

## Syllabus Génie de l'environnement

### a) Offre de formation pour les étudiants ENSAT/ENSEEIHT/ENSIACET

Le contenu de l'offre de formation est découpé en 6 UE suivi du PFE.  
5 UE sont obligatoires et une est optionnelle.

#### UE0 Harmonisation (3ECST)

Agro-N7	Chimie des solutions, cinétique...	30 h + 8 h TP
A7-N7	Agro-écosystèmes (pédologie, intrants...)	30 h + 8 h TP
Agro-A7	Hydraulique + introduction à l'hydrologie	30 h + 8 h TP

#### UE1 Fonctionnement et analyse des milieux naturels (6 ECTS)

Cycle de l'eau et bassins versants	20 h (cours N7)
Physico-chimie des eaux	20 h (cours A7)
Transport réactif	20 h (cours A7)
Pollution atmosphérique	20 h (cours A7)

#### UE2 Ingénierie et traitement des eaux (6 ECTS)

Traitement des eaux : eaux potables et eaux usées	20 h (cours INSA N7)
Eaux en milieu urbain	20 h (cours N7)
Valorisation des déchets	20 h (cours Nsat)
Procédés de dépollution	20 h (cours A7)

#### UE3 Sciences humaines, sociales et juridiques (6 ECTS)

Droit – Sociologie – Economie de l'environnement	37 h (Cours Nsat)
Système de management environnemental - Risques	14 h (cours Nsat)
Stages de deuxième année	
Anglais	12 h (cours INP)
Sport	20 h (cours Nsat)

#### UE4 Projet long (4 ECTS)

Bureau d'études industrielles (BEI)	60 h
-------------------------------------	------

#### UE5 Approfondissement, un module au choix (5ECTS)

##### *UE5a : Hydrologie*

Géomatique (SIG + télédétection)	20 h (cours Nsat N7)
Transport sédimentaire et morphodynamique	20 h (cours N7)
Hydrologie souterraine	20 h (cours N7)

##### *UE5b : Physico-chimie*

Géomatique (SIG + télédétection)	20 h (cours Nsat N7)
Ingénierie des procédés propres	20 h (cours A7)
Les friches industrielles et déchets	20 h (cours A7)

##### *UE5c : Impacts anthropiques*

Géomatique (SIG + télédétection )	20 h (cours Nsat N7)
Ecotoxicologie	20 h (cours NSat)
Espaces aquatiques	20 h (cours Nsat)

#### *Projet de fin d'études* 30 ECTS

Stage (mars-septembre)

## b) Offre de formation étudiants en échange

Les étudiants en échange à l'INP dans leur école peuvent suivre partiellement les cours de l'option et obtenir des ECTS.

Cependant, **il ne sera pas autorisé de suivre des matières appartenant à deux options différentes** pour des raisons évidentes de bon fonctionnement.

Un relevé de notes sera édité par l'ENSAT et renvoyé aux écoles d'où les étudiants sont originaires. Ensuite les services des relations internationales renverront un relevé de notes aux universités dont les étudiants dépendent régulièrement.

ODF et découpage ECTS pour les élèves en échange provenant de formations étrangères

### UE0 **Harmonisation (3ECTS)**

Agro-N7	Chimie des solutions, cinétique...	30 h + 8 h TP	1ECTS
A7-N7	Agro-écosystèmes (pédologie, intrants...)	30 h + 8 h TP	1ECTS
Agro-A7	Hydraulique + introduction à l'hydrologie	30 h + 8 h TP	1ECTS

### UE1 **Fonctionnement et analyse des milieux naturels (6 ECTS)**

Cycle de l'eau et bassins versants	20 h	1.5ECTS
Physico-chimie des eaux	20 h	1.5ECTS
Transport réactif	20 h	1.5ECTS
Pollution atmosphérique	20 h	1.5ECTS

### UE2 **Ingénierie et traitement des eaux (6 ECTS)**

Traitement des eaux : eaux potables et eaux usées	20 h	1.5ECTS
Eaux en milieu urbain	20 h	1.5ECTS
Valorisation des déchets	20 h	1.5ECTS
Procédés de dépollution	20 h	1.5ECTS

### UE3 **Sciences humaines, sociales et juridiques (6 ECTS)**

Droit – Sociologie – Economie de l'environnement	37 h	3 ECTS
Système de management environnemental - Risques	14 h	1 ECTS
Stages de deuxième année		
Anglais	20 h	1ECTS
Sport	20 h	1ECTS

### UE4 **Projet long (4 ECTS)**

Bureau d'études industrielles (BEI)	60 h	4ECTS
-------------------------------------	------	-------

### UE5 **Approfondissement, un module au choix (5ECTS)**

#### **UE5a : Hydrologie**

Géomatique (SIG + télédétection)	20 h	2ECTS
Transport sédimentaire et morphodynamique	20 h	1.5ECTS
Hydrologie souterraine	20 h	1.5ECTS

#### **UE5b : Physico-chimie**

Géomatique (SIG + télédétection)	20 h	2ECTS
Ingénierie des procédés propres	20 h	1.5ECTS
Resp :		
Les friches industrielles et déchets	20 h	1.5ECTS
Resp :		

***UE5c : Impacts anthropiques***

Géomatique (SIG + télédétection )

20 h 2ECTS

Ecotoxicologie

20 h 1.5ECTS

Espaces aquatiques

20 h 1.5ECTS

***Projet de fin d'études*** 30 ECTS

Stage (mars-septembre)

## UE0 - Harmonisation (ECTS 3)

### CHIS Chimie des solutions

**Enseignante** : Marie-Claude Betbeder

**Durée** : 30 h (cours)

Module obligatoire pour les élèves ENSAT et ENSIACET

Cet enseignement du module d'harmonisation « Chimie des solutions » de l'option Génie de l'Environnement est destiné à rappeler les notions d'équilibres chimiques (thermodynamique) et de se familiariser avec les méthodes de détermination des lois de vitesse associées aux réactions chimiques (cinétique chimique)

### Syllabus

- Solubilité des gaz dans les liquides
- L'eau solvant
- Notions de thermodynamique (potentiel chimique, activités, équilibre)
- Réactions d'échange (oxydoréduction, acides-bases, complexation)
- Equilibres solide-solution (précipitation, dissolution)
- Equilibres aux interfaces
- Cinétique chimique en phase homogène

### Objectifs :

- Savoir écrire l'équation bilan associée à une réaction chimique (acide-base, oxydoréduction).
- Savoir effectuer le bilan matière découlant d'une réaction chimique.
- Savoir définir et calculer les paramètres de composition d'un système.
- Connaître le sens d'évolution des réactions chimiques prévu par la thermodynamique.
- Connaître des méthodes expérimentales de détermination de la vitesse d'une réaction chimique.
- Savoir déterminer la loi de vitesse d'une réaction chimique à partir des données expérimentales en employant la méthode appropriée en fonction des données disponibles :
  - o méthode intégrale,
  - o méthode des temps de réaction partielle,
  - o méthode différentielle.
- Savoir déterminer (définir et intégrer) la loi de vitesse dans le cas :
  - o d'une réaction totale à un ou plusieurs réactifs, catalysée ou pas,
  - o des réactions composées (réactions équilibrées, réactions concurrentes, réactions consécutives)
  - o des réactions complexes (par stade ou en chaîne) en utilisant l'approximation des états quasi-stationnaires et le mécanisme réactionnel.
- Savoir modéliser l'influence de différents paramètres sur la vitesse : température (loi d'Arrhenius) et présence d'un catalyseur.

### Pré-requis :

- Connaître l'équation d'état d'un gaz parfait.
- Outils mathématiques : méthodes de résolution des équations différentielles

## TP CHIS

**Enseignantes** : Marie-Claude Betbeder et Valérie Simon

Cette série de 4 TP de 2 h est destinée à se familiariser avec l'étude expérimentale de la vitesse d'une réaction, la détermination expérimentale des propriétés caractéristiques des liquides et certaines techniques analytiques.

Caractéristiques de ces TP :

- d'être abordables et de présenter un intérêt quelle que soit l'école d'origine,
- d'être formateurs (acquérir des méthodes de raisonnement, un esprit critique d'analyse et de synthèse),
- d'être autonomes (pas de connexion avec un cours préalablement dispenser).

N° du TP	Thème	Objectifs
1	Chromatographie en phase gazeuse	<ul style="list-style-type: none"><li>- rétention et ordre d'élution</li><li>- influence de différents paramètres sur la rétention (température, débit)</li></ul>
2	Capteurs chimiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- titrage pH-métrique</li><li>- titrage conductimétrique</li></ul>
3	Caractérisation des liquides	Méthodes de mesure et influence de la température sur : <ul style="list-style-type: none"><li>- les viscosités dynamique et cinématique</li><li>- la masse volumique d'un liquide</li><li>- la tension superficielle d'un liquide</li></ul>
4	Cinétique d'une réaction.	Détermination d'une loi de vitesse : <ul style="list-style-type: none"><li>- ordre partiel</li><li>- constante de vitesse</li><li>- influence de la température</li></ul>

## Bibliographie

Rouessac, F. & Rouessac, A., 2000. Analyse chimique : Méthode et techniques instrumentales modernes. 5<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris.

Skoog, D., West, D. & Holler, J. 1998. Chimie analytique. De Boeck Université, Paris, Bruxelles.

## **AGRE      Agro-écosystèmes**

**Enseignants** : Eric Pinelli, Grégory Dechamp-Guillaume, Jean-Claude Revel, Nadine Bayourte, Philippe Grieu...

**Durée** : 30 h (cours) + visite ferme de l'Ensat  
Module obligatoire pour les élèves ENSEEIHT et ENSIACET.

### **Objectifs :**

Introduire auprès des étudiants en sciences exactes des notions de biologie au travers de l'agronomie, la pédologie, l'écologie... en considérant les 3 règnes de toutes les espèces.

### **Syllabus**

- \* Historique de l'influence de l'homme sur l'environnement de la planète et connaissance du sol
- \* Les végétaux et leurs fonctions, les plantes cultivées
- \* Les animaux et leurs fonctions, l'élevage
- \* Dynamique des populations : application à la microbiologie
- \* Les grands principes de l'agronomie

### **Bibliographie**

A compléter

## **HYDRHydraulique**

**Enseignants** : Intervenant N7 + intervenants TP

**Durée** : 12 séances de 1h45 + 8 h (TP)

Module obligatoire pour les élèves ENSAT et ENSIACET

### **Objectifs** :

Présenter les bases de l'hydraulique classique pour les appliquer aux écoulements en conduites en charge, aux calculs de réseaux sous pression. Hydraulique à surface libre :

L'étude des écoulements à surface libre en canal ou en rivière est certainement un des aspects les plus complexes de l'hydraulique. Ce module présente les concepts de base des écoulements unidirectionnels (approche filaire) à surface libre en régime permanent ou transitoire. L'utilisation de codes de calculs pour les écoulements à surface libre permet une approche plus réaliste des situations industrielles et des écoulements en rivière.

**OBJECTIF** : Former des ingénieurs capables d'aborder des problèmes d'hydraulique fluviale, de réseaux d'irrigation, de réseaux d'assainissement,...

### **Syllabus**

Écoulements en conduite en charge. Cas des écoulements unidirectionnels, approche filaire.

Coefficient universel de perte de charge - Écoulements permanents graduellement et rapidement varié - Pertes de charge singulières - Réseaux ramifiés et réseaux maillés

Bases théoriques pour des situations d'hydraulique en régime permanent ou transitoire: coup de bélier, théorie des caractéristiques.

Utilisation de codes de calculs pour les écoulements en conduites. Application aux situations industrielles : distribution d'eau potable : logiciel PORTEAU.

TP : Pertes de charge en conduite.

### Hydraulique à surface libre :

Caractéristiques des écoulements à surface libre : profils de vitesses, frottement au fond, coefficient de Strickler. Écoulements uniformes, définitions : hauteurs de référence (normale et critique), nombre de Froude, régimes (fluvial ou torrentiel). Écoulements permanents variés (remous, ressaut), applications à travers des exemples : modélisation d'un écoulement naturel, calage d'une ligne d'eau sur la base de cas concrets. Présentation des écoulements non permanents (équation de Barré de Saint Venant, modèles de crues). Les problèmes posés par la modélisation numérique 1D sont abordés par l'utilisation de logiciels (SIC, MAGE).

TP : Vanne de fond et déversoir

### **Bibliographie** :

M. Carlier, Hydraulique générale et appliquée, Eyrolles (EDF).

A. Lencastre, Manuel d'hydraulique générale, Eyrolles (EDF).

I. E. Idel'cik, Mémento des pertes de charge, Eyrolles (EDF).

R. Comolet, Mécanique expérimentale des fluides, Masson.

GRAF W.H. - Hydraulique Fluviale Traité de Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Lausanne : Vol.16.

### **Support de cours écrit** :

Polycopiés hydraulique en charge et hydraulique à surface libre

## **UE1 - Fonctionnement et analyse des milieux naturels (6 ECTS)**

### **CYCL Cycle de l'eau et bassins versants**

**Enseignants** : Denis Dartus, Hélène Roux +intervenants

**Durée** : Cours : 6 séances de 1h45 – TD 4 séances de 1h45.

### **Objectifs** :

Ce cours d'hydrologie générale pour l'ingénieur a pour objectif l'étude des aspects physiques de l'hydrologie, et la familiarisation avec une large gamme de méthodes d'analyses en hydrologie appliquée

### **Syllabus**

Ce cours généraliste est organisé autour des aspects physiques du cycle de l'eau en hydrologie de surface : bilan énergétique et radiatif d'une surface, évapotranspiration, précipitation, infiltration, ruissellement, écoulement en rivières, en bassins, en réseaux hydrographiques.

Exemples de thèmes abordés en cours et en bureau d'étude :

-   vaporation de nappes d'eau
- caractéristiques morphologiques et topographiques des bassins versants et des réseaux hydrographiques ;
- modélisation hydrologique ; relations pluie-débit.

### **Bibliographie**

Chow et Maidment, Applied Hydrology, 1988.

Remenieras, Hydrologie de l'ingénieur, Eyrolles-EDF.

Ambroise B., 1999, La dynamique du cycle de l'eau dans un bassin versant - Processus, Facteurs, Modèles - Edition HGA Bucarest.

Llamas J., 1993, Hydrologie générale - Principes et applications -,Ga  tan Morin Editeur, Boucherville, Québec, Canada.

Maidment, D. R., 1993, Handbook of Hydrology, McGraw-Hill International Edition.

Musy A., Higy, C., 1998, Hydrologie Appliquée, Edition HGA Bucarest.

### **Support de cours écrit** :

Dartus D., 2001, Hydrologie générale. Polycopié ENSEEIHT



## **PHYS Physico-chimie des eaux**

**Enseignant** : Philippe Behra

Durée : 20 h (cours)

### **Objectifs :**

Acquérir des connaissances concernant la physico-chimie des eaux (composition des eaux, spéciation des métaux, matière organique, techniques analytiques, utilisation de logiciels de spéciation, interactions aux interfaces liquide-solide...) afin de comprendre et interpréter les perturbations dues aux activités anthropogéniques et y remédier dans des systèmes complexes.

### **Syllabus**

\* Composition chimique des eaux

Eaux de surface, des sols

Effluents (eaux usées, eaux industrielles, eaux agricoles...)

\* Caractérisation physico-chimique des eaux

Séparation dissous-particulaire, fractionnement et analyse

Spéciation et toxicité

\* Calculs de spéciation

Présentation d'un logiciel

Utilisation et intérêt (études de cas)

\* Interactions aux interfaces liquide-solide

Importance et rôle

Isothermes de sorption, mécanismes de sorption

Processus de dissolution

### **Bibliographie**

Berner, E. K. Et Berner, R. A. ; *Global Environment: Water, Air, and Geochemical Cycles*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1996.

Bliefert, C. et Perraud, R. ; *Chimie de l'Environnement : Air, Eau, Sols, Déchets*, De Boeck Université, Paris, Bruxelles, 2001.

Buffle, J. ; *Complexation Reactions in Aquatic Systems ; an Analytic Approach*, Ellis Horwood Publ., Chichester, 1988.

Doré, M. ; *Chimie des Oxydants et Traitement des Eaux ; TEC&DOC*, Lavoisier, Paris, 1989.

Rodier, J. ; *L'Analyse de l'Eau*, 9<sup>ème</sup> éd., Dunod, Paris, 2009.

Schwarzenbach, R. P., Gschwend, P. M. et Imboden, D. M. ; *Environmental Organic Chemistry*, 2<sup>ème</sup> éd., Wiley-Interscience, New York, 2003.

Sigg, L., Behra, Ph. et Stumm, W. ; *Chimie des Milieux Aquatiques*. 4<sup>ème</sup> éd., Dunod, Paris, 2006

Stumm, W. et Morgan, J.J. ; *Aquatic Chemistry*. 3<sup>ème</sup> éd., Wiley-Interscience, New York, 1996.

## **TRAR Transport réactif**

**Enseignant** : Philippe Behra

**Durée** : Cours 20 h

### **Objectifs :**

Dans le cas du transport de substances réactives, introduire la notion de réactivité physico-chimique en intégrant aux équations de transport les mécanismes d'interactions chimiques (en phase aqueuse et aux interfaces)

### **Syllabus**

\* Considérations hydrodynamiques

Équations de transport de solutés réactifs

Relation entre le terme de sorption et concentration en solution

\* Mécanismes physico-chimiques influençant le transport de solutés réactifs

Mécanismes élémentaires gouvernant le transport de solutés réactifs

Dispositifs expérimentaux (réacteurs fermés, colonne, pilote ou terrain)

Application de la théorie de la chromatographie non-linéaire

Aspect cinétique

\* Modélisation du transport de métaux en traces : couplage chimie-transport

Calculs de la spéciation chimique (thermodynamique)

Équations de transport : les méthodes de couplage

Prise en compte de la cinétique

\* Transport de colloïdes et de particules

Importance et rôle

### **Bibliographie**

Marsily, G. de ; *Hydrogéologie Quantitative*, Masson, Paris, 1981.

Schwarzenbach, R. P., Gschwend, P. M. et Imboden, D. M. ; *Environmental Organic Chemistry*, 2<sup>ème</sup> éd., Wiley-Interscience, New York, 2003.

Seinfeld, J. H. et Pandis, S. ; *Atmospheric chemistry and physics, from air pollution to climate change*, Wiley-Interscience, New York, 1997.

Sigg, L., Behra, Ph. et Stumm, W. ; *Chimie des Milieux Aquatiques*. 4<sup>ème</sup> éd., Dunod, Paris, 2006.

## **POLU Pollution atmosphérique**

**Enseignante** : Valérie Simon

**Durée** : 20 h (cours)

### **Objectifs :**

Connaître les problématiques liées à la qualité de l'air

### **Syllabus**

L'atmosphère

Les émissions anthropiques et biotiques

Notions de photochimie

Principales problématiques liées à l'atmosphère

Effet de serre

Ozone troposphérique

Pollution acide

Pollution particulaire

Impact des processus chimiques troposphériques sur la stratosphère

Caractérisation (qualitative et quantitative) des émissions des principaux polluants atmosphériques

Acquérir des connaissances pluridisciplinaires (mécanismes réactionnels, physique atmosphérique, techniques analytiques) permettant d'interpréter et de valider des données.

### **Deuxième Partie**

- Le système atmosphérique. Aspect physico-chimique
- Caractéristiques physiques de l'atmosphère
- Mesure de paramètres météorologiques
- Les émissions atmosphériques
- Cinétique et photochimie des principales espèces atmosphériques
- Caractérisation physico-chimique des composés gazeux et aérosols
- Dispersion atmosphérique des polluants. Modélisation de la qualité de l'air
- Pollution de l'air dans des systèmes clos
- Contrôle de la pollution atmosphérique : stratégie, estimation des risques pour l'ozone troposphérique et les oxydants photochimiques associés.

### **Bibliographie**

Wayne R.P., Chemistry of atmospheres, Third Edition, Oxford University Press, 2000.

Finlayson-Pitts B.J. et Pitts J.N., Chemistry of the upper and lower atmosphere, Academic Press, 2000.

Baumbach G. ; Air Quality Control, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1996.

Académie des Sciences ; Ozone et propriétés oxydantes de la troposphère, TEC&DOC, Lavoisier, Paris, 1993.

Stull R.B. ; An introduction to boundary layer meteorology, Kluwer Academic Publishers, 1988.

Le Cloirec P. ; Les Composés Organiques Volatils (COV) dans l'environnement, TEC&DOC, Lavoisier, Paris, 1998.

Renoux A. et Boulaud D. ; Les aérosols – Physique et Métrologie, TEC&DOC, Lavoisier, Paris, 1998.

## UE2 - Ingénierie et traitement des eaux (6 ECTS)

### TRAI Traitement des eaux : eaux potables et eaux usées

**Enseignants** : Arnaud Cockx, Mathieu Sperandio, Christelle Guig (INSA, Toulouse)

**Durée** : 20 h (cours + visite)

#### **Objectifs** :

Par une approche de génie des procédés, faire connaître les techniques de traitement classiques dans la production de l'eau potable, traitement des eaux usées et des boues, ainsi que des procédés nouveaux : la dénitrification.

#### **Syllabus**

- Traitement de l'eau potable :
  - traitements classiques : coagulation-floculation, décantation, filtration, désinfection... ;
  - dessalement des eaux saumâtres et des eaux de mer ;
  - nouveaux traitements : procédés membranaires, nitrification, dénitrification.
- Assainissement :
  - implantation des stations, caractérisation des effluents urbains ;
  - prétraitements : stockage, dégrillage, tamisage ;
  - traitements primaires ;
  - traitement secondaire.
- Traitement et valorisation des boues :
  - épaississement ;
  - digestion aérobie et anaérobie des boues ; déshydratation

#### **Bibliographie**

Société Degrémont (éd.) ; (Lyonnaise des eaux), Mémento Technique de l'Eau, 9<sup>ème</sup> édition, Rueil-Malmaison, 1989.

L'assainissement des agglomérations : Techniques d'épuration actuelles et évolutions, Etude Inter-Agences N° 27

## **EURB L'eau en milieu urbain**

**Enseignants** : Denis Dartus +

**Durée** : 5 séances 1 h45 cours + 5 séances 1 h 45 TD

### **Objectifs** :

Former des ingénieurs à même d'aborder l'hydrologie urbaine, l'assainissement, de gérer au mieux les eaux pluviales et/ou usées.

### **Syllabus**

Cet enseignement consacré au cycle de l'eau en milieu urbain traite successivement de l'assainissement et de la modélisation du transfert des eaux pluviales du bassin versant à l'exutoire. L'étude des schémas d'assainissement fait une large part aux techniques modernes. Les principales approches de la modélisation des divers processus urbains communément identifiés font l'objet des dernières conférences. Exemples de thèmes abordés en cours et en bureau d'étude : Origine, enjeux et perspectives de l'assainissement urbain; Techniques alternatives; Méthodes de dimensionnement d'un réseau d'eaux assainissement; Méthodes de dimensionnement des bassins de retenus ...

### **Bibliographie**

B. Chocat, 1994, Encyclopédie de l'hydrologie urbaine, Tec et Doc, Lavoisier.

STU, 1994, Guide technique des BASSINS DE RETENUE d'eaux pluviales, Tec et Doc, Lavoisier.

F. Valiron & J.-P. Tabuchi, 1992, Maitrise de la pollution urbaine par temps de pluie, Tec et Doc, Lavoisier.

Y. Azzout, S. Barraud, 1994, F.N. Cres & E. Alfakih, Techniques alternatives en assainissement pluvial, Tec et Doc, Lavoisier.

### **Support de cours écrit** :

Dartus D., 2005 – à paraître, Hydrologie urbaine. Polycopié ENSEEIHT

## **DEPO Procédés de dépollution**

**Enseignant** : Pierre-Yves Pontalier

**Durée** : 20 h (cours)

### **Objectifs :**

Par une approche génie des procédés, présenter le transfert de matière dans les procédés de séparation Liquide/solide présentés. Donner les connaissances pour le dimensionnement et la mise en œuvre industrielle.

### **Syllabus**

- Rappels
- Procédés
  - Filtration frontale
  - Principe et fonctionnement
  - Paramètres de fonctionnement
  - Mécanismes de transfert et limitations
  - Classification
  - Modules
- Filtration tangentielle
  - Principe et fonctionnement
  - Paramètres de fonctionnement
  - Mécanismes de transfert et limitations
  - Classification
  - Modules de filtration
  - Nettoyage des membranes
  - Mise en œuvre
- Adsorption sur charbon actif
  - Introduction
  - Supports
  - Mécanismes d'échanges
- Échange d'ions
  - Introduction
  - Supports
  - Mécanismes d'échanges
- Applications
  - Production d'eau déminéralisée industrielle
  - Production d'eau pour les hôpitaux
  - Traitement d'effluents vinicoles
  - Traitement d'effluents de ressuage

### **Bibliographie**

Société Degremont (éd.) ; (Lyonnaise des eaux), Mémento Technique de l'Eau, 9<sup>ème</sup> éd., Rueil-Malmaison, 1989.

## **VALO Valorisation des déchets**

**Enseignant** : Maritxu Guiresse (responsable)

Durée : 20 h (cours, TD et visites)

### **Objectifs :**

Montrer que les déchets organiques peuvent être valorisés en agriculture par leur teneur en N, P, et en matière organique humifiable. Des traitements sont parfois nécessaires pour assurer une bonne intégration au sol.

### **Syllabus**

\* Composition et nature des déchets urbains et agricoles et des résidus agricoles. Les voies de leur transformation par compostage ou méthanisation (visite).

\* Étude de cas. Les boues de STEP, origine et réseaux d'égout, traitement des boues, épandages et valeur des boues. Les ordures ménagères : tri sélectif, lixiviat et conception des CET (visite).

Visites possibles (dans les TD) :

Site d'enfouissement d'ordures ménagères

Usine d'incinération

Plate-forme de compostage

### **Bibliographie :**

A compléter

## UE3 - Sciences humaines, sociales et juridiques (6 ECTS)

### DSEE Droit, sociologie et économie de l'environnement

=> **Droit (Isembar)**

**Enseignant :** (Avocat)

**Durée :** 16 h (cours)

Contenu :

=> **Sociologie et économie de l'Environnement**

**Enseignants :** François Purseigle, Genevière N'Guyen

**Durée :** 4 h (cours), 8 h (TD)

#### **Objectifs :**

Montrer la logique des règlements européens sur la protection des constituants du milieu et leurs applications à la législation française. À partir des problèmes entre activité humaine et impact sur la société et les milieux, montrer comment la création de groupes de pression arrive à influencer les textes législatifs. Ces textes sont étudiés ainsi que leurs implications dans l'économie des entreprises.

#### **Syllabus**

\* Droit de l'environnement : loi sur l'eau, sur l'air, sur les déchets, sur la protection des milieux naturels et sur les installations de sites classés

\* Sociologie de l'environnement : perception de la qualité des milieux, syndrome NIMBI, étude(s) de cas

\* Économie de l'environnement : la législation, moteur des activités en environnement. Les implications pour les entreprises polluées et la génération de travaux pour de nouvelles entreprises (bureaux d'étude, audits)

#### **Bibliographie :**

A compléter



## **SMER      Système de management environnemental et risques**

**Enseignants** : Eric Pinelli, Camille Dumat, Pierre Le Gars, Jean-Yves Rossignol

**Durée** : 26 h (cours + TD)

### **Objectifs :**

Acquérir des bases de management environnemental au travers de la norme internationale ISO 14001.

A compléter

### **Syllabus**

Rappel des différentes étapes dans l'élaboration d'un système de management de l'environnement  
Interactions et points communs entre SME et SMQ (système de management de la qualité) (ISO 9000)

Applications pratiques dans différents domaines : aspects air, sol et eau

A compléter

### **Bibliographie :**

ISO 14001. Système de management environnemental, AFNOR, 1998

A compléter

**STAG      Rapport de stage de deuxième année**

## **ANGLAnglais**

**Enseignant** : responsable de l'option (responsable)

**Durée** : 10 h (conférences)

### **Syllabus**

Un cycle de 5 conférences par des enseignants ou professionnels parfaitement bilingues est organisé.

L'évaluation de l'anglais se fait lors de la soutenance qui se déroule en langue anglaise.

**Bibliographie** :

## **APS3 Activités Physiques et Sportives**

**Enseignant** : Jean-Louis Dessacs (responsable)

**Durée** : 24 h

**Syllabus**

## **UE4 - Projet long (4 ECTS)**

**BEIR Bureau d'Etudes Industrielles Energies Renouvelables et Environnement**

**Enseignants :** Dominique Astruc, Philippe Behra, Gérald Debenest, Séverine Jean, François Purseigle, Pierre-Yves Pontalier , Alexeï Stoukov

**Durée :** 60 h

### **Objectifs :**

Réaliser un projet d'envergure représentatif du métier d'ingénieur. Utiliser toutes les connaissances acquises durant la formation. Participer à un travail d'équipe.

### **Syllabus**

Le choix (et la définition des projets de groupe et de binôme) est laissé à l'initiative des étudiants en respectant des contraintes thématiques et organisationnelles. Les projets de groupe intègrent et fédèrent les projets de plusieurs binômes. Chaque groupe invite un intervenant extérieur pour une conférence générale et une expertise sur le projet.

Présentation du travail sur un support informatique gérant des fichiers hypertexte (Netscape et html) afin de créer une véritable dynamique de groupe tout au long de l'enseignement. Soutenance finale des projets avec présentation à un large public. La soutenance est en anglais et sert de base à l'évaluation de la langue.

**UE5 - Modules optionnels (5 ECTS)**  
**Chaque élève doit choisir un des trois modules ci-dessous**

**UE5a :**        *Approfondissement “ Hydrologie ”*

**GEOM**        **Géomatique : SIG et télédétection**

=> **SIG (Système d'information géographique)**

**Enseignant :** Claude Monteil

**Durée :** 6 h(cours), 6 h (TD)

**Objectifs :**

Montrer aux ingénieurs l'utilisation des nouveaux outils de positionnement géographique et les possibilités de croisement par couche d'information.

**Syllabus**

- \* Définition du SIG et utilisation en outil d'aide à la décision
- \* Application à l'utilisation de logiciels (IDRISI)

**Bibliographie :**

=> **Télédétection**

**Enseignants :** Jean-Paul Lacombe, David Sheeren

**Durée :** 6 h (cours) et 6 h (TD)

**Objectifs :**

Montrer aux ingénieurs les avantages et les contraintes de l'observation à partir d'images satellites et donner quelques techniques de traitement à partir de quelques exemples.

**Syllabus**

- \* Acquisition des données, composition et pré-traitement des images
- \* Utilisation des images reconnaissance sol-végétation
- \* Étude de cas

**Bibliographie :**

## **TSMO Transport sédimentaire et morphodynamique**

**Enseignant** : Dominique Astruc

**Durée** : 20 h (cours)

### **Objectifs** :

Introduction aux processus physiques de transport de sédiments par les écoulements et aux méthodes d'estimation des flux sédimentaires et des évolutions du fond qui en résultent.

### **Syllabus**

1. Introduction. 2. Caractéristiques physiques des sédiments. 3. Mise en mouvement (sédiments non-cohésifs) : équilibre d'une particule, seuil de mise en mouvement, diagramme de Shields, effet de la pente du fond, limites de validité. 4. Estimation des flux sédimentaires (sédiments non-cohésifs) : typologie des modes de transport – estimation des flux transportés par charriage – estimation des flux transportés en suspension. 5. Cas des sédiments cohésifs. 6. Morphodynamique : équation d'évolution du fond, instabilités.

### **Bibliographie**

## **HSOU Hydrologie souterraine**

**Enseignant** : Rachid Ababou

**Durée** : 14 h (cours), 6 h (TD)

### **Objectifs :**

Ce cours a pour objectif de présenter une approche quantitative des circulations d'eaux souterraines, leur interaction avec l'hydrologie de surface et côtière (nappe-rivière, intrusion saline...), et les problèmes d'exploitation des ressources en eau souterraines (pompages).

### **Syllabus**

On utilise les lois d'écoulements en milieux poreux, en particulier les équations des nappes souterraines en écoulements saturés, confinées ou à surface libre (autres outils: théorie de l'infiltration en sols non saturés). Partant de la loi de Darcy, on développe les équations spécifiques à certains types écoulements souterrains :  
conditions aux surfaces libres et aux interfaces hydrologiques ;  
équations des écoulements plans de nappes intégrées sur la verticale ;  
drainance à travers les couches semi-perméables, pompages.  
On se penche ensuite sur des études de cas.

### **Bibliographie**

R. A. Freeze, J. A. Cherry, Groundwater, Prentice Inc., Englewood Cliffs NJ., 1979. Musy et Sauter, Physique des sols, Lausanne G. Schneebeli, Hydraulique souterraine, Ed. Eyrolles 1966 et 1987.



*UE5b : Approfondissement “ Physico-chimie ”*

**GEOM**      **Géomatique : SIG et télédétection**  
(cf. UE5a, cours commun)

## **INPP          Ingénierie des procédés propres**

**Enseignants** : Christophe Gourdon et Patrick Cognet

**Durée** : 20 h (cours)

### **Objectifs :**

Sensibiliser les étudiants à la notion d'ingénierie de procédés intrinsèquement propres et sûrs, de façon à minimiser l'impact environnemental, sur la base de deux aspects complémentaires, l'un préventif au niveau de la conception même, l'autre curatif au niveau du traitement des effluents.

### **Syllabus**

– Conception de procédés propres et sûrs

Conception et détermination des conditions de fonctionnement de procédé sous contraintes environnementale et de sécurité

Sécurité des procédés : risques industriels, maîtrise du risque énergétique

– Procédés de traitement des effluents

Techniques séparatives appliquées au traitement des effluents et à la régénération/recyclage de solvants : revue des opérations unitaires (distillation, extraction, cristallisation, absorption, adsorption) ; application au cas de traces

### **Bibliographie**

D.A. Crowl, J.F. Louvar, Chemical Process Safety , Fundamentals with applications, 2<sup>nd</sup> Ed., 2002, Prentice Hall PTR

Treybal, Unit Operations

## **FRID Friches industrielles et déchets**

**Enseignants** : Christèle Combes, Camille Dumat

**Durée** : 20 h (cours)

### **Objectifs cours Friches industrielles :**

L'objectif du module FRID est de donner aux étudiants à travers les 20h de cours et exercices (évaluations des risques sanitaires liés aux sols pollués par ex.) un panel des différentes questions à se poser et des pistes pour y répondre.

Deux séminaires sont également proposés sur le sujet : DRIRE-ICPE, Ademe, Valgo, INERIS, etc...ainsi que des films (étapes de remédiation de sites, études d'impact, etc.).

### **Syllabus cours Friches industrielles**

La qualité des sols a des répercussions en termes sanitaires car elle influence en particulier la qualité des productions agricoles et des eaux. C'est pourquoi la réglementation en vigueur sur la gestion des sites et sols pollués est un sujet d'actualité et désormais l'utilisation future d'un site conditionne très fortement les moyens mis en jeu et les objectifs fixés pour sa remédiation. La réhabilitation des friches industrielles est également réfléchi d'un point de vue stratégie d'aménagement du territoire et réappropriation des sols par la collectivité.

- De la même façon, la gestion des déchets est un domaine crucial dans une optique de développement durable. En effet, des tonnages croissants de déchets de composition souvent très complexe sont produits par les activités anthropiques. La valorisation des déchets, leur traitement et leur stockage dans des conditions qui impactent au minimum l'environnement sont autant de domaines qui nécessitent des développements et induisent de nombreux emplois.

Les problèmes liés aux sols contaminés et à leur remédiation ainsi que la gestion des déchets sont traités de façon pluridisciplinaire (réglementation, techniques physicochimiques et bioremédiation).

### **Bibliographie**

Maes, P., Option Déchets, Éditions Jouannet, 1998.

Lecomte, P., Les sites pollués, Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris, 1995.

Freeman, H.M., Standard Handbook of Hazardous waste treatment and disposal, McGraw-Hill Book Company, New York, 1988.

Speight, J.G., Environmental Technology Handbook, Taylor and Francis Ed., 1995.

André, G., EcoloChimie ; Chimie appliquée à l'environnement, Culture et technique

## *UE5c : Approfondissement “ Impacts anthropiques ”*

### **ECOT Ecotoxicologie**

**Enseignant** : Eric Pinelli (responsable) Jean Pierre Cravedi (INRA, 3h), Laury Gauthier (UPS, 3h), Séverine Jean-Dupuy (ENSAT, 3h), Georges Merlina (ENSAT, 3h) et Eric Pinelli (ENSAT, 8h)

**Durée** : 20 h (cours)

#### **Objectifs :**

L'objectif de ce module est d'acquérir des compétences pour comprendre et prévoir les risques écotoxicologiques et les conséquences pour les écosystèmes terrestres et aquatiques de substances chimiques (seules ou en mélange) de déchets et de matériaux qui pourraient se trouver dans les milieux naturels.

#### **Syllabus**

La formation permet d'acquérir des connaissances sur les mécanismes de toxicité des contaminants et leurs répercussions le long de la chaîne trophique de l'échelle moléculaire à l'individu, aux populations et aux communautés. Les mécanismes d'actions toxiques de différents types de contaminants sont abordés à travers des exemples : génotoxicité, perturbation endocrinienne, perturbation du système nerveux central. Cette approche permet de mettre en perspective les enzymes intervenant dans le métabolisme et de montrer leurs utilisations comme biomarqueurs ou indicateurs de dysfonctionnement des milieux naturels. Devant les enjeux actuels de la réglementation (DCE, REACH.), un accent est mis sur l'évaluation. Sur la base des indices biologiques normalisés, les outils permettant d'évaluer la qualité des eaux (IBGN, IBD, IPS..) sont abordés en expliquant leurs avantages et leurs limites. Afin de compléter ces diagnostics, les outils de chimie analytique (chromatographie, capteurs passifs, ...) sont développés. Enfin, les biotests utilisés en laboratoire et servant à l'évaluation de substances sont abordés de façon détaillée, d'autant qu'ils deviennent un enjeu important pour l'industrie chimique dans le cadre de la réglementation REACH. Un accent particulier est mis sur la normalisation de ces outils biologiques.

La formation s'effectue sous la forme de cours et de conférences.

#### **Bibliographie**

## **ESPA Espaces aquatiques**

**Enseignants** : P. Lafaille (responsable)

**Durée** : 20 h (cours)

### **Objectifs :**

Donner aux élèves les connaissances permettant de gérer l'eau des réseaux hydrauliques superficiels ou des nappes superficielles pour les usages agricoles (irrigation) et para-agricole (tourisme) au travers des critères de qualité, de droit et d'usage.

### **Syllabus**

\* Les analyses de l'eau et la qualité des eaux, les échanges eau-sédiments. Les eaux souterraines, estimation des réserves et des conductivités hydrauliques, protection des captages des eaux souterraines

\* Les usages de l'eau et la gestion globale de la ressource en eau

\* L'aménagement des rivières (environnement, pêche, populations piscicoles migratrices, tourisme...)

\* Utilisation des eaux continentales en milieu tropical (irrigation et pisciculture)

La formation est structurée autour de trois axes :

1. De la directive cadre sur l'eau aux contrats de rivières, quelques pistes pour mieux comprendre la gestion des hydrosystèmes en France.

2. Etude des principaux impacts anthropiques sur les hydrosystèmes (sur-exploitation, fragmentation et modification des habitats, pollutions organiques et chimiques, introduction d'espèces, changement climatiques).

3. Aménagement et gestion des hydrosystèmes en réponse à ces impacts (conservation, restauration, entretien).

La formation a lieu sous la forme de cours et de conférences données par des professionnels, représentants de l'Agence de l'eau, de l'ONEMA, de la société EDF. Une à deux visites sont organisées sur le terrain.

### **Bibliographie :**

**Conférenciers possibles avec des industriels**  
**Les interventions sont obligatoires dans le cadre du BEI.**

Quelques exemples des interventions des années précédentes :

Laurence ROUIL « **Modélisation de la qualité de l'air** »

INERIS

Laurence.Rouil@ineris.fr

Tél. 0344 556 113

Parc Technologique ALATA - B.P. n° 2

60550 Verneuil-en-Halatte

René MOLETTA (INRA Narbonne)

M. FRAYSSE « **Relation environnement – homme – économie** »

ADEME Toulouse

J. CARPENA « **Les déchets nucléaires : Situation et nouvelles voies** »

Professeur Aix-Marseille/Ingénieur CEA

L. DROUIN « **Le bruit** »

Directeur Acouphen

laurent.droin@acouphen.fr

Armand LATTES ou Jean-Yves BOTTERO « **Nanoparticules** »

Martine POTIN-GAUTIER « **Chimie analytique et spéciation** »

Université de Pau et des Pays de l'Adour/LCABIE UMR CNRS

Martine.Potin@univ-pau.fr

Isabelle LE HECHO « **Importance de la spéciation dans la gestion des déchets et des sols** »

Université de Pau et des Pays de l'Adour/LCABIE UMR CNRS

Isabelle.LeHecho@univ-pau.fr

Jean-Philippe CROUE « **Matière organique dans l'environnement** »

ESIP – Université de Poitiers/UMR CNRS

Alain MANCEAU « **Utilisation de techniques spectroscopiques dans l'environnement** »

CNRS – LGIT/Université de Grenoble

Jérôme CARRAYROU « **Couplage transport-chimie en milieu poreux** »

Université de Strasbourg – LHYGES/UMR CNRS

Laura SIGG « **Comportement des métaux dans les milieux aquatiques** »

ETH Zürich – EAWAG

Renaud SUBLET « **Rôle de la spéciation dans le traitement de l'eau** »

Veolia Eau – Recherche et développement (Saint-Maurice)