

---

# PROGRAMME INGÉNIEUR

2022-2023

2e année / 3e année

---

Option Disciplinaire

Sciences de l'ingénieur pour  
l'habitat et l'environnement  
urbain

OD PHYCITE

---

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Isabelle CALMET



# 1er Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 73 / 93	12	Tronc commun	CONSTR EVT PRURB SINBAD	Construction et structure Ecologie, Ville et Territoires Problématiques Urbaines Systèmes d'information et bases de données
UE 74 / 94	13	Tronc commun	ACECE ENERGUR HATUR IBIM P1PHYCITE	Acoustique, éclairage et ensoleillement Energétique pour le génie urbain Hydrologie et Atmosphère Urbaine Initiation au BIM Projet 1

# 2e Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 103 / 83	14	Tronc commun	P2PHYCITE	Projet 2
		Parcours Ingénierie urbaine	ATRAN ENEVI GENUI HATUA	Aménagement et transport Energie à l'échelle de la ville Gestion des nuisances Hydrologie et atmosphère urbaine appliquée
		Parcours Habitat	CTAIR MATHA TECBA THBATP	Climatisation et traitement de l'air Matériaux pour l'habitat Technologie du bâtiment Thermique du bâtiment

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Construction et structure [CONSTR]

Responsable(s) du cours : Patrice CARTRAUD

### Objectifs

Ce module est consacré à la mécanique des structures, des sols et des fondations. Les fondamentaux de ces disciplines sont traités sous la forme de cours et de travaux dirigés en insistant sur des considérations pratiques.

### Plan de l'enseignement

- Les acteurs et le métier « Structure » dans le projet de construction
- Les Eurocodes
- Mécanique des Structures
  - Généralités sur la théorie des poutres
  - Flexion plane
  - Flambement
- Introduction au béton armé
  - Propriétés des aciers et béton
  - Calcul à l'état limite ultime
- Introduction aux risques géotechniques :
  - Mécanique des sols
  - Tests In-situ
  - Fondations

### Bibliographie

- Précis de Structures de Génie Civil, Projets, Dimensionnements, Normalisation D. Didier et al., Afnor, Nathan
- Les Eurocodes : Conception des bâtiments et des ouvrages de Génie Civil  
Sous la Direction de Moreau de Saint-Martin et Jean-Armand Calgaro  
Edition le Moniteur, ISBN 2-281-12560-8
- Mécanique des Structures, Étude des Poutres, P. Cartraud, 2011, <https://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00451733/fr/>
- Introduction au béton armé: théorie et applications courantes selon l'Eurocode 2., Granju, J. L. 2014, Éditions Eyrolles.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

### Ecologie, Ville et Territoires [EVT]

Responsable(s) du cours : Géraldine MOLINA / Isabelle CALMET

#### Objectifs

Dans un contexte d'exacerbation des problèmes environnementaux, ce cours vise à fournir un socle de compétences aux ingénieurs pour aborder les grandes problématiques contemporaines de la production, de la gestion des villes et plus largement des territoires afin de mettre en place de solutions de transition écologique. En s'inspirant du «génie de la nature» (Gilles Clément), il s'agira de favoriser la formation d'une ingénierie basée sur une intelligence environnementale et sociale systémique. L'enjeu est de former des professionnels capables de développer une approche multicritère des questions environnementales pour penser des solutions pérennes répondant aux enjeux de préservation et de restauration écologiques, de santé et de bien-être des populations habitant les territoires.

#### Plan de l'enseignement

Les cours magistraux et les travaux dirigés seront réalisés en salle ou lors de sorties terrain pour aborder les quatre principaux thèmes transversaux suivants :

1. Vers la ville durable : modèles de l'urbanisme (fabrication, gestion, modes de vie) :
  - . éléments de contexte généraux : socio-histoire des rapports entre ville et environnement : évolution des modèles d'aménagement des villes en lien avec les évolutions environnementales, sociales, techniques, économiques, contexte d'émergence de la question de la ville durable et des transitions écologiques urbaines.
  - . problématiques de la crise, du changement et des transitions
  - . visite axée sur l'évolution vers la ville durable et les enjeux contemporains
2. Les systèmes d'acteurs : métiers, grandes familles, politiques de transition écologique urbaine
  - . descriptif des transitions institutionnelles, politiques et aménagement des villes
  - . les professionnels de la ville, l'énergie et l'environnement : analyse de retours d'expériences de professionnels, analyse de trajectoires de solutions techniques
3. Des techniques pour penser la transition :
  - . enquête de terrain et données : prendre en compte un contexte pour développer des solutions adaptées à l'environnement et aux populations concernées
  - . approches socio-techniques : un bagage de techniques scientifiques issues des sciences sociales adaptées à l'ingénierie
  - . systèmes techniques alternatifs : présentation d'exemples concrets et visites de terrain
4. Les transitions sociales : les évolutions des modes de vie
  - . Habitants et modes de vie : quelles évolutions récentes sur différents volets : consommations, énergie, transports, déchets, mobilités...
  - . Habitants et modes de vie : exposition, vulnérabilité et stratégies adaptation aux changements climatiques

#### Bibliographie

- . Hébert Florent, 2015, Villes en transition : l'expérience partagée des Écocités, Marseille, Parenthèse.
- . Courgey Samuel, Oliva Jean-Pierre, 2006, La conception bioclimatique. Des maisons confortables et économes. En neuf et en réhabilitation, terre vivante.
- . Molina Géraldine, Musy Marjorie, Lefranc Margot, 2017, Les professionnels du bâtiment face aux défis énergétiques et environnementaux : compétences et pratiques en transition, Londres, ISTE Editions.
- . Mathieu RIVAT, 2017, Ces maires qui changent tout. Le génie créatif des communes, Actes Sud.

#### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

# Problématiques Urbaines [PRURB]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET / Pascal JOANNE*

### Objectifs

La métaphore organique qui compare la ville à un être vivant ou celle, mécaniste, qui la voit comme un système multiforme et multi-échelle de flux et d'échanges, montrent d'une part la fascination qu'exerce sur l'homme le phénomène d'urbanisation, et résumant d'autre part sa très grande complexité. En guise d'introduction aux modules suivants, ce cours vise à saisir quelques clés de cette complexité et tenter d'expliquer ce qui fait la ville aujourd'hui. Il mettra en évidence les problématiques d'adaptation et de réaction aux phénomènes physiques et climatiques de l'environnement urbain.

### Plan de l'enseignement

Le cours se déroule en deux grandes parties qui sont abordées simultanément sous forme de séances hebdomadaires de cours magistral et d'un travail dirigé. Une approche historique, appelée « histoire de la ville » destinée à décrire et analyser les différentes modalités de création et de formation de la ville. Une deuxième partie aborde les principaux enjeux du développement de la ville contemporaine.

### Bibliographie

Panerai, Philippe. 1999. Analyse urbaine. Paris: Parenthèse  
 Jean-Marc Stébé et Hervé Marchal (sous la dir. de). 2009. Traité sur la ville. Paris : Presses universitaires de France  
 Levy, Albert (sous la direction de). 2012. Ville, urbanisme et santé. Editions Pascal. Mutualité Française  
 Vincent Fouchier et Pierre Merlin. 1994. Les fortes densités urbaines : une solution pour nos villes ? Hong Kong.  
 Sabine Barles. 2005. L'invention des déchets urbains. Seyssel : Champ Vallon.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Systèmes d'information et bases de données [SINBAD]

*Responsable(s) du cours : Jean-Yves MARTIN*

### Objectifs

Donner aux étudiants les éléments permettant de comprendre les bases de données, géographique en particuliers, et des éléments sur les outils utilisés pour les Systèmes d'Information Géographiques.

### Plan de l'enseignement

L'enseignement comporte une partie théorique et une partie pratique, sur ordinateur.

Les aspects théoriques comprennent :

- Les notions de Modélisation fonctionnelle
- Le modèle relationnel , passage du modèle fonctionnel au Modèle Physique
- Notions de SQL
- Programmation et Bases de données
- Introduction à PL/SQL
- Introduction aux SIG, et aux Bases de Données Spatiales
- Introduction à XM., Les principaux formats de données
- Notions d'Infrastructure de Données Spatiales
- Introduction au Big Data

La partie pratique comporte

- Conception, implémentation et utilisation d'une base de données
- Utilisation d'un SIG

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	4 hrs	12 hrs	0 hrs	2 hrs



## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

# Acoustique, éclairement et ensoleillement [ACECE]

Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET

## Objectifs

Ce cours est organisé en 3 parties portant sur l'acoustique, l'éclairage naturel et l'ensoleillement.

### Partie 1 - Acoustique

L'objectif de ce cours est d'introduire les principes fondamentaux de l'acoustique physique, de donner les connaissances de base pour réussir l'acoustique d'un bâtiment et de présenter les mécanismes physiologiques de l'audition, les éléments principaux de la perception du son, ainsi que les effets du bruit sur la santé.

### Partie 2 - Éclairage naturel

Ce cours développe la compréhension des phénomènes lumineux dans les domaines de l'architecture et de l'urbanisme. Son objectif est la compréhension des phénomènes physiques et radiatifs qui sont à l'origine de la lumière naturelle, de sa transmission et de sa diffusion. Il permettra de gérer les stratégies d'éclairage naturel dans les projets architecturaux et urbains à partir de l'analyse de la morphologie du bâti et des dispositifs de contrôle de la lumière naturelle. Cette dimension physique sera complétée par l'étude de la notion de confort visuel, plus subjective et reliée au comportement individuel. Pour l'évaluation des grandeurs photométriques qui caractérisent l'éclairage naturel, le cours présentera des outils de conception plus ou moins complexes, allant de la mesure (appareils et techniques) à la simulation numérique. Des travaux d'analyse à l'échelle urbaine jusqu'à celle de dispositifs architecturaux seront présentés. L'enseignement pratique amènera les étudiants à confronter la dimension sensible aux mesures physiques sur le terrain.

### Partie 3 - Ensoleillement

Cet enseignement traite de la nature des mouvements solaires révélant le potentiel d'ensoleillement et les ressources solaires énergétiques d'un site ou d'un espace construit. Une première partie s'attachera à développer la prise en compte de la dimension solaire à travers l'histoire. Puis l'apport de connaissances théoriques relevant de la géométrie solaire faciliteront l'utilisation de techniques simples de contrôle et d'évaluation de l'ensoleillement des différentes composantes d'un bâtiment ou d'un espace urbain. Pour l'évaluation des apports solaires seront présentées diverses techniques, allant de la construction d'épures manuelles à l'utilisation de diagrammes et d'outils numériques. L'enseignement pratique visera à utiliser ces outils pour construire et analyser des tracés d'ombres, définir des durées d'ensoleillement, ou encore évaluer l'influence des masques lointains et des dispositifs de protection sur les apports énergétiques.

## Plan de l'enseignement

### Partie 1 - Acoustique

- Acoustique physique
  - Éléments d'acoustique
  - Équations et principes de base
  
- Acoustique des salles et du bâtiment
  - Temps de réverbération
  - Autres critères liés à la qualité acoustique des salles
  - Matériaux absorbants
  - Isolement / Affaiblissement
  - Outils des acousticiens des salles et du bâtiment
  - Solutions pratiques de mise en œuvre
  
- Psychoacoustique et effets du bruit
  - Description physique du bruit
  - Dimension physiologique du bruit
  - Éléments de psychoacoustique

- Effets auditifs du bruit
- Effets extra-auditifs du bruit

#### Partie 2 : Éclairage naturel

- Nature des lumières directe et diffuse
- Ciels normalisés et méthodes de simulation de l'éclairage lumineux
- Réflexion de la lumière : couleur et texture des matériaux
- Grandeurs photométriques
- Perception et confort , contraste, éblouissement
- Facteur de lumière du jour

#### Partie 3 : Ensoleillement

- Historique de la prise en compte de l'ensoleillement dans le projet architectural et urbain
- Géométrie solaire
- Construction et utilisation des diagrammes solaires
- Algorithmes de simulation de l'ensoleillement
- Exemple de la simulation de l'ensoleillement dans le logiciel SOLENE

### Bibliographie

- Derek Phillips (2004), Daylighting, Natural Light in Architecture, Elsevier Eds.
- Mohamed Boubekri (2008), Daylighting, Architecture and Health, Elsevier Eds.
- Jennifer O'Connor (1997), Tips for Daylighting with Windows, LBNL-39945
- Edward Mazria (1981), Le guide de l'énergie solaire passive, Parentheses Eds.
- Garry Stevens (1990), The reasoning architect : Mathematics and Science in Design, McGraw-Hill Eds.
- Sophia Behling and Stefan Behling (2000), Solar Power: The Evolution of Sustainable Architecture, Prestel Pubs.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

# Energétique pour le génie urbain [ENERGUR]

*Responsable(s) du cours : Jean-François HETET*

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif d'acquérir des compétences et connaissances sur les problématiques d'énergie avec un accent porté sur les applications urbaines et autour de l'habitat

### Plan de l'enseignement

Dans un premier temps, les cours et applications seront centrés sur ds calculs de pertes thermiques d'une maison puis sur le bilan complet en incluant un calcul d pompe à chaleur et capteur solaire thermique.

Des travaux pratiques sont aussi prévus (Pompe à chaleur, unité de climatisation, transferts thermiques, solaire thermique)

Enfin, des exposés sont organisés sur différents thèmes en lien avec l'énergie : énergie bois, smart grid, P2V, Power to gas , EMR, RT2012, E+C-,V RE2020, stockage d'énergie par batterie de Carnot, nucléaire (SMR), géothermie, solaire, éolien terrestre, réseaux de chaleur et de froid.

### Bibliographie

Thermodynamique et énergétique par M. BOREL (Presses polytechniques Romandes)

Thermodynamique générale et application par R. KLING (Technip)

Thermodynamique par J.P. PEREZ (Masson)

Energétique par M. FEIDT (Dunod)

Introduction aux problèmes énergétiques globaux par R. GICQUEL (Presses des Mines)

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	4 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Hydrologie et Atmosphère Urbaine [HATUR]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET*

### Objectifs

Donner les notions scientifiques nécessaires pour comprendre les processus atmosphériques, hydrologiques, hydrodynamiques et géochimiques et leurs interactions aux interfaces sol-surface-atmosphère impactant le microclimat et la qualité de l'air, des eaux et des sols en milieu naturel ou urbain.

### Plan de l'enseignement

Partie 1 : Hydrologie quantitative et qualitative

- Cycle de l'eau : flux d'eau et de matière
- Réseaux hydrographiques et processus de transfert d'eau (atmosphère-surface-sol)
- Composition des eaux naturelles, réactions et cycles biogéochimiques, constituants et réactivité d'un sol
- Processus de transfert de matière dans les sols
- Spécificités en milieu urbain : modifications du cycle de l'eau, réseaux d'assainissement, eaux résiduaires, pollution urbaine

Partie 2 : Atmosphère

- Atmosphère urbaine : enjeux et contexte
- Couche limite atmosphérique : mise en équation d'un modèle simplifié
- Notions de turbulence, outils statistiques et échelles caractéristiques
- Dynamique de la couche limite atmosphérique : Cycle diurne, stabilité et influence sur la dispersion d'un panache
- Processus de la couche de surface : bilan d'énergie et théorie de similitude
- Introduction aux spécificités du milieu urbain et influence sur le bilan d'énergie

### Bibliographie

- Stull, R., 1988, An introduction to boundary layer meteorology, Kluwer Academic Press, Dordrecht/Boston/London
- Laura Sigg, Werner Stumm, Philippe Behra (2014) Chimie des milieux aquatiques - Cours et exercices corrigés - Master, écoles d'ingénieurs - Collection Sciences sup

### Évaluation

Évaluation individuelle :   EVI 1 (coefficient 0.5)  
  EVI 2 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Initiation au BIM [IBIM]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET*

### Objectifs

Ce cours aborde le concept de gestion des bases de données du bâtiment (BIM), les acteurs du BIM, sa mise en place dans un projet et sa mise en application dans des projets architecturaux, en lien avec la filière « métier » du bâtiment. L'enseignement s'appuie en particulier sur l'apprentissage d'un logiciel de modélisation 3D paramétrique (REVIT) intégrant les concepts du BIM. Abordé dans une logique de production de projet architectural, il permettra d'appréhender les méthodes de modélisation et de conception structurelle et constructives, et de renseigner le projet et les données dans une optique de gestion et d'exploitation du bâtiment.

### Plan de l'enseignement

- Concept de modélisation des données du bâtiment
- Méthode de collaboration et définition d'un processus BIM (cahier des charges, convention BIM, définition des rôles)
- Fondamentaux dans l'utilisation d'un outil 3D paramétrique :
  - Modélisation d'un projet à partir d'analyses de plans
  - Production de planches de représentations (plans, coupes, élévations, axonométries)
- Présentation d'un concept de projet BIM : environnement de visualisation
- Conception architecturale et structurelle :
  - Gestion de la base de données 3D des objets paramétriques (métré, quantitatif)
  - Organisation 3D de la maquette : Gestion des fichiers informatiques, respect des normes, cohérence de la maquette, pertinence de la méthode constructive.
- Géolocalisation des maquettes / Classification et génération d'IFC
- Analyse d'un fichier IFC :
  - Génération d'un rapport de collision
  - Échanges d'information (fichier BCF)
  - Extraction des données

### Bibliographie

Guézo J. et Navarra P. (2018) Revit pour les architectes : Bonnes pratiques BIM, 516 pages, Editions Eyrolles.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Projet 1 [P1PHYCITE]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET*

### Objectifs

P1PHYCITE constitue la première partie d'un projet de 80h. L'objectif du projet est d'approfondir un sujet en lien avec l'ingénierie du bâtiment ou de la ville, et de mettre en pratique les connaissances et compétences acquises lors des enseignements de l'option. Durant le projet les étudiants travaillent en groupe de 2 ou 3.

### Plan de l'enseignement

- Choix des sujets : octobre
- Travail en groupe et réunions d'avancement : octobre à janvier
- Soutenance d'avancement de projet (P1): fin janvier
- Travail en groupe et réunions d'avancement : février à mars
- Rapport final et soutenance de projet (P2) : fin mars

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	1	0 hrs	0 hrs	0 hrs	32 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Projet 2 [P2PHYCITE]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET*

### Objectifs

P2PHYCITE constitue la seconde partie d'un projet de 80h. L'objectif du projet est d'approfondir un sujet en lien avec ingénierie du bâtiment ou de la ville, et de mettre en pratique les connaissances et compétences acquises lors des enseignements de l'option. Durant le projet les étudiants travaillent en groupe de 2 ou 3.

### Plan de l'enseignement

- Choix des sujets : octobre
- Travail en groupe et réunions d'avancement : octobre à janvier
- Soutenance d'avancement de projet (P1): fin janvier
- Travail en groupe et réunions d'avancement : février à mars
- Rapport final et soutenance de projet (P2) : fin mars

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	0 hrs	0 hrs	0 hrs	48 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Aménagement et transport [ATRAN]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET*

### Objectifs

Ce module d'enseignement, en deux parties, traite de la gestion et valorisation des déchets, et de l'ingénierie des transports urbains.

### Plan de l'enseignement

Gestion et valorisation des déchets :

- Enjeux de la gestion des déchets
- De la réduction à la valorisation des déchets : les solutions actuelles
- Évolution de la réglementation
- Organisation et modes de gestion sur un territoire (exemple de Nantes Métropole)
- Valorisation des déchets pour la production d'énergie

Transports urbains :

- Introduction : Les acteurs, le cadre réglementaire et la planification
- Modélisation multimodale : modélisation statique des déplacements
- Évaluation des projets et des politiques publiques
- Ingénierie du trafic et modélisation dynamique
- Transports intelligents
- Transports collectifs et modes alternatifs (offre de service et usages)
- Partage de la voirie - conception urbaine

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	30 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs



## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Energie à l'échelle de la ville [ENEVI]

Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET / Marjorie MUSY

### Objectifs

La ville concentre les usages et donc les consommations énergétiques. La majorité des constructions et réhabilitations sont réalisées en site urbain, dans un contexte de densification et on sait que la prise en compte de cet environnement est nécessaire tant à la conception des bâtiments qu'à l'évaluation des solutions techniques proposées. Par ailleurs, une grande partie des opérations concerne l'échelle de l'îlot ou du quartier, à laquelle des stratégies énergétiques spécifiques peuvent être mises en œuvre : réseaux, mutualisation. Enfin, dans un contexte de réchauffement climatique et d'apparition de phénomène d'îlot de chaleur urbains (ICU), la conception énergétique et la conception climatique des quartiers doivent être réalisés de concert. En effet, certaines solutions techniques comme l'isolation thermique par l'extérieur pourraient augmenter les phénomènes d'ICU et des solutions de rafraîchissement urbain pourraient augmenter les besoins énergétiques d'hiver. Il s'agira dans ce module :

- de montrer ce qu'implique la conception thermique d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments en site urbain,
- de comprendre le principe des outils permettant d'aborder la gestion énergétique à l'échelle du quartier ou d'un parc bâti (approches statistiques, simulation thermique simplifiée),
- d'aborder les méthodes de terrain de diagnostic énergétique grande échelle (approches typologiques, télédétection infrarouge)
- d'aborder les questions de distribution d'énergie à l'échelle du quartier ou de la ville.

Au final, il s'agira d'avoir une connaissance de l'ensemble des outils permettant d'évaluer l'impact énergétique de la densité urbaine (gains et pertes liés à la compacité du bâti sur la performance des enveloppes et sur les potentiels d'utilisation des ressources naturelles) qui pourra alors être mise en balance avec les gains liés l'usage de l'énergie pour le transport.

### Plan de l'enseignement

- Phénomènes physiques sur le bâtiment et l'échelle du quartier
- Action du bâtiment sur son environnement et rétroaction
- Modèles énergétiques urbains
- Diagnostic énergétique à grande échelle
- Réseaux urbains

### Bibliographie

Beckers, B. (Ed.), Solar Energy at Urban Scale, ISTE, 2013, 384 p.

Robinson, D., Computer Modelling for Sustainable Urban Design: Physical Principles, Methods and Applications, Routledge, 2011, 320p.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Gestion des nuisances [GENUI]

Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET

### Objectifs

Cet enseignement, scindé en deux parties distinctes portant d'une part sur le bruit et d'autre part sur les sols pollués en milieu urbain, donne les bases législatives, méthodologiques et techniques permettant d'identifier ces nuisances et d'apporter des solutions en terme de réduction et remédiation.

### Plan de l'enseignement

Partie 1 - Nuisances sonores en milieu urbain

- Impact de la mobilité urbaine sur les environnements sonores et réduction du bruit
- Problématique de la pollution sonore en ville
- Généralités sur les environnements sonores urbains
- Indicateurs de l'acoustique environnementale
- Caractérisation des environnements sonores urbains : modèles et mesures
- Solutions de réduction du bruit en ville en agissant sur la mobilité
- Approches de modélisation s'appuyant sur des couplages multiphysiques
- Éléments de prospective sur les environnements sonores urbains
- Acoustique urbaine et paysage sonore
- Paysage sonore
- Acoustique urbaine
- Moyens de réduction du bruit en ville
- Perception des environnements sonores (recherche et terrain)
- Représentations des environnements sonores
- Sources de bruit en milieu urbain – Bruit de contact pneumatique/chaussée
- Rappels sur le bruit, unités et indicateurs en acoustique environnementale
- Caractéristiques des sources de bruit en milieu urbain (chiffres-clés, aspects réglementaires, propriétés d'émission du bruit du trafic routier)
- Bruit de contact pneumatique/chaussée (phénomène physiques, méthodes de mesure du bruit de roulement, modélisation du bruit de roulement, influence du revêtement de chaussée)
- Acoustique environnementale
- Mise en évidence expérimentale des phénomènes physiques
- Approche théorique des effets de sol sur la propagation acoustique
- Approche théorique des effets de l'atmosphère sur la propagation acoustique
- Modélisation numérique
- Incertitudes

Partie 2 - Gestion des sites et sols pollués en milieu urbain.

- Contexte et problématique des sites et sols pollués en milieu urbain
- Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués :
  - inventaires de sites (potentiellement) pollués
  - démarche de gestion de sols pollués depuis le diagnostic jusqu'aux modalités de gestion, incluant les techniques de remédiation.
- Mise en pratique des différentes notions abordées sur un cas concret.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Hydrologie et atmosphère urbaine appliquée [HATUA]

*Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET*

### Objectifs

Donner les clés d'élaboration de stratégies d'atténuation des flux d'eau et de techniques de traitement des eaux et des sols en milieu urbain. Donner les connaissances nécessaires à l'étude et à l'élaboration de stratégies de régulation du microclimat urbain et de la qualité de l'air en vue de l'adaptation de la ville aux changements (climatique, densification).

### Plan de l'enseignement

Partie 1 - Hydrologie quantitative et qualitative :

- Instrumentation et mesures en hydrologie quantitative et qualitative (in situ, au laboratoire)
- Méthodes et outils de traitement des données (géostatistique, abaques, normes)
- Usages de l'eau et réglementation sur l'eau (qualité de l'eau)
- Fonctions des sols et artificialisation (qualité des sols)
- Techniques de traitement et modèles :
  - Ouvrages d'assainissement et techniques alternatives (description et dimensionnement)
  - Procédés de traitement des eaux usées en STEP
  - Modèles de transfert de polluants
  - Modèles hydrologiques

Partie 2 - Atmosphère urbaine :

- Echelles et approches pour l'étude de l'atmosphère urbaine
- Schémas d'écoulements et de dispersion des polluants à l'échelle d'une rue.
- Etudes d'aménagements urbains en soufflerie atmosphérique
- Ilot de chaleur urbain
- Approches de modélisation des interactions entre la ville et la basse atmosphère pour l'étude du microclimat; application sur l'impact de scénarios d'aménagement urbain sur le bilan d'énergie
- Modèles de base pour l'étude de la dispersion de polluants à l'échelle de la ville.

### Bibliographie

- Oke, Mills, Christen and Voogt (2017) Urban Climates, Cambridge university press
- <https://www.inrae.fr/actualites/sols-artificialises-processus-dartificialisation-sols>

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Climatisation et traitement de l'air [CTAIR]

*Responsable(s) du cours : David CHALET*

### Objectifs

L'objectif de ce cours consiste à connaître et étudier les différentes solutions techniques permettant de chauffer et de climatiser ou conditionner l'air d'un bâtiment ainsi que les solutions permettant d'obtenir de l'eau chaude sanitaire.

### Plan de l'enseignement

Dans une première partie, une introduction permettra de présenter les différentes catégories de système de chauffage et de production d'ECS mais également de présenter le rôle de chacun des éléments (générateurs, émetteurs, organes de distribution). Une présentation complète des différents générateurs de chaleur conventionnels sera effectuée (classification des chaudières, les différents types de chaudières au sol, le chauffe-eau, le bouclage d'eau chaude sanitaire et la régulation) sans oublier les générateurs utilisant des énergies renouvelables (géothermie, aérothermie, aquathermie, solaire, bois). Par la suite, le problème de la distribution en eau sera étudié (composition des différents circuits existants, matériaux, équilibrage hydraulique, choix des émetteurs, régulation). Cette partie s'achèvera par une mise en application sur des exemples concrets et une visite d'entreprise. Dans une seconde partie, la climatisation et le conditionnement de l'air seront étudiés. Tout d'abord une présentation générale sera effectuée (contrôle de la température ambiante, notion de confort en température et en humidité, humidité de l'air extérieur) puis les propriétés de l'air humide seront étudiés. Ensuite, un calcul des charges sera effectué permettant ainsi de définir les différentes opérations de traitement de l'air nécessaires. L'ensemble des solutions techniques permettant de traiter l'air seront étudiées. Une mise en application sera effectuée par le biais du dimensionnement complet d'une CTA.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.2)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.8)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	22 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Matériaux pour l'habitat [MATHA]

*Responsable(s) du cours : Alain MAIBOOM*

### Objectifs

La conception de l'enveloppe d'un bâtiment nécessite une bonne connaissance du comportement des matériaux qui la constitue, en particulier des isolants. Dans ce cours sont décrites les propriétés physiques des isolants pour contrôler le transfert d'humidité, de chaleur et de bruit. Les différentes techniques de mise en œuvre des isolants seront étudiées ; leur impact sur l'environnement est également abordé par l'analyse de cycle de vie.

### Plan de l'enseignement

- Transfert d'humidité à travers les parois d'un bâtiment :
  - Air humide et perméabilité à la vapeur d'eau des matériaux
  - Règles de mise en œuvre
  - Exemples de parois
  
- Propriétés des matériaux pour l'isolation thermique :
  - Transferts thermiques à travers les parois
  - Isolation : présentation des différents isolants et des techniques de mise en œuvre
  
- Isolation acoustique du bâtiment :
  - Physique acoustique dans la construction, réglementations et labels
  - Systèmes constructifs : diversité des matériaux et modes d'assemblage qui influent sur leurs propriétés acoustiques
  - Confort du bâtiment ou comment concilier acoustique, thermique et ventilation
  
- Analyse du cycle de vie des matériaux :
  - Principe de l'ACV
  - Règles de calcul et base INIES
  - Règlementation environnementale RE2020
  
- Matériaux biosourcés
  - Propriétés des matériaux biosourcés et leur utilisation dans le bâtiment

### Bibliographie

- Transferts d'humidité à travers les parois, Guide technique CSTB
- Cours de thermique du bâtiment (THBATP)

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Technologie du bâtiment [TECBA]

Responsable(s) du cours : Isabelle CALMET

### Objectifs

- Enseigner les fondamentaux qui guident la conception d'ensemble de la structure d'un ouvrage, d'un point de vue mécanique mais aussi en fonction des technologies utilisées aussi bien en terme de matériel que de composants constructifs ;
- Présenter les concepts de base de la construction en bois ;
- Aborder les problèmes liés à la pathologie des constructions, et à la responsabilité et l'assurance des constructeurs ;
- Présenter les techniques de renforcement et d'amélioration des sols visant à assurer la stabilité des structures, en fonction des types de sols et d'ouvrages à réaliser ;
- Présenter les aspects géotechniques et les techniques de mise en œuvre de travaux souterrains destinés à la circulation des personnes, des véhicules et des marchandises ou des fluides, dans des contextes de plus en plus complexes liés à l'urbanisation croissante, à l'augmentation de la densité du tissu urbain et de la valeur de l'espace, à la raréfaction des espaces disponibles, au souci de réduire les nuisances des riverains lors des travaux et à la sensibilité de la population à l'environnement.

### Plan de l'enseignement

- Conception d'ensemble de la structure :
  - Fonction porteuse de la structure
  - Stabilité de la structure
  - Assise de la structure au sol
- Initiation à la construction bois :
  - La construction bois chez BYCN
  - Bois de construction et bois d'ingénierie
  - Systèmes constructifs
  - Contexte réglementaire
- Pathologie des constructions :
  - Condensation
  - Pathologie du bois
  - Étanchéité à l'eau / Infiltrations
  - Revêtements de sols intérieurs
  - Retrait gonflement des argiles
  - Le radon
- Responsabilité et assurance des constructeurs
- Techniques de renforcement et d'amélioration des sols :
  - Introduction, sols complexes, essais et instrumentation
  - Techniques de compactage
  - Techniques de renforcement
  - Techniques de traitement
- Introduction aux travaux souterrains :
  - Le contexte général des travaux souterrains
  - Aspects géotechniques des travaux souterrains
  - Techniques de construction
  - Méthodes « traditionnelles » avec ou sans « traitement de terrains »
  - Méthodes mécanisées : tunneliers
  - Ouvrages annexes

- Approche géotechnique d'un projet de tunnel
- Le rôle du suivi de chantier et des auscultations

## Bibliographie

---

## Évaluation

---

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	10 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs



# INGÉNIEUR - OD PHYCITE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Thermique du bâtiment [THBATP]

Responsable(s) du cours : Pierre MARTY

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif d'apporter les connaissances fondamentales et pratiques pour l'étude et la conception des enveloppes des bâtiments du point de vue thermique (rénovation et construction neuve).

### Plan de l'enseignement

Ce module présente des outils et méthodes de calculs pour appréhender et dimensionner un bâtiment du point de vue thermique, avec une approche en régime stabilisé (bilan cumulé sur une année), puis une approche dynamique (utilisation d'un logiciel de simulation thermique dynamique).

Dans une première partie, une introduction générale présente quelques généralités, quelques chiffres clefs ainsi que le contexte énergétique pour le secteur du bâtiment et introduit la notion de confort thermique. Puis on présente les principales méthodologies de calcul de la « réglementation thermique 2012 », avec l'hypothèse de régime permanent, des déperditions à travers les parois opaques (murs, toiture, sol), à travers les ponts thermiques, à travers les surfaces vitrées, et par renouvellement d'air. Les différentes stratégies d'isolation (par l'intérieur, par l'extérieur, répartie) sont présentées. De même, des stratégies pour réduire les déperditions à travers les ponts thermiques et par renouvellement d'air (VMC double flux) sont abordées.

Dans une deuxième partie, une formation au logiciel Pleiades COMFIE sera dispensée. Il permet de réaliser des études thermiques dynamiques devenues indispensables avec la nouvelle réglementation. Il permet notamment d'appréhender les problèmes liés au confort d'été.

### Bibliographie

Chiffres clés du bâtiment, édition 2013, ADEME

La conception bioclimatique : des maisons confortables et économes en neuf et en réhabilitation, Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante 2006

Guide pratique CSTB : Les ponts thermiques dans le bâtiment - mieux les connaître pour mieux les traiter

RE 2020 et rénovation énergétique - Guide pratique pour les bâtiments neufs et existants - Maisons et copropriétés - Sénova - Collection Eyrolles Environnement

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	22 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs