

**Mention Géomatique
Programme d'enseignement
du Master 2 IGAST**

**Cycle Ingénieur ENSG
Programme d'enseignement
de la Filière de 3^{ème} année IGAST**

2016-2017

Introduction

La mention « Géomatique », co-accréditée par l'Université Paris-Est Marne-la-Vallée (UPEM) et l'École Nationale des Sciences Géographiques (ENSG), a ouvert à la rentrée 2015. Elle comporte une première année commune ou Master 1^{ère} année, et deux parcours ou Masters 2^{ème} année : le Master 2 « Technologies de Systèmes d'Information » (TSI) et le Master 2 « Information Géographique : Analyse Spatiale et Télédétection » (IGAST).

Dans ce document vous trouverez le descriptif des enseignements du Master 2 IGAST, qui sont également suivis par des étudiants ingénieurs de l'ENSG au titre de leur filière de troisième année (que nous appellerons *filiale* IGAST). Ce programme d'enseignement tient compte des contraintes de volumes horaires imposées par l'ENSG et l'UPEM (nombre d'heures maximum financées sur l'année). L'étalement des enseignements dans l'année tient également compte du temps estimé nécessaire aux étudiants pour assimiler les notions vues en cours.

Les cours du premier semestre sont organisés en douze Unités d'Enseignement (UE) auxquelles sont associées des ECTS (European Credits Transfer System). Nous avons fait le choix de ne pas redécouper les UE en matières. De même, comme les volumes horaires d'une UE à une autre sont comparables, toutes les UE se voient associer le même nombre d'ECTS, à savoir 3. Le total des ECTS pour le premier semestre est donc de 36. Le deuxième semestre est consacré à la réalisation d'un stage de 4 à 6 mois en entreprise ou en laboratoire de recherche, qui donne lieu à la remise d'un rapport de stage et d'une soutenance. Le stage compte pour 24 ECTS, ce qui donne un total de 60 ECTS pour l'année. Le tableau en page 5 donne le détail des UE pour le M2IGAST.

Les modalités de contrôle des connaissances (MCC) et de notation sont décrites dans le document de l'UPEM relatif aux MCC générales des formations de l'UPEM, complété par un document remis à l'UPEM décrivant les MCC spécifiques au M2IGAST. Les trois paragraphes ci-dessous en restituent les grandes lignes.

Chacune des UE du premier semestre donne lieu à une évaluation (forme de l'évaluation précisée UE par UE dans le document). Cette évaluation est sanctionnée par une note sur 20. Le stage donne également lieu à une note sur 20.

Pour obtenir le Master, il faut réunir deux conditions. D'une part, la moyenne M1 des notes obtenues aux UE du premier semestre doit être au moins égale à 10/20 (les notes des différentes UE se compensent entre elles). D'autre part, la moyenne totale T sur l'année en tenant compte de la note S du stage, pondérée par les ECTS associées, doit être au moins égale à 10/20 ($T = (36 * M1 + 24 * S) / 60$). En d'autres termes, la moyenne du premier semestre peut compenser une note de stage inférieure à 10/20, mais l'inverse n'est pas vrai.

Pour les étudiants du cycle ingénieur de l'ENSG qui suivent la *filière* IGAST, la répartition des ECTS est légèrement différente car ils légèrement plus tard que les autres étudiants et en ayant déjà suivi les enseignements de leur tronc commun de troisième année qui correspondent à 3 ECTS. De plus, à l'ENSG les enseignements sont répartis en modules (équivalents des UE de l'Université) composés de matières, et les modalités de contrôle obligent les étudiants à valider chaque module indépendamment des autres. Pour la filière ingénieur IGAST, les UE du M2IGAST deviennent des matières, qui sont regroupées en modules plus larges au sein desquelles les matières se compensent. Le tableau en page 6 donne le détail des modules et matières pour la filière ingénieur IGAST. Dans la suite de ce document, la description des enseignements est organisée selon le format du M2IGAST, c'est-à-dire en UE composées chacune d'une matière. La conversion en matières de la filière IGAST peut s'en déduire facilement.

Une session de rattrapage pour les UE/matières du premier semestre est organisée à l'issue de ce dernier, sauf pour les UE identifiées comme « non rattrapables ». Trois UE sont considérées non rattrapables de par la forme des évaluations associées : il s'agit de l'UE « Conférences et étude bibliographique » (étude bibliographique et restitution écrite après conférence), et des deux projets tutorés « Analyse spatiale » et « Télédétection ». Les étudiants n'ayant pas obtenu la note de 10/20 lors de l'évaluation d'une UE rattrapable peuvent passer l'épreuve de rattrapage. Toute UE pour laquelle une note de 10/20 a été obtenue est validée et ne peut pas donner lieu à rattrapage

Les enseignements sont dispensés sous forme de séances pouvant être encadrées selon quatre modes : cours magistral (CM), travaux dirigés sur papier ou machine (TP), séance en autonomie partielle (PA), ou séance en autonomie (A). Pour les séances en autonomie partielle, l'enseignant prépare des exercices à réaliser en autonomie, il est présent environ 1/3 du temps pour lancer la séance puis s'assurer que tout se passe bien et il est joignable le reste du temps. Les enseignants sont des enseignants ou enseignants-chercheurs de l'UPEM ou de l'ENSG, sauf mention contraire.

Enseignements du M2IGAST: UE, volumes horaires et répartition entre ENSG et UPEM

Institut opérant l'UE	Intitulé de l'UE	ECTS	Nb heures CM	Nb heures TD	Nb heures en autonomie	Nb heures de présence étudiants	Total Heures équivalent TD
Premier semestre							
ENSG	Info. géographique vectorielle: modélisation et manipulation	3	15	21	12	48	43,5
ENSG	Programmation SIG et Image	3	15	15	0	30	37,5
ENSG	Analyse géométrique de données géographiques vectorielles	3	15	18	0	33	40,5
ENSG	Statistique spatiale et représentation	3	15	21	0	36	43,5
ENSG	Analyse de dynamiques spatio-temporelles	3	15	15	0	30	37,5
ENSG	Projet Tutoré analyse spatiale	3	3	27	30	60	31,5
UPEM	Mathématiques pour les Sciences Géographiques	3	15	15	0	30	37,5
UPEM	Télé-détection: Méthodes	3	15	15	0	30	37,5
UPEM	Traitement d'images	3	16,5	16,5	0	33	41,25
UPEM	Télé-détection: Applications	3	18	18	0	36	45
UPEM	Projet Tutoré Télé-détection	3	3	27	30	60	31,5
ENSG (22 HETD), UPEM (10 HETD)	Conférences et étude bibliographique	3	18	5	0	23	32
Total premier semestre		36	163,5	213,5	72	449	458,75
Deuxième semestre							
(*)	Stage 4 à 6 mois	24					
Total année							60

(*) Le rôle d'enseignant référent pendant le stage est assuré par un enseignant de l'UPEM pour les étudiants du M2IGAST (inscrits à l'UPEM).

Enseignements de la filière ingénieur IGAST: UE, volumes horaires et répartition entre ENSG et UPEM

Institut opérant la matière	Intitulé module	Intitulé matière	ECTS	Nb heures CM	Nb heures TD	Nb heures en autonomie	Nb heures de présence étudiants	Total Heures équivalent TD
Premier semestre								
	Tronc commun							
ENSG		Management	1,5			0		
ENSG		Droit des SIG	1,5			0		
	Analyse spatiale							
ENSG		Info. géographique vectorielle: modélisation et manipulation	3	9	18	12	39	31,5
ENSG		Analyse géométrique de données géographiques vectorielles	3	15	18	0	33	40,5
ENSG		Statistique spatiale et représentation	3	15	21	0	36	43,5
ENSG		Analyse de dynamiques spatio-temporelles	3	15	15	0	30	37,5
ENSG		Projet Tutoré analyse spatiale	3	3	27	30	60	31,5
	Imagerie et télédétection							
UPEM		Télédétection: Méthodes	3	15	15	0	30	37,5
UPEM		Traitement d'images	3	16,5	16,5	0	33	41,25
UPEM		Télédétection: Applications	3	18	18	0	36	45
UPEM		Projet Tutoré Télédétection	3	3	27	30	60	31,5
	Méthodes et outils scientifiques et techniques							
UPEM		Mathématiques pour les Sciences Géographiques	3	15	15	0	30	37,5
ENSG		Programmation SIG et Image	3	15	15	0	30	37,5
ENSG (22 HETD), UPEM		Conférences et étude bibliographique	3	18	5	0	23	32
Total premier semestre			39	157,5	210,5	72	440	446,75
Deuxième semestre								
(*)		Stage 18 semaines minimum	21					
Total année								60

(*) Le rôle d'enseignant référent pendant le stage est assuré par un enseignant de l'ENSG pour les étudiants de la filière ingénieur IGAST (inscrits à l'ENSG).

UE : Information géographique vectorielle: modélisation et manipulation (S1)

Objectif de l'UE

Permettre aux étudiants d'acquérir ou de renforcer (selon leurs acquis antérieurs) les concepts théoriques de base relatifs à l'acquisition, la modélisation, la visualisation et la manipulation de données vectorielles. Leur permettre d'acquérir une aisance suffisante avec la manipulation d'un logiciel Système d'Information Géographique et d'un Système de Gestion de Bases de Données spatiales, pour pouvoir suivre les UE ultérieures dans de bonnes conditions.

Compétences attendues

Connaître les concepts de base liés à la modélisation et à la manipulation de l'information géographique vectorielle. Savoir réaliser les manipulations les plus courantes avec un SIG (QGIS) et un SGBD spatial (PostGIS), et en couplant les deux : import/export de données, visualisation, saisie, édition, interrogation.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG

Descriptif des cours

Département responsable	
Matière	Information géographique vectorielle: modélisation et manipulation
Numéro	
Enseignant(s)	Nathalie Abadie (resp.), Charlotte Hoarau, Serge Botton, Cécile Duchêne
Nombre d'heures de théorie	15
Nombre d'heures de pratique	15 + 18 heures en autonomie partielle (travail sur machine à réaliser avec support, enseignant présent 1/3 du temps)
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Pré-requis	Avoir les notions de base, et déjà manipulé, sur les bases de données relationnelles. Quatre demi-journées de mise à niveau peuvent être proposées juste avant la rentrée.
Programme	<ul style="list-style-type: none">• Acquisition de données géographiques vectorielles (principes de base du GPS, photogrammétrie) : concepts théoriques de base. TP localisation par GPS.• Information géographique vectorielle et système d'information géographique : notions de base. Manipulations sur QGIS : import/export de données de formats variés, conversion de coordonnées, géoréférencement d'une image, saisie de données, requêtes attributaires et spatiales, symbolisation des

UE : Information géographique vectorielle: modélisation et manipulation (S1)

données, découverte de Grass via QGIS.

- Bases de données relationnelles, dont géographiques : principes de la modélisation, interrogation, mise à jour. Langage SQL. Manipulations sur PostgreSQL et PostGIS, couplage avec QGIS.

Détail des séances :

1	CM ¹	Acquisition de données
2	TP	GPS
3	CM	SIG généralités
4	TP	Import/Export QGIS
5	CM	Cartographie sous SIG
6	PA	Import/export données OpenData
7	TP	Requêtes et jointures QGIS
8	PA	Géoréférencement image
9	PA	Cartographie sur QGIS
10	CM	BD Géographiques
11	TP	BD Géographiques (PostGIS)
12	CM	BD géographiques
13	TP	BD géographiques (PostGIS)
14	PA	QGIS avancé
15	PA	Modélisation/saisie de données : modélisation et saisie selon différentes stratégies des données du Dr Snow sur l'épidémie de Choléra à Londres en 1854.
16	PA	Modélisation/saisie de données (fin)

Evaluation

Interrogation écrite dont une partie sur table et éventuellement une partie sur machine, TP notés.

Méthodes pédagogiques

Cours théoriques, exercices, TP sur machine, sortie terrain GPS (1/2 journée).

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions.

¹ Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Programmation SIG et image (S1)

Objectif de l'UE

Permettre aux étudiants d'acquérir ou de renforcer (selon leurs acquis antérieurs) leurs savoirs et savoir-faire en matière de programmation en vue de manipuler programmatiquement des données géographiques vectorielles et images. Leur donner les bases du langage Python. Leur faire prendre contact avec quelques bibliothèques Python de manipulation de données géographiques, dont l'api du SIG QGIS.

Compétences attendues

Savoir écrire des algorithmes informatiques en manipulant des données géographiques : de type vecteur avec leur géométrie (point, ligne, polygone) ou de type image (raster) avec des matrices. Pouvoir lire un code informatique manipulant des données géographiques vectorielles ou image en le comprenant, et intervenir dessus pour le corriger ou le modifier. Pouvoir en faire un plugin QGIS.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG

Descriptif des cours

Département responsable	
Matière	Programmation SIG et image
Numéro	
Enseignant(s)	Marie-Dominique Van Damme (resp.), Yann Meneroux, Clément Dechesne.
Nombre d'heures de théorie	15
Nombre d'heures de pratique	15
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Pré-requis	<ul style="list-style-type: none">- Notions de bases en géométrie : point, polygone, distance euclidienne, barycentre de points, etc.- Bases de la programmation (variables, tableaux, boucles, tests conditionnels, fonctions, IO, etc.)- Programmation objet : manipulation simple des objets. Trois demi-journées d'initiation à la programmation peuvent être proposées aux étudiants novices juste avant la rentrée.
Programme	Les premiers cours commencent par des rappels de programmation sur des notions supposées déjà vues, et pose les bases d'apprentissage du langage python et de son environnement de travail. Deux autres cours

UE : Programmation SIG et image (S1)

rappelleront les bases de la programmation objet et sa modélisation à travers les diagrammes de classes (méthode UML).

Les exercices dirigés apprennent à traduire les algorithmes classiques en langage de programmation dans un contexte SIG. Un accent est mis sur l'apprentissage des algorithmes itératifs. Voici quelques exemples d'algorithmes qui peuvent être écrits au cours des séances d'exercices dirigés : recherche du plus proche voisin, algorithmes de partitionnement, parcours de graphe, analyse d'un semis de points, etc.

Ce module vise aussi à utiliser des bibliothèques python comme maths, random, pyplot, numpy, qgis

Détail des séances :

1	CM ²	Introduction du module. Algorithmie
2	TP	Exercices dirigés algorithmie
3	CM	Algorithmie géométrique
4	TP	Exercices dirigés algorithmie géométrique
5	CM	Programmation objet
6	TP	Exercices dirigés programmation objet
7	CM	Programmation image
8	TP	Programmation image
9	CM	API QGIS
10	TP	Programmation d'un plugin QGIS

Evaluation

Examen écrit 3 heures, documents non autorisés.

Méthodes pédagogiques

Cours théoriques, exercices, TP sur machine (environnement Spyder ou Geany, QtDesigner et QGIS pour la programmation Python).

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions. Fascicule d'exercices pour les séances de TP.

²

Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Analyse géométrique de données géographiques vectorielles (S1)

Objectif de l'UE

Permettre aux étudiants de renforcer leurs connaissances et leur savoir-faire en matière d'analyse automatique ou semi-automatique de données géographiques vectorielles, basée sur la composante géométrique de ces données. Les familiariser avec les principes et les outils permettant d'extraire de l'information présente implicitement dans un jeu de données vectorielles et MNT : forme d'un objet, relations entre objets (connexité, proximité, etc.), distribution spatiale d'un groupe d'objets, etc. Par rapport au programme du M1 ou du cycle ingénieur 2^{ème} année de l'ENSG, le but est double : (1) approfondir et compléter les notions déjà abordées sous forme d'initiation, (2) monter en puissance en terme de volume et de diversité de données traitées. Les méthodes vues dans cette unité d'enseignement sont également mobilisées dans les UE « Analyse de données géographiques et représentation » et « Dynamiques spatio-temporelles ».

Compétences attendues

Connaître les outils de l'analyse de données vectorielles basée sur la géométrie.

Etre capable de concevoir, et de mettre en œuvre dans l'environnement logiciel PostGIS/QGIS/ GRASS une méthode d'analyse basée sur ces outils de base pour répondre à un problème donné (caractériser des données par leur forme ou leur configuration spatiale, faire des calculs d'accessibilité, etc.).

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG

Descriptif des cours

Département responsable	
Matière	Analyse géométrique de données géographiques vectorielles
Numéro	
Enseignant(s)	Cécile Duchêne (resp.), Guillaume Touya, Mickaël Brasebin
Nombre d'heures de théorie	15
Nombre d'heures de pratique	18
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Pré-requis	Manipulation de SIG et SGBD spatial, trigonométrie, notions de base en géométrie, algorithmie
Programme	Définitions de l'analyse spatiale, principes de base de l'analyse géométrique. Opérateurs et indicateurs sur un objet, deux objets (relations), un groupe d'objets : combinaison de géométries, morphologie mathématique, calculs d'enveloppes ; relations topologiques, distances classiques, etc. ; indicateurs classiques sur un groupe d'objets. Démarche pour la mise au point d'un indicateur.

UE : Analyse géométrique de données géographiques vectorielles (S1)

Analyse de réseaux : indicateurs classiques, calculs de plus courts chemins

Structures d'analyse : diagramme de Voronoï, triangulations, autres structures

Modélisation et analyse de MNT

Mise en pratique des notions abordées par des analyses de données réelles sur le SIG QGIS et le SGBD spatial PostGIS (la moitié des séances de l'UE sont consacrées à des TP).

Détail des séances :

1	CM ³	Introduction du module. Opérateurs classiques, indicateurs sur 1 objet
2	TP	Manipulation opérateurs géométriques : calculs d'indicateurs routiers et urbains en vue d'analyse ultérieure dans le module Statistiques spatiales.
3	CM	Structures d'analyse
4	CM	Indicateurs sur un objet (suite), relations, analyse d'un groupe
5	TP	Manipulation relations topologiques, opérateurs, indicateurs : détection de structures caractéristiques d'un réseau routier et de formes particulières de bâtiments.
6	CM	Analyse de réseaux
7	CM	Manipulation analyse de réseaux
8	CM	Modélisation/analyse de MNT
9	TP	TP de synthèse : opérateurs, indicateurs, structures d'analyse, réseaux
10	TP	TP de synthèse : opérateurs, indicateurs, structures d'analyse, réseaux
11	TP	TP de synthèse : opérateurs, indicateurs, structures d'analyse, réseaux. Application en aménagement : trame verte, connexité de l'habitat d'une espèce animale.

Evaluation

Examen écrit 2h ou 3h, sans documents.

Méthodes pédagogiques

Cours théoriques, exercices, TP sur machine (QGIS, PostGIS, GRASS).

³

Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Analyse géométrique de données géographiques vectorielles (S1)

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions, supports et corrigés de TP.

UE : Statistique spatiale et représentation (S1)

Objectif de l'UE

Permettre aux étudiants d'acquérir ou renforcer leurs connaissances et savoir-faire en matière de méthodes statistiques appliquées à l'analyse de données géographiques. Leur apprendre à mettre en œuvre une démarche scientifique adaptée aux différentes problématiques et données géographiques étudiées : décrire statistiquement les données à analyser, proposer des indicateurs et des méthodes de classification, représenter les résultats statistiques, modéliser les relations entre les objets géographiques en s'appuyant sur des modèles connus (modèle gravitaire, etc.).

Compétences attendues

Connaître les outils statistiques mobilisables pour une analyse de données géographiques. Être capable de concevoir, et de mettre en œuvre dans l'environnement PostGIS/QGIS/R/Excel, une méthode d'analyse basée sur ces outils en fonction d'un besoin donné. Être capable d'analyser les résultats obtenus.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG

Descriptif des cours

Département responsable

Matière

Numéro

Enseignant(s)

Nombre d'heures de théorie

Nombre d'heures de pratique

Objectifs

Pré-requis

Programme

Statistique spatiale et représentation

Ana-Maria Raimond (resp.), Elodie Buard, Francis Dhée

15

21

Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).

- Notions de base en analyse statistique de données géographiques. Parallèle entre les concepts utilisés en statistique mathématique et statistique spatiale.
- Méthodes descriptives uni-variées, représentation graphique et interprétation.
- Structuration de données géographiques (matrices d'information spatiale, matrices de relations entre les lieux) et mise au point d'indicateurs sémantiques.
- Méthodes d'analyse bi-variée et multi-variée.
- Méthodes de segmentation et de classification d'objets géographiques (supervisée et non-supervisée) ; représentation cartographique.

UE : Statistique spatiale et représentation (S1)

- L'effet de l'échelle, du maillage et du seuil en analyse statistique spatiale.
- Mise en pratique des notions abordées sur des données différentes : vecteur, semis de points en utilisant le logiciel statistique R, le SIG QGIS et le SGBD spatial PostgreSql/ PostGIS.

Détail des séances :

1	CM ⁴	Introduction du module. Introduction à l'analyse statistique spatiale. Analyse univariée
2	CM	Cartographie générale
3	TP	TP analyse statistique spatiale univariée
4	CM	Statistique spatiale et représentation cartographique
5	TP	TP analyse statistique spatiale univariée
6	CM	Analyse statistique spatiale bivariée
7	TP	Familiarisation avec le logiciel R
8	TP	TP analyse statistique spatiale bivariée
9	CM	Classifications
10	TP	TP classifications
11	CM	Modifiable Area Unit Problem (MAUP) et sa représentation graphique et cartographique
12	TP	TP MAUP

Evaluation	Interrogation sur machine avec un compte rendu écrit, devoirs notés.
Méthodes pédagogiques	Cours théoriques, exercices, TP sur machine (QGIS, PostGIS, R).
Documents	Diapositives utilisées pendant les interventions. Documents contenant le corrigé des TP (description et code) donnés à la fin du TP.

⁴ Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Analyse de dynamiques spatio-temporelles (S1)

Objectif de l'UE

Permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances et savoir-faire nécessaires à l'analyse de différents phénomènes évolutifs (évolutions du territoire et déplacements d'individus), et à l'intégration de données hétérogènes : multi-sources, raster et vecteur, multi-dates et données de mobilité. Leur faire découvrir des applications des méthodes présentées sur différentes thématiques: déplacements d'animaux, déplacements de véhicules d'urgence, simulation d'évolutions urbaines et évolution de la végétation.

Compétences attendues

Être capable de s'appuyer sur différentes sources de données, incluant des données raster et vecteur et éventuellement textuelles, pour analyser différents phénomènes évolutifs : évolutions du territoire et déplacements d'individus.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG

Descriptif des cours

Département responsable	
Matière	Analyse de dynamiques spatio-temporelles
Numéro	
Enseignant(s)	Julien Perret (resp.), Benoît Coste, Ana-Maria Raimond, Laurence Jolivet
Nombre d'heures de théorie	15
Nombre d'heures de pratique	15
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Pré-requis	
Programme	<ul style="list-style-type: none">• Définitions : dynamiques spatiales, dynamiques urbaines, évolutions du territoire, mobilités<ul style="list-style-type: none">– objets, questions– processus, phénomènes• Données spatiales, données temporelles et données spatio-temporelles<ul style="list-style-type: none">– données spatiales, incertitudes– données temporelles– snapshots, données géo-historiques et appariement• Systèmes complexes, Modélisation urbaine et Simulation<ul style="list-style-type: none">– complexité, systèmes complexes, etc.– modèles urbains– modèles de simulation• Mobilités individuelles

UE : Analyse de dynamiques spatio-temporelles (S1)

- données GPS, GSM, etc. : collecte, qualité, modélisation
- map-matching
- analyses de trajectoires: quelques méthodes de clustering, densité
- Interactions spatiales et déplacements animaliers
 - espace support, paysages, dynamiques de paysages
 - données raster évolutives
 - interactions
- Mise en pratique des notions étudiées par construction et analyse de données réelles (trajectoires et données d'évolution) en utilisant les logiciels PostGIS, QGIS. La moitié des séances sont consacrées à des TP.

Détail des séances :

1	CM ⁵	Introduction du module Définitions : dynamiques spatiales, dynamiques urbaines, évolutions du territoire, mobilités.
2	CM	Données spatiales, données temporelles et données spatio-temporelles
3	TP	Données spatiales et temporelles, stockage, interrogation et visualisation de snapshots, évolution du territoire et des populations
4	TP	Suite de la séance 4
5	CM	Mobilités individuelles
6	TP	Analyse de déplacements individuels
7	CM	Interactions spatiales et déplacements animaliers
8	TP	Déplacements animaliers, analyse de patterns
9	CM	Systèmes complexes, Modélisation urbaine et Simulation
10	TP	Modélisation urbaine et Simulation

Evaluation

TP notés et/ou examen final.

Méthodes pédagogiques

Cours, exercices dirigés, TP sur machine.

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions.

⁵

Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Projet tutoré analyse spatiale (S1)

Objectif de l'UE

Projet tutoré par petits groupes visant à résoudre un problème d'analyse spatiale proposé par un laboratoire de recherche ou élaboré par les étudiants. Les objectifs sont la réappropriation par la pratique des connaissances acquises pendant l'année, l'acquisition d'une certaine autonomie sur la modélisation et l'analyse spatiale de données géographiques vectorielles, la pratique de la réalisation d'un état de l'art, l'approfondissement d'une thématique, et l'apprentissage du travail en équipe.

Compétences attendues

Etre capable de travailler en équipe et de dialoguer avec un commanditaire non nécessairement géomaticien. Comprendre un besoin. Faire un état de l'art succinct des méthodes permettant de répondre à ce besoin. Choisir, adapter, compléter et mettre en œuvre des méthodes existantes (vues dans les différentes UE et/ou dans l'état de l'art réalisé), pour répondre à ce besoin. Être capable de synthétiser et de présenter le travail réalisé.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG

Descriptif des cours

Département responsable	
Matière	Projet tutoré analyse spatiale
Numéro	
Enseignant(s)	Mickaël Brasebin (resp.)
Nombre d'heures de théorie	15
Nombre d'heures de pratique	15
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Pré-requis	
Programme	<ul style="list-style-type: none">• Présentation et attribution des différents sujets• Définition et réalisation des objectifs de chaque sujet• Restitution sous forme d'un rapport et d'une soutenance
Evaluation	Rapport de projet et soutenance
Méthodes pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">• Suivi fréquent des élèves pour les aider à progresser (toutes les 2 séances)• Incitations à l'autonomie et à la prise d'initiative• Rencontre avec les commanditaires

UE : Projet tutoré analyse spatiale (S1)

Documents

Diapositives présentant les projets.
Des supports fournis par les commanditaires des sujets.
La bibliographie et les documents techniques trouvés par les élèves.

UE : Mathématiques pour les Sciences Géographiques (S1)

Objectif de l'UE

Donner les outils mathématiques nécessaires pour appréhender les notions théoriques de bases dans le domaine de l'information géographique.

Compétences attendues

Être capable de comprendre / d'adapter / de programmer les notions théoriques de bases s'appuyant sur le calcul vectoriel, matriciel, statistique, de traitement du signal/image

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : UPEM

Descriptif des cours

Département responsable

Matière

Numéro

Enseignant(s)

Nombre d'heures de théorie

Nombre d'heures de pratique

Objectifs

Pré-requis

Programme

Mathématiques pour les Sciences Géographiques

B. Fruneau, J.-P. Rudant, P.-L. Frison

15

15

Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).

Cf détail des séances

Détail des séances :

1	CM/TD ⁶	Introduction aux Probabilités / Statistiques : théorie des ensembles, dénombrement, probabilités
2	CM/TD	Introduction aux Probabilités / Statistiques : variables aléatoires, lois usuelles, théorèmes asymptotiques
3	CM/TD	Introduction aux Probabilités / Statistiques : estimation et tests
4	CM/TD	Calcul vectoriel : vecteurs, produit scalaire
5	CM/TD	Système de coordonnées-

⁶ Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Mathématiques pour les Sciences Géographiques (S1)

		cartésiennes, cylindriques, sphériques)
6	CM/TD	Calcul matriciel, opérations, diagonalisation
7	CM/TD	Nombres complexes, dérivation, intégrale
7	CM/TD	Traitement signal : Définitions, Transformée de Fourier
8	CM/TD	Traitement Signal : Convolution, corrélation
9	CM/TD	Traitement de signal : Echantillonnage, Shannon,

Evaluation

Examen final

Méthodes pédagogiques

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions.

UE : Traitement d'images (S1)

Objectif de l'UE

Amener les étudiants à accéder aux images gratuites d'observation de la Terre disponibles sur le Web, à analyser statistiquement puis à traiter ces images. Savoir caractériser un « produit image » en termes de localisation, niveau de prétraitement, radiométrie, géométrie, format et métadonnées...

Compétences attendues

Savoir accéder aux catalogues de données, choisir des images selon des critères, y accéder en ligne ou les télécharger, les traiter à la volée ou en statique, les partager, les exporter.

Savoir réaliser des compositions colorées selon les thématiques attendues. Savoir sélectionner des tables de pseudo-couleur. Savoir réaliser des filtrages pour rehausser ou isoler des caractéristiques dans l'image.

Comprendre les mécanismes de transformations géométriques direct et inverse. Savoir sélectionner le système de référence de coordonnées géodésique attendu en sortie.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : UPEM

Descriptif des cours

L'enseignement dans cette UE est essentiellement basé sur des manipulations interactives autour du logiciel en ligne VtWeb et du logiciel de production ENVI. De courtes présentations magistrales alternent avec des recherches sur le Web et des travaux pratiques réalisés à partir de ces deux logiciels.

Département responsable				
Matière	Traitement d'images			
Numéro				
Enseignant(s)	S. Riazanoff, L. Caraffa			
Nombre d'heures de théorie	15			
Nombre d'heures de pratique	18			
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).			
Pré-requis	Mathématiques niveau Terminal S			
Programme	Détail des séances :			
	<table border="1"><tr><td>1</td><td>CM/TD⁷</td><td>Introduction à VtWeb : -datasets et base maps, -représentations 2D et 3D</td></tr></table>	1	CM/TD ⁷	Introduction à VtWeb : -datasets et base maps, -représentations 2D et 3D
1	CM/TD ⁷	Introduction à VtWeb : -datasets et base maps, -représentations 2D et 3D		

⁷ Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Traitement d'images (S1)

2	CM/TD	Introduction à ENVI : -compositions colorées, -statistiques
3	CM/TD	Transformations radiométriques globales : -seuillages -stretching linéaires
4	CM/TD	Transformations radiométriques globales : -égalisation, -gamma...
5	CM/TD	Transformations radiométriques locales : -convolution
6	CM/TD	Transformations radiométriques locales : -convolution (2), -médian
7	CM/TD	Transformations géométriques : -MDD/MDI, -géoref. / géocodage.
8	CM/TD	Transformations géométriques : -géométrie de prise de vue, -SRCs
9	CM/TD	Restauration d'images en conditions dégradées : -statistiques, égalisation
10	CM/TD	Approche markovienne pour le traitement d'image : Optimisation, probabilité.
11	CM/TD	Approche markovienne pour le traitement d'image : Optimisation, probabilité.

Evaluation

Contrôle continu : Une note de contrôle continue (CC) est attribuée en effectuant la moyenne des 8 travaux donnés à l'issue des séances.

Contrôle final : Un contrôle final (CF) est effectué en répondant aux questions d'un formulaire sans documents (à confirmer).

Note finale : $NF = (CC-10)/2 + CF$

Méthodes pédagogiques

Le cours dans une salle machine, l'alternance de théorie et de pratique, la pratique de contrôles continus mobilisent l'attention soutenue des étudiants.

Documents

Les élèves sont invités à préparer les cours et à rechercher dans les documents (cours, supports de travaux dirigés et examens) disponibles sur le site Web de S. Riazanoff à l'UPEM à l'adresse <http://www-igm.univ-mlv.fr/~riazano/> et en particulier le cours d'[Initiation au Traitement d'Images \(ITI\)](#) et celui de [Télétection \(SIG\)](#).

UE : Télédétection : méthodes (S1)

Objectif de l'UE

Introduire les notions de physique de base pour appréhender les spécificités et les traitements nécessaires aux différentes données de télédétection en vue de leurs applications

Compétences attendues

Etre en mesure de comprendre l'origine physique des rayonnements mesurés par les différents capteurs utilisés en fonction de leur longueur d'onde. Etre sensibilisé aux différents traitements adaptés aux données analysées

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : UPEM

Descriptif des cours

Département responsable			
Matière	Télédétection : méthodes		
Numéro			
Enseignant(s)	B. Fruneau, J.-P. Rudant, P.-L. Frison		
Nombre d'heures de théorie	15		
Nombre d'heures de pratique	15		
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).		
Pré-requis			
Programme	Cf détail des séances Détail des séances :		
	1	CM ⁸ /TD	Notion de physique de la mesure : origine des rayonnements
	2	CM/TD	Notion de physique de la mesure : origine des rayonnements
	3	CM/TD	Réflectance, température de brillance, coefficient de rétrodiffusion
	4	CM/TD	Télédétection radar : imagerie RSO

⁸ Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Télédétection : méthodes (S1)

5	CM/TD	Télédétection radar : applications
6	CM/TD	Télédétection radar : traitement d'images RSO
7	CM/TD	Classifications.
8	CM/TD	Interférométrie radar
9	CM/TD	Interférométrie radar : manipulations sur SNAP
10	CM/TD	Exposés

Evaluation

Examen final + note d'exposé

Méthodes pédagogiques

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions.

UE : Télédétection : applications (S1)

Objectif de l'UE

Panorama de diverses applications de la télédétection pour le suivi des surfaces émergées (optique, lidar, drones).

Compétences attendues

Avoir des notions des différentes applications de la télédétection et des traitements utilisés.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : UPEM

Descriptif des cours

Département responsable

Matière

Numéro

Enseignant(s)

Nombre d'heures de théorie

Nombre d'heures de pratique

Objectifs

Pré-requis

Programme

Télédétection : applications

B. Anselme (Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne), L. Beaudoin (ESIEA), C. Mallet, C. Cazals, C. Lardeux (ONF International), L. Jarlan (IRD)

18

18

Cf. objectifs de l'UE (une seule matière dans l'UE).

Cf détail des séances

Détail des séances (exemple, susceptible d'évoluer selon disponibilités des intervenants et évolution des techniques) :

1	CM	Télédétection Lidar : application pour l'estimation des MNT et MNE
2	TP	
3	CM	Classification de données de télédétection pour l'occupation des sols et la cartographie des forêts.
4	TP	
5	CM ⁹	Estimation de l'Occupation des Sols sur une région agricole par classification de données optiques (LanSAT)
6	TP	
7	CM	Application de la télédétection pour le pilotage de l'irrigation en zone agricole semi-aride. Utilisation du modèle d'évapotranspiration de la FAO
8	TP	

⁹ Les modes d'encadrement des séances sont décrits en fin d'introduction (p. 6).

UE : Télédétection : applications (S1)

9	CM	Acquisition de données géoréférencées à partir de terminaux android.
10	TP	Intégration des données dans un SIG
11	CM	Télédétection basse altitude (drones) : Concepts, législation, applications
12		

Evaluation

Examen final

Méthodes pédagogiques

Documents

Diapositives utilisées pendant les interventions.

UE : Projet tutoré télédétection (S1)

Objectif de l'UE

Projet tutoré par petits groupes visant à résoudre un problème de télédétection proposé ou élaboré par les étudiants. Les objectifs sont l'acquisition d'une certaine autonomie sur le choix et le traitement des données utilisés pour une problématique en télédétection. .

Compétences attendues

Comprendre un besoin. Faire un état de l'art succinct des méthodes permettant de répondre à ce besoin. Choisir, adapter, compléter et mettre en œuvre des méthodes existantes (vues dans les différentes UE et/ou dans l'état de l'art réalisé), pour répondre à ce besoin.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : UPEM

Descriptif des cours

Département responsable	
Matière	Projet tutoré télédétection
Numéro	
Enseignant(s)	
Nombre d'heures de théorie	
Nombre d'heures de pratique	30
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Pré-requis	
Programme	Utilisation de données Sentinel pour le suivi de la végétation, suivi des déplacements de surface par interférométrie radar, suivi de champs artificiels en Arabie Saoudite, extraction de réseau hydrographique sur les cartes anciennes, comparaison de méthodes de segmentation, extraction de marquages urbains à partir de données lidar.
Evaluation	Présentation orale
Méthodes pédagogiques	
Documents	

UE : Conférences et étude bibliographique (S1)

Objectif de l'UE

Elargir le champ des connaissances scientifiques et techniques liées au master, grâce à des exposés oraux de conférenciers francophones ou anglophones. Permettre aux étudiants de se confronter à l'écoute d'un exposé oral sur un sujet non connu (connexe à ceux étudiés dans le Master), et à la lecture d'un article scientifique. Leur faire pratiquer la restitution orale (du contenu d'un article lu) et écrite (d'une conférence écoutée).

Les sujets abordés pourront être des applications thématiques (biodiversité, urbanisme, démographie, foresterie, etc.), des outils méthodologiques (géovisualisation, systèmes complexes, systèmes agent, etc.) ou des approches métier (mise en place d'un SIG dans une collectivité, etc.).

Compétences attendues

Savoir écouter une conférence sur un sujet non forcément connu et faire une restitution écrite des points principaux. Savoir lire un article scientifique en anglais et faire une restitution orale (en français) des points principaux.

ECTS : 3

Institut opérant l'UE : ENSG et UPEM

Descriptif des cours

Département responsable

Matière

Analyse géométrique de données géographiques vectorielles

Numéro

Enseignant(s)

Sébastien Mustière, Sidonie Christophe, Pierre-Louis Frison, Bénédicte Fruneau, intervenants des conférences

Nombre d'heures de théorie

18

Nombre d'heures de pratique

5

Objectifs

Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).

Pré-requis

Anglais lu

Programme

Une dizaine de séances à raison d'environ une par semaine, à jour fixe, de décembre à février.

Deux semaines avant chaque séance, un ou deux étudiants reçoivent un article scientifique en anglais (un article par étudiant) fourni par le conférencier, en lien avec le sujet traité dans la conférence.

Le jour de la conférence, avant l'arrivée du conférencier, les étudiants font une restitution orale de l'article qu'ils ont lu devant leurs camarades et les enseignants. La conférence se déroule dans la foulée (exposé + questions). Les étudiants qui ont présenté à l'oral font

UE : Conférences et étude bibliographique (S1)

	également un résumé écrit de la conférence.
Evaluation	Evaluation sur exposé oral résumant un article scientifique et résumé écrit d'une conférence.
Méthodes pédagogiques	Conférences, Lecture d'articles, Exposés par les étudiants aux étudiants.
Documents	Articles scientifiques et supports de présentation des intervenants

Module : Stage (S2)

Objectif du module :

Réalisation d'un stage de 4 à 6 mois sur un sujet défini par un organisme d'accueil qui peut être un laboratoire de recherche ou une entreprise privée ou publique. Confrontation avec le mode professionnel et une problématique réelle en lien avec les thématiques étudiées durant l'année de Master 2 IGAST.

Un sujet de stage pour lequel l'étudiant est retenu ne peut être validé que s'il remplit conjointement les deux conditions suivantes :

- Le stage nécessite la mobilisation de compétences vues pendant le M2IGAST, à savoir des compétences parmi : modélisation et manipulation de l'information géographique vectorielle, programmation SIG, analyse géométriques et/ou statistiques de données spatiales ou spatio-temporelles, traitement d'images, télédétection.
- Le travail attendu contient une analyse d'un problème, la proposition de solutions, leur mise en œuvre ou au moins des expérimentations, et une prise de recul sur le travail effectué.

Compétences attendues :

Savoir trouver sa place dans un environnement professionnel, prendre à son compte et mener à bien une étude ou un projet sur un sujet défini au préalable, analyser un problème, mobiliser des compétences acquises pendant l'année pour y répondre, proposer des solutions adaptées aux contraintes liées à l'environnement dans lequel s'effectue le stage, mettre en œuvre au moins en partie les solutions proposées, rendre compte du travail effectué à l'écrit (rapport) et à l'oral (soutenance) de manière accessible à des personnes ne connaissant pas le sujet, en incluant une prise de recul sur le travail effectué.

ECTS : 24

Institut opérant l'UE : ENSG et UPEM

(Le suivi administratif du stage est assuré par l'UPEM pour les étudiants inscrits à l'UPEM et par l'ENSG pour les étudiants inscrits à l'ENSG. De même le rôle d'enseignant référent est assuré par un enseignant UPEM pour les étudiants inscrits à l'UPEM et ENSG pour les étudiants inscrits à l'ENSG).

Département responsable	
Matière	Stage de Master 2 (4 à 6 mois)
Numéro	
responsables des stages	
Nombre de mois	4 à 6
Objectifs	Cf. objectif de l'UE (une seule matière dans l'UE).
Programme	Rechercher d'un stage au cours de l'année, faire valider ce stage par l'ENSG ou l'UPEM, réaliser ce stage.
Evaluation	Rapport, soutenance
Coefficient	

Module : Stage (S2)

Méthodes pédagogiques

Pour les étudiants de l'ENSG, les règles de ce stage sont décrites dans le document intitulé « Guide du TFE ».