour s'assurer que l'étudiant-e arrive bien préparé-e pour la séance informatique.
	<b>Pondération</b>	2%
7 juin 2024	<b>Activité</b>	Travail pratique #1 : Hauteurs d'arbres
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Développer des aptitudes de base pour la manipulation et la visualisation des données Se familiariser avec des instruments et méthodes spécialisées pour l'inventaire écoforestier (e.g. récepteurs GNSS, logiciels SIG, photogrammétrie à l'aide d'imagerie acquise par drone) Communiquer efficacement les résultats des analyses sous forme écrite
	<b>Critères d'évaluation</b>	À l'aide des données de hauteurs d'arbres géoréférencées ainsi que des images acquises par drone pendant le stage, l'étudiant-e réalisera à l'aide d'un logiciel de photogrammétrie une orthomosaique couleur à haute résolution de la zone étudiée, ainsi qu'un modèle 3D (nuage de points) et modèle numérique de surface (MNS). L'étudiant-e comparera les hauteurs d'arbres mesurées sur le terrain avec les hauteurs d'arbres extraites du MNS. L'étudiant-e interprétera les résultats et discutera de l'exactitude des différents jeux de données au niveau de la hauteur de la canopée, et expliquera les sources d'erreur possibles pouvant expliquer les différences.
	<b>Pondération</b>	30%

11 juin 2024	<b>Activité</b>	Quiz préparatoire au TP #2
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Maîtriser les notions importantes pour réaliser le TP #2 Comprendre les étapes d'analyses qui seront réalisées pendant le TP #2
	<b>Critères d'évaluation</b>	Court quiz portant sur le TP #2 pour s'assurer que l'étudiant-e arrive bien préparé-e pour la séance informatique.
	<b>Pondération</b>	2%

21 juin 2024	<b>Activité</b>	Travail pratique #2 : Cartographie d'espèces d'arbres
	<b>Objectifs d'apprentissage visés</b>	Développer des aptitudes de base pour la manipulation et la visualisation des données Se familiariser avec l'apprentissage profond et son application pour la détection d'objets à partir d'imagerie Communiquer efficacement les résultats des analyses sous forme écrite
	<b>Critères d'évaluation</b>	À l'aide des orthomosaïques RVB acquises par drone/photogrammétrie et les annotations de pins blancs acquises sur le terrain pendant le stage, l'étudiant-e utilisera un modèle d'apprentissage profond (segmentation sémantique du pin blanc) et validera sa performance. Une cartographie du pin blanc pour la zone d'intérêt sera réalisée. L'étudiant-e interprétera les résultats et discutera de la performance du modèle.
	<b>Pondération</b>	25%

**Attention !** Exceptionnellement, l'enseignant peut apporter des modifications aux dates des évaluations. Le cas échéant, l'enseignant doit obtenir l'appui de la majorité des étudiants de sa classe. Veuillez vous référer à [l'article 4.8 du Règlement des études de premier cycle](#) et à [l'article 28 du Règlement pédagogique de la Faculté des études supérieures et postdoctorales](#).

## Consignes et règles pour les évaluations

<b>Absence à une évaluation</b>	Toute absence à une évaluation doit être justifiée par écrit avec les pièces nécessaires au maximum deux jours ouvrables après le jour de l'évaluation. Si le motif est jugé valable, l'étudiant-e pourrait être convoqué-e à une autre séance d'évaluation, ou l'évaluation pourrait ne pas compter pour la note finale (à la discrétion du professeur en tenant compte des circonstances particulières).
<b>Dépôts des travaux</b>	Une pénalité de 5% par jour de retard pour la remise des travaux pratiques est applicable.
<b>Matériel autorisé</b>	Tout le matériel en classe est autorisé pour les évaluations.
<b>Qualité de la langue</b>	Jusqu'à 5% de la note pourrait être enlevée pour la qualité de français dans les travaux écrits.

## Rappels

### Dates importantes

<b>Modification de l'inscription</b>	9 mai 2024
<b>Date limite d'abandon</b>	31 mai 2024
<b>Fin du trimestre</b>	21 juin 2024
<b>Évaluation de l'enseignement</b>	2024-06-12

Accordez à l'évaluation tout le sérieux qu'elle mérite. Vos commentaires contribuent à

améliorer le déroulement du cours et la qualité de la formation.

**Attention !** En cas de différence entre les dates inscrites au plan de cours et celles publiées dans le Centre étudiant, ces dernières ont préséance. Accédez au Centre par le [Bureau du registraire](#) pour trouver l'information. Pour les cours à horaires atypiques, les dates de modification de l'inscription et les dates d'abandon peuvent être différentes de celles des cours à horaires réguliers.

## Utilisation des technologies en classe

<b>Enregistrement des cours</b>	L'enregistrement des cours n'est généralement pas autorisé. Si, pour des raisons valables, vous désirez enregistrer une ou plusieurs séance(s) de cours, vous devez préalablement obtenir l'autorisation écrite de votre enseignant au moyen du formulaire prévu à cet effet <a href="#">Demande d'autorisation pour l'enregistrement d'un cours</a> . Notez que la permission d'enregistrer NE donne PAS la permission de diffuser l'enregistrement.
<b>Prise de notes et activités d'apprentissage avec ordinateurs, tablettes ou téléphones intelligents</b>	L'utilisation des technologies en classe est permise dans la mesure où elle n'interfère pas avec la prestation et où elle ne constitue pas un irritant pour les autres personnes.

## Ressources

### Ressources obligatoires

<b>Documents</b>	Voir sur StudiUM.
<b>Ouvrages en réserve à la bibliothèque</b>	Aucun
<b>Équipement (matériel)</b>	Bottes imperméables et/ou bottes/souliers de randonnée. Imperméable (idéalement 2 pièces). Vêtements appropriés pour le travail de terrain (chemise à manches longues et pantalons recommandés). Sac à dos. Bouteille d'eau. Ordinateur portable à emprunter à la bibliothèque et apporter pour la partie terrain (SBL). Si vous préférez utiliser votre ordinateur portable, voir sur StudiUM les logiciels à installer. Téléphone intelligent (si disponible; sera utilisé sur le terrain avec application ArcGIS Field Maps). Chapeau ou casquette. Chasse-moustiques. Écran solaire.

### Ressources complémentaires

<b>Documents</b>	Voir sur StudiUM.
<b>Sites Internet</b>	Voir sur StudiUM.
<b>Guides</b>	Voir sur StudiUM.

### Soutien à la réussite

De nombreuses activités et ressources sont offertes à l'Université de Montréal pour faire de votre vie étudiante une expérience enrichissante et agréable. La plupart d'entre elles sont gratuites. Explorez les liens ci-dessous pour en savoir plus.

[Centre de communication écrite](#)

[Centre étudiant de soutien à la réussite](#)

[Services des bibliothèques UdeM](#)

[Soutien aux étudiants en situation de handicap](#)

## Cadres règlementaires et politiques institutionnelles

### Règlements et politiques

Apprenez à connaître les règlements et les politiques qui encadrent la vie universitaire.

**Règlement des études** [Règlement des études de premier cycle](#)

Que vous soyez étudiant régulier, étudiant libre ou étudiant visiteur, connaître le règlement qui encadre les études est tout à votre avantage. Consultez-le !

[Règlement pédagogique des études supérieures et postdoctorales](#)

**Politique-cadre sur l'intégration des étudiants en situation de handicap**

[Politique-cadre sur l'intégration des étudiants en situation de handicap](#)

[Demande d'accommodement et responsabilités](#)

Renseignez-vous sur les ressources disponibles les mieux adaptées à votre situation auprès du Bureau de soutien aux étudiants en situation de handicap (BSESH). Le deuxième lien ci-contre présente les accommodements aux examens spécifiques à chaque faculté ou école

## Intégrité, fraude et plagiat

Problèmes liés à la gestion du temps, ignorance des droits d'auteurs, crainte de l'échec, désir d'égaliser les chances de réussite des autres – aucune de ces raisons n'est suffisante pour justifier la fraude ou le plagiat. Qu'il soit pratiqué intentionnellement, par insouciance ou par négligence, le plagiat peut entraîner un échec, la suspension, l'exclusion du programme, voire même un renvoi de l'université. Il peut aussi avoir des conséquences directes sur la vie professionnelle future. Plagier ne vaut donc pas la peine !

Le plagiat ne se limite pas à faire passer un texte d'autrui pour sien. Il existe diverses formes de manquement à l'intégrité, de fraude et de plagiat. En voici quelques exemples :

- Dans les travaux : Copier un texte trouvé sur Internet sans le mettre entre guillemets et sans citer sa source ; Soumettre le même travail dans deux cours (autoplégat) ; Inventer des faits ou des sources d'information ; Obtenir de l'aide non autorisée pour réaliser un travail.
- Durant les évaluations : Utiliser des sources d'information non autorisées ; Obtenir des réponses de façon illicite ; S'identifier faussement comme un étudiant du cours.

[Site Intégrité](#)

[Les règlements expliqués](#)