



# swisstopo<sup>EDU</sup> – MSc

2025

---

## **Themenvorschläge für Masterarbeiten Thèmes proposés de thèses pour Master Temi suggeriti per le tesi di Master Topic suggestions for master theses**

### **Identification automatisée de points de repère**

Les points de repère sont des objets/structures dans l'environnement qui ont entre autres comme utilité d'orienter la lecture de carte et de permettre au lecteur une construction « mentale » de l'espace grâce à leur signification et/ou leurs caractéristiques physiques. Ils sont donc des outils potentiellement importants pour la navigation cartographique sur le web utilisé pour divers usages. L'objectif du travail est de développer des algorithmes de dérivation (éventuellement à l'aide de méthodes de Machine Learning) qui permettront d'identifier les points de repère. Ceci peut se faire à partir des données TLM de swisstopo combiné à d'autres jeux de données pertinents (OSM, Wiki-pédia données touristiques, etc). Puis, le but serait ensuite d'évaluer ces données et les résultats sur un plan scientifique et technique.

### **Cartes et géodonnées pour les personnes souffrant d'une déficience visuelle**

Les cartes ou les applications incluant des géodonnées ne sont souvent pas conçues pour être accessibles aux personnes souffrant d'une déficience visuelle. Ces dernières se heurtent à des obstacles considérables qui limitent leurs d'utilisation de ces données. Le but de ce projet est donc d'offrir la possibilité d'analyser les défis spécifiques auxquels sont confrontées les personnes souffrant de différents handicaps visuels. Des stratégies de solutions pratiques et centrées sur l'utilisateur peuvent être développées, qui comprennent des applications tactiles ou audio ou des visualisations optimisées pour les personnes atteintes de protanopie, deutéranopie ou tritanopie. Les résultats pourront contribuer à une conception plus inclusive des applications de cartes et de géo-données.

### **Carte interactive sur les effets du changement climatique en Suisse**

L'objectif de ce travail de master est de créer une carte interactive permettant de visualiser les effets du changement climatique en Suisse. Les thèmes principaux sont le recul des glaciers, l'augmentation des glissements de terrain, la fréquence accrue des avalanches et des inondations.

## **Développement de représentations cartographiques basées sur la météo avec des données en temps réel**

L'objectif est de développer des représentations cartographiques qui visualisent les conditions météorologiques actuelles (par ex. pluie, neige, vent) ainsi que le moment de la journée (position du soleil). Pour ce faire, il faudra commencer par élaborer des concepts de représentation appropriés, puis les relier à des données live (en direct). Il serait intéressant de mettre mis sur une conception informative et une intégration technique de la météo et position du soleil en temps réel.

## **L'apprentissage automatique dans la production de géodonnées**

Le Machine Learning offre des approches innovantes pour améliorer la qualité des géodonnées et soutenir leur intégration cohérente dans la production de géodonnées. L'objectif est de développer des méthodes qui permettent une utilisation plus précise et plus efficace des géodonnées.

Exemples de travaux de master possibles :

- Développement d'un modèle pour la détection et la correction automatisées des incohérences dans les données 3D et les nuages de points.
- Segmentation et classification automatiques de caractéristiques topographiques telles que les rochers, les surfaces alpines sans végétation ou les cours d'eau, sur la base de photographies aériennes et de données 3D.
- Développement de modèles de détection de changement pour identifier les changements pertinents pouvant être utilisés pour la production de géodonnées, comme les déplacements de cours d'eau ou les changements dans les régions alpines.

## **IA générative et grands modèles linguistiques pour la production de géodonnées et de cartes**

L'IA générative (GenAI) et les Large Language Models (LLM) ouvrent de nouvelles possibilités pour le travail avec les géodonnées. L'objectif est d'explorer ces technologies pour différents domaines d'application dans la production de géodonnées et de cartes.

Exemples de travaux de master possibles :

- Utilisation de l'IA générative pour le traitement de géodonnées historiques telles que les photos aériennes ou les cartes, par exemple par la colorisation, la reconnaissance d'objets ou la génération de données vectorielles.
- Utilisation de l'IAG pour créer des cartes stylisées cohérentes sur la base de modèles cartographiques existants.
- Étude des LLM pour soutenir les plateformes basées sur des géodonnées, par exemple en répondant automatiquement aux demandes des utilisateurs ou en générant des métadonnées pour les produits de géodonnées.
- Développement d'outils basés sur les LLM pour soutenir les processus de travail, par exemple par des analyses automatisées de la documentation ou l'étiquetage de relevés terrestres.

## Création d'une base de données pour le routage multimodal

Un réseau de transport multimodal, couvrant tous les modes de transport, est mis à disposition par « Verkehrsnetz CH » et est continuellement complété par des informations spécialisées (appelées réseaux spécialisés) au cours de sa réalisation. Pour que les applications de routage puissent inter-préter correctement le réseau de transport, de nombreuses informations supplémentaires sont nécessaires, par exemple en ce qui concerne les restrictions de circulation et les possibilités de changement de direction. De telles informations peuvent par exemple être déduites de données collectées par l'utilisateur ou mises à disposition par des tiers. Le travail d'étude a pour objectif d'élargir la base de données pour les applications de mmRouting en se basant sur les bases et les travaux préliminaires existants.

## Réfraction dans le nivellation fédéral

Le réseau altimétrique suisse est actuellement évalué sans tenir compte de la réfraction. Il existe différentes approches pour modéliser la réfraction. Elle peut par exemple être déterminée à partir des erreurs de bouclage ou des divergences entre les mesures aller et retour. Dans le cadre de ce travail, il s'agit d'examiner l'utilité de la modélisation de la réfraction pour le réseau altimétrique national de la Suisse.

## Référencement de points du réseau routier en temps réel

Dans le cadre de « Verkehrsnetz CH », des méthodes sont développées pour localiser des réseaux et des points dans l'espace et leur attribuer une référence à ce que l'on appelle le « réseau de base ». Ce processus d'appariement est généralement effectué lors de la mise en place initiale d'un réseau spécialisé ou lors de sa mise à jour, par exemple lorsqu'un nouvel arrêt est ajouté ou déplacé. Cependant, certaines données spécialisées, en particulier les offres de mobilité partagée non liées à un lieu, telles que les trottinettes ou les vélos, modifient leur position en permanence, ce qui nécessite une mise en correspondance en temps quasi réel. Concrètement, la position de tous les véhicules actuellement disponibles devrait correspondre correctement au réseau de base. Le référencement linéaire des points sur le réseau de base nécessaire à cet effet est techniquement beaucoup plus simple et nécessite moins de calculs que celui des réseaux (composés d'arêtes et de nœuds) et pourrait donc également être effectué directement à la source des données ou via une interface simplifiée. L'objectif de ce travail est de mettre en évidence, par exemple à l'aide de Python, un processus aussi efficace que possible afin de permettre le référencement des points en temps quasi réel.

## Corrélation et extension de modèles géologiques 3D du sous-sol peu profond à l'aide de données et de modèles géophysiques

Dans le cadre du projet GeoQuat du service géologique national de swisstopo, des workflows ont été développés ces dernières années pour la création de modèles géologiques 3D. Les modèles volumiques qui en résultent reproduisent la structure des roches meubles du sous-sol peu profond. Cette zone est la partie la plus exploitée du sous-sol. 90% des utilisations du sous-sol suisse concernent les roches meubles. Outre les données issues de forages (carottes, diaglyphies, etc.), les données géophysiques servent souvent de données d'entrée pour les modèles 3D. Dans le cadre d'un travail de master, les étudiants ont la possibilité de travailler avec des jeux de données géophysiques, de les intégrer dans les modèles 3D existants du projet GeoQuat et ainsi d'affiner les modèles existants et de les fusionner avec des modèles voisins.

## **Champ – carte – modèle : applications de la géologie du futur**

La mise à disposition de jeux de données géologiques dans différents domaines thématiques (p. ex. tectonique, géologie quaternaire, lithostratigraphie, géoressources) et dans plusieurs dimensions est une tâche centrale de swisstopo. Les liens entre les différentes couches géologiques régionales sont traités entre autres à l'aide de SIG, de cartographie de terrain, de méthodes d'analyse de données et de modélisation 3D. La science des données et l'intelligence artificielle sont de nouvelles méthodes qui sont de plus en plus utilisées. Nous offrons donc aux étudiants en sciences de la terre la possibilité d'effectuer un travail de master sur des questions pratiques de mise en relation des couches géologiques régionales. Pour ce faire, une grande importance doit être accordée au transfert des résultats dans la pratique et ils peuvent, dans la mesure du possible, être intégrés dans les produits de swisstopo (p. ex. cartes géologiques, y compris les explications, jeux de données vectorielles et modèles 3D).

## **Workflow automatisé pour la généralisation de jeux de géodonnées géologiques**

Les fondements géologiques jouent un rôle important dans l'utilisation, la planification et l'aménagement durables de notre espace de vie. GeoCover, le service géologique national de swisstopo met à disposition des données vectorielles numériques très détaillées sur la géologie de la Suisse à l'échelle 1:25'000 couvrant l'ensemble du territoire et qui seront régulièrement actualisées à l'avenir. La représentation de ces données vectorielles à des échelles plus petites (p. ex. 1:50'000 ou plus petites) - p. ex. pour l'élaboration de vues d'ensemble régionales ou nationales - peut être décisive pour certains cercles de clients (p. ex. les autorités de l'aménagement du territoire). Sans une méthode systématique de généralisation cartographique des éléments de la carte géologique, la lisibilité des informations présentées est toutefois fortement limitée. Dans le cadre de ce travail nous vous proposons de créer une méthode automatisée de généralisation (ou de dérivation, de simplification) des informations géologiques à partir du jeu de données géographiques GeoCover. Il pourra aussi être intéressant de démontrer la faisabilité du concept sur des zones pilotes sélectionnées à partir du jeu de données GeoCover.

## **Calibrage de l'obturateur CODIAC sur le terrain**

Le capteur CCD des caméras zénithales CODIAC est équipé d'un obturateur mécanique. La vitesse d'ouverture de l'obturateur est une grandeur de calibrage importante, car elle permet de garantir la précision de l'écart d'aplomb mesuré dans la direction est-ouest. Dans le cadre de ce thème, nous vous proposons de développer une méthode de calibration directement sur le terrain. Pour ce faire, un éclairage à LED est monté sur le télescope. Une impulsion lumineuse définie avec précision dans le temps est émise. Le décalage de l'impulsion temporelle par rapport au début de la prise de vue permet de déterminer le moment de l'ouverture de l'obturateur. Ce travail peut comprendre aussi bien le développement et la réalisation du matériel que l'implémentation en C++.

## **Réfraction anormale**

Le facteur limitant des mesures de déviation de la verticale est ce qu'on appelle la réfraction anormale. L'influence de cette réfraction lors des mesures par caméra zénithale est réduite par l'utilisation d'un champ de vision très petit, orienté au zénith. Néanmoins, la réfraction peut provoquer des erreurs de 0,1 seconde d'arc ou plus. La précision de la caméra zénithale CODIAC est de l'ordre de 0,05 seconde d'arc.

Le fait de disposer de deux caméras zénithales offre une possibilité unique d'étudier la réfraction anormale. Nous proposons donc d'étudier cette réfraction anormale au moyen de mesures tests parallèles avec deux systèmes et d'une évaluation correspondante, ainsi que d'une modélisation mathématique.

## **La Suisse et le Réseau Européen des Triangulations (env. 1950-1980)**

Après la Seconde Guerre mondiale, les réseaux nationaux de triangulation ont été davantage regroupés en réseaux européens. Le Réseau Européen des Triangulations (RETrig), créé à partir de 1950 et faisant suite aux efforts antérieurs de l'Allemagne nazie et des Etats-Unis pour créer un réseau de triangulation paneuropéen, a été d'une grande importance. L'étude met en lumière les antécédents de cette intégration européenne invisible et montre comment l'aspiration à un réseau paneuropéen était liée à la situation géopolitique du début de la guerre froide. La question centrale de l'étude est de savoir pourquoi la Suisse s'est « intégrée » à l'Europe dans le domaine de la triangulation et comment les géodésiens suisses ont contribué à l'entretien et à l'extension du réseau européen au cours des décennies suivantes.

## **Reconnaissance des textures dans les photos aériennes**

Pour rendre la cartographie 3D plus réaliste, il est intéressant de reconnaître les textures des objets. Pour ce faire, la première étape importante consiste à reconnaître un objet (par exemple des arbres, des ponts ou des toits) à partir de sa forme et de sa texture sur des photos aériennes corrélées dans des nuages de points. Sur cette base, la texture (matériau, couleur) pourrait ensuite être extraite et catégorisée par reconnaissance automatisée ou à l'aide des données 3D de swisstopo.

## **Cartographie des places publiques**

Jusqu'à présent, seuls quelques lieux publics ont été cartographiés par swisstopo. Afin de mieux comprendre ces lieux et de les représenter sur des cartes, les questions suivantes doivent être clarifiées : Quelle est la définition d'une place publique cartographiable et quels critères doivent être pris en compte ? Comment de telles places peuvent-elles être reconnues de manière automatisée sur la base de ces critères ? Comment cartographier une place publique en tenant compte également des chemins et des routes qui la traversent ou la contournent ?