

	<p>Programme d'Enseignement de la filière ASIG</p>	
<p>Année 2007 / 2008</p>	<p>Responsable pédagogique : Cécile Huet – ENSG / DCAIG</p>	

***DESCRIPTIF DES COURS***  
***DE LA FILIERE DE TROISIEME ANNEE***  
***« ARCHITECTURE DES SIG »***

# LISTE DES COURS

<b>MODULE INFORMATIQUE .....</b>	<b>3</b>
RAPPELS DE BASE .....	3
RESEAUX .....	5
PROGRAMMATION C++ .....	6
UNIX .....	7
PROJET GEOMATIQUE .....	8
PROJET BRAINWARE .....	9
<b>MODULE COMPONENTMARE.....</b>	<b>10</b>
ETUDE DETAILLEE DES DIVERS RESEAUX.....	10
ETUDE DETAILLEE DES INFRASTRUCTURES .....	12
VISITES TECHNIQUES.....	14
<b>MODULE CONNAISSANCES GENERALES.....</b>	<b>15</b>
GEODESIE .....	15
PHOTOGRAMMETRIE .....	16
GENERALISATION EN CARTOGRAPHIE .....	18
LA QUALITE DANS UN SIG .....	20
SOLUTIONS SI .....	21
CONDUITE DU CHANGEMENT.....	23
<b>MODULE SIG (NIVEAU EXPERTISE).....</b>	<b>25</b>
MISE EN PLACE ET ADMINISTRATION D'UN SIG D'ENTREPRISE .....	25
ANALYSE COMPARATIVE DES SIG : METHODOLOGIE ET ETUDE DE CAS .....	26
APPORT DES SIG POUR UNE THEMATIQUE CHOISIE.....	27
SOLUTIONS WEBMAPPING.....	28
SYSTEMES DE GESTION DE BASES DE DONNEES LOCALISEES .....	29
<b>ORGANISATION DU FORUM.....</b>	<b>30</b>
<b>STAGE EN ENTREPRISE.....</b>	<b>31</b>
<b>RECAPITULATIF .....</b>	<b>33</b>

## MODULE INFORMATIQUE

RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE

<b>Nombre d'ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
16	96 séances de 3h = 288 heures

## RAPPELS DE BASE (701 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
8	110 h

### Objectifs pédagogiques :

- Assurer un bagage de base dans le domaine des bases de données, de l'intelligence artificielle et de la simulation discrète, afin d'aborder l'étude et la manipulation de l'architecture des SIG
- Fournir une connaissance solide des bases informatiques indispensables dans le noyau d'un SIG
- Montrer comment l'on peut construire une plateforme intégrée orientée objet servant de noyau au SIG

### Contenu :

- **BRAINWARE : la méthodologie rationnelle de conception**
  - l'écriture des algorithmes avec ADL,
  - l'approche rationnelle des langages de programmation avec BNF,
  - la structuration objet avec HBDS,
  - l'expression de l'IHM (Interface Homme-Machine) avec le Q-Graphe.
- **SOFTWARE : l'architecture orientée objet des SIG :**
  - mise en place d'un noyau de SIG,
  - principe d'une plateforme intégrée orientée objet incluant :
    - base de données,
    - base de connaissance,
    - système expert,
    - simulation discrète et continue,
    - moteur neuronal,
    - algorithmes génétiques,
    - générateur d'interface graphique 3-D stéréoscopique, dans un contexte hypertextuel, multimédia et client-serveur.
  - rappels de téléinformatique et programmation réseau.
  - étude de la programmation orientée objet des SIG.
- **HARDWARE : les périphériques dédiés aux métiers SIG.**
  - numériseurs, scanners, traceurs, machines 3-D.
  - écrans TV stéréoscopiques, réalité virtuelle, holographie temps-réel.

(les dispositifs de positionnement, la technique GPS, seront vus dans le cadre du cours de Géodésie).

- **Préparation au COMPONENTWARE : la structuration des réseaux dans les SIG**
  - méthodologie de structuration orientée objet :
    - inventaire des composants statiques, sous forme de classes, attributs et liens,
    - reconnaissance des composants dynamiques : processus, règles, réflexes, neurones, contraintes,
    - reconnaissance des composants flous, caractérisation de ce flou, et sa délimitation,
    - expression algorithmique des interactions,
  - la maîtrise des interactions entre réseaux :
    - interconnexions,
    - intersections,
    - superpositions,
    - emboîtements,
    - pseudo-parallélismes.

**Évaluation :**

- Interrogations écrites et résultats de projets

## MODULE INFORMATIQUE

**RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE**

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
16	96 séances de 3h = 288 heures

## RESEAUX (702 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	Lam N'GUYEN (HP)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
2	30 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Introduire les concepts de base traitant des réseaux.
- Initier aux technologies du web.
- Introduire les concepts de base traitant des réseaux.
- Former à l'emploi des SIG dans ce contexte.

### **Contenu :**

- Introduction à la technologie réseau
- Etude du concept de réseau local
- Analyse des couches et des trames d'Ethernet TCP/IP
- Etude d'Internet
- Présentation des SIG sur le Web
- Introduction à MapServer, PostgreSql et PostGIS
- Analyse des avantages et inconvénients des solutions libres

### **Évaluation :**

- Interrogation écrite ou TP noté

## MODULE INFORMATIQUE

RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
16	96 séances de 3h = 288 heures

## PROGRAMMATION C++ (703 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	Stéphane Pelle (IGN)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	18 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Connaître les principes et la structure du C++
- Être capable d'écrire un programme en C++

### **Contenu :**

- Exercices de programmation en C++

### **Évaluation :**

- TP noté

## MODULE INFORMATIQUE

RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
16	96 séances de 3h = 288 heures

## UNIX (704 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	Luc Mathis (IGN)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	30 h

### Objectifs pédagogiques :

- Connaître les principes et la structure du système d'exploitation Unix
- Connaître les commandes Unix et le Shell
- Être capable de manipuler un ordinateur sous Unix

### Contenu :

- Généralités sur les OS
- Unix, historique, généralités
- Utilisation (commandes, Shell)
- Structures internes
  - Kernel
  - FS et buffer cache
  - Structure et contrôle des processus
  - Gestion de la mémoire
  - I/O
  - Communication interprocessus
- Un focus plus particulier sur GNU/Linux
- En option: système multi-processus et systèmes distribués en Unix

### Évaluation :

- TP noté

## MODULE INFORMATIQUE

**RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE**

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
16	96 séances de 3h = 288 heures

## PROJET GEOMATIQUE (705 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
2,5	70 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Donner les éléments théoriques de géomatique qui interviennent dans un SIG et mettre en œuvre ceux-ci à l'aide d'un projet
- Fournir les éléments de base à la construction d'un SIG 3D stéréoscopique animé, fondé sur les techniques de réalité virtuelle

### **Contenu :**

- Rappels sur les graphes, multigraphes et hypergraphes, isolignes, grilles, arbres quadrillés, matrices et tenseurs creux.
- Description des matériels de saisie et restitution : numériseur, scanner, traceur, écran, systèmes holographiques, réalité virtuelle.
- Opérations de transformations d'images. Filtres divers.
- Rotations, translations, zooms, anamorphoses. Projections, déformations
- Représentations sélectives ; critères, algorithmes.
- Calculs de longueurs et surfaces sur une carte modélisée par un multigraphe.
- Approximation d'un volume par diverses méthodes ; comparaison.
- Modèles numériques et topologiques de terrain (MNT et MTT)
- Stéréoscopie ; anaglyphe ; autres méthodes.
- Introduction à la réalité virtuelle. Théorie et mise en œuvre. Animation de scène en 3D

### **Évaluation :**

- Soutenance et rapport

## MODULE INFORMATIQUE

RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
16	96 séances de 3h = 288 heures

## PROJET BRAINWARE (706 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1,5	30 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Etre capable de modéliser une importante infrastructure technique et d'en proposer un schéma conceptuel pertinent (décomposition en classes, attributs, relations)

### **Contenu :**

- Il s'agit d'analyser une très grosse infrastructure (aéroport, raffinerie, centrale d'énergie, ...) pour en dresser la structure la plus complète et pertinente possible, en utilisant un modèle à objets persistants possédant une représentation graphique. Il faut dresser la liste des problèmes que la structure permet de résoudre, et montrer les solutions algorithmiques.

### **Évaluation :**

- Soutenance et rapport

<b>MODULE COMPONENTMARE</b>	
<b>RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE</b>	
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
7 pour les MASIG / 10 pour les IT3	88 séances de 3h = 264 heures

**ETUDE DETAILLEE DES DIVERS RESEAUX  
(COMPONENTWARE I)  
(718 G1)**

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Global à l'ensemble du module	57 h

**Objectifs pédagogiques :**

- Procurer une connaissance approfondie des divers réseaux (fluides, énergie, circulation) que l'on est amené à intégrer dans un SIG.
- Montrer les interactions entre ces réseaux et apprendre à les gérer.

**Contenu :**

- Etude détaillée des divers réseaux pour la réalisation des structures des thèmes suivants :
  - Cadastre – limites administratives – Notariat
  - RGU – Tissu urbain et mobilier urbain
  - Oro-hydrographie
  - Réseaux électriques THT/HT/MT/BT
  - Réseaux d'hydrocarbures : gaz de ville, oléoducs, gazoducs
  - Réseaux d'eau – réservoirs
  - Chauffage urbain – énergie thermique
  - Fluides divers : gaz industriels, air comprimé, etc ...
  - Egouts
  - Réseaux de communication (câble, fibre, liaison hertzienne...)
  - Réseaux liés à la Signalisation, au Contrôle, à la Synchronisation, à l' Eclairage
  - Radioguidage et conduite assistée
  - Optimisation de l'acheminement du courrier
  - Entretien urbain et collecte des déchets
  - Réseaux de transports terrestres : Réseau ferré, Métro-RER, Bus/Taxi, Tramway, Funiculaire, Téléphérique, Monorail...
  - Routes et autoroutes
  - Ponts et tunnels
  - Canaux / écluses / circulation fluviale
  - Circulation maritime

- Circulation aérienne
- Limites géologiques, pédologiques, végétales, agricoles, hydrogéologiques
- Risques naturels
- Géomercatique
- .....

Pour chaque réseau, l'on étudie les divers composants linéaires, les mobiliers, on construit la structure, on définit les réflexes, on détermine les interactions avec d'autres réseaux.

*On dispose pour chaque thème du matériel pédagogique suivant :*

- documentation écrite, sous forme de rapports,*
- diapositives présentant les composants,*
- cassette vidéo,*
- structure grand format du phénomène, résumant son organisation intrinsèque.*

**Évaluation :**

- Soutenance et rapport (globale pour l'ensemble du module)

## MODULE COMPONENTMARE

RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
7 pour les MASIG / 10 pour les IT3	88 séances de 3h = 264 heures

## ETUDE DETAILLEE DES INFRASTRUCTURES (COMPONENTWARE II) (718 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Global à l'ensemble du module	57 h

### Objectifs pédagogiques :

- Apprendre à connaître la structure et le fonctionnement des grosses infrastructures au niveau national ou régional (aéroports, ports, centrales de production d'énergie, centrale de recyclage, etc....) auxquelles les divers réseaux aboutissent.
- Montrer les interactions entre ces infrastructures et les divers réseaux.

### Contenu :

- Etude détaillée des diverses grosses infrastructures liées aux réseaux précédemment étudiés :
  - Centrales de production électrique (hydraulique, thermique, nucléaire)
  - Centrale de retraitement des déchets nucléaires
  - Raffinerie d'hydrocarbures
  - Usine de production de gaz
  - Station d'épuration, station de traitement d'eau potable
  - Centrale de traitement des déchets, stockage des divers déchets (ménagers, industriels, nucléaires)
  - Centrale de chauffage urbain
  - Le dispatching de la circulation urbaine
  - Equipements collectifs (Ecoles, Hôpitaux, crèches, stades ...)
  - Le MIN de « Rungis »
  - Immotique et domotique
  - Métro-RER : le poste de commandement
  - Réseau ferré : une gare de triage
  - Ports
  - Aéroports, et contrôle aérien à l'échelle de l'Europe
  - Mines à ciel ouvert / carrières- Mines en galeries
  - Bases de loisirs (parcs animaliers, d'attractions, etc....)
  - Productique (les réseaux dans les ateliers flexibles)

- .....  
Pour chacun de ces thèmes, l'on intègre les divers réseaux vus précédemment, on détermine leurs interactions, on construit la structure résultante, on définit les réflexes, etc....

**Évaluation :**

- Soutenance et rapport (globale pour l'ensemble du module)

## MODULE COMPONENTMARE

RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
7 pour les MASIG / 10 pour les IT3	88 séances de 3h = 264 heures

### VISITES TECHNIQUES (COMPONENTWARE III) (718 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Global à l'ensemble du module	150 h

#### **Objectifs pédagogiques :**

- Montrer concrètement tous les thèmes qui composent les réseaux et infrastructures potentiellement présentes dans un SIG.
- Apprendre à les modéliser et à formaliser leur fonctionnement.
- Connaître les principaux problèmes rencontrés dans les métiers.
- Etre capable de dialoguer avec les métiers et d'assurer l'interface avec le monde SIG.

#### **Contenu :**

- Environ 50 visites techniques sont organisées, avec préparation à l'aide des documents existants (rapports, images, vidéos...) ; des entretiens tables rondes sont organisés, et chaque visite donne lieu à un rapport abondamment documenté.  
Il faut noter une forte synergie avec des acteurs industriels et des cadres responsables de réseaux et ou d'infrastructures importantes.

#### **Évaluation :**

- Soutenance et rapport (globale pour l'ensemble du module)

## MODULE CONNAISSANCES GENERALES

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Pour MASIG : 6 Pour IT3 : 3	Pour MASIG : 46 séances de 3h = 138 heures Pour IT3 : 22 séances de 3h = 66 heures

### GEODESIE (PAS POUR LES IT3) (707 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Serge Botton
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	24 h

#### Objectifs pédagogiques :

- Fournir un bagage de base en sciences de l'ingénieur dans le domaine SIG (géodésie et photogrammétrie) ainsi que dans le domaine de la représentation à diverses échelles (généralisation).
- Permettre de dialoguer avec les spécialistes de ces divers domaines.

#### Contenu :

- Ellipsoïde :
  - définitions : ellipsoïde, méridien d'origine, type de coordonnées, coordonnées géographiques,
  - lignes géodésiques
- Représentations planes
  - définitions
  - étude mathématique des représentations conformes
  - étude de représentations particulières : Lambert, Stéréographique Polaire, Mercator, Mercator Transverse, UTM
- Systèmes géodésiques et transformation de coordonnées
  - système géodésique, système de coordonnées
  - transformation entre deux systèmes : schéma général et exemples
- Présentation des techniques de positionnement
  - triangulation et trilatération
  - nivellement
  - techniques spatiales
- Système GPS
  - présentation
  - types de mesures et traitements suivant la précision recherchée
  - exemples d'applications

#### Évaluation :

- Interrogation écrite ou mini-projet

## MODULE CONNAISSANCES GENERALES

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Pour MASIG : 6 Pour IT3 : 3	Pour MASIG : 46 séances de 3h = 138 heures Pour IT3 : 22 séances de 3h = 66 heures

## PHOTOGRAMMETRIE (PAS POUR LES IT3) (708 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Raphaële Heno
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	24 h

### Objectifs pédagogiques :

- Fournir un bagage de base en sciences de l'ingénieur dans le domaine SIG (géodésie et photogrammétrie) ainsi que dans le domaine de la représentation à diverses échelles généralisation).
- Permettre de dialoguer avec les spécialistes de ces divers domaines.

### Contenu :

- Photogrammétrie générale et analogique :
  - définitions,
  - vision en relief,
  - photographie aérienne (géométrie, lien avec la restitution),
  - orientation interne,
  - orientation relative,
  - orientation absolue,
  - déformation du modèle,
  - appareils analogiques.
- Photogrammétrie analytique :
  - rappels mathématiques (géométrie, moindres carrés),
  - l'équation de colinéarité,
  - le relèvement dans l'espace – formule des 11 paramètres,
  - le couple – équation de coplanéité,
  - l'orientation absolue,
  - l'aérotriangulation,
  - la stéréopréparation et la trajectographie GPS.
- Photogrammétrie sur images numériques :
  - les images numérisées,
  - les images numériques,
  - les nouveaux capteurs,
  - systèmes et fonctions de traitement d'images aériennes,

- la corrélation numérique d'images,
  - les MNT,
  - la reconnaissance des formes dans les images,
  - les ortho-images,
  - les vues perspectives et les animations 3D.
- Télédétection :
    - rappel de physique,
    - interaction de la lumière,
    - spectre électromagnétique,
    - application en télédétection,
    - photo aériennes et images satellites,
    - principaux systèmes d'observation,
    - présentation du système SPOT,
    - radiométrie,
    - signature spectrale,
    - systèmes et fonction de traitement d'images satellitaires,
    - applications thématiques.

**Évaluation :**

- Interrogation écrite ou mini-projet

## MODULE CONNAISSANCES GENERALES

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Pour MASIG : 6 Pour IT3 : 3	Pour MASIG : 46 séances de 3h = 138 heures Pour IT3 : 22 séances de 3h = 66 heures

## GENERALISATION EN CARTOGRAPHIE

(709 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Jean-François Hangouët
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	24 h

### Objectifs pédagogiques :

- Fournir un bagage de base en sciences de l'ingénieur dans le domaine SIG (géodésie et photogrammétrie) ainsi que dans le domaine de la représentation à diverses échelles généralisation).
- Permettre de dialoguer avec les spécialistes de ces divers domaines.

### Contenu :

- **Séance I : Cartographie (généralités)**  
*But du cours : Situer la Carte dans les perspectives de diverses spécialités ; notamment dans celle de la cartographie.*
  - La carte vue par diverses spécialités
  - Constitution de la carte
  - Les différents types de cartes
  - Les variables visuelles, du papier et de l'écran : la sémiologie graphique
  - Différence carte / SIG
- **Séance II : Généralisation traditionnelle**  
*But du cours : donner les principes de la généralisation cartographique ; les illustrer ; montrer que la généralisation est l'art du compromis entre ce qu'on voudrait montrer / ce qu'on peut montrer.*
  - Définition
  - Nécessités de la généralisation
  - Conséquences de la généralisation
  - L'art jugulé du cartographe
  - Généralisation topographique, thématique, statistiques ; chorèmes
  - Autres généralisations
- **Séance III : Généralisation automatique**  
*But du cours : donner les grands principes de la généralisation automatique ; décrire des méthodes d'analyse, de transformation, de contrôle.*
  - Nécessités, conséquences
  - Outils habituels des SIG
  - Familles d'algorithmes
  - Utiliser un outil de généralisation
  - Concevoir un algorithme de généralisation
  - Une trentaine d'algorithmes « de base » pour la généralisation automatique
  - Des structures de base pour l'analyse spatiale

- **Séance IV : Travaux dirigés de généralisation (sans machine)**  
*But des TD : se rendre compte des difficultés de la maîtrise du tracé graphique, de son sens géographique, de son adaptation (généralisation). Appréhender aussi quelques algorithmes.*
  - Généralisation d'un réseau de rues
  - Généralisation d'un lot de données statistiques
  - Simulation de Douglas et Peucker
  
- **Séance V : BD généralisée et mise à jour des données**  
*But du cours : Sensibiliser aux problèmes de l'actualisation de données généralisées*
  - Qu'est-ce que l'actualisation ?
  - Sources multiples à rendre cohérentes (schéma)
  - Données à intégrer de manière cohérente (intégration/diffusion)
  - Une architecture pour l'actualisation
  
- **Séance VI : Généralisation du linéaire**  
*But du cours : donner un aperçu des difficultés à concevoir des outils de généralisation automatique du linéaire*
  - Introduction
  - Processus de généralisation
  - Problèmes rencontrés lors de la réduction d'échelle
  - Algorithmes de généralisation du linéaire
  - Mesures pour la généralisation
  - Exemple d'un processus de généralisation appliqué à un objet linéaire
  
- **Séance VII : Généralisation contextuelle**  
*But du cours : donner un aperçu de la démultiplication exponentielle des difficultés de la généralisation automatique quand elle doit traiter de groupes d'objets.*
  - Nouvelles difficultés de la généralisation contextuelle
  - Divers algorithmes de sélection-typification
  
- **Séance VIII : Orchestration du processus de généralisation**  
*But du cours : Présenter les principes de l'orchestration automatique d'un ensemble de données géographiques et d'algorithmes pour réaliser une généralisation automatique.*
  - La boucle *analyse / action / reprise*
  - Trois niveaux d'analyse pour optimiser la programmation
  - L'orchestration du processus
  - Le multi-agent pour implémentation de l'orchestration
  - La multi-représentation, une alternative ?
  
- **Séance IX : Qualité des données**  
*But du cours : présenter quelques principes sur l'évaluation d'une généralisation*
  - Soit des données (généralisées). Comment mesurer leur pertinence ? Notions de qualité
  - L'adéquation au but
  - L'éloignement par rapport aux données d'origine
  - Des méthodes automatiques de mesure de l'éloignement
  - Aperçu des normes sur la qualité des données géographiques
  
- **Séance X : Diagrammes de Voronoï pour l'analyse spatiale**  
*But du cours : revoir des méthodes d'analyse spatiale à partir d'une structure géométrique particulière : les diagrammes de Voronoï.*
  - Définition
  - Concepts
  - Algorithmes de calcul
  - Représentation
  - Utilisations
  
- **Conclusion**
  - Difficulté de la généralisation, de la cartographie
  - Cartographie et informatique : quelles nouveautés ?

**Évaluation :**

- Interrogation écrite

## MODULE CONNAISSANCES GENERALES

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Pour MASIG : 6 Pour IT3 : 3	Pour MASIG : 46 séances de 3h = 138 heures Pour IT3 : 22 séances de 3h = 66 heures

### LA QUALITE DANS UN SIG (PAS POUR LES IT3) (710 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Fabrice Lecourt
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	24 h

#### **Objectifs pédagogiques :**

- Connaître les principes du management total de la qualité
- Connaître les principes de la qualité des données géographiques
- Afin de pouvoir maîtriser la qualité dans les applications SIG (production, utilisation)

#### **Contenu :**

- Management de la qualité: Principes, Dispositifs
- Management de la qualité: Processus
- Management de la qualité: Procédure
- Management de la qualité: indicateurs, Tableau de bord
- Management de la qualité: exercice sur les indicateurs, tableau de bord
- Exercice : Reformulation
- Management de la qualité: audits, auto-évaluation
- Rédiger un plan d'assurance qualité : présentation de la norme ISO 9001 puis présentation de quelques chapitres
- Exercice : Rédiger un plan d'assurance qualité (faire développer un ou deux chapitres non présentés par groupe, sur transparents)
- Discussion (bilan et perspectives personnelles)
- Principes de la Qualité des données: paramètres
- Principes de la Qualité des données: exercice
- Pratique du contrôle qualité pour l'ortho départementale
- Pratique : la qualité vue par les clients
- Principes de la Qualité des données: Contrôles
- Principes de la Qualité des données: Normes
- Principes de la Qualité des données: Mesures Qualité et appariement

#### **Évaluation :**

- Interrogation écrite

## MODULE CONNAISSANCES GENERALES

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Pour MASIG : 6 Pour IT3 : 3	Pour MASIG : 46 séances de 3h = 138 heures Pour IT3 : 22 séances de 3h = 66 heures

## SOLUTIONS SI (711 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Camille Salinesi
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	21 h

### Objectifs pédagogiques :

- Comprendre les éléments constitutifs d'une architecture d'un Système d'Information Automatisé et leurs rôles respectifs
- Etre en mesure de spécifier les éléments nécessaires à un Système d'Information Automatisé
- Comprendre les aspects de contrôle, supervision et suivi de production, les éléments de mesure et les enjeux associés

### Contenu :

- **Séance I : Rôle du SI, approche de conception, éléments constitutifs**  
Définition du Système d'Information. Formalisation des processus métiers et rôle du SI. Terminologie (MOA, MOE,...), Approche de description du besoin. Démarche et cycle de décision. Moyens à mettre en œuvre. Notion d'urbanisation du SI. Gestion en mode projet de la mise en place. Interaction entre le SI et le système de communication global d'entreprise, définition et importance de la CTI (Computer Telephony Integration).  
Éléments du SI :
  - Composants d'architecture matérielle : solutions matérielle, réseaux d'interconnexion, système d'exploitation
  - Composants de complément au système : les systèmes de gestion de base de données, les moniteurs de traitement, les système d'analyse de données
  - Composants applicatifs : les architectures d'application, solutions de développement
  - Composants de sécurité : authentification, gestion des accès, auditabilité
  - Composants de surveillance et de contrôle du niveau de service : contrôle des réseaux, contrôle de la qualité de service, indicateurs
- **Séance II : les composants matériels, systèmes et réseaux**  
Les solutions matérielles : architecture matérielle (cluster, grappe), sécurisation du stockage (RAID, redondances matérielles, etc.). Objectifs de redondance de panne, balance de charge. Sécurisation des composants, contraintes légales dans certains secteurs (exemple : banques).  
Les solutions de réseaux : types de réseaux physiques (LAN, WAN) ou logique (Internet, Intranet, Extranet), topologies et câblages (anneaux, étoile), coûts, cas de contraintes d'utilisation. Solutions de nomadisme et de travail à distance.  
Les systèmes d'exploitation : Rôle du système. Les grands systèmes et leurs caractéristiques essentielles vis-à-vis du SI. Choix du système et impact. Prise en compte de l'existant.  
Les contextes spécifiques : les systèmes et architectures matérielles spécifiques : systèmes embarqués, temps réel.

- **Séance III : Les éléments complémentaires au système**

Notion de Middleware. Nécessité d'un élément en dessus du système.

Les structures de stockage de données : Différents types de système de structuration des données (fichiers plats, SGBDR, annuaires,...), Concepts sous-jacents. Bases de données relationnelles : solutions du marché, caractéristiques, coûts. Eléments de comparaison et de choix.

Les structures de traitement de l'information : les moniteurs de traitement. Problématique de transactions distribuées. Les Serveurs d'application et leur rôle dans le SI.

L'analyse de données : notion d'entrepôt de données, objectifs d'analyse d'information. Prise en compte de la CRM. Gestion des contraintes propres au métier : contraintes de production, différence entre service et industrie. Notion de moteur d'analyse de données, analyse multi dimensionnelle. La « Business Intelligence » au cœur de l'entreprise et l'impact dans l'architecture du SI.

- **Séance IV : Les composants applicatifs**

Architecture des applications et structures classiques : client léger, client lourd, client intelligent, client embarqué. Les structures d'exécutions : application locale, application distribuée, application client/serveur, architecture de SOA (Service Oriented Architecture) et Web Services. Les solutions de conception ou le passage du besoin à l'expression informatique de ce besoin. Méthodologies de conception et de formalisation : approches classiques (modélisation type MERISE et procédural), approches objets (Approche de formalisation UML).

Les solutions de développement : environnements majeurs : Java et NET, environnements de développement spécifiques : solutions de clients légers, développement de solutions d'info centre.

- **Séance V : Les composants de sécurité**

Positionnement de la sécurité : confidentialité, intégrité, gestion des contrôles et habilitation. Impact de la sécurité sur l'ensemble du SI et prise en compte verticale. Enjeu légal de la sécurité et responsabilité de l'entreprise.

Les solutions matérielles : solutions d'authentification, solution de contrôle d'accès, gestion de l'intégrité et de la confidentialité.

Les solutions logicielles et applicatives : mise en place d'architecture de SSO (Single Sign On), rôle des annuaires LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) et des référentiels de sécurité. Prise en compte de la sécurité en amont de la conception des solutions de SI. Intégration de la sécurité dans la pensée de la conception du SI.

- **Séance VI : Contrôle et Supervision**

La notion de SLA (Service Level Agreement). Définition des indicateurs de mesure et importance d'un étalonnage de ces indicateurs. Objectif. Interaction avec la gestion de la production : passage de la mise en place à la production. Anticipation des procédures de mise en production dès la conception.

Supervision du fonctionnement : les protocoles (SNMP, CMOT/CMIP), les outils permettant la supervision réseau, système et applications. Supervision de la sécurité (détection d'intrusion, contrôle de la sécurité, ...). Importance des choix dans les éléments du SI pour une facilité du contrôle et de la supervision.

Supervision des performances : méthodologies, outils et approche. Importance de la prise en compte des performances a priori. Mise en place des outils de mesure applicatifs

- **Séance VII : Suivi des connaissances**

Le suivi des connaissances se fera en deux parties :

- une validation des connaissances sous la forme d'un QCM pour valider les connaissances objectives du vocabulaire et des concepts,
- une étude de cas afin de valider la compréhension des éléments exposés et leurs applications

**Évaluation :**

- QCM et étude de cas

## MODULE CONNAISSANCES GENERALES

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
Pour MASIG : 6 Pour IT3 : 3	Pour MASIG : 46 séances de 3h = 138 heures Pour IT3 : 22 séances de 3h = 66 heures

## CONDUITE DU CHANGEMENT (712 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Philippe Robert-Tanguy (Orga Consultants)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	21 h

### Objectifs pédagogiques :

- Préparer les élèves à l'accompagnement humain de projets informatiques.  
Approche générale :
  - Découverte des outils et méthodes d'un projet de conduite du changement
  - Ouverture à différentes approches de la conduite du changement
  - Mise en évidence de la nécessaire intégration de la conduite du changement dans la gestion de projet.Pédagogie utilisée :
  - Focalisation des séances sur l'échange et l'appropriation des outils sur des exercices
  - Témoignage autour des cas adaptés de projets réels
  - Travaux en intersession : préparation des séances suivantes, lectures...

### Contenu :

- **Séance I : Points clés de la conduite du changement**  
Objectifs : comprendre l'intérêt de la conduite du changement et présenter ce que recouvre classiquement la conduite du changement dans les projets notamment informatiques  
Contenu : les chiffres clés sur la nécessité de conduire le changement, les différentes approches et pratiques de la conduite du changement, une typologie des "résistances" au changement, les conditions du changement
- **Séance II : Le processus de changement**  
Objectifs : comprendre les concepts clés du changement à partir des apports de la psychosociologie et de la sociologie ; appréhender les différentes dimensions du changement  
Contenu : approches psycho-sociologiques (les 3 phases du changement - K. Lewin), approche systémique (types de changement - P. Watzlawick) ; approche sociologique et analyse du système d'acteur (sociologie des organisations - M. Crozier, R. Sainsaulieu)
- **Séance III : Les outils de diagnostic**

Objectif : s'approprier les outils de diagnostic préalable aux actions de conduite du changement  
Contenu : analyse sociologique des organisations (positionnement des acteurs), socio-dynamique, analyse culturelle, analyse des impacts organisationnels

- **Séance IV : Les leviers du changement**

Objectifs : faire converger les leviers de changement et considérer le changement sous l'angle systémique

Contenu : le modèle de changement SIC (Sainsaulieu), les leviers d'action (l'organisation, le management, les outils, les critères de performance, les systèmes RH, les compétences, la culture)

- **Séance V : La mise en œuvre des actions**

Objectifs : s'approprier les outils de mise en œuvre du changement et tirer les enseignements d'une expérience de conduite du changement sur un projet informatique

Contenu : la communication sur le projet, la formation liée au projet, l'accompagnement (coaching, traitement des impacts, outils de gestion), et témoignage : la conduite du changement sur un projet informatique international (par un Directeur Associé d'Orga Consultants)

- **Séance VI : Le pilotage d'une action de changement**

Objectifs : planifier la conduite du changement et intégrer le volet de conduite du changement aux autres volets du projet

Contenu : le phasage de la conduite du changement, l'intégration de la conduite du changement dans la gestion de projet (lancement de projet, expression de besoins, développement, recettes fonctionnelles, formation), la gestion des partenaires sociaux, les risques et facteurs d'échecs, le suivi des changements.

- **Séance VII : Mise en situation**

Objectifs : mettre en pratique les apprentissages du cours et concevoir une démarche de conduite du changement

Contenu : réaliser une démarche de conduite du changement dans sa globalité sur la base d'un cahier des charges (mise en situation sur un cas réel).

**Évaluation :**

- Interrogation écrite et soutenance

<b>MODULE SIG (NIVEAU EXPERTISE)</b>	
<b>RESPONSABLE : CECILE HUET</b>	
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
15	100 séances de 3h = 300 heures

## MISE EN PLACE ET ADMINISTRATION D'UN SIG D'ENTREPRISE (713 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Mathieu Becker (I.A.U. ÎLE-DE-FRANCE)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
0	24 h

**Objectifs pédagogiques :**

- Comprendre les particularités d'un projet SIG, gérer sa mise en œuvre et sa gestion

**Contenu :**

- Présentation des grandes étapes de mise en place et d'Administration d'un SIG
- Analyse des différents types d'architectures SIG d'entreprise
- Gestion d'un appel d'offre SIG
- Gestion des données dans un SIG (organisation, métadonnées, formats, conversion (utilisation de FME))
- Aspect juridique de l'échange des données SIG (droits, propriété, convention, etc.).

**Évaluation :**

- Pas d'évaluation

<b>MODULE SIG (NIVEAU EXPERTISE)</b>	
<b>RESPONSABLE : CECILE HUET</b>	
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
15	100 séances de 3h = 300 heures

## ANALYSE COMPARATIVE DES SIG : METHODOLOGIE ET ETUDE DE CAS (714 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Mathieu Becker (I.A.U. ÎLE-DE-FRANCE) Alexandre Pauthonnier (ENSG) François Tritz (STAR-APIC) Marc Chevalier (Mairie de Neuilly-sur-Seine)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
5	99 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Avoir une vision claire des caractéristiques des solutions SIG du marché (et libre)
- Connaître les particularités de chaque offre SIG et les positionner par rapport à un besoin client.

### **Contenu :**

- Modélisation d'un SIG bureautique et d'une solution SIG globale.
- Présentation et mise en œuvre d'une méthodologie d'analyse comparative, inventaire de l'offre sur le marché français, synthèse globale des performances et analyse des solutions.
- Etude des solutions ESRI, MapInfo, Geoconcept, Intergraph, Autodesk, STAR-Apic
- Réalisation de fiches de synthèse sur chaque solution SIG.
- Exercices de modélisation et de recherche de critères d'évaluation ainsi qu'une analyse complète des solutions SIG retenues.
- Elaboration et développement d'un outil d'aide au choix d'une solution SIG.

### **Évaluation :**

- Résultats et rapport d'étude

<b>MODULE SIG (NIVEAU EXPERTISE)</b>	
<b>RESPONSABLE : CECILE HUET</b>	
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
15	100 séances de 3h = 300 heures

## APPORT DES SIG POUR UNE THEMATIQUE CHOISIE (715 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Mathieu Becker (I.A.U. ÎLE-DE-FRANCE) Mathieu Bories (Adekwatt Energies)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
5	96 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Utiliser tout ce qui a été vu au cours de l'année (voir avant) sur un cas concret ou s'approchant au plus près de la réalité

### **Contenu :**

- Thématique retenue en 2008 : **les énergies renouvelables** (solaire, géothermie et éolien).
- Bibliographie, état de l'art des SIG dans ce domaine.
- Etude de cas concret ou simulation :
  - Expression des besoins SIG
  - Rédaction d'un cahier des charges
  - Proposition d'une architecture SIG répondant le mieux aux besoins exprimés (utilisation de l'outil d'aide au choix d'une solution SIG)

### **Évaluation :**

- Résultats et rapport d'étude

## **MODULE SIG (NIVEAU EXPERTISE)**

**RESPONSABLE : CECILE HUET**

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
15	100 séances de 3h = 300 heures

## **SOLUTIONS WEBMAPPING (716 G1)**

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Emmanuel Fritsch (ENSG)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
5	60 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Connaître les différentes solutions techniques pour la mise en place de sites internet utilisant des données géographiques
- Etre capable de développer une solution webmapping sur un cas concret

### **Contenu :**

- Présentation des solutions techniques
- Projet de réalisation sur un cas concret

### **Évaluation :**

- Résultats et rapport de projet

## MODULE SIG (NIVEAU EXPERTISE)

RESPONSABLE : CECILE HUET

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
15	100 séances de 3h = 300 heures

## SYSTEMES DE GESTION DE BASES DE DONNEES LOCALISEES (717 G1)

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	François Tritz (STAR-APIC) Emmanuel Fritsch (ENSG) Alexandre Pauthonnier
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
1	24 h

### Objectifs pédagogiques :

- Connaître le principe et le fonctionnement du SGBD Oracle et sa cartouche spatiale Oracle Spatial.
- Connaître les outils de consultation (client) et d'administration (serveur) du SGBD Oracle.
- Savoir mettre en place et exploiter une base de données Oracle sur un serveur (outils d'administration)
- Savoir consulter et exploiter à jour une base de données Oracle depuis un poste client Oracle.
- Savoir consulter et exploiter à jour une base de données Oracle depuis le SIG ArcGIS (ESRI) via la passerelle ArcSDE.
- Connaître les outils de consultation (client) et d'administration (serveur) du SGBD PostGRES/PostGIS.
- Savoir mettre en place et exploiter une base de données PostGRES/PostGRES sur un serveur (outils d'administration)
- Savoir consulter et exploiter à jour une base de données PostGRES/PostGIS depuis un poste client PostGRES/PostGIS.

### Contenu :

- Présentation de l'architecture et des outils d'administration client/serveur puis TP de manipulation, sur les SGBD suivants :
  - Oracle / Oracle Spatial : François Tritz (6 séances de 3h)
  - PostGres / PostGis : Emmanuel Fritsch (1 séance de 3h)
  - Passerelle ArcSDE/Oracle : Alexandre Pauthonnier (1 séance de 3h)

### Évaluation :

- TP noté (sur Oracle)

## ORGANISATION DU FORUM

**RESPONSABLE : CECILE HUET**

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
2 (en bonus)	10 séances de 3h = 30 heures

## ORGANISATION DU FORUM

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
Cécile Huet	Cécile Huet (ENSG)
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
2 (en bonus)	30 h

### **Objectifs pédagogiques :**

- Etre capable d'organiser un événement professionnel sur une thématique relative aux SIG

### **Contenu :**

- Organisations de conférences (contact d'intervenants professionnels)
- Organisation de stands (contact d'intervenants professionnels)
- Gestion de l'organisation et de la logistique
- Gestion des actions de communication

### **Évaluation :**

- En fonction du degré d'implication

## STAGE EN ENTREPRISE

**RESPONSABLE : FRANÇOIS BOUILLE**

<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
20	4 mois

## STAGE EN ENTREPRISE

<b>Professeur responsable :</b>	<b>Équipe pédagogique :</b>
François Bouillé	François Bouillé Maître de stage
<b>Nombre ECTS :</b>	<b>Durée du module :</b>
20	4 mois

### **Objectifs pédagogiques :**

- L'industrie est très intéressée par ce type de formation, dans lequel nous avons une longue expérience. Les sociétés qui recherchent ce type de profil sont nombreuses et variées; citons entre autres :
  - les collectivités locales, à tous les niveaux (régions, départements, communes),
  - les gestionnaires de réseaux (eau, gaz, électricité, égouts, télécommunications),
  - les gestionnaires de transports (flottes de camions, réseau ferré, transports aériens),
  - les industries de défense,
  - les industries pétrolières

### **Contenu :**

- Variable d'un stage à l'autre. Les possibilités sont très grandes dans le domaine de la Géomatique et des SIG. Il suffit de consulter la liste des stages au cours de ces dix dernières années pour avoir une idée de ce qui est offert sur le marché du travail.

La recherche du stage fait partie de la « lutte pour la vie ». La formation reçoit abondamment des offres, en nombre bien supérieur à l'effectif. L'Étudiant doit prendre contact avec l'entreprise, obtenir un entretien, discuter du sujet, du financement (tout stage doit être rémunéré). Il doit se rendre à ces entretiens en pensant qu'il est responsable de l'image de marque de la formation. Il va généralement retrouver des anciens qui l'épauleront.

Le sujet ainsi que l'Entreprise d'accueil doivent être agréés par la direction de la filière. Ce stage a nécessairement lieu dans une **Entreprise**, publique ou privée, mais ne peut se dérouler au sein d'un organisme universitaire ou para-universitaire (CNRS, Muséum, etc...). Il fait l'objet d'une **convention** entre l'ENSG et l'Entreprise. Le stage est placé sous la responsabilité d'un Cadre de l'Entreprise. Celui-ci contrôle le travail du stagiaire, son aptitude, les résultats obtenus, mais aussi ses qualités humaines et notamment sa faculté d'intégration dans une communauté.

Durant la totalité du stage, l'Étudiant peut joindre à tout moment le responsable de la filière SIG, qui le guidera en cas de problème, ou l'assistera lors d'un choix ou pour un conseil.

Le stage donne lieu à la rédaction d'un mémoire qui doit être fourni le jour de la soutenance. Celle-ci est publique, sauf cas de confidentialité requise par l'industriel, et a lieu devant la

nouvelle promotion. Le maître de stage doit fournir un bref rapport sur le candidat et le travail accompli. Le stagiaire doit présenter en fin de stage un mémoire rendant compte de tous les aspects de son séjour en entreprise; il doit montrer à cette occasion ses qualités scientifiques, techniques, rédactionnelles, etc... et montrer ses capacités d'insertion dans le monde du travail. Le Jury comporte le Responsable du stage dans l'entreprise d'accueil, qui joue un rôle prépondérant.

Un stage réussi est généralement suivi d'une embauche. Parfois, au lieu de partir en stage, il est possible d'être directement embauché. Il est évident que cette embauche tient alors lieu de stage. L'Étudiant doit néanmoins rendre dans les temps un mémoire et effectuer une soutenance, comme pour un stage classique.

La note de stage doit être supérieure ou égale à 12/20. Un stage ne se recommence pas. Toutes les soutenances de stage doivent se dérouler durant le mois d'Octobre.

**Évaluation :**

- Rapport de stage et soutenance devant un jury

## RECAPITULATIF

Module	Responsable	Cours	Code xG1	Durée	Coef	Durée ASIG	Durée IT3	ECTS ASIG	ECTS IT3
Informatique	F.Bouillé	Rappels de base	701	110 h	8	288 h	288 h	16	16
		Réseaux	702	30 h	2				
		Programmation c++	703	18 h	1				
		UNIX	704	30 h	1				
		Projet Géomatique	705	70 h	2.5				
		Projet Brainware	706	30 h	1.5				
Visites techniques	F .Bouillé	Componentware I	718	57 h	7/10	264 h	264 h	7	10
		Componentware II		57 h					
		Visites techniques		150 h					
Connaissances générales	C.Huet	Géodésie*	707	24 h	1	138 h	66 h	6	3
		Photogrammétrie*	708	24 h	1				
		Généralisation	709	24 h	1				
		Qualité*	710	24 h	1				
		Solutions SI	711	21 h	1				
		Conduite du changement	712	21 h	1				
SIG	C.Huet	SIG théorie	713	24 h	0	300 h	300 h	16	16
		Analyse comparative	714	99 h	5				
		Projet thématique	715	96 h	5				
		Solutions Webmapping	716	60 h	5				
		SGBD	717	24 h	1				
Organisation Forum	C.Huet					30	30	2 bonus	2 bonus
Stage	F.Bouillé			6 mois	20			20	20
<b>Total</b>						<b>1020h</b>	<b>948h</b>	<b>65 *</b>	<b>65 *</b>

\* les IT3 sont dispensés de ces cours.

\* le nombre nécessaire d'ECTS pour valider le diplôme est de 60.