

# Géomatique et systèmes d'information géographique (3 ECTS)

Bachelor en géosciences et environnement

Programme du cours (Dernière mise à jour: September 6, 2022)

**Professeur:** Tom Beucler (IDYST, Cliquez ici pour le site web du cours, tom.beucler@unil.ch)

**Assistants à l'enseignement:** Naël Bagutti nael.bagutti@unil.ch, Luca Eiholzer luca.eiholzer@unil.ch, Alessio Poloni alessio.poloni@unil.ch, Nicola Pontiggia nicola.pontiggia@unil.ch.

La géomatique, définie comme la “discipline regroupant la collection, la distribution, le stockage, l'analyse, le traitement, et la présentation des géodonnées et de l'information géographique”<sup>1</sup> réunit des outils utiles à des domaines variés, de la cartographie et l'arpentage à la photogrammétrie et aux systèmes de positionnement satellites en passant par la géophysique. Parmi ces outils, les systèmes d'information géographique (ou SIG) se sont imposés comme indispensables à la compréhension et la gestion des territoires. En effet, ceux-ci permettent de mobiliser, produire, visualiser, et analyser l'information géographique pour répondre à des problématiques ayant une dimension spatiale.

Ce cours appliqué de 12 semaines présentera les bases de la géomatique, qui seront mises en pratique grâce à l'étude de cas concrets à l'aide des logiciels SIG. L'objectif est qu'à la fin du cours, tu saches:

1. quand et comment recourir aux SIGs,
2. chercher et télécharger des géodonnées,
3. maîtriser les fonctionnalités principales du logiciel “ArcGIS Pro” tout en se familiarisant avec les logiciels QGIS, Python, et Adobe Illustrator,
4. visualiser, manipuler (par exemple agréger, délimiter, combiner), et analyser/modéliser spatialement (par exemple interpoler) les données vecteur et raster grâce à ces logiciels, et
5. mener ton propre projet en géomatique appliquée.

## 1 Structure du cours

Dans le cadre des ces cinq objectifs, chaque cours de  $2 \times 45$  minutes sera structuré de la manière suivante:

- **Cours magistral** ( $\approx 15-20$  minutes/semaine): Résumé des notions théorique de la semaine. Nous nous appuyons sur le manuel *Les systèmes d'information géographique: Principes, concepts et méthodes* de C. Aschan-Leygonie, C. Cuntz & Davoine, P. A. (2019, éditions Armand Colin), dont la lecture est vivement conseillée (mais non obligatoire).
- **Quiz Moodle** ( $\approx 10-15$  minutes/semaine, 25% de la note finale): Basé sur les notions théoriques de la semaine et des semaines précédentes, ce quiz en ligne mobilisera tes connaissances au travers de questions à choix multiples. L'accent est mis sur la participation (15% de la note finale), et la qualité des réponses comptera pour 10% de la note finale.
- **Travaux pratiques** ( $\approx 1$  heure/semaine, 25% de la note finale): Les TPs seront des études de cas concret en géomatique appliquée, le plus souvent sur ArcGIS Pro. Nous donnerons des conseils généraux et t'aiderons individuellement pendant toute la deuxième tranche de 45 minutes du cours. Pour obtenir la note maximale, rends le TP sur Moodle au plus tard 24 heures avant le début du cours de la semaine d'après. Pour encourager un travail continu, l'accent est mis sur le rendu (10% de la note finale), tandis que le contenu exact du TP ne comptera que pour 15% de la note finale.
- **Projet individuel** ( $\approx 1$  heure/semaine, 50% de la note finale, cf section 3 pour plus de détails): L'objectif du projet individuel est de réaliser et communiquer une analyse spatiale multicritère en 4 étapes:
  1. (10% de la note) Choix et téléchargements de géodonnées et construction d'une base de données ouverte,
  2. (10% de la note) Analyse et modélisation spatiale d'un phénomène spatial (par ex. le relief, un risque, une variable physique comme Température, précipitation, évapotranspiration, etc.),
  3. (10% de la note) Habillage et mise en valeur de la carte produite,
  4. (20% de la note) Rédaction d'1 page avec contexte/objectif/méthodologie/résultats/hyperlien de la géodatabase.

Nous avons réservé une séance de cours par étape pour t'aider individuellement dans la réalisation de ton projet.

---

<sup>1</sup>défini par le comité ISO/TC 211 dans la directive ISO/TR 19122:2004 et traduit de l'anglais

## 2 Emploi du temps

Pour rester à jour sur les horaires et salles de cours, nous te conseillons d'ajouter le calendrier Google du cours à ton propre calendrier en utilisant le lien suivant: Lien vers le calendrier public du cours.

### **Semaine 1 : Introduction à la géomatique et aux Systèmes d'Information Géographique**

Intro. aux géodonnées/leur affichage géographique, phénomènes continus/discrets, mode vecteur/raster, modèle vecteur topologique.  
TP1 : Familiarisation avec le logiciel ArcGIS Pro et les machines virtuelles de l'UNIL.

Lecture recommandée : Chapitre 1 du manuel, "De la réalité du terrain à l'information géographique dans les SIG"

### **Semaine 2 : Fondamentaux de l'information géographique**

Coordonnées (y compris projection), "Troisième dimension", introduction à la topologie, distance.

TP2 : Changer de projection, informer la troisième dimension, mesurer une distance.

Lecture recommandée : Chapitre 2 du manuel, "Fondamentaux de l'information géographique"

### **Semaine 3 : La géodatabase**

Géodonnées, métadonnées, intégration/conversion en mode vecteur/raster, stockage et gestion des données.

TP3 : Téléchargement/édition des géodonnées, création de la géodatabase, requêtes attributaires/spatiales.

Lecture recommandée : Chapitre 3 du manuel, "Intégration de données géographiques dans les SIG"

### **Semaine 4 : (Étape I du projet) Création d'une géodatabase ouverte**

"Open data", présentation de bases de géodonnées ouvertes, formats de fichiers, description du projet individuel.

Lecture recommandée: Instructions pour le projet individuel (section 3) et parcourir les listes de géodonnées ouvertes.

### **Semaine 5: Visualisation, interrogation, et enrichissement de l'information géographique**

Représentation cartographique (y compris discrétisation/généralisation), jointures spatiales/attributaires, requêtes, opérateurs.

TP4 : Jointures, relations, requêtes, et visualisation.

Lecture recommandée: Chapitre 4 du manuel, "Visualisation, interrogation, et enrichissement de l'information géographique"

### **Semaine 6 : Géotraitement**

Agréger, délimiter, et combiner l'information géographique.

TP5 : Extraire/découper, zones tampons, enveloppes autour de modèles vecteurs, schéma de traitement.

Lecture recommandée: Chapitre 5 du manuel, "Traitements spatiaux de l'information géographique"

### **Semaine 7 : Analyse spatiale**

Analyse spatial vecteur/raster, aire d'attraction/d'influence, analyses de terrain.

TP6 : Extension "Spatial Analyst", "Map Algebra"

Lecture recommandée: Section 6 du manuel, "Aperçu de l'analyse spatiale avec les SIG"

### **Semaine 8 : Tutoriel Python**

TP7 : Introduction au logiciel Python (Bases, introduction à Geopandas/Cartopy pour la visualisation et l'analyse de géodonnées)

Vidéos recommandées: Variables, listes, et dictionnaires Python par Prof. Christian Kaiser (IGD, UNIL).

### **Semaine 9 : Modélisation spatiale et introduction aux géostatistiques**

Autocorrélation spatiale, échantillonnage, statistiques descriptives, interpolation spatiale, lissage.

TP8 : Constructeur de modèles "ModelBuilder"

Lecture recommandée: Section 6 du manuel, "Aperçu de l'analyse spatiale avec les SIG"

### **Semaine 10: (Étape II du projet) Analyse et modélisation spatiale d'un phénomène spatial**

### **Semaine 11: (Étape III du projet) Habillage et finalisation de la carte**

Visualisation et communication des géodonnées, introduction à la mise en scène cartographique.

Vidéo recommandée: "Introduction à Adobe Illustrator" par Prof. Christian Kaiser (IGD, UNIL).

### **Semaine 12 : Récapitulation du cours et tutoriel QGIS**

TP9 : Introduction au logiciel QGIS.

Vidéo recommandée: "Les premiers pas dans QGIS" par Prof. Christian Kaiser (IGD, UNIL).

### **Semaine 13: (Étape IV du projet) Rédaction du rapport final**

Permanence virtuelle disponible (cf Moodle pour les liens).

## 3 Instructions pour le projet individuel

L'objectif du projet individuel est de créer une carte thématique sur une problématique qui te passionne avec une géodatabase ouverte. Le rendu de ton projet sera accessible au public après la fin du semestre, sur le site du cours au lien suivant.

### 3.1 Déroulé du projet

- **Étape I : Création d'une géodatabase ouverte** (10% de la note)
  1. Rechercher et télécharger des géodonnées du fond de carte,
  2. Identifier un phénomène spatial à étudier et une problématique simple (analyse de risque, aires d'attraction, etc.)
  3. Développer un plan d'étude incluant plusieurs opérations spatiales de la liste au lien suivant.
  4. Rechercher et télécharger des géodonnées du phénomène spatial liées au plan d'étude,
  5. Combiner les données dans une géodatabase structurée,
  6. Enregistrer le projet ArcGIS au format '.aprx', le transférer sur SWITCHdrive, et partager son hyperlien sur Moodle.
- **Étape II : Analyse et modélisation spatiale d'un "phénomène spatial"** (10% de la note)
  1. Interpoler les valeurs ponctuelles du phénomène spatial pour créer un champ continu,
  2. Effectuer une discrétisation cartographique du champ résultant,
  3. Utiliser au moins un des outils de géotraitement au lien suivant.
- **Étape III : Habillage et finalisation de la carte** (10% de la note)
  1. Créer une carte avec titre, légende, échelle, flèche d'orientation vers le nord, nom de l'auteur, date, source(s) des géodonnées et des données statistiques du cas d'étude, qui sera résumé dans le rapport final.
  2. La taille, la couleur des symboles, et le texte doivent être conformes aux normes cartographiques et cohérents avec le contexte du projet. Nous te conseillons d'utiliser "colorbrewer" pour la bonne choix de l'échelle chromatique.
- **Étape IV : Rédaction du rapport final** (20% de la note)

Inclure dans une page maximum:

  - Le titre du rapport
  - Le contexte et l'objectif du travail
  - Une description de la méthodologie employée
  - Les résultats obtenus
  - L'hyperlien de la géodatabase
  - La source des géodonnées originales utilisées

Joins la carte du projet (2 pages au total) avant de rendre le fichier résultant sur Moodle.

### 3.2 Sources de géodonnées

- Office fédérale de topographie: Swisstopo
- Géoportail Suisse
- Données ouvertes de l'administration publique suisse
- Open Street Map : Une base de données ouvertes du monde
- GeoFabrik (en allemand!)
- Catalogue géographique de la Suisse
- Hyperlien groupant de nombreuses géodonnées ouvertes
- Géodonnées de l'UNIL

N'hésite pas à utiliser le forum Moodle si tu as des questions!

## 4 Ressources et code de déontologie

### 4.1 Ressources pour les étudiant.e.s à l'UNIL/la FGSE

- Ressources pour le handicap. Si tu as besoin de dispositions particulières, envoie moi un email (idéalement avant le début des cours) pour que je puisse mettre en place les services appropriés.
- Ressources de français langue étrangère: L'École de français langue étrangère à l'UNIL propose de nombreuses ressources pour la communauté non francophone, y compris des cours satellites gratuits et le programme Tandem pour pratiquer une langue étrangère en interaction. Tu peux rendre tes TPs et ton projet individuel en anglais sans pénalité si tu le souhaites.
- Aides financières pour les étudiant.e.s.
- Consultations psychothérapeutiques gratuites à l'UNIL du lundi au vendredi en français, anglais, et italien.

### 4.2 Diversité et inclusion dans la salle de cours

L'université de Lausanne promeut l'égalité sur le campus et adopte une politique de tolérance zéro face aux discriminations, ce qui inclut les discriminations raciales, les discriminations basées sur le genre, la religion, le pays de provenance, le statut socio-économique, l'orientation sexuelle, et le handicap. L'UNIL offre des ressources confidentielles si vous vous sentez harcelé.e.s, et pour la résolution des conflits dans le cadre de vos études et de votre travail.

Appliqué à notre cours, cela veut dire que tu es encouragé à:

- Choisir ton nom et tes pronoms de préférence en utilisant le sondage de début de cours,
- Discuter ouvertement des notions que tu as du mal à comprendre pour normaliser les difficultés liées à l'apprentissage et l'application de nouveaux concepts,
- Cultiver la bienveillance et l'empathie: Dans le contexte international et inter-disciplinaire de l'UNIL, des notions qui te semblent évident.e.s peuvent être nouvelles pour des élèves spécialisé.e.s dans des domaines différents du tien,
- Envoyer un email au professeur, aux assistant.e.s, ou au bureau de l'égalité si tu perçois que les étudiant.e.s ne sont pas traité.e.s de manière équitable, ou si des aspects de la structure du cours font frein à ton apprentissage,
- Identifier et travailler sur tes biais implicites en cultivant l'écoute active.

### 4.3 Règle pour les travaux rendus en retard

Les travaux rendus en retard peuvent obtenir jusqu'à 50% de la note d'origine si rendus avant la fin du semestre.

### 4.4 Code déontologique

À l'UNIL, nous suivons un code déontologique strict dont les règles sont récapitulées à ce lien. Dans le contexte de notre cours, cela veut dire que les comportements listés ci-dessous peuvent automatiquement mener à l'échec du cours (note de 0%):

1. Plagiat. Pour éviter le plagiat, n'oublie pas de citer les logiciels que tu utilises et la source de tes géodonnées, surtout dans le cadre de ton projet individuel. Ne t'attribue pas le travail de quelqu'un d'autre, et ne demande pas à quelqu'un d'autre d'écrire en ton nom.
2. Collaboration non autorisée. Si tu as reçu de l'aide pour ton projet individuel (source des géodonnées, code ou opérations informatiques, idées de présentation, rédaction, relecture, citations, etc.), ajoute une clause précisant la nature exacte de ta collaboration dans le rapport final de ton projet individuel. Pendant les quiz Moodle notés, ne copie pas les réponses des autres. Même si la collaboration est encouragée, ne copie pas ce que font tes collègues pendant les TPs. Entre les cours, ne copie pas non plus les fichiers TPs des autres étudiant.e.s.
3. Fabrication ou falsification des résultats. Ne fabrique pas les résultats de tes TPs ou de ton projet individuel. Les travaux communiquant clairement les limites de leur méthodologie et jeu de données sont particulièrement utiles à la communauté.