

Module de Géodésie
GMST203M**Master 1, 1^{ière} semestre**

* **Responsable** : C. Champollion, P. Vernant, M. Ferry

* **Intervenants potentiels** : E. Doerflinger, S. Mazzotti, C. Masson, S.

* **Guest stars potentielles** : J.-L. Carme (GEOID/FUGRO), Doctorant (J. Grosset, O. Malcles)

* **Objectifs**

Apporter des connaissances **théoriques et pratiques** sur les outils de la **géodésie terrestre et spatiale** en développant plus particulièrement les techniques spatiales de positionnement du type GPS. Une place importante est donnée à la **manipulation des outils sur le terrain** ainsi qu'aux exemples d'**applications des mesures géodésiques pour l'analyse et l'interprétation des mouvements verticaux, de la géomorphologie quantitative ou de des glissements de terrain** suivant les années.

* **Descriptif** (50h)

1) connaissances et culture G 7h30

- * Introduction : Histoire de la Géodésie et Géodésie spatiale (1h30)
- * Les systèmes de navigation satellitaires GPS/GNSS (1h30)
- * Référentiels et systèmes de projection terrestre (1h30)
- * MNT, Lidar et DEM (3h)

→ **Références dans support de cours pour aller plus loin dans les TP/TD. Cours non exhaustif.**

2) Etude de cas (cf ci-dessous suivant les années)

* **Déclaration** (cf sensei 2020-2021)

Heures CM :	13.5
Heures TD :	12
Heures TP :	10.5
Heures Terrain :	6
LMD5	
Heures CM :	12
Heures TD :	12
Heures TP :	12

Contenu du module

- 1) CM1 : Historique géodésie (nivellement, laser) et type erreur CC 1h30
- 2) CM2 : GNSS (code / phase / absolu / différentiel) CC 1h30
- 3) CM3 : Système de référence PV 1h30
- 4) CM4&5 : lidar 3D / MNT / MNS / photogrammetrie MF 3h00
- 5) TP1 découverte instruments (avec nivellement pour qu'ils le voient une fois) CC (+ PV) 1h30
- 6) TD1 Traitement données PV 1h30
- 7) TP2 Préparation terrain (chgt de base / calibration station totale) PV (+ CC) 1h30
- 8) TD2 Traitement données Traitement données et comparaison mesures (biais, erreur p/r distance) PV 1h30
- 9) Terrain 6h CC + PV (+ ED)
- 10) TP3 Terrain 3h PV
- 11) TP4 terrain 3h CC
- 12) TP5 terrain 3h PV
- 13) TP6 terrain 3h CC
- 14) ~~TD3 Présentation / discussion / interprétation 3h CC (+ PV)~~

Evaluation du travail

- Connaissances (0.25) ; rapport TP1 (0.25) ; rapport + présentation terrain (0.5)
- travail par groupe de 4 avec un rôle à chaque étudiant. Evaluation de cette partie spécifique (0.5) pour chaque étudiant + évaluation continue (tous les deux TP).
- Rapport méthodologique (présentation expérience, mesures, traitement et résultats)
- ~~A l'oral, présentation des résultats uniquement et interprétation (évaluation et question par prof et autre groupe)~~ → plus le temps

Objectifs TP1 (en bas du bat) :

- Objectif 1 : maîtriser les instruments (chgt de base et référencement notamment)
- Objectif 2 : travail sur les erreurs / incertitudes → rapport 1
 - a) répétabilité des mesures (plus de mesures GPS et station totale)
 - b) intercomparaison des mesures (sans changement de base pour simplifier le TP/rapport)

Objectifs CM : culture générale sur les points clés de la géodésie appliqué à des cas réels

Objectif Terrain :

- Maîtriser les outils et les concepts de géodésie terrestre (GPS, nivellement, station totale) appliqués aux géosciences
- Autonomie et rigueur
- Travail en groupe sur projet
- Traitement de données réelles avec incertitudes

PLANNING 2020

Lundi 05/10 14h-15h30 : CM1 **CC** introduction / présentation du projet / culture générale

Lundi 05/10 15h30-17h : CM2 **CC** GNSS

Mardi 06/10 14h-17h : CM4 **MF** DEM/MNT/Lidar/photogrammétrie (**CC pas dispo**)

Jeudi 08/10 13h-15h30: TP1 découverte instruments (avec nivellement pour qu'ils le voient une fois) **CC +PV+ED ou JG?** → Nivellement AR*2 + MNT GPS + Mesure station totale (+ mise en station GPS) + photogrammétrie intro : **groupe AG**

Jeudi 08/10 15h30-17h30 : TP1 découverte instruments (avec nivellement pour qu'ils le voient une fois) **CC +PV+ED ou JG?** → Nivellement AR*2 + MNT GPS + Mesure station totale (+ mise en station GPS) + photogrammétrie intro : **groupe littoral**

Lundi 12/10 14h-15h30 : CM3 **PV** Référentiel / champs de vitesse GPS

Lundi 12/10 15h30-17h : TD1 **PV** Traitement données TP découverte nivellement. (Nivellement / + visu QGIS)

Mercredi 14/10 9h-12h : TD2 **CC** Traitement données TP → calibration station totale + Préparation terrain

Lundi 02/11 13h30-15h30 : TP2 **PV+JG** ou ED Préparation terrain : → chgt de base / calibration station totale + GPS cinématique: **groupe AG**

Lundi 02/11 15h30-17h30 : TP2 **PV+JG** ou ED +CC Préparation terrain : → chgt de base / calibration station totale + GPS cinématique: **groupe littoral**

Un jour XX/XX 14h-15h: CC Evaluation des connaissances (QCM) CRENEAU A TROUVER

Jeudi 05/11 9h-12h : **PV+CC+MF** TP3 Terrain par demi-groupe Larzac : **groupe Littoral**

Sur le terrain : repérer l'entrée de l'aven Lutèce laser + ref GNSS + topo cannolle 1 scanner ou photogrammétrie

Jeudi 05/11 14h-17h : **PV+CC+MF** TP4 terrain par demi-groupe Larzac : **groupe Aléa**

Sur le terrain : repérer l'entrée de l'aven Doline laser + ref GNSS + topo cannolle 2 scanner ou photogrammétrie

Lundi 30/11 14h-17h : **CC+MF rapide** TD5 terrain

Mercredi 02/12 9h-12h : **PV+CC** Eval avancée + TD6 terrain

Tous : mise en référence commune. Quelle référence commune ?

Lundi 07/12 14h-17h : **CC rapide** TD7 terrain

Mercredi 09/12 9h-12h : **CC + PV** Eval avancée + TD8 terrain

Représentation des résultats : SIG maj + coupe H et coupe Z ?

Vendredi 18/12 Rendu rapport

Etude de cas 2021
Géométrie et connexion cavité souterraine
Problématique: combien reste à creuser ?

Pourquoi:

- Deux cavités sur le Larzac : sont elles connectées ? Relation avec la topo de surface ?

Sur le terrain:

- Topo en condition de terrain complexe avec forêt. Précision finale < 1m. Jeu de donnée mixte (GNSS, Laser, topo sout,??)

En TP:

- Récupérer la topo 3D des cavités ?
- Mesure terrain (traitement, analyse des erreurs et représentation scientifique)

Etude de cas 2020
Géométrie et déformation du Pont du Gard
Problématique: déformation ou biais de construction

Pourquoi:

- Le Pont du Gard, 2000 ans d'archive de la déformation et de la sismicité: caractérisation de la structure en cours (mesures sismo / GPS GM + modèle école des Mines Paris). Quel désordre en fonction de la magnitude du séisme?

Sur le terrain:

- Dans la conduite: mesure laser + nivellement géométrie 3D + topo des marqueurs de construction et d'écoulement
- Depuis l'extérieur: mesure de la verticalité des piles du pont par visée Laser Directe.
- GNSS ? Une idée ? Topo du pont piéton?

En TP:

- Récupérer le scan 3D du pont et extraire la surface des piles?
- Mesure terrain (traitement, analyse des erreurs et représentation scientifique)



Etude de cas 2019: subsidence Vauvert et suivi de digue

Objectif : dynamique de la subsidence (« académique ») et suivi de digue (« appliqué »)

Mesures sur le terrain :

- GPS Statique avec trépied (2 points en diagonale) ?
- Station totale entre sur les repères.
- Nivellement (??)
- discussion nivellement / exploitation et géologie avec machin / visite foreuse ?

Mesures complémentaires :

- INSAR PS traité (S. Doucet)
- GPS permanent traité
- Thèse S. Doucet Suivi production + carte géol + coupes

Biblio :

- Rapport M1 de Master (M. Jolivet)
- Thèse S. Doucet

TD préparation :

- 3h bat 23 apprentissages des outils
- 2h traitement des données
- 1h préparation de la mission de terrain (groupes / mesures)

TP Traitement des données par groupe :

Traitement par groupe de travail

- Subsidence : étude série temporelle GPS (régression linéaire sur une durée bien choisie). Option : retirer les signaux saisonniers.
- Suivi digue : traitement mesures optiques (niveau + station totale + GPS différentiel) + intégration suivis passés.
- Modélisation Okada plusieurs patchs et « inversion » des paramètres clés.

3h : interprétation

- Mini-restitution des groupes de travail (1h)
- Discussion / interprétation (1h)
- Plan restitution et perspectives

Etude de cas 2018: incision et datation de la Vis

Objectif : topographie pour datation de l'incision par CL36.

Zone d'étude : Gorge de la Vis (Gornies)

Mesures sur le terrain :

- GPS Statique avec trépied (pour le référencement).
- GPS différentiel (MNT en topo continue et point rapide avec canne) : topo + lit rivière
- Station totale en réflexion pure ? Et prisme ? (rattachée au GPS) pour la topo de la cavité (toit + murs + sol).
- Nivellement pour le lit de la rivière

Mesures complémentaires :

- MNT 5m IGN

Biblio :

- Stage M2 Oswald

TD préparation (2* 3h) :

- 3h bat 23 apprentissage des outils
- 2h traitement des données
- 1h préparation de la mission de terrain (groupes / mesures)

TD évalué

TD répétition (3h) :

- dédié changement de base optique et étalonnage station totale

Terrain 6h :

TP Traitement des données par groupe :

- 3h : traitement par groupe de travail (+ travail perso)
- Traitement mesures optiques (niveau + station totale)
- Etude biblio

3h : interprétation

- Mini-restitution des groupes de travail (1h)
- Discussion / interprétation (1h)

Etude de cas 2017 : incision de l'hérault

Objectif : mesure de l'incision différentielle : actuel (niveau de la rivière) et passé (terrasse d'abrasion)

Zone d'étude : Pont du Diable et Saint Guilhem le désert

Mesures sur le terrain (deux zones d'études sur deux demi-journées) :

- GPS Statique avec trépied (pour le rattachement des 2 zones)
- GPS différentiel (MNT en topo continue et point rapide avec canne) sur la terrasse
- Station totale en réflexion pure (rattachée au GPS) pour le niveau de l'eau en plusieurs points)

Mesures complémentaires :

- MNT 5m IGN
- Débit de l'Hérault
- Lidar IGN ???
- Datation dans la grotte des Demoiselles ?

Biblio :

- ??

TD préparation (2* 3h) :

- 3h bat 23 apprentissage des outils
 - 2h traitement des données
 - 1h préparation de la mission de terrain (groupes / mesures)
- TD évalué

TD répétition (3h) :

- dédié changement de base optique et étalonnage station totale

Terrain 6h :

TP Traitement des données par groupe :

- 3h : traitement par groupe de travail (+ travail perso)
- Traitement GPS en ligne + étude série temporelle
 - Traitement mesures optiques (niveau + station totale)
 - Etude biblio + INSAR

3h : interprétation

- Mini-restitution des groupes de travail (1h)
- Discussion / interprétation (1h)

Etude de cas 2016 : glissement de terrain

Objectif : dynamique du glissement et climat

Mesures sur le terrain :

- GPS semi-permanent sur repère (10 min → 3-4 mesures * 3 ou 4 groupes)
- GPS Statique avec trépied
- Nivellement sur 1 ligne de base au travers du pont (*3)
- Station totale depuis le versant opposé ?

Mesures complémentaires :

- INSAR PS traité (M. Peyret)
- GPS permanent à traiter
- Suivi hydro-chimie en forage et pluviométrie (S. Gautier)

Biblio :

- Rapport de Master (voir avec Stéphanie : 1 M1 et 1 M2 ?)
- Biblio sur glissement équivalent ?

TD préparation :

- 3h bat 23 apprentissage des outils
- 2h traitement des données
- 1h préparation de la mission de terrain (groupes / mesures)

TP Traitement des données par groupe :

3h : traitement par groupe de travail

- Traitement GPS en ligne + étude série temporelle
- Traitement mesures optiques (niveau + station totale)
- Etude biblio + INSAR

3h : interprétation

- Mini-restitution des groupes de travail (1h)
- Discussion / interprétation (1h)
- Plan restitution et perspectives