



MASTER M2

**SCIENCES ET TECHNIQUES
DES ENVIRONNEMENTS URBAINS**

DOMAINE : VILLE, TERRITOIRE ET ENVIRONNEMENT

**INFORMATIONS ET PROGRAMMES
2015-2016**

SOMMAIRE

| | | |
|--------|---|----|
| - 1 - | PRESENTATION GENERALE | 1 |
| - 2 - | NATURE ET VOLUME DES ENSEIGNEMENTS | 2 |
| - 3 - | ENVIRONNEMENT SCIENTIFIQUE..... | 4 |
| - 4 - | OBJECTIFS PEDAGOGIQUES..... | 5 |
| - 5 - | ADMISSIONS | 6 |
| 5-1 | Modalités de candidature..... | 6 |
| 5-2 | Cas particulier des étudiants en double cursus..... | 6 |
| 5-3 | Préparation en deux ans..... | 7 |
| - 6 - | DEBOUCHES ET OBJECTIFS PROFESSIONNELS..... | 8 |
| - 7 - | CONTENU PEDAGOGIQUE..... | 9 |
| 7-1 | Formation théorique..... | 9 |
| 7-1-1. | Tronc commun | 9 |
| 7-1-2. | Spécialités | 10 |
| 7-2 | Stage de recherche | 11 |
| - 8 - | CALENDRIER..... | 13 |
| - 9 - | CONTRÔLE DES CONNAISSANCES | 14 |
| 9-1 | Modalités des évaluations..... | 14 |
| 9-2 | Attribution du diplôme ou de crédits ECTS | 15 |
| - 10 - | CONTENU DES ENSEIGNEMENTS..... | 16 |
| 10-1 | Enseignements optionnels de mise a niveau | 16 |
| 10-2 | Enseignements de tronc commun..... | 16 |
| 10-3 | Enseignements de la spécialité <i>Atmosphère, Eau et Environnements Urbains</i> | 21 |
| 10-4 | Enseignements de la spécialité <i>Ambiances et Formes Urbaines</i> | 24 |
| 10-5 | Enseignements de la spécialité <i>Ville et Energie</i> | 27 |

- 1 - PRESENTATION GENERALE

Ce document présente le Master recherche en *Sciences et Techniques des Environnements Urbains* (STEU), formation de seconde année de Master organisée conjointement par :

- l'Ecole Centrale de Nantes (ECN),
- l'Ecole des Mines de Nantes (ENSTIMN),
- l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes (ENSA-Nantes),
- l'Université de Nantes.

Cette formation s'appuie sur les formations existantes des quatre établissements et sur les équipes de recherches réunies dans l'*Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville* (IRSTV) qui réunit dans le cadre d'une politique de site clairement affichée, des unités de recherche des quatre établissements partenaires, mais également du CNRS et de cinq autres établissements régionaux associés⁽¹⁾.

Ce master recherche propose de réunir dans une formation commune des étudiants venant de formations en Sciences Humaines et Sociales (architectes, urbanistes, géographes), en Sciences pour l'Ingénieur (ingénieurs généralistes, physiciens en mécanique, en génie civil ou en thermique) et en Sciences de l'Environnement. Il s'agit de proposer sur la base de concepts et d'outils communs une formation croisée entre :

- les problématiques des environnements physiques urbains : qualité de l'air, qualité de l'eau, énergétique des bâtiments, lumière, son, gestion des ressources, etc.
- les problématiques environnementales, humaines et sociales : ambiances urbaines, gouvernance urbaine, développement durable, droit de l'environnement, etc.

La mention *Sciences et Techniques des Environnements Urbains* est construite sur un tronc commun ouvrant sur trois spécialités volontairement ciblées sur ce qui constitue le cœur des compétences des équipes d'accueil réunies dans l'IRSTV :

Atmosphère, Eau et Environnements urbains,
Ambiances et Formes Urbaines,
Ville et Energie.

¹ Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Centre de Bouguenais), Centre Scientifique et Technique du Bâtiment de Nantes, Université de La Rochelle, Université du Maine, Université de Rennes 2.

- 2 - NATURE ET VOLUME DES ENSEIGNEMENTS

Le Master propose trois spécialités qui s'articulent autour d'un tronc commun présentant une vision intégrée de la problématique environnementale de la ville (politique urbaine environnementale, développement urbain durable, outils de modélisation et de gestion environnementales, méthodologie de la recherche interdisciplinaire). Les trois spécialités sont les suivantes :

- Atmosphère, Eau et Environnements Urbains,
- Ambiances et Formes Urbaines,
- Ville et Energie.

Le volume des enseignements magistraux est au total de 284 heures. Un enseignement facultatif de langues est en outre proposé pour la préparation d'une certification internationale (Français ou langue étrangère). La formation comporte un Projet Urbain d'Etude Interdisciplinaire (PURB) partagé par des étudiants des trois Spécialités.

| Intitulé des Enseignements | | ECTS ⁽²⁾ | Volume (h) |
|--|--|---------------------|------------|
| <i>Cours optionnels de mise à niveau</i> | | | |
| MN1 | Mécanique des Fluides (cours facultatif) | --- | 10 |
| MN2 | Energétique (cours facultatif) | --- | 10 |
| FLE3 | French language III (cours facultatif pour étudiants non francophones) | --- | 50 |
| TOEIC I | TOEIC Mise à niveau (cours facultatif de préparation au TOEIC) | --- | 32 |
| TOEIC II | TOEIC Perfectionnement (cours facultatif de préparation au TOEIC) | --- | 20 |
| FLE1 | French language I (for foreigners) | --- | 50 |
| <i>Tronc commun</i> | | 14 | 184 |
| GUREN | Gouvernance urbaine et environnement | 2 | 16 |
| MUOSE | Métropole urbaine organisation et services | 2 | 16 |
| OMGDU | Outils et méthodes de modélisation et de gestion des données urbaines | 2 | 16 |
| METRE | Méthodologie interdisciplinaire | 3 | 56 |
| PURB | Introduction au Projet Urbain et mini-projet | 3 | 60 |
| INDIC | Indicateurs urbains et évaluation environnementale du projet | 2 | 20 |
| <i>SPÉCIALITÉ</i> | | 16 | 100 |
| <i>Atmosphère, Eau et Environnements Urbains</i> | | | |
| MEGU | Météorologie générale et urbaine | 3 | 24 |
| TCLCSA | Turbulence, couche limite et couche de surface atmosphériques | 2 | 16 |
| HGBV | Hydrologie générale et bassins versants | 2 | 16 |
| AU | L'atmosphère urbaine | 2 | 10 |
| GEV | Gestion de l'eau dans la ville | 2 | 14 |
| PORE | Pollution urbaine et remédiation | 3 | 30 |
| OS | Outils de simulations | 2 | 14 |
| <i>SPÉCIALITÉ</i> | | 16 | 100 |
| <i>Ambiances et Formes Urbaines</i> | | | |
| HICE | Ambiances, théories urbaines, conception | 3 | 20 |
| EHAU | Ecologie humaine des ambiances urbaines | 2 | 12 |
| EEFU | Ensoleillement, éclairage et formes urbaines | 3 | 23 |
| MIFU | Microclimat et formes urbaines | 3 | 15 |
| VVFU | Vent, ventilation et formes urbaines | 3 | 15 |
| ESFU | Environnement sonore et formes urbaines | 2 | 15 |

(²) ECTS: European Credit Transfer System

| <i>SPÉCIALITÉ</i> | | 16 | 100 |
|--------------------------------|---|-----------|------------|
| <i>Ville et Energie</i> | | | |
| GUE | Gestion urbaine de l'énergie | 3 | 15 |
| MTBU | Modélisation thermique des bâtiments en contexte urbain | 3 | 20 |
| MDE | Maîtrise de la demande d'énergie | 3 | 20 |
| PDE | Production et distribution d'énergie | 2 | 15 |
| AOD | Acteurs et organisation du développement urbain durable | 2 | 20 |
| PAQA | Pollution atmosphérique et qualité de l'air | 3 | 20 |
| <i>STAGE</i> | | | |
| Stage | Stage de recherche de master | 30 | 6 mois |

- 3 - ENVIRONNEMENT SCIENTIFIQUE

Depuis plus de dix ans, plus de cent chercheurs d'une quinzaine de laboratoires reconnus de la Région des Pays de la Loire, regroupés aujourd'hui au sein de la Fédération de Recherche CNRS 2488, conduisent une recherche collaborative et interdisciplinaire sur la ville en association avec d'autres partenaires nationaux et européens. Ces travaux allient des compétences en sciences et techniques (physique, bâtiment, génie civil, STIC, etc.), en architecture et urbanisme, et en sciences humaines et sociales (géographie, droit, sociologie, etc.). Après dix années ininterrompues de travaux de recherche reconnus, ce pôle régional associant une quinzaine de laboratoires rassemble un potentiel scientifique et occupe une position tout à fait unique en France.

Cette expérience collaborative fortement interdisciplinaire a conduit à restructurer la Fédération de Recherche par la création d'un Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville consacré principalement aux environnements physiques urbains, à leur perception par les habitants et leur intégration dans le projet urbain.

Le programme scientifique de l'Institut porte sur le développement de connaissances interdisciplinaires, de méthodologies, d'outils de gestion et d'aide à la décision devant contribuer à un meilleur contrôle de l'environnement physique urbain. Ce programme de recherche répond à une demande sociétale et aux stratégies nationale et communautaire en contribuant à une meilleure maîtrise de l'énergie, des risques, du confort et de la sécurité du citoyen, et de façon générale au développement durable des villes.

Les politiques incitatives concernant le développement durable et la haute qualité environnementale ainsi que l'évolution du cadre réglementaire et législatif (cf. loi SRU) qui accompagne ce mouvement, favorisent l'émergence rapide d'une demande de compétences dans le domaine de la production et de la gestion environnementale de la ville. La formation demeure l'un des vecteurs essentiels du transfert des compétences développées au sein de l'Institut. Il est par ailleurs indispensable que l'Institut puisse accueillir des doctorants ayant acquis les connaissances et savoirs utiles à la résolution des problématiques scientifiques abordées.

Le Master recherche *Sciences et Techniques des Environnements Urbains* (STEU) permet de former des spécialistes de la gestion environnementale de la ville en les initiant non seulement à la problématique des environnements urbains, aux méthodes et aux outils de gestion, de conception et d'aide à la décision favorisant une meilleure prise en compte de la dimension environnementale dans le projet urbain, mais également au cadre législatif et au jeu des acteurs du projet urbain.

Ainsi les trois spécialités recherche du Master *Sciences et Techniques des Environnements Urbains* (*Atmosphère, Eau et Environnements Urbains ; Ambiances et Formes Urbaines ; Ville et Energie*) se déclinent selon un format original et expérimental au croisement des Sciences Humaines et Sociales et des Sciences pour l'Ingénieur.

- 4 - OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

L'explosion démographique des villes, largement amorcée au XX^{ème} siècle, se prolonge au XXI^{ème}. En France comme dans la plupart des pays développés, entre 70 et 80 % de la population est urbaine. Aux environs de 50 % aujourd'hui dans les pays en développement, elle croît d'année en année. Cette urbanisation croissante et la concentration des populations et des activités qu'elle entraîne, engendre des problèmes nouveaux liés aux équilibres sociologiques, économiques et environnementaux largement en interaction. Les questions liées à la santé, aux risques et aux pollutions de l'air et de l'eau, au climat urbain, aux ressources et aux énergies, mais aussi celles qui visent à gérer le milieu urbain et créer un cadre de vie confortable et de qualité aux habitants amènent à penser la ville au travers d'approches fortement pluridisciplinaires. Dans le domaine environnemental et celui des ambiances urbaines où la complexité des phénomènes en jeu et leur forte interaction marque le milieu urbain, les points de vue liés à des disciplines, voire à des spécialités doivent être réexaminés et largement croisés.

La maîtrise du développement des villes et de leur fonctionnement passe alors par des approches fortement transversales qui mixent et intègrent les savoirs issus des sciences physiques et des techniques autant que des sciences humaines. Grâce à la conjugaison des compétences mobilisables par l'ensemble des laboratoires partenaires, le Master *Sciences et Techniques des Environnements Urbains* répond dans une certaine mesure à cette nécessité. Elle vise en effet en croisant les approches dans ses 3 filières, à aborder la question de la ville au travers de ses aspects physiques et climatiques, de ses dimensions d'ambiance urbaine et de sa composante énergétique. S'adressant à une population également diversifiée d'ingénieurs, de physiciens mais aussi d'architectes, d'urbanistes ou de géographes, l'objectif de cette formation est de former des spécialistes de la question urbaine en les initiant non seulement aux méthodes et aux outils de gestion, de conception et d'aide à la décision favorisant une meilleure prise en compte de la dimension environnementale, mais également à la problématique plus large d'une gestion intégrée des données de la ville et de la conception des aménagements urbains.

- 5 - ADMISSIONS

Pour être admis en 2^{ème} année de Master, les étudiants doivent avoir acquis l'équivalent de la première partie de Master couvrant au moins l'une des spécialités suivantes : Mécanique des Fluides, Génie Mécanique, Thermique, Génie Civil, Architecture, Urbanisme, Sciences de la Vie, de la Terre et de l'Environnement, Géographie.

Les étudiants recrutés pourront :

- être issus de la première année du Master "*Sciences et Techniques des Environnements Urbains*" de l'Ecole Centrale de Nantes,
- être issus de la première année du Master "*Sciences Mécaniques Appliquées*" de l'Ecole Centrale de Nantes ou de l'Université de Nantes,
- être issus de la première année du Master "Sciences de la Vie, de la Terre et de l'Environnement" de l'Université de Nantes, ou du Master d'Architecture de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes
- être inscrits en dernière année de l'Ecole Centrale de Nantes, de l'Ecole des Mines de Nantes ou de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes, pour des élèves ingénieurs en double cursus.

Le recrutement est également ouvert aux architectes, aux urbanistes ou ingénieurs diplômés et aux étudiants issus d'autres Masters première année ou de formations équivalentes françaises ou étrangères.

La formation est largement ouverte à l'international. Pour les étudiants non francophones, l'admission est conditionnée par la présentation d'une certification en langue française au niveau B1 (niveau défini par le cadre de référence européenne ALTE). Une formation intensive à la langue française est proposée dans le cadre du Département *Communication, Langues et Entreprises* de l'Ecole Centrale de Nantes pour la préparation du niveau B2.

L'admission est prononcée, dans la limite des places disponibles (15 étudiants par spécialité), par la Commission d'Admission après étude du dossier et éventuellement entretien éventuel.

5-1 Modalités de candidature

Les demandes d'inscription se font uniquement par internet sur les sites suivants :

- Spécialité *Atmosphère, Eau et Env. Urbains* : <http://masters.ec-nantes.fr/index.php/steuM2aeeu>
- Spécialité *Villes et Energie* : <http://masters.ec-nantes.fr/index.php/steuM2ve>
- Spécialité *Ambiances et Formes Urbaines* : <http://masters.ec-nantes.fr/index.php/steuM2afu>

5-2 Cas particulier des étudiants en double cursus

Les élèves ingénieurs de l'Ecole Centrale de Nantes, de l'Ecole des Mines de Nantes, de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes ainsi que les étudiants de l'Université de Nantes et de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes pourront effectuer un Master en double cursus, sous réserve d'assurer la cohérence de ce double cursus avec le projet professionnel des étudiants. Des dérogations pour certains enseignements du Master pourront être accordées par le Conseil Pédagogique en fonction du cursus suivi dans l'établissement principal.

5-3 Préparation en deux ans

La préparation du M2 du Master s'effectue normalement sur une seule année universitaire. Toutefois, l'autorisation de l'accomplir à temps partiel sur deux ans peut être accordée à titre individuel par le responsable du Master. Cette possibilité est un droit pour les candidats exerçant une activité professionnelle régulière, sur production d'une attestation de leur employeur.

- 6 - DEBOUCHES ET OBJECTIFS PROFESSIONNELS

L'Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville accueillera des doctorants dont les sujets de thèse auront le plus souvent un caractère interdisciplinaire et pour lesquels l'encadrement scientifique (directeur de thèse, co-encadrant, comité de suivi) sera assuré par des chercheurs appartenant à plusieurs unités constituantes. La spécialité de la thèse sera choisie en fonction de la discipline dominante du sujet. Les doctorants s'inscriront dans l'Ecole doctorale correspondante.

Les perspectives d'emploi qui justifient la création de ce Master Recherche et de la filière doctorale correspondante sont les suivantes :

- 1- La formation des personnels enseignants-chercheurs pour l'université, les écoles d'ingénieurs et d'architecture et le renouvellement très important du corps enseignant qui s'opère et continuera à se faire au cours de la présente décennie et pour lequel la politique du Ministère favorise le recrutement de candidats qualifiés (docteurs);
- 2- La recherche publique ou privée : CNRS, Universités, Ministères, ADEME, CSTB, IFSTTAR, CERTU, INRETS...

Le master STEU permet tout aussi bien de s'orienter vers les secteurs professionnels de l'architecture, de l'urbanisme et de la gestion urbaine où les besoins se sont fortement accrus avec la mise en œuvre progressive des politiques associées aux concepts du développement durable et de la haute qualité environnementale (HQE). Ces domaines intègrent pleinement la problématique des ambiances et de la gestion environnementale dans les projets de renouvellement ou d'aménagement urbains.

La formation interdisciplinaire proposée, outre une bonne connaissance des acteurs, des services et du cadre réglementaire, permet d'aboutir à une excellente maîtrise technique des outils et méthodes d'acquisition, de représentation et de gestion des données urbaines environnementales, répondant ainsi à la demande des collectivités publiques locales ou territoriales ou des bureaux d'études privés (sociétés d'ingénierie urbaine, cabinets d'architecture et d'urbanisme, cabinets de consultants).

- 7 - CONTENU PEDAGOGIQUE

7-1 Formation théorique

7-1-1. Tronc commun

La partie théorique de Master (284 heures - 30 ECTS) est organisée au cours du premier semestre sur les sites nantais (ECN, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Ecole des Mines, Université).

Elle comporte d'abord un tronc commun à l'ensemble des étudiants destiné à former une culture commune s'appuyant

- d'une part sur des enseignements fondamentaux :

| | ECTS | Volume (h) |
|---|------|------------|
| Gouvernance urbaine et environnement | 2 | 16 |
| Métropole urbaine organisation et services | 2 | 16 |
| Outils et méthodes de modélisation et de gestion des données urbaines | 2 | 16 |
| Méthodologie interdisciplinaire | 3 | 56 |
| Introduction au Projet Urbain et mini-projet. | 3 | 60 |
| Indicateurs urbains et évaluation environnementale du projet | 2 | 20 |

articulés entre eux de manière à structurer une vision synthétique des composants urbains : acteurs politiques et administratifs, services et cadres réglementaires, réseaux (énergie, eau, déchets, transports) et à présenter les différents moyens et outils opérationnels d'étude, d'analyse, de modélisation et de gestion.

- et d'autre part sur le partage d'un projet d'étude commun (4 ECTS) réalisé en groupes (un étudiant de chaque spécialité au moins) et s'étalant sur la totalité du semestre. Le projet d'étude commun est destiné à renforcer la cohérence de la formation et son caractère interdisciplinaire. Des séances de travail sont organisées en début de semestre de façon à définir les projets en interaction avec les étudiants, à préciser les moyens et méthodes de travail et à créer la dynamique d'un projet interdisciplinaire. Chaque projet est suivi par un tuteur et une soutenance orale est organisée en fin de semestre.

La partie théorique de la formation est ensuite différenciée selon 3 spécialités :

- *Atmosphère, Eau et Environnements Urbains,*
- *Ambiances et Formes Urbaines,*
- *Ville et Energie.*

7-1-2. Spécialités

Outre les enseignements des 3 spécialités présentés ci-dessous, des séminaires sont organisés chaque année, à l'initiative des responsables de spécialité. Ces séminaires sont destinés à présenter les activités de recherche des équipes de l'IRSTV et de chercheurs d'équipes partenaires ou de celles de professionnels. Tous les étudiants des 3 spécialités participent activement à tous les séminaires.

SPÉCIALITÉ *Atmosphère, Eau et Environnements Urbains*

Secrétariat : Mme Sonia Lambert
Ecole Centrale de Nantes
BP 92101 - 44321 Nantes Cedex 3
Tél. : 02 40 37 15 11 Fax : 02 40 37 25 23
Email : Sonia.Lambert@ec-nantes.fr

Responsable : Isabelle Calmet
E-mail : Isabelle.Calmet@ec-nantes.fr

Site web : <http://www.ec-nantes.fr/>

| Enseignements | ECTS | Volume (h) |
|---|------|------------|
| Météorologie générale et urbaine | 3 | 24 |
| Turbulence, couche limite et couche de surface atmosphériques | 2 | 16 |
| Hydrologie générale et bassins versants | 2 | 16 |
| L'atmosphère urbaine | 2 | 10 |
| Gestion de l'eau dans la ville | 2 | 14 |
| Pollution urbaine et remédiation | 3 | 30 |
| Outils de simulations | 2 | 14 |

SPÉCIALITÉ *Ambiances et Formes Urbaines*

Secrétariat : Mme Mireille Hoyet
CERMA - École Nationale Supérieure
d'Architecture de Nantes
6 quai François Mitterrand - BP 16202
44262 Nantes cedex 2
Tél. : 02 40 16 09 39
Email : secretariat.mastersteu@cerma.archi.fr

Responsable : Pascal Joanne
E-mail : pascal.joanne@cerma.archi.fr

Site web : <http://www.cerma.archi.fr/>

| Enseignements | ECTS | Volume (h) |
|--|------|------------|
| Ambiances, théories urbaines, conception | 3 | 20 |
| Ecologie humaine des ambiances urbaines | 2 | 12 |
| Ensoleillement, éclairage et formes urbaines | 3 | 23 |
| Microclimat et formes urbaines | 3 | 15 |
| Vent, ventilation et formes urbaines | 3 | 15 |
| Environnement sonore et formes urbaines | 2 | 15 |

SPÉCIALITÉ *Villes et Energie*

Secrétariat : Mme Dominique Briand
 Ecole des Mines de Nantes
 Département Systèmes Energétiques et Environnement
 La Chantrerie- 4 rue Alfred KASTLER – BP 20722 -
 44307 NANTES cedex 3
 Tél. 02.51.85.82.52 - Fax. 02.51.85.82.99
 Email : mastervilleenergie@emn.fr

Responsable : Bernard BOURGES
 E-mail : Bernard.Bourges@emn.fr

Site web : <http://www.emn.fr/>

| SPÉCIALITÉ <i>Ville et Energie</i> | ECTS | Volume (h) |
|---|------|------------|
| Gestion urbaine de l'énergie | 3 | 15 |
| Modélisation thermique des bâtiments en contexte urbain | 3 | 20 |
| Maîtrise de la demande d'énergie | 3 | 20 |
| Production et distribution d'énergie | 2 | 15 |
| Acteurs et organisation du développement urbain durable | 2 | 20 |
| Pollution atmosphérique et qualité de l'air | 3 | 20 |

7-2 Stage de recherche

Le second semestre est consacré à un stage individuel de recherche de longue durée (6 mois – 30 ECTS). Ce stage a lieu, en fonction des sujets de recherche proposés dans :

- L'une des unités constituantes de l'IRSTV :

| Nom de l'Unité | Sigle | Labellisation |
|---|---------|---------------|
| Laboratoire de Recherche en Hydrodynamique, Energétique et Environnement Atmosphérique | LHEEA | UMR CNRS 6598 |
| Centre de Recherche Méthodologique d'Architecture | CERMA | UMR CNRS 1563 |
| Institut de Recherches en Communications et Cybernétique de Nantes (Equipe Images et Vidéocommunications) | IRCCyN | UMR CNRS 6597 |
| Département Systèmes Energétiques et Environnement de l'École des Mines de Nantes | DSEE | - |
| Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment de l'Université de La Rochelle | LEPTAB | EA 2119 |
| Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux | IFSTTAR | - |
| Centre Scientifique et Technique du Bâtiment | CSTB | - |
| Espaces géographiques et Sociétés | ESO | UMR CNRS 6590 |
| Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine | LAUM | UMR CNRS 6613 |
| Laboratoire de Génie Civil et Mécanique | GeM | UMR CNRS 6183 |
| Centre d'études Régulations publiques des espaces, de l'économie et de l'environnement | CERP3E | UMR CNRS 2794 |

- L'un des laboratoires partenaires du CERMA, de l'Université de Nantes ou de l'Ecole Centrale,
- Les unités appartenant à des organismes de recherche, d'études ou de développement.

L'initiation à la recherche s'effectue sous la direction d'un enseignant-chercheur ou d'un chercheur des établissements participant à la formation ou sous la direction d'une personnalité extérieure. Le directeur de recherche est le responsable du sujet, du suivi des travaux et de

l'évaluation des deux volets de l'initiation à la recherche que sont : 1) le séminaire bibliographique, 2) la thèse de Master.

- Le séminaire bibliographique a pour but de former et d'évaluer l'aptitude d'un étudiant à collecter et synthétiser un ensemble de résultats de recherche portant sur un sujet précis et à le présenter oralement et par écrit comme une communication scientifique. Le séminaire bibliographique est mené en parallèle avec les enseignements théoriques au cours du premier semestre. Il concerne le sujet de recherche préalablement sélectionné pour le stage du deuxième semestre.

- Le stage de recherche débute après que l'étudiant ait soutenu, devant un jury, son séminaire bibliographique. La thèse de Master conduit le candidat à participer à l'élaboration de résultats de recherche novateurs, ou (et) à illustrer la portée de résultats de recherche innovants sur des cas d'application avancés, et à présenter son travail oralement et par écrit en suivant des règles rédactionnelles à l'image de celles d'un mémoire de thèse de doctorat.

- 8 - CALENDRIER

Les demandes d'inscription se font uniquement par internet sur les sites suivants :

- Spécialité AEEU : <http://masters.ec-nantes.fr/index.php/steuM2aeu>
- Spécialité AFU : <http://masters.ec-nantes.fr/index.php/steuM2ve>
- Spécialité VE : <http://masters.ec-nantes.fr/index.php/steuM2afu>

DEPÔT DU DOSSIER EN LIGNE AU PLUS TARD

POUR LES ETUDIANTS NON EUROPEENS : LE 15 MAI

POUR LES ETUDIANTS EUROPEENS : LE 30 JUIN (1^{ère} session)

LE 1^{er} SEPTEMBRE (2^{ème} session, dans la limite des places)

POUR TOUT RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES, CONTACTER LE SECRETARIAT :

Sonia.Lambert@ec-nantes.fr

Tél. : 02 40 37 15 11

Fax : 02 40 37 25 23

ou par voie postale

**ECOLE CENTRALE DE NANTES
SECRETARIAT DU MASTER STEU**

1, rue de la Noë, BP 92101

44321 – Nantes Cedex 3

| | |
|------------------------|----------------------------------|
| Commission d'admission | Début juillet et début septembre |
| Date de la rentrée | Mardi 8 septembre 2015 |

- 9 - CONTRÔLE DES CONNAISSANCES

L'évaluation est organisée en deux sessions. Elles seront précisées au plus tard au début des enseignements.

Première session

- Le contrôle des connaissances s'effectue sur
 - un ensemble de rapports d'étude ou de projets ou d'épreuves écrites organisées à l'issue des enseignements
 - la rédaction et la présentation orale d'un projet interdisciplinaire ,
 - la rédaction et la présentation orale d'une étude bibliographique.
 L'expression orale, la qualité des mémoires écrits et les travaux d'initiative personnels sont fortement pris en compte dans l'évaluation du projet et de l'étude bibliographique. Le projet interdisciplinaire sera évalué par un jury interdisciplinaire.

Deuxième session

- La seconde session sera constituée d'un examen écrit regroupé.

9-1 Modalités des évaluations

La note de la partie théorique est établie à partir des notes obtenues, chacune sur 20, avec un coefficient en relation avec le nombre de crédits ECTS correspondant. Est admissible tout candidat dont la moyenne des notes est supérieure ou égale à 10. Pour chaque candidat dont la moyenne est inférieure à 10, le jury décide, en fonction de ses notes obtenues en première session, s'il est autorisé ou non à se présenter en 2^{ème} session et pour quelles matières. En cas de renvoi en 2^{ème} session, la note de 1^{ère} session entre pour 30% dans le calcul de la note de la partie théorique. Si, à l'issue de la 2^{ème} session, la moyenne finale de la partie théorique reste inférieure à 10, le jury de Master met fin à la scolarité de l'étudiant.

La partie pratique est notée sur 20, l'étudiant doit avoir au moins 10 pour valider cette partie. Cette note est établie à l'issue des travaux de recherche de l'étudiant réalisés dans le cadre de son séminaire bibliographique et de son stage de recherche. Le séminaire et la thèse de master font l'objet chacun d'un rapport et d'une soutenance devant le jury de Spécialité composé d'au moins trois enseignants de l'équipe pédagogique. Ce jury évalue les travaux effectués, l'initiative de recherche individuelle du candidat, la qualité rédactionnelle de son rapport, enfin la pédagogie de sa soutenance. Il établit les notes de séminaire bibliographique et de thèse de master. La note pratique est calculée sur la base de 15% pour le séminaire et de 85% pour la thèse de Master.

La note finale est la moyenne arithmétique des notes théorique et pratique. La mention qui assortit la note est établie selon les règles usuelles pour les candidats admis en 1^{ère} session. Les candidats qui ont été admis aux épreuves théoriques en 2^{ème} session ont comme mention " admis en 2^{ème} session ".

Pratique d'une langue vivante étrangère

L'obtention du diplôme de Master sera conditionnée par l'obtention d'une certification internationale en langue:

- les étudiants francophones devront obtenir la certification FCE ou TOEIC de niveau B2 défini par le cadre de référence européenne ALTE.

- les étudiants non francophones devront obtenir une certification en langue française habilitée B2 par le cadre de référence européenne ALTE (par exemple DELF ou TFI 750).

Pour préparer une certification, une formation en langues est proposée hors cursus dans le cadre du Département *Communication, Langues et Entreprise* de l'Ecole Centrale de Nantes.

9-2 Attribution du diplôme ou de crédits ECTS

Le jury de Master s'appuie pour ses délibérations sur les résultats des étudiants au contrôle des connaissances et aux différentes soutenances.

Les jurys de Spécialité se réunissent au besoin en première session en fonction de la nécessité d'une deuxième session pour les étudiants non admissibles (moyenne inférieure à 10). Ils statuent sur les matières à rattraper.

Les jurys de Spécialités statuent en deuxième session sur l'admissibilité des candidats à l'issue des épreuves théoriques.

Le jury du Master statue enfin en jury de diplôme sur :

- l'admission des candidats à l'issue de la partie pratique;
- la validation de crédits ECTS.

Classement

Les candidats définitivement admis sont classés dans chaque spécialité par ordre de mérite en fonction de leur session d'admissibilité d'abord (première ou deuxième) et de leur note ensuite.

Crédits ECTS, validation

Le Master est crédité de 60 ECTS selon la répartition suivante :

- La partie théorique fait l'objet de 30 crédits ECTS. Le nombre de crédits ECTS affecté à chaque unité d'enseignement est donné dans les tableaux du §7-1. Une unité d'enseignement est validée si la note obtenue à l'épreuve correspondante est supérieure ou égale à 10/20.

- Les 30 ECTS de la partie pratique du M2 sont validés si la note obtenue est supérieure ou égale à 10/20.

- 10 - **CONTENU DES ENSEIGNEMENTS**

10-1 **Enseignements optionnels de mise a niveau**

MN1– Mécanique des Fluides (10 heures - Crédits ECTS : 0)

Responsable : Isabelle Calmet

Vecteurs et tenseurs
Présentation générale de la Mécanique des Fluides
Cinématique
Déformation & rotation
Tenseur des contraintes
Théorèmes de transport
Equations de bilans
Navier-Stokes

MN2– Energétique (10 heures - Crédits ECTS : 0)

Responsable : Bernard Bourges

- **Systèmes énergétiques.** Rappels physiques sur l'énergie; principes physiques et unités. Notion de système énergétique. Sources, vecteurs et usages. Bilan énergétique. L'énergie en France et dans le monde : besoins et ressources. Analyse technico-économique des filières. Les grands défis environnementaux. Mécanismes économiques. Acteurs et institutions : la dimension géopolitique. Scénarios futurs.

- **Energétique.** Rappels de transferts thermiques. Application à la thermique du bâtiment. Echangeurs et chaudières. Rappels de thermodynamique. Application aux cycles thermodynamiques. Cycles à vapeur, turbine à combustion, cogénération. Cycles frigorifiques et pompes à chaleur.

10-2 **Enseignements de tronc commun**

GUREN– Gouvernance Urbaine et Environnement (16 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Jean-François Struillou

I - INTRODUCTION

Fondement et sources des règles d'urbanisme et d'environnement : raisons d'être, rapports droit de l'environnement / droit de l'urbanisme / politiques publiques, sources internationales, européennes et nationales.

III. RÉGLEMENTATION, PLANIFICATION ET GESTION ENVIRONNEMENTALE DE LA VILLE

- 1) Planification stratégique : Directives territoriales d'aménagement, schémas de cohérence territoriale.
- 2) Planification locale : Plans locaux d'urbanisme : rapport de présentation, projet d'aménagement et de développement durable, zonages, servitudes d'utilité publique, établissement et gestion des PLU.

3) Plans de prévention des risques : plans de prévention des risques naturels prévisibles, plans de prévention des risques technologiques.

III. RÉGLEMENTATION ET GESTION ENVIRONNEMENTALE DE LA VILLE

1) Protection et gestion de l'eau : Directive cadre sur l'eau ; planification : SDAGE et SAGE ; contrôle des utilisations individuelles.

2) Pollution atmosphérique : Normes internationales et européennes ; réglementation nationale ; réglementation locale : pouvoirs de police, zones de protection spéciale, plans régionaux pour la qualité de l'air, plans de protection de l'atmosphère, plans de déplacement urbain ; répression et réparation.

3) Le droit contre le bruit : Diversité des normes antibruit : police générale, contrats antibruit, polices spéciales ; protection autour des grands itinéraires routiers et des aéroports.

IV. URBANISME OPÉRATIONNEL ET GOUVERNANCE URBAINE

1) L'insertion du projet dans le plan d'urbanisme

2) Les acteurs : (Les administrations de l'État, les administrations décentralisées, les opérateurs, les associations, la participation du public.

3) L'intégration des préoccupations environnementales dans les zones d'aménagement concerté.

MUOSE– Métropole urbaine, organisation et services (16 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Yves Gouriten

Le fonctionnement général des services publics locaux

Présentation des communes et de l'intercommunalité

Les services publics locaux

Les modes d'organisation : régulation - modèle triangulaire

Les différents modes de gestion: régies / délégations

Zoom financier sur les spic locaux

Mobilité et voirie

Notions générales (part modale ,schéma directeur, pdu..)

Les traductions concrètes (analyse de circulation, plans..) : cœur de ville, Ile de Nantes

Hiérarchisation des voies, stratégies d'axes : étude de cas, exemples

Les règlements de voirie : modalités d'intervention sur le domaine public , programmation de travaux

Les ambiances urbaines

Du projet tramway au projet de ville

L'espace public, les enjeux sectoriels et le partage d'espace

Un pilotage de projet : Nantes et la nouvelle centralité

Ambiances urbaines et ville à vivre : exemples

Les outils de la planification et la règle urbaine

La question des déchets

L'évolution des mentalités et techniques sur 30 ans

Les différentes catégories de déchets

Les filières d'élimination

Zoom sur le tri / recyclage et la valorisation énergétique

Ville et développement durable

Les plans climats territoriaux

Données concrètes sur les émissions de CO2 dans une agglomération et les leviers d'action

La prévention et la gestion des risques

L'exemple du Plan de Prévention des Risques et Pollutions de Nantes Métropole

OMGDU– Outils et méthodes de modélisation et de gestion des données urbaines (16 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Gwendall Petit

Les données urbaines, leur modélisation et leur gestion par les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), sont au centre des activités de gestion environnementale de la ville. Les SIG constituent des outils de diagnostic (analyse environnementale des espaces urbains, bilans énergétiques, etc.), de gestion (gestion patrimoniale, gestion de réseaux, etc.), d'aide à la concertation et à la décision (analyse de scénarii, analyse de la qualité des projets urbains, etc.) et également des outils de sensibilisation et de communication des résultats.

Ce module introduit les concepts de base des méthodes et outils (SIG) de représentation et de traitement des données urbaines :

- Les différents types de données et leur modélisation.
- L'édition et le traitement des données.
- Exploitation des données à l'aide des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).
- Apprentissage sur machine de SIG (MapInfo, Géoconcept, etc.).

METRE– Méthodologie interdisciplinaire (16 heures de cours et 40 heures de TD - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Pascal Joanne

Structuration et plan de l'enseignement

1 - Situation de la recherche en France et dans le monde sur les problématiques du master STEU à partir des sites web des laboratoires

- constitution de 3 groupes sur les thèmes Ville et énergie, Physique urbaine, Ambiances et formes urbaines
- recherche et analyse de sites web de laboratoires : problématiques, méthodes, résultats...
- création d'un "paysage de recherche" sur le thème, à partir de l'inventaire et du classement des laboratoires
- restitution et discussion (2h)

2 - Articulation Ambiances / Environnement / Paysage, analyse d'un film

- présentation des notions ambiances, environnement, paysage
- visionnage d'un film, sélection d'une séquence
- analyse de la séquence par groupe suivant les 3 modalités
- restitution et discussion (2h)

3 - Lecture de textes fondamentaux, épistémologie de la recherche

- sélection et analyse par groupes de texte discutant les fondements épistémologiques de la recherche (Latour, Bouleau, etc.)
- restitution et discussion (2h)

4 - Travail sur le fond documentaire du CERMA

- savoir organiser et présenter une biblio sur un sujet défini
- restitution et discussion (2h)

5 - Interview d'un doctorant en fin de thèse (2h libres + 2h restitution)

- compréhension de la problématique et restitution des méthodes, résultats, problèmes rencontrés en présence du doctorant

6- Lecture de mémoires de DEA / master des années passées et restitution par groupes

- découvrir une problématique étudiée précédemment
- analyser la mise en œuvre de la recherche (problématique, méthode, résultats, perspectives)
- restituer la recherche et proposer un point de vue critique sur sa

7- Présentation des problématiques de stages et discussions ouvertes

8 - 9 - 10 - Soutenances individuelles de la problématique et état de l'art du stage de recherche

- l'exposé comprend l'état de l'art, la problématique, la méthode et les résultats attendus
- discussion et commentaires des autres étudiants et encadrants

EVALUATION : contrôle continu, 60% sur séances M1-M6, 40% sur exposé individuel (M8-M10)

PURB– Introduction au Projet Urbain et mini-projet (60 heures de TD - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Chérif Hanna

Objectifs :

L'objectif de cet enseignement est d'apporter à l'étudiant la culture du projet urbain. La démarche est plus orientée vers l'approche conceptuelle dans le projet que la manipulation d'outils et de savoirs techniques. Cette orientation dans la manière de 'faire du projet' devrait nourrir une culture du doute plus qu'une transmission de savoir établi.

Contenus :

Le module de projet se déroulera en trois temps.

Une séquence théorique qui cherche à construire un socle commun.

Une séquence pratique qui sera articulée en deux temps : un temps d'analyse et un temps de projection.

Séquence théorique :

L'approche théorique tente tout d'abord, de situer dans quelle ville nous vivons aujourd'hui, de comprendre les différents processus de projection qui ont influencé et orienté la manière dont on l'a fait, et ensuite d'explorer la question du projet dans la fabrication de la ville, tant dans son essence philosophique que dans sa fabrication et sa forme de communication. Ce premier temps est structuré en trois séances : La forme de la ville, La ville du troisième millénaire, Le projet urbain ; concepts et processus.

Séquence pratique :

Les travaux apporteront une analyse critique organisée autour trois thématiques/problématiques générales :

- . Paysage et mouvement (mobilité, paysage, perceptions, bio masse, transports,..)
- . Utopies et réalités,
- . Densité et formes urbaines (fragmentation, diffuses...)

Il s'agit de connaître le territoire d'études, de comprendre sa structure et de digérer ses interrogations, ensuite projeter des concepts généraux. Ces derniers devraient trouver une formulation sur la grande échelle et de démontrer, sur une échelle plus restreinte, les limites de leurs applications.

Le temps d'analyse sera organisé en 3 équipes d'environ neuf à dix étudiants et en étapes d'exploration, de formulation et de rendu. Le rendu comportera :

- un rapport intermédiaire collectif d'environ 30 pages,
- une présentation sous forme d'une projection type Power Point,
- un panneau par équipe au format A1 vertical.

INDIC– Indicateurs urbains et évaluation environnementale du projet (20 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Pascal Joanne

Objectifs :

Comment diagnostiquer les dimensions environnementales de la ville ? Quels sont les outils et les indicateurs, existants ou à produire sur mesure, pour aider à concevoir le projet urbain dans une démarche environnementale cohérente ?

Ce cours présente les principales approches environnementales susceptibles d'être utilisées dans le cadre d'un projet urbain, à la fois dans une optique d'utilisation pertinente pour les projets et de développement d'outils plus performants.

Contenus :

Une première partie tente de dresser le questionnement général et théorique de l'évaluation environnementale du projet urbain; la deuxième partie (cours II. III. et IV) expose des exemples de champs d'évaluation qui s'avèrent prépondérants dans les différentes phases de programmation, de conception et de prise de décision dans le projet urbain. La dernière partie laisse la parole à des acteurs (maîtres d'œuvre, aménageurs...) sur leur expérience propre de démarche d'évaluation et de recours, ou non, à des indicateurs.

- I. Introduction. Les différentes problématiques de l'évaluation environnementale. La notion d'indicateurs.
- II. Les indicateurs morphologiques
- III. Analyse de cycle de vie
- IV. Bilans d'émissions de gaz à effet de serre
- V. Evaluation des externalités environnementales
- VI. L'évaluation environnementale dans la pratique du projet architectural et urbain.

10-3 Enseignements de la spécialité

Atmosphère, Eau et Environnements Urbains

MEGU - Météorologie générale et urbaine (32 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Laurent Perret

I - ENVELOPPES FLUIDES DE LA TERRE :

Description générale, variations spatiales, variations saisonnières

II – LES GRANDS EQUILIBRES DE L’ATMOSPHERE SYNOPTIQUE :

Répartition verticale de la pression, correspondance pression-altitude; Stabilité et instabilités verticales ; Le vent géostrophique; La couche de frottement; Le vent thermique; Les grands courants aériens.

III - ELEMENTS DE FRONTOLOGIE :

Frontogénèse et frontolyse; Principales zones de frontogénèse; Naissance et évolution des perturbations du front polaire; Front froid, front chaud, occlusion, systèmes nuageux associés

IV - THERMODYNAMIQUE DE L’AIR ATMOSPHERIQUE : Equation d’état, notion de transformation, loi de Joule, transformations dans les mouvements verticaux ; Représentation graphique des transformations (Emagramme)

V - L’AIR HUMIDE, la température virtuelle, l’air saturé ; Les processus de saturation et condensation ; Température pseudo-adiabatique du thermomètre mouillé ; Déclenchement des précipitations

VI - LES TRANSFERTS DE CHALEUR DANS L’ATMOSPHERE : Le rayonnement solaire, l’absorption sélective, la diffusion, l’influence des nuages; Le rayonnement terrestre; Le rayonnement atmosphérique; Bilans radiatifs de la surface et de l’atmosphère ; les masses d’air et leurs évolutions

VII – LES PRECIPITATIONS : éléments de micro-physique de l’air humide, la formation des précipitations, les méthodes de mesure des intensités pluvieuses, introduction à la modélisation des champs pluvieux.

VIII - ELEMENTS DE METEOROLOGIE LOCALE :

Effets de relief; Effets de vallée; Les côtes et les îles

IX – MICROMETEOROLOGIE URBAINE :

Les mécanismes microclimatiques urbains ; l’îlot de chaleur urbain ; canopée et surfaces urbaines ; la notion de gêne et de confort ; les effets locaux du vent en architecture et aménagement (effets de canalisation, de pente, de plateau, Venturi, Wise...) ; Atmosphère urbaine et précipitations ; les données urbaines.

TCLCSA– Turbulence, couche limite et de surface atmosphériques (16 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Isabelle Calmet

I. Echelles atmosphériques et spectre de la turbulence atmosphérique

II. Équations d'évolution des fluides géophysiques

III. Équations simplifiées pour l'atmosphère

IV. Dynamique de la couche limite atmosphérique : Physique atmosphérique, fermeture des équations de la turbulence, modélisation, prévision, bilan d'énergie de surface, stabilité thermique et cycle diurne de la CLA.

V. La couche de surface atmosphérique et théorie de similitude de Monin-Obukhov.

VI. Structure de la couche limite atmosphérique inhomogène : changement de rugosité et couche limite interne, couche limite thermique, effets du relief..

HGBV– Hydrologie générale et bassins versants (16 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Katia Chancibault

I - LE CYCLE DE L'EAU : ENJEUX SCIENTIFIQUES, SOCIAUX-ECONOMIQUES, GENERALITES

II - EAU ATMOSPHERIQUE : Eléments de microphysique, formation des précipitations ; La pluie : mesure, modélisation (rappels)

III - ECHANGES D'EAU ENTRE LE SOL ET L'ATMOSPHERE

IV - L'EAU DU SOL : Ecoulement de l'eau en milieu poreux saturé et non saturé ; Infiltration de l'eau dans le sol ; Ruissellement de l'eau sur le sol ; Ecoulement dans le réseau hydrographique

V - HYDROLOGIE DE BASSIN VERSANT : Définition et fonctionnement d'un bassin versant ; Description d'un bassin versant et de ses caractéristiques

VI - MODELISATION HYDROLOGIQUE DE BASSINS VERSANTS : Les différentes familles de modèles (réaction rapide à la pluie) ; Fonction de production ; Fonction de transfert

VII - HYDROLOGIE STATISTIQUE : Quelques rappels de statistiques, notion de crue de projet et de période de retour ; Méthodes d'estimation des crues de période de retour donnée....

AU– L'atmosphère urbaine (10 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Isabelle Calmet

I - STRUCTURE DE L'ATMOSPHERE URBAINE : Les modèles conceptuels de l'atmosphère urbaine méso échelle, les principales sources de connaissances, observations de l'îlot de chaleur, le bilan d'énergie à la surface, la structure des écoulements turbulents au-dessus et dans la canopée urbaine, la canopée urbaine - une couche tampon, écoulement d'air au-dessus de la canopée, écoulements à l'intérieur de la canopée, ventilation des rues, transferts de chaleur et de polluants, la canopée urbaine - un "terrain" très inhomogène, structure verticale de la couche limite urbaine.

II. MODELISATION DE L'ATMOSPHERE URBAINE : Modèles de bilan d'énergie de surface urbains, modèles de rugosité urbaine, physiographie à haute résolution et cartographie urbaine, données de télédétection satellitaire, modèles de dispersion dans une rue canyon, modèles de dispersion à l'échelle de l'agglomération, modèles de dispersion à l'échelle du quartier.

GEV– Gestion de l'eau dans la ville (14 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Fabrice Rodriguez

I - Les réseaux d'assainissement

Histoire, principes, ouvrages

II - Réseau d'eaux pluviales

Modélisation et dimensionnement

III - Réseau d'eaux usées

Principes de traitement des eaux, stations d'épuration

PORE– Pollution urbaine et remédiation (30 heures - Crédits ECTS : 3)**Responsable : Isabelle Calmet**

- I. Les propriétés physiques de la pollution atmosphérique : principaux polluants atmosphériques, gaz et particules, échelles de temps et d'espace, cycle de vie, interaction avec les processus météorologiques, caractéristiques pour la modélisation.
- II. Modélisation de la dispersion des polluants : Approches Lagrangienne et Eulérienne de la diffusion atmosphérique, influence de la stratification thermique, modèles de la dispersion des sources ponctuelles, modèles de chimie-transport.
- III. Modèles pour la surveillance de la qualité de l'air
- IV. Pollution de l'air dans le bâtiment : Qualité de l'air intérieur ; Relation air extérieur/air intérieur ; Traitement de l'air intérieur ; Stratégie de gestion des installations de traitement
- V. Eaux grises et eaux pluviales dans le bâtiment : Composition et réglementation ; Recyclage des eaux ; Réutilisation des eaux usées traitées ; Potabilisation de l'eau ; Gestion des eaux dans un écoquartier/bâtiment basse consommation
- VI. Pollution des eaux de ruissellement: Origine des polluants ; Evolution des concentrations des toitures à l'exutoire de bassin versant ; Spéciation chimique ; Qualité des eaux, Conséquences des pollutions
- VII. Pollution des sols : Constituants ; Fonctions, usages et menaces sur les sols ; Exemples de pollutions en milieu routier et urbain
- VIII. Transfert de polluants dans les sols et remédiation : Phénomènes de transfert ; Transfert non réactif et réactif ; Transfert de particules ; Modélisation couplée chimie-transport ; Techniques de remédiation.

OS– Outils de simulation (14 heures - Crédits ECTS : 2)**Responsable : Isabelle Calmet**

- I. LA SIMULATION NUMERIQUE DES ECOULEMENTS ATMOSPHERIQUES DE L'ECHELLE LOCALE A LA MESO ECHELLE: Présentation du problème; Relation entre les échelles mises en jeu et les outils de modélisation ; Conditionnement à la limite ; Choix d'un modèle de turbulence en fonction du problème traité ; Maillage.
- II. PROBLEMES ET LIMITATIONS : Problèmes de mise en œuvre (conditions aux limites et initiales, cartographie des sols, couplage de modèles, emboîtement de domaine), Comparaison expérience-simulation.
- II. PRESENTATION DE QUELQUES OUTILS DE SIMULATION : outils de simulation pour la dynamique, la thermique, le rayonnement, le transport-diffusion de polluants, la chimie, les aérosols.

10-4 Enseignements de la spécialité *Ambiances et Formes Urbaines*

ATUC– Ambiances, théories urbaines, conception (20 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Daniel Siret

Ce cours se présente comme une introduction générale à l'ensemble des autres enseignements de la spécialité. Il met en effet en perspective les phénomènes étudiés par une approche globale et historique de la sensibilité à l'environnement. Son objectif est de montrer la relativité de la perception des phénomènes au cours du temps, la façon dont ils ont été maîtrisés, pris en compte dans les projets urbains et plus généralement dans les théories ou les utopies urbaines. Il est constitué d'une série de « conférences » :

- I. Vent, aération, turbulence
- II. Ensoleillement
- III. Microclimats artificiels ; villes souterraines
- IV. Eclairage nocturne
- V. Environnement sonore urbain
- VI. Végétation, eau et jardin
- VII. Miasmes ; odeurs.
- VIII. Fêtes, rites, artifices

EHAU– Ecologie humaine des ambiances urbaines (12 heures - Crédits ECTS : 2)

Responsable : Anthony Pequeux

- I. Introduction à l'écologie humaine
- II. Milieu, environnement et paysage
- III. Imaginaire urbain
- IV. L'urbanité des sens : modèles urbains, formants d'ambiances et potentiels d'action
- V. Trajectoires de l'accessibilité urbaine

La recherche sur les ambiances et l'environnement urbain ne peut laisser de côté les connaissances sur les dimensions sensibles et les compétences humaines propres à l'expérience située, pluri sensorielle et contextualisée des espaces bâtis par le citadin. En dernier ressort, ces dernières sont uniques pour donner sens à la notion d'ambiance elle-même. D'autre part, alors que les connaissances et action de type technique sur les ambiances vont croissant, il semble plus que jamais nécessaire de les interroger et de les mettre en perspective au regard des approches qualitatives, esthétiques et projetatives afin d'en mesurer les conséquences, les limites, et de tracer des potentiels de recherche nouveaux en interpellant les champs de connaissances impliqués. Les interventions privilégieront donc la dimension humaine (perception, action, interactions sociales, références sensibles, mobilité) tout en interrogeant les cultures sensibles de l'environnement intégrées dans les pratiques édicatrices et les volontés de transformation liées à l'urbanisation.

EEFU– Ensoleillement, éclairage et formes urbaines (23 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Christian Marenne

- I. Problématique de l'ensoleillement dans la perspective du développement urbain durable
Enjeux du tracé urbain – Enjeux de la façade urbaine – Propositions architecturales et urbaines contemporaines.
- II. Simulation, analyse et conception de l'ensoleillement des formes urbaines

Géométrie solaire – Méthodes de résolution graphique – Méthode algorithmiques (projection, opérations booléennes sur les polygones) – Mise en œuvre et analyse des données solaires (cartographie, indicateurs) – Approches inverses de l'ensoleillement – Outils logiciels..

MIFU– Microclimat et formes urbaines (15 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Marjorie Musy

L'objet de ce module est la mise en relation des paramètres physiques de la ville (morphologie, aménagement, usages) et du climat urbain qui en résulte. Les approches se situent tant à l'échelle de la ville quand il s'agit d'étudier l'impact de la planification urbaine sur le phénomène d'îlot de chaleur que les échelles locales quand il s'agit d'étudier les confort dans les espaces extérieur.

Ce module est divisé en cinq cours qui partent de notions de physique et tendent vers des approches de conception architecturale et urbaine.

I - Notions de base en climatologie urbaine. Paramètres atmosphériques et processus physiques en jeu. Données du climat, sources et modes d'analyse. Recalage climatique et données urbaines.

II - Les modèles microclimatiques urbains et les outils de simulation.

Phénomènes et paramètres en jeu. Bilan énergétique et hydrique d'une surface urbaine.

Modélisations par discrétisation spatiale, modélisations paramétriques 2D et 3D.

III- L'homme et le climat. Aspects physiologiques et psychologiques du confort thermique.

Relations confort/climat.

IV - Le microclimat urbain :

- les effets climatiques urbains (Ilot de chaleur) et le rôle des surfaces urbaines (rugosité, albédo, végétalisation...). Inertie des constructions,

- les effets sur la consommation énergétique des bâtiments.

V- Indicateurs climatiques et énergétiques des formes urbaines.

VI- Niveaux et échelles d'intervention sur le climat urbain. Modes de contrôle, modulateurs climatiques. Analyse critique de quelques réalisations d'aménagement et de restructuration urbaine.

VVFU– Vent, ventilation et formes urbaines (15 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Marjory Musy

L'objet de cet ensemble de cours est la mise en relation des paramètres morphologiques de la ville et des phénomènes liés au vent. Ce domaine de recherche intéresse des échelles spatiales allant de l'agglomération au bâtiment et des problématiques d'application telles que la pollution de l'air, le confort ou la ventilation naturelle des bâtiments.

- I. Le vent : aspects physiques aux différentes échelles
- II. Modélisation du vent : les principes et les outils
- III. Effets aérodynamiques liés aux formes urbaines
- IV. Caractérisation aérodynamique des tissus urbains
- V. Ventilation naturelle des bâtiments en site urbain

ESFU– Environnement sonore et formes urbaines (15 heures - Crédits ECTS : 2)**Responsable : Judicaël Picaut**

- I. Rappels d'acoustique
- II. Aspects physiques de la propagation acoustique : modèles de propagation et formes urbaines
- III. Aspects perceptifs : ambiances sonores urbaines
- IV. Mesures acoustiques, spécificités du milieu urbain : matériel, principe.
- V. Les logiciels de simulation en acoustique de l'environnement
- VI. Mise en pratique d'un logiciel sur un projet urbain.

10-5 Enseignements de la spécialité *Ville et Energie*

GUE– Gestion urbaine de l'énergie (15 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Christian Marenne

Ce cours est une introduction générale aux enjeux énergétiques en milieu urbain,. Il vise à croiser différents modes d'analyse des systèmes énergétiques urbains sous l'angle des flux d'énergie, des technologies et des instruments politiques, et de leurs interactions. Au-delà de la focalisation habituelle sur l'aspect production et offre d'énergie, il met en lumière l'importance de la demande d'énergie et des actions auxquelles elle peut donner lieu.

I Problématiques territoriales et urbaines de l'énergie

Problématiques énergétiques actuelles. Notion de système énergétique. Sources, conversion, distribution, utilisation. Dimensions territoriales de l'énergie : le retour. Ville et développement urbain durable. Spécificités urbaines en matière énergétique : enjeux, perspectives et leviers d'action. Rôle des collectivités.

II. La demande d'énergie et sa modélisation

Les usages et leurs caractéristiques. Les déterminants de la demande : Besoins en services énergétiques et demande d'énergie. Secteurs Résidentiel, tertiaire et transports. Modèles physiques et modèles statistiques. Energie et puissance. Modèles ascendants et descendants. Sources de données.

III. L'équilibre offre-demande à l'échelle territoriale

Bilans énergétiques territoriaux. Modèles globaux d'interaction offre-demande. Evaluation économique et coût global. Impacts environnementaux. Données et indicateurs. Application à la prospective et à l'aide à la décision. Approches d'optimisation.

IV. Instruments à l'échelle territoriale et modes de gestion

Délégations de services publics et autres outils juridiques. Démarches de planification énergétique locale. Démarches stratégiques et Plans énergie climats territoriaux. Relation avec les autres outils de planification territoriale Complémentarité avec d'autres échelles. Démarches et organisation interne. Exemples.

MTBCU– Modélisation thermique des bâtiments en contexte urbain (20 heures - Crédits ECTS : 3)

Responsable : Bruno Lacarrière

Ce cours aborde la modélisation thermique d'un ensemble de bâtiments, en vue de l'évaluation de sa consommation énergétique, à l'échelle d'un quartier ou d'un îlot, en adoptant une approche système.

Sur la base de rappels de physique (conduction, convection, rayonnement, confort thermique, physique du bâtiment...), la première partie du cours consiste à étudier un (ou plusieurs) exemple(s) de système(s) énergétique(s) du bâtiment. Cette étape analyse d'abord les détails associés à la modélisation physique fine et met en évidence les difficultés pour la rendre compatible avec une approche plus macroscopique, exigeant des modèles réduits.

Une attention particulière est accordée à la notion de couplage entre sous systèmes et entre phénomènes, notion très importante dans la définition et le choix des paramètres d'entrée des modèles.

Enfin, des solutions existantes de modélisation d'un bâtiment et d'ensemble de bâtiments sont étudiées en mettant en évidence les choix qui ont été nécessaires en termes d'hypothèses, de définition des paramètres d'entrée et de définition des paramètres de couplage. Une étude de cas est proposée, impliquant la manipulation de logiciels dédiés.

MDE– Maîtrise de la demande d'énergie : enjeux, techniques, instruments, évaluation (20 h CM ; CE :**3)****Responsable : Jean-Sébastien Broc**

Ce cours présente les politiques de maîtrise de la demande en énergie, en tant que composante essentielle des solutions énergétiques à l'échelle territoriale et urbaine aussi sous l'angle des techniques que des instruments politiques et de leur évaluation.

Contenus : Maîtrise de la demande en énergie : sobriété et efficacité énergétique ; enjeux globaux et territoriaux. Solutions techniques dans les secteurs de l'industrie, du bâtiment et des transports. Les instruments politiques, juridiques et économiques ; spécificité territoriales. Evaluation ex post : relation avec l'évaluation des politiques publiques à l'échelle territoriale ; application aux opérations locales de maîtrise de la demande ; méthodes ascendantes et descendantes.

PDE– Production et distribution d'énergie (15 heures - Crédits ECTS : 2)**Responsable : Bernard Bourges**

Ce cours présente les politiques de maîtrise de la demande en énergie, en tant que composante essentielle des solutions énergétiques à l'échelle territoriale et urbaine aussi sous l'angle des techniques que des instruments politiques et de leur évaluation.

Contenus : Maîtrise de la demande en énergie : sobriété et efficacité énergétique ; enjeux globaux et territoriaux. Solutions techniques dans les secteurs de l'industrie, du bâtiment et des transports. Les instruments politiques, juridiques et économiques ; spécificité territoriales. Evaluation ex post : relation avec l'évaluation des politiques publiques à l'échelle territoriale ; application aux opérations locales de maîtrise de la demande ; méthodes ascendantes et descendantes.

AOD– Acteurs et organisation du développement urbain durable (20 heures - Crédits ECTS : 2)**Responsable : Sarah Ghaffari**

L'objet du cours concerne essentiellement l'analyse des jeux d'acteurs qui se mettent en place autour du développement durable, en particulier dans ses déclinaisons territoriales et urbaines, nouveau cadre des politiques énergétiques territorialisées.

I - Les dynamiques intermédiaires de l'action publique : du global au local.

L'objectif de développement durable requiert des actions à des échelles très diverses (du niveau mondial au niveau individuel) et implique la contribution d'échelles de territoires intermédiaires. Cette première partie du cours introduit la notion de territoire dans ses trois grandes dimensions (identitaire, physique, organisationnelle). A travers des exemples, comme les écoquartiers, on montre comment se réalise effectivement dans la pratique cette adaptation au niveau local de grandes orientations politiques traduites en instruments juridiques et réglementations.

II - Engagement, enrôlement et organisation d'acteurs autour du développement durable.

Cette deuxième partie aborde de manière plus générale comment la mise en place de stratégies de développement durable transforme les jeux d'acteurs dans les organisations et groupes sociaux. En quoi entraîne-t-elle la formation de nouveaux espaces d'action collective et une reconfiguration des rapports de pouvoir ? Comment la thématique du développement durable suscite-t-elle tantôt des apprentissages collectifs, tantôt des luttes et des affrontements ?

PORE– Pollution atmosphérique et qualité de l'air (20 heures - Crédits ECTS : 3)**Responsable : Isabelle Calmet**

- I. Les propriétés physiques de la pollution atmosphérique : Principaux polluants atmosphériques, gaz et particules, échelles de temps et d'espace, cycle de vie des polluants, interaction avec les processus météorologiques, caractéristiques pour la modélisation: sources industrielles et sources urbaines, sources ponctuelles et dispersées, polluants primaires et secondaires, chimies rapides et lentes.
- II. Le système photochimique O₃-NO_x-CO : oxydation des polluant primaires, radical OH, chimie des COV, le système “rapide”, NO-NO₂-O₃.
- III. Modélisation de la dispersion des polluants : Approches Lagrangiennes et Eulériennes de la diffusion atmosphérique, influence de la stratification thermique, modèles de la dispersion des sources ponctuelles, modèles de chimie-transport.